

Malcolm G. Anderson y Elizabeth Holcombe



# REDUCCIÓN DEL RIESGO DE Deslizamientos de Acuerdo CON LA COMUNIDAD

Gestión de desastres  
en pequeños pasos



# Reducción del Riesgo de Deslizamientos de Acuerdo con la Comunidad

---

Gestión de Desastres en Pequeños Pasos

Malcolm G. Anderson

Elizabeth Holcombe



Washington, DC

© 2013 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial  
1818 H Street NW, Washington DC 20433  
Teléfono: 202-473-1000; página web: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Algunos derechos reservados  
1 2 3 4 16 15 14 13

Esta obra ha sido realizada por el personal del Banco Mundial con contribuciones externas. Téngase en cuenta que el Banco Mundial no es necesariamente el propietario de todos los componentes del contenido de la obra. El Banco Mundial, en consecuencia, no garantiza que el uso del contenido de esta obra no viole derechos de autor de terceros. El riesgo de cualquier reclamación como resultado de tal violación correrá por cuenta exclusiva del usuario.

Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Banco Mundial, de su Directorio Ejecutivo ni de los países representados por éste. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en esta obra. Las lindes, colores, valores y demás información mostrada en cualquier mapa de esta obra no implican juicio alguno por parte del Banco Mundial con respecto a la situación legal de ningún territorio ni el respaldo o la aceptación de dichas lindes.

Nada de lo establecido en el presente documento constituirá o será considerado una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades del Banco Mundial, los cuales se reservan específicamente en su totalidad.

#### Derechos y Autorizaciones



Esta publicación está disponible bajo la licencia de Creative Commons Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0) <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>. Bajo la licencia de Creative Commons Attribution, queda permitido copiar, distribuir, transmitir y adaptar esta publicación, incluso para fines comerciales, bajo las siguientes condiciones:

Atribución—Por favor, citar la publicación de la siguiente forma: Anderson, Malcolm G. y Holcombe, Elizabeth. 2013. Reducción del Riesgo de Desastres de Acuerdo con la Comunidad: Gestión de Desastres en Pequeños Pasos. Washington, D.C.: World Bank. doi:10.1596/978-0-8213-9456-4. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0

Esta traducción no fue realizada por el Banco Mundial y no se debe considerar como una traducción oficial del Banco Mundial. El Banco Mundial no será responsable de ningún contenido o error en esta traducción.

Cualquier consulta sobre derechos y licencias debe dirigirse a Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

ISBN (versión en papel): 978-0-8213-9456-4  
ISBN (versión electrónica): 978-0-8213-9491-5  
DOI: 10.1596/978-0-8213-9456-4

Foto de portada: © iStockphotocom/luoman; Diseño de portada: Drew Fasick  
Traducción al español: Bicultural S.L.  
Revisión y edición de la versión en español: Lara Chinarro  
Edición versión en español: sonideas/Alejandro Espinosa

Biblioteca del Congreso Datos de Publicación Catalogados

Anderson, M. G.  
Reducción del Riesgo de Desastres de Acuerdo con la Comunidad: Gestión de Desastres en Pequeños Pasos / Malcolm G. Anderson, Elizabeth Holcombe. p. cm.  
Incluye referencia bibliográfica e índice.  
ISBN 978-0-8213-9456-4 — ISBN 978-0-8213-9491-5 (versión electrónica)  
1. Análisis de amenaza de deslizamientos. 2. Deslizamientos—Evaluación de riesgo. I. Holcombe, Elizabeth. II. Título. QE599.2.A53 2013 363.349—dc23

2012030220

# Contenido

<b>PREFACIO</b>	<b>XXIII</b>
Capítulo 1. Fundamentos: Reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades	xxvii
Capítulo 2. Inicio del proyecto: equipos y etapas	xxvii
Capítulo 3. Entender la amenaza de deslizamientos	xxviii
Capítulo 4. Selección de comunidades	xxviii
Capítulo 5. Cartografía de la evaluación de amenaza de deslizamientos según la comunidad	xxix
Capítulo 6. Diseño y buenas prácticas para drenaje de taludes	xxix
Capítulo 7. Ejecución de los trabajos planificados	xxx
Capítulo 8. Motivar Cambios de Comportamiento	xxx
Capítulo 9. Evaluación del proyecto	xxx
Nota para los financiadores y responsables de formulación de políticas	xxxi
Nota a la Unidad Central MoSSaiC	xxxii
Nota a los equipos de trabajo del gobierno	xxxii
Nota a los equipos de trabajo de la comunidad	xxxii
Preguntas útiles	xxxiv
<b>RECONOCIMIENTOS</b>	<b>XXXVII</b>
<b>LOS AUTORES</b>	<b>XXXIX</b>
<b>ABREVIATURAS</b>	<b>XLI</b>
<b>1 FUNDAMENTOS: REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS EN COMUNIDADES 1</b>	
<b>1.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO 1</b>	<b>1</b>
1.1.1 Alcance	1
1.1.2 Documentos	1
1.1.3 Etapas y logros	2
1.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad	2
<b>1.2 INICIO 2</b>	<b>2</b>
1.2.1 Nota informativa	2
1.2.2 ¿Qué es único acerca de MoSSaiC?	5
1.2.3 Principios rectores	6
1.2.4 Riesgos y desafíos	6

<b>1.3</b>	<b>RIESGO DE DESASTRES: CONTEXTO Y CONCEPTOS</b>	<b>7</b>
1.3.1	Riesgo de desastres global	7
1.3.2	Gestión del riesgo de desastres	11
1.3.3	Influencias recientes sobre política de gestión del riesgo de desastres y sus implicaciones para MoSSaiC	15
1.3.4	El riesgo de deslizamientos y otros problemas de política de desarrollo	23
<b>1.4</b>	<b>MOSSAIC</b>	<b>26</b>
1.4.1	Visión General	26
1.4.2	MoSSaiC: Base científica	27
1.4.3	MoSSaiC: De acuerdo con la comunidad	30
1.4.4	MoSSaiC: Base en resultados	36
1.4.5	Componentes del proyecto MoSSaiC	37
1.4.6	Pilotos de MoSSaiC	37
<b>1.5</b>	<b>INICIAR UNA INTERVENCIÓN MOSSAIC</b>	<b>43</b>
1.5.1	Definir la escala del proyecto	43
1.5.2	Definir los equipos del proyecto y las partes interesadas	44
1.5.3	Adherirse a las políticas de salvaguarda	45
1.5.4	Establecer un marco lógico del proyecto	46
1.5.5	Informar a los líderes clave	48
<b>1.6</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>49</b>
1.6.1	¿Quién hace qué?	49
1.6.2	Lista de verificación del capítulo	49
1.6.3	Referencias	50
<b>2</b>	<b>INICIO DEL PROYECTO: EQUIPOS Y ETAPAS</b>	<b>55</b>
<b>2.1</b>	<b>ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>55</b>
2.1.1	Alcance	55
2.1.2	Documentos	55
2.1.3	Etapas y logros	56
2.1.4	Aspectos de acuerdo con la comunidad	56
<b>2.2</b>	<b>INICIO</b>	<b>56</b>
2.2.1	Nota informativa	56
2.2.2	Principios rectores	57
2.2.3	Riesgos y desafíos	57
2.2.4	Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	58
<b>2.3</b>	<b>ESTABLECER LA UNIDAD CENTRAL MOSSAIC</b>	<b>59</b>
2.3.1	Justificación	59
2.3.2	Funciones y responsabilidades de la UCM	62
2.3.3	Pertenecer a la UCM	65
<b>2.4</b>	<b>IDENTIFICAR LOS EQUIPOS DE TRABAJO DEL GOBIERNO</b>	<b>65</b>
2.4.1	Equipo de trabajo de cartografía	66
2.4.2	Equipo de trabajo de enlace con la comunidad	67
2.4.3	Equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería	68
2.4.4	Equipo de trabajo de soporte técnico	68
2.4.5	Equipo de trabajo de comunicaciones	69
2.4.6	Equipo de trabajo de promoción	70

<b>2.5 IDENTIFICAR LOS EQUIPOS DE TRABAJO DE LA COMUNIDAD</b>	<b>71</b>
2.5.1 Residentes de la comunidad	71
2.5.2 Equipo de trabajo de construcción	72
2.5.3 Propietarios de la tierra	73
<b>2.6 INTEGRAR LOS EQUIPOS MOSSAIC Y LAS ETAPAS DEL PROYECTO</b>	<b>74</b>
2.6.1 Estructura del equipo y líneas de responsabilidad	74
2.6.2 Integrar los equipos con las etapas del proyecto	75
2.6.3 Establecer una comunidad de usuarios	77
<b>2.7 RECURSOS</b>	<b>78</b>
2.7.1 ¿Quién hace qué?	78
2.7.2 Lista de verificación del capítulo	79
2.7.3 Referencias	79
<b>3 ENTENDER LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS</b>	<b>81</b>
<b>3.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>81</b>
3.1.1 Alcance	81
3.1.2 Documentos	81
3.1.3 Etapas y logros	82
3.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad	82
<b>3.2 INICIO</b>	<b>82</b>
3.2.1 Nota informativa	82
3.2.2 Principios rectores	83
3.2.3 Riesgos y desafíos	84
3.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	85
<b>3.3 TIPOS DE DESLIZAMIENTOS Y LOS TRATADOS POR MOSSAIC</b>	<b>85</b>
3.3.1 Tipos de movimientos de taludes y materiales de deslizamiento	85
3.3.2 Geometría y características de los deslizamientos	87
3.3.3 Eventos que desencadenan deslizamientos: lluvias y terremotos	88
3.3.4 Estabilidad de taludes a lo largo del tiempo	93
<b>3.4 ESTABILIDAD DE PENDIENTES: PROCESOS Y EVALUACIÓN</b>	<b>93</b>
3.4.1 Factores preparatorios y mecanismos desencadenantes de deslizamientos	94
3.4.2 Visión general de métodos de evaluación de estabilidad de taludes	94
3.4.3 Cartografía de susceptibilidad a deslizamientos usando SIG	96
3.4.4 Cartografía directa de deslizamientos	98
3.4.5 Modelado empírico del umbral de lluvia	98
3.4.6 Modelado de la estabilidad de taludes con métodos físicos	99
<b>3.5 VARIABLES DE ESTABILIDAD DE TALUDES</b>	<b>102</b>
3.5.1 Eventos de lluvia	103
3.5.2 Ángulo de talud	104
3.5.3 Tipo y propiedades del material	104
3.5.4 Hidrología y drenaje de taludes	107
3.5.5 Vegetación	110
3.5.6 Carga	111
<b>3.6 MÉTODOS CIENTÍFICOS PARA EVALUAR LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS</b>	<b>113</b>
3.6.1 Combinación de modelos hidrológicos dinámicos y de estabilidad de taludes	114

3.6.2	Método de la envolvente de resistencia para determinar el control de tensión	116
3.6.3	Modelado del impacto de pequeños muros de contención	118
<b>3.7</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>120</b>
3.7.1	¿Quién hace qué?	120
3.7.2	Lista de verificación del capítulo	121
3.7.3	Umbral de lluvia que desencadenan deslizamientos	121
3.7.4	Conjunto de ecuaciones de principios de CHASM	121
3.7.5	Análisis de estabilidad de muros de contención con hidrología estática	122
3.7.6	Referencias	125
<b>4</b>	<b>SELECCIÓN DE COMUNIDADES</b>	<b>131</b>
<b>4.1</b>	<b>ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>131</b>
4.1.1	Alcance	131
4.1.2	Documentos	131
4.1.3	Etapas y logros	132
4.1.4	Aspectos de acuerdo con la comunidad	132
<b>4.2</b>	<b>INICIO</b>	<b>132</b>
4.2.1	Nota informativa	132
4.2.2	Principios rectores	133
4.2.3	Riesgos y desafíos	134
4.2.4	Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	134
<b>4.3</b>	<b>DEFINIR EL PROCESO DE SELECCIÓN DE LA COMUNIDAD</b>	<b>134</b>
4.3.1	Enfoques de comparación de niveles del riesgo de deslizamientos en varios lugares	136
4.3.2	Métodos de selección de comunidades	138
4.3.3	Funciones y responsabilidades en la selección de comunidades	142
<b>4.4</b>	<b>MÉTODOS PARA EVALUAR LA SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS</b>	<b>143</b>
4.4.1	Evaluación cualitativa de amenaza de deslizamientos: Reconocimiento de campo y métodos de clasificación de amenazas	143
4.4.2	Cartografía cualitativa de susceptibilidad a deslizamientos: Métodos de superposición de índices SIG	149
4.4.3	Susceptibilidad a deslizamientos semicuantitativa y cuantitativa y métodos de cartografía de amenazas.	152
<b>4.5</b>	<b>EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE COMUNIDADES FRENTE A DESLIZAMIENTOS</b>	<b>154</b>
4.5.1	Métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de la vulnerabilidad	156
4.5.2	Métodos de cartografía mediante SIG para evaluar la vulnerabilidad	158
<b>4.6</b>	<b>EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS Y CONFIRMAR LA SELECCIÓN DE COMUNIDADES</b>	<b>160</b>
4.6.1	Combinar la información de amenaza y vulnerabilidad	160
4.6.2	Confirmar las comunidades seleccionadas	160
<b>4.7</b>	<b>PREPARAR EL MAPA BASE PARA UNA CARTOGRAFÍA DETALLADA DE LA COMUNIDAD</b>	<b>162</b>
4.7.1	Características útiles	162
4.7.2	Datos de apoyo	162
4.7.3	Fuentes de datos espaciales	162



<b>4.8 RECURSOS</b>	<b>164</b>
4.8.1 ¿Quién hace qué?	164
4.8.2 Lista de verificación del capítulo	165
4.8.3 Referencias	165
<b>5 CARTOGRAFÍA DE LA EVALUACIÓN DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS DE ACUERDO CON LA COMUNIDAD</b>	<b>169</b>
<b>5.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>169</b>
5.1.1 Alcance	169
5.1.2 Documentos	169
5.1.3 Etapas y logros	170
5.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad	171
<b>5.2 INICIO</b>	<b>171</b>
5.2.1 Nota informativa	171
5.2.2 Principios rectores	172
5.2.3 Riesgos y desafíos	173
5.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	174
<b>5.3 DECIDIR CÓMO TRABAJAR DENTRO DE UNA COMUNIDAD</b>	<b>174</b>
5.3.1 Participación de la comunidad: Principios	174
5.3.2 Participación de la comunidad: prácticas	179
5.3.3 Conocimiento y participación de la comunidad en el proceso de cartografía	180
<b>5.4 CARTOGRAFÍA DE CARACTERÍSTICAS DE TALUDES COMUNITARIOS</b>	<b>182</b>
5.4.1 Escala de ladera: Cartografía general de la topografía y drenaje	183
5.4.2 Escala de viviendas: Cartografía de detalle	186
5.4.3 Indicadores de problemas de estabilidad de taludes	190
5.4.4 Finalizar el mapa de características de la pendiente comunitaria	191
<b>5.5 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS</b>	<b>193</b>
5.5.1 Evaluar la amenaza de deslizamientos en los proyectos MoSSaiC	193
5.5.2 Identificar zonas de amenaza de deslizamientos	195
5.5.3 Identificar los mecanismos de deslizamientos dominantes	195
<b>5.6 EVALUACIÓN FÍSICA DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS</b>	<b>197</b>
5.6.1 Modelos	197
5.6.2 Datos de modelos de estabilidad de pendientes	198
5.6.3 Usar los modelos de estabilidad de pendientes	199
5.6.4 Analizar el papel de la presión de poro de agua	203
5.6.5 Incertidumbres en la evaluación de amenaza de deslizamientos con métodos físicos	203
5.6.6 Interpretar los resultados de la evaluación de amenaza de deslizamientos con métodos físicos	206
<b>5.7 PRIORIZAR ZONAS PARA LAS INTERVENCIONES DE DRENAJE</b>	<b>207</b>
5.7.1 Asignar una intervención de drenaje potencial a cada zona	209
5.7.2 Dibujar un plano de drenaje inicial	210
5.7.3 Asignar prioridades a las diferentes zonas	210
5.7.4 Aprobación del mapa y la intervención propuesta	211
<b>5.8 RECURSOS</b>	<b>212</b>
5.8.1 ¿Quién hace qué?	212

5.8.2	Lista de verificación del capítulo	213
5.8.3	Referencias	213
<b>6</b>	<b>DISEÑO Y BUENAS PRÁCTICAS PARA EL DRENAJE DE TALUDES</b>	<b>217</b>
<b>6.1</b>	<b>ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>217</b>
6.1.1	Alcance	217
6.1.2	Documentos	217
6.1.3	Etapas y logros	218
6.1.4	Aspectos de acuerdo con la comunidad	218
<b>6.2</b>	<b>INICIO</b>	<b>218</b>
6.2.1	Nota informativa	218
6.2.2	Principios rectores	219
6.2.3	Riesgos y desafíos	219
6.2.4	Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	221
<b>6.3</b>	<b>PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS PARA LA ALINEACIÓN GENERAL DE DRENAJES</b>	<b>222</b>
6.3.1	Patrones y principios de alineación de drenajes	222
6.3.2	Estimar el flujo de drenaje y sus dimensiones	227
6.3.3	Estimar la descarga de agua superficial	228
6.3.4	Estimar la descarga de las casas	230
6.3.5	Estimar las dimensiones de los drenajes principales	231
6.3.6	Ejemplo para demostrar la efectividad del drenaje de interceptación	232
6.3.7	Ejemplo para demostrar el impacto de la inclinación del canal de drenaje en la capacidad de flujo	233
6.3.8	Ejemplo para demostrar el impacto del agua de las viviendas	233
<b>6.4</b>	<b>TIPOS DE DRENAJES Y ALINEAMIENTOS DETALLADOS</b>	<b>234</b>
6.4.1	Drenajes de interceptación	235
6.4.2	Drenajes colectores	236
6.4.3	Drenajes en senderos	237
6.4.4	Drenaje existente incompleto	238
6.4.5	Drenajes encima de deslizamientos para estabilizar el talud	239
6.4.6	Incorporación de rejas en la alineación del drenaje	239
6.4.7	Plano de drenaje propuesto	240
<b>6.5</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE: MATERIALES Y DETALLES</b>	<b>240</b>
6.5.1	Drenajes de bloques de hormigón armado	243
6.5.2	Tecnología de bajo costo apropiada para construcción de drenajes	244
6.5.3	Combinar diferentes enfoques de construcción de drenajes	246
6.5.4	Detalles de diseño de la construcción	246
<b>6.6</b>	<b>INCORPORAR LA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LAS VIVIENDAS AL PLAN</b>	<b>246</b>
6.6.1	Casas que requieren canalones en el tejado	248
6.6.2	Recoger el agua lluvia	249
6.6.3	Captación de aguas grises	250
6.6.4	Conexión a la red de drenaje	251
6.6.5	Zunchos para huracanes	253
<b>6.7</b>	<b>CIERRE DEL PLAN FINAL DE DRENAJE</b>	<b>254</b>
6.7.1	Proyectar el plan de drenaje final y estimar los costos	255

6.7.2 Acuerdo con la comunidad	256
6.7.3 Aprobación formal y siguientes pasos	257
<b>6.8 RECURSOS</b>	<b>258</b>
6.8.1 ¿Quién hace qué?	258
6.8.2 Lista de verificación del capítulo	259
6.8.3 Diseños locales para drenajes, arquetas y deflectores de hormigón	259
6.8.4 Referencias	263
<b>7 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANIFICADOS</b>	<b>265</b>
<b>7.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>265</b>
7.1.1 Alcance	265
7.1.2 Documentos	265
7.1.3 Etapas y logros	266
7.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad	266
<b>7.2 INICIO</b>	<b>266</b>
7.2.1 Nota informativa	266
7.2.2 Principios rectores	269
7.2.3 Riesgos y desafíos	270
7.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	270
<b>7.3 PREPARACIÓN DE PARTIDAS DE OBRA</b>	<b>272</b>
7.3.1 Preparar el listado de materiales	272
7.3.2 Definir las partidas de obra	274
7.3.3 Preparar un plan de adquisición de materiales	276
7.3.4 Preparar las especificaciones detalladas de construcción	276
7.3.5 Recabar los documentos para cada partida de obra	276
<b>7.4 PROCESO DE LICITACIÓN</b>	<b>278</b>
7.4.1 Identificar a contratistas de la comunidad	278
7.4.2 Informar a los posibles contratistas	278
7.4.3 Evaluar ofertas y adjudicar contratos	280
7.4.4 Contratistas y políticas de salvaguarda	280
<b>7.5 IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRABAJOS: REQUISITOS EN OBRA</b>	<b>281</b>
7.5.1 Importancia de la supervisión de obra	281
7.5.2 Inicio de la construcción: Requisitos de excavación y alineación	283
7.5.3 Asegurarse de que el agua puede entrar en los drenajes	285
7.5.4 Captar el agua del tejado de los hogares	286
7.5.5 Conectar el agua de las viviendas a los drenajes	287
<b>7.6 IMPLEMENTACIÓN DE LAS OBRAS: BUENAS PRÁCTICAS</b>	<b>290</b>
7.6.1 Verter hormigón con buen tiempo	290
7.6.2 Almacenamiento seguro de los materiales	290
7.6.3 Mantener un inventario	291
7.6.4 Proporcionar acceso a los residentes	291
7.6.5 Minimizar escapes de las tuberías	291
<b>7.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS: PRÁCTICAS A EVITAR</b>	<b>292</b>
7.7.1 Desperdicio de materiales y no captación de agua superficial	294
7.7.2 Capacidad limitada en los drenajes de sendero	294

7.7.3	Acceso peligroso para residentes	294
7.7.4	Notas detalladas de la construcción	295
<b>7.8</b>	<b>CIERRE DE LAS OBRAS TERMINADAS</b>	<b>295</b>
<b>7.9</b>	<b>BIOINGENIERÍA POST CONSTRUCCIÓN</b>	<b>296</b>
7.9.1	¿Qué es bioingeniería?	296
7.9.2	El efecto de la vegetación sobre la estabilidad del talud	297
7.9.3	Vegetación y gestión de pendientes urbanas	297
7.10.1	¿Quién hace qué?	301
7.10.2	Lista de verificación del capítulo	302
7.10.3	Métodos de construcción de bajo costo apropiados	302
7.10.4	Prácticas cuestionables o corruptas en la construcción	304
7.10.5	Referencias	305
<b>8</b>	<b>MOTIVAR CAMBIOS DE COMPORTAMIENTO</b>	<b>309</b>
<b>8.1</b>	<b>ELEMENTOS CLAVE DEL CAPÍTULO</b>	<b>309</b>
8.1.1	Alcance	309
8.1.2	Documentos	309
8.1.3	Etapas y logros	310
8.1.4	Aspectos de acuerdo con la comunidad	310
<b>8.2</b>	<b>INICIO</b>	<b>310</b>
8.2.1	Nota informativa	310
8.2.2	Principios rectores	311
8.2.3	Riesgos y desafíos	312
8.2.4	Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	313
<b>8.3</b>	<b>ADOPTAR EL CAMBIO: DE LA PERCEPCIÓN DE RIESGO AL CAMBIO DE COMPORTAMIENTO</b>	<b>313</b>
8.3.1	El proceso de cambio de comportamiento	315
8.3.2	Entender las percepciones de las partes interesadas	317
8.3.3	Combinar conocimiento y acción	319
<b>8.4</b>	<b>PROPÓSITO DE LA COMUNICACIÓN Y AUDIENCIA</b>	<b>321</b>
8.4.1	Definir los propósitos y funciones de la comunicación	321
8.4.2	Identificar audiencias	322
<b>8.5</b>	<b>FORMAS DE COMUNICACIÓN Y MENSAJES DEL PROYECTO</b>	<b>323</b>
8.5.1	Comunicación directa, consulta y diálogo	324
8.5.2	Sitios de demostración comunitarios y casas piloto	326
8.5.3	Material escrito y visual para las comunidades	328
8.5.4	Cobertura de TV, radio y periódicos	330
8.5.5	Publicaciones científicas y profesionales	333
8.5.6	Finalizar los mensajes del proyecto	334
<b>8.6</b>	<b>FORMAS DE DESARROLLAR LA CAPACIDAD LOCAL</b>	<b>334</b>
8.6.1	Para las personas	335
8.6.2	Para los equipos	336
8.6.3	Para los políticos	336
8.6.4	Para las comunidades	337
8.6.5	Para todos los grupos de usuarios	338

<b>8.7</b>	<b>TERMINAR LA ESTRATEGIA DE CAMBIO DE COMPORTAMIENTO INTEGRADO</b>	<b>339</b>
8.7.1	Fomentar la adopción de buenas prácticas de mantenimiento de drenajes	339
8.7.2	Estrategia integrada para el cambio de comportamiento	343
<b>8.8</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>345</b>
8.8.1	¿Quién hace qué?	345
8.8.2	Lista de verificación del capítulo	346
8.8.3	Certificación MoSSaiC	346
8.8.4	Referencias	347
<b>9</b>	<b>EVALUACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>351</b>
<b>9.1</b>	<b>ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO</b>	<b>351</b>
9.1.1	Alcance	351
9.1.2	Documentos	351
9.1.3	Etapas y logros	352
9.1.4	Aspectos de acuerdo con la comunidad	352
<b>9.2</b>	<b>INICIO</b>	<b>352</b>
9.2.1	Nota informativa	352
9.2.2	Principios rectores	354
9.2.3	Riesgos y desafíos	355
9.2.4	Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente	356
<b>9.3</b>	<b>REQUISITOS DE DATOS PARA EVALUAR EL PROYECTO</b>	<b>356</b>
9.3.1	Datos para la evaluación de proyectos MoSSaiC	356
9.3.2	Conocimiento de la comunidad y datos para evaluar el proyecto	358
<b>9.4</b>	<b>LOGROS DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO INMEDIATO</b>	<b>360</b>
9.4.1	Indicadores estándar de desempeño clave	360
9.4.2	Indicadores de desempeño clave de logros para los proyectos MoSSaiC	360
<b>9.5</b>	<b>RESULTADOS DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO A MEDIO PLAZO</b>	<b>362</b>
9.5.1	Observación de estabilidad de la pendiente	362
9.5.2	Información de lluvia y de estabilidad de pendientes	363
9.5.3	Grietas en las viviendas	366
9.5.4	Agua superficial y subsuperficial	367
9.5.5	Desempeño del drenaje	368
9.5.6	Beneficios para la salud medioambiental	369
9.5.7	Tasación económica: Valor monetario del proyecto	370
9.5.8	Adoptar buenas prácticas para reducir el riesgo de deslizamiento	373
9.5.9	Desarrollar nuevas las políticas para reducir el riesgo de deslizamiento	374
9.5.10	Finalizar el proceso de evaluación del proyecto	376
<b>9.6</b>	<b>TRATAR LOS FACTORES DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS A LARGO PLAZO</b>	<b>376</b>
9.6.1	Reducción del riesgo de desastres y protección contra el clima	377
9.6.2	Conexión entre la reducción de amenaza y los seguros	378
9.6.3	Previsión de futuros escenarios de riesgo de desastres	381
<b>9.7</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>386</b>
9.7.1	¿Quién hace qué?	386
9.7.2	Lista de verificación del capítulo	386
9.7.3	Instalar monitores de grietas	387

9.7.4	Instalar y utilizar piezómetros sencillos	387
9.7.5	Análisis costo-beneficio	388
9.7.6	Referencias	390

## **GLOSARIO** **395**

## **ÍNDICE** **401**

### **FIGURAS**

1.1	Riesgo de deslizamiento global	3
1.2	Premisas, visión y fundamentos de MoSSaiC	4
1.3	Número de catástrofes naturales y pérdidas económicas asociadas a nivel global, 1950-2010	8
1.4	Pérdidas normalizadas de los daños causados por el huracán en el Golfo y el Atlántico de EE.UU.	9
1.5	Exposición y muertes asociados a deslizamientos desencadenados por lluvias, por ingresos de países	10
1.6	Muertes por deslizamientos desencadenados por lluvia a nivel global	11
1.7	Opciones de gestión del riesgo de desastres	14
1.8	Riesgo de deslizamientos en Hong Kong SAR, China	15
1.9	Panorama de promoción internacional para reducción del riesgo de desastres	16
1.10	Marco organizacional de la ONU de respuesta a desastres	17
1.11	Relación costo-beneficio de las medidas de prevención del huracán en Canaries y Patience, Santa Lucía	19
1.12	Relación costo-beneficio de la mitigación para una construcción en madera en Canaries, Santa Lucía, con y sin el efecto del cambio climático	19
1.13	Eficiencia de instrumentos de gestión de riesgo y probabilidad de ocurrencia	20
1.14	Evolución de los objetivos y actividades del fondo social	22
1.15	Crecimiento de la población y urbanización, factores del riesgo de deslizamiento	24
1.16	Arquitectura de MoSSaiC: integrando ciencia, comunidades y pruebas	27
1.17	El inventario de viviendas puede reflejar la vulnerabilidad de la comunidad	29
1.18	La relación entre las partes interesadas en los precarios asentamientos de Ciudad de Guatemala muestra cómo fluye el dinero alrededor, pero no llega a los asentamientos	32
1.19	Aprender de los residentes de la comunidad	32
1.20	Efectos de una acción puntual e informativa	33
1.21	Componentes de MoSSaiC	37
1.22	Comunidades típicas y factores de riesgo para intervenciones MoSSaiC	37
1.23	Países con daños causados por desastres que exceden el 1% del PIB	42
1.24	Impacto del huracán Allen (1980) en la economía de Santa Lucía	42
1.25	MoSSaiC se puede aplicar a muchos lugares diferentes del Caribe Oriental	43
2.1	Cinco misiones de la Unidad Central MoSSaiC	63
2.2	Equipo de cartografía de una agencia nacional de gestión del desastre mostrando el software SIG al líder del equipo de la UCM	68
2.3	Coordinación con el Ministerio de Desarrollo Social y los residentes de la comunidad en el sitio	68
2.4	Ejemplos de las responsabilidades del equipo de trabajo de evaluación de deslizamiento e ingeniería	69
2.5	Asistentes al curso de formación del equipo técnico: Los diferentes ministerios comparten y desarrollan experiencias	69
2.6	Aspectos de comunicación	70
2.7	Información en el sitio	70
2.8	Los medios filman a funcionarios electos durante un proyecto MoSSaiC	71

2.9	Personal de la agencia de financiación en la etapa inicial del proyecto MoSSaiC	71
2.10	Aspectos de MoSSaiC en los cuales se involucra a la comunidad	73
2.11	Informando en el sitio a los contratistas potenciales de la comunidad después de convocar las expresiones de interés	74
2.12	Un contratista informa a los funcionarios técnicos del gobierno sobre un proyecto implementado en su comunidad	74
2.13	Estructura típica de información de un equipo MoSSaiC	75
2.14	Foro de actividades de grupo de usuarios	75
3.1	Características de deslizamiento rotacional y traslacional en materiales predominantemente erosionados	87
3.2	Características que definen un deslizamiento	88
3.3	Fuentes típicas de agua superficial y subsuperficial y vías de flujo asociadas con construcción no autorizada en laderas	89
3.4	Deslizamientos rotacionales y traslacionales	90
3.5	Distribución de la actividad sísmica durante los terremotos de 2001 en El Salvador	91
3.6	Vista aérea del deslizamiento que desencadenó el terremoto en Las Colinas, El Salvador, el 13 de enero de 2001	91
3.7	Deslizamiento progresivo	92
3.8	Estabilidad de la pendiente posterior a la falla	93
3.9	Datos clasificados de factores espaciales	97
3.10	Mapa de susceptibilidad a deslizamientos	98
3.11	Tres mapas de inventario de deslizamientos	99
3.12	Umbrales globales de intensidad-duración de lluvia	100
3.13	Elementos discretos de un talud en dovelas para facilitar los cálculos de estabilidad del talud	100
3.14	Factores preparatorios que pueden influir en la estabilidad de la pendiente	102
3.15	Huracán Tomás en el Caribe oriental, 2010	103
3.16	Nivel Abney y su uso	104
3.17	Pendiente escalonada por un residente para construir una casa	105
3.18	Perfiles típicos de erosión en suelos tropicales	105
3.19	Perfiles de meteorización	106
3.20	Caja de corte utilizada para determinar los parámetros de dureza del suelo	106
3.21	conducto subterráneo expuesto a unos 30 cm de la superficie	107
3.22	Definición del área planimétrica de contribución de dos ubicaciones en un panorama hipotético	108
3.23	Deslizamiento superficial rotacional en una inclinación de 18° al pie de una ladera extensa	108
3.24	Problemas de drenaje comunes en comunidades no autorizadas	109
3.25	Ejemplos de los efectos beneficiosos y adversos de la vegetación en las pendientes	110
3.26	Modelo de sucesión de la vegetación después del deslizamiento en el Caribe	112
3.27	Ejemplos de una construcción incremental	112
3.28	Ejemplos de reconstrucción sobre sitios con deslizamientos anteriores	113
3.29	Representación de la sección transversal de una pendiente para análisis con el software CHASM	114
3.30	Representación CHASM de una ladera natural	115
3.31	Datos de salida de una simulación CHASM	117
3.32	Superposición de las envolventes de resistencia y dureza	117
3.33	Gráficas de la envolvente de resistencia	118
3.34	Diseño inadecuado de muro de contención	118
3.35	Geometría simple de un muro de contención utilizada para el análisis de muro de contención	122
4.1	Métodos de selección de comunidades de arriba a abajo y de abajo a arriba	139
4.2	Reconocimiento de campo	145
4.3	Métodos para desarrollar un mapa índice nacional de riesgo de deslizamiento para Cuba	151

4.4	Mapa de amenaza cuantitativa para Tegucigalpa, Honduras, utilizando SIG	153
4.5	Resiliencia de estructuras dependiendo del tipo de construcción	156
4.6	Generar el mapa base a partir de un mapa topográfico y una fotografía aérea	163
5.1	Acceso y control de los recursos en Etiopía por mujeres y hombres	177
5.2	Es importante escuchar a los residentes de la comunidad	179
5.3	Involucrar a los representantes y guías de la comunidad para identificar las características de pendientes y problemas de deslizamientos	180
5.4	Conversar sobre las amenazas a la estabilidad de la pendiente y al drenaje en los alrededores de las casas de los residentes	181
5.5	Conversaciones informales en grupo mantenidas en lugares accesibles	181
5.6	Salón comunal local utilizado como sede para intercambiar y escuchar los puntos de vista de los residentes	182
5.7	Mapa de la comunidad y fotografías aéreas complementarias	183
5.8	Elementos topográficos a distinguir e identificar en campo	184
5.9	Ejemplo de un perfil de ladera tropical que ilustra las características comunes de meteorización	184
5.10	Profundidad y estabilidad del suelo	184
5.11	Filtraciones que ocurren durante temporadas secas donde no hay señales de una zona de convergencia topográfica	185
5.12	Búsqueda de drenaje natural y alterado en la pendiente	187
5.13	Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Cortar plataformas para construir casas	188
5.14	Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Descarga de agua del tejado y aguas grises directamente a las pendientes	188
5.15	Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Falla en el diseño y construcción de la estructura de almacenamiento de agua	189
5.16	Evidencia de movimiento menor de la pendiente	190
5.17	Grietas en el muro: ¿inestabilidad anterior de la pendiente o mala construcción?	190
5.18	Ejemplo de un mapa de características de pendiente comunitaria con detalles a nivel de vivienda	192
5.19	Suministro de agua corriente a comunidades no autorizadas	193
5.20	El proceso de evaluación de la amenaza de deslizamiento cuantitativo	194
5.21	Ejemplo de un mapa de zona de procesos de pendiente con observaciones e interpretaciones de apoyo	196
5.22	Pendiente típica seleccionada para análisis de estabilidad	200
5.23	Zona E de la comunidad del ejemplo con dos secciones transversales de pendiente marcadas para análisis	200
5.24	Configuración del modelo y ubicación prevista de deslizamientos	201
5.25	Ubicaciones previstas de deslizamientos y desviación estimada	202
5.26	Mejoras previstas en el factor de seguridad para diferentes intervenciones de drenaje	203
5.27	Ejemplo de heterogeneidad en un ángulo de rozamiento interno y cohesión clasificado por grado de meteorización	204
5.28	Número de ingenieros geotécnicos que seleccionan varios ángulos de fricción como característica para un conjunto dado de datos de dureza del suelo	205
5.29	Efectos de variabilidad de parámetros de suelo en la simulación de resultados CHASM	205
5.30	Taller de modelado de estabilidad de pendiente para el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería	206
5.31	Proceso completo de evaluación de amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad para intervenciones MoSSaiC	208
5.32	Ejemplo de un plano de drenaje inicial	210
5.33	Alineación de drenaje de interceptación propuesta a media pendiente	211
6.1	Proceso de diseño iterativo para desarrollar el plan de drenaje final	223



6.2	Plano de drenaje de ladera idealizado para mostrar los drenajes de interceptación y colectores	224
6.3	Alineación generalizada para usar con drenajes de interceptación en la parte superior de la pendiente	224
6.4	Drenaje de interceptación construido en una pendiente con pocas restricciones para la alineación	225
6.5	Complejidades en la alineación de drenajes	225
6.6	Red de pequeños drenajes de interceptación del agua superficial a lo largo de la curva de nivel superior de la pendiente	225
6.7	Drenaje colector	225
6.8	Alineación del drenaje para minimizar el flujo del agua superficial y la inmediata subsuperficial en un material que ha fallado previamente	226
6.9	Drenaje alineado para interceptar el agua superficial y dirigirla alrededor de un deslizamiento mayor preexistente	226
6.10	Alineación de drenaje para una zona con movimiento lento	226
6.11	Proceso iterativo para diseñar alineaciones y dimensiones del drenaje	227
6.12	Estimar los flujos de drenaje observados	232
6.13	Impacto del gradiente del drenaje en la velocidad y descarga del flujo	233
6.14	Efecto del drenaje de agua de la vivienda en una comunidad típica	234
6.15	Efektividad potencial de las medidas de drenaje en las viviendas	234
6.16	La alineación del drenaje debe estar correctamente especificada en las comunidades	235
6.17	Drenaje de interceptación principal transversal a la pendiente construido con un ángulo de inclinación de 35 grados	236
6.18	Prácticas deficientes: La construcción de colectores se inició en la cima de la ladera en vez de comenzar en la base de la pendiente	236
6.19	Ejemplos de senderos y drenajes de senderos construidos simultáneamente	237
6.20	Drenajes incompletos y dañados	238
6.21	Construcción de drenaje encima de una pendiente que ha fallado	239
6.22	Mantenimiento post construcción: mantener drenajes sin derrubios	239
6.23	Reja de derrubios en un área urbana de Hong Kong, SAR, China	240
6.24	Ejemplo de un plan de drenaje inicial	241
6.25	Ejemplo de un plano de drenaje final	241
6.26	Muro de derrubios como parte de la construcción del drenaje	243
6.27	Ejemplo del diseño de un drenaje de bloque de hormigón	244
6.28	El envío de material de construcción a la obra puede ser costoso	244
6.29	Instalación de drenaje revestido en plástico	245
6.30	Ejemplo de innovaciones y habilidades de la comunidad después de la terminación del proyecto	245
6.31	Combinación de drenaje de bloque y drenaje de bajo costo	246
6.32	Número de días de saturación de la superficie de la pendiente al año con y sin captación de agua de las viviendas	246
6.33	Proceso de incorporación de la captación de agua de viviendas al plano de drenaje	248
6.34	Retroadaptación de canalones de tejados	248
6.35	Recolección de agua lluvia	249
6.36	Un sistema para filtrar y purificar agua para consumo humano	250
6.37	Componentes del costo de un sistema doméstico pequeño para recolección de agua lluvia	250
6.38	Captación de aguas grises de duchas y lavaderos	251
6.39	Conexiones de aguas grises y del tejado a un drenaje de bloque de hormigón	251
6.40	Conexiones de viviendas a los drenajes principales	252
6.41	Arquetas de hormigón que conectan el agua de varias casas a un solo punto de recolección con una tubería de salida al drenaje principal	253
6.42	Estructura de tejado frágil	253
6.43	Amarre de los zunchos de huracán	254

6.44	Zuncho para huracanes en el tejado	254
6.45	Extractos de un plan final de drenaje para acordarse con las partes interesadas y aprobarse	256
6.46	Participación de la comunidad en la finalización del plano de drenaje	257
6.47	Canal en forma de U	260
6.48	Unión del muro deflector	260
6.49	Reja típica de derrubios/arena	261
6.50	Canal escalonado	262
6.51	Unión a la arqueta	263
7.1	Reunión de la UCM para acordar las responsabilidades durante el proceso de construcción	267
7.2	Reunión de campo con los contratistas	268
7.3	Modificaciones a la estructura del tejado para la instalación de canalones	273
7.4	Detalles de instalación de las bajantes	274
7.5	Componentes de los canalones del tejado y bajantes	274
7.6	Conexión de la bajante al drenaje en espera de comprar una parte de la conexión	274
7.7	Hoja de cálculo para desarrollar el presupuesto de cantidades	275
7.8	Confirmación con los residentes de las conexiones de las viviendas a los drenajes	275
7.9	Reuniones de campo con los contratistas potenciales de la comunidad	278
7.10	Algunos problemas para abordar durante las reuniones de campo	279
7.11	La doble manipulación del material requiere un almacenamiento temporal	279
7.12	Firma del contratista en el sitio con un representante de la agencia de implementación	281
7.13	Importancia de la formación en reducir los costos de rehacer trabajo	282
7.14	Las marcas claras ayudan a eliminar problemas de ambigüedad para el supervisor de obra	282
7.15	El supervisor de obra es fundamental para el éxito del proyecto y para garantizar buenas prácticas de construcción	283
7.16	Problema de supervisión: gran número de residentes participando con los contratistas	283
7.17	Ejemplo de problemas de alineación detallada encontrados al inicio de la construcción	284
7.18	Drenajes escalonados de auto limpieza	285
7.19	Altura del muro del drenaje terminado a nivel de la superficie del terreno adyacente	285
7.20	Formación de los orificios de drenaje	286
7.21	Construcción del drenaje previendo una posible conexión con tuberías de aguas grises	286
7.22	Problemas en la reparación del tejado	287
7.23	Canalones de tejado recientemente instalados	287
7.24	Conexiones del agua del tejado de las viviendas a los drenajes principales	288
7.25	Arquetas de conexión en hormigón	289
7.26	Conexión de las tuberías de desbordamiento del tanque de agua a los drenajes cercanos	289
7.27	Ejemplos de bases de drenajes	290
7.28	Suministro adecuado de acceso temporal a las casas durante la construcción	291
7.29	Utilizar manguitos para unir las secciones de tuberías de drenaje	292
7.30	Ilustración de los detalles de diseño y construcción de drenaje que frecuentemente se pasan por alto	292
7.31	Drenaje construido con muros laterales a una altura inapropiada	294
7.32	Identificar la capacidad máxima del drenaje adyacente a los escalones del sendero	294
7.33	Algunas prácticas de construcción pueden ser peligrosas para los niños pequeños	295
7.34	Desarrollo típico de plantas en las comunidades bajo el programa de bioingeniería y mantenimiento	297
7.35	Propagación de raíces laterales	299
7.36	Cuatro cubiertas vegetales típicas encontradas en viviendas sobre laderas en comunidades vulnerables	300
7.37	Bioingeniería aplicada a pendiente en Hong Kong SAR, China	300
7.38	Seleccionar la ubicación de la reja de derrubios	302
7.39	Soldadura en el sitio y terminación de la reja de derrubios	303
7.40	Construcción de un drenaje de bajo costo	304

8.1	La Ventana de Johari para incrementar bases comunes y conocimiento entre las partes interesadas	317
8.2	Casas piloto	327
8.3	Invitación a reunión y folleto del proyecto entregado a los residentes de la comunidad al inicio del proyecto	329
8.4	Ejemplo de un folleto o cartel pequeño para usar en conversaciones informales con los residentes	330
8.5	Utilizar carteles publicitarios para transmitir los mensajes del proyecto	331
8.6	Filmación de la construcción por los medios	332
8.7	Plano inicial de un documental MoSSaiC para la TV	332
8.8	Un topógrafo y un contratista de la comunidad reciben la certificación MoSSaiC	336
8.9	Formación MoSSaiC en el Caribe Oriental	336
8.10	Desarrollo de las capacidades de los equipos	337
8.11	Mapa combinado de zona de proceso de pendiente y plano de drenaje inicial.	337
8.12	Desarrollar capacidades políticas	337
8.13	Desarrollo de las capacidades de la comunidad	338
8.14	Desarrollo de capacidades regionales: Tanto en conferencias como en el sitio	339
8.15	Consecuencias no pretendidas de las intervenciones de drenaje	340
8.16	La ausencia de controles de construcción pueden dar lugar a una construcción inapropiada	341
8.17	Importancia de promover los días de limpieza en la comunidad	342
8.18	Las rejas de derrubios se deben instalar y limpiar habitualmente	342
8.19	Recolección y eliminación de derrubios	343
9.1	Enlaces entre los objetivos del proyecto y el éxito general del proyecto	353
9.2	Residentes muestran los problemas que serán abordados por las intervenciones MoSSaiC	359
9.3	Máximo nivel del caudal observado en un drenaje MoSSaiC durante el huracán Tomás	359
9.4	Deslizamiento en un área inmediatamente adyacente a una pendiente que ha sido estabilizada exitosamente por una intervención MoSSaiC	363
9.5	Lluvia diaria y acumulada asociada con periodos de retorno para una ubicación en Santa Lucía, octubre de 2008	364
9.6	Comparación de las principales tormentas con la imagen satélite	366
9.7	Evaluación y control de las grietas estructurales	367
9.8	Agua superficial y subsuperficial socavando la estabilidad de las estructuras de las casas	368
9.9	La convergencia de agua en la parte superior de la pendiente produce inestabilidad y destrucción de la propiedad en una pendiente poco escarpada	368
9.10	Rendimiento del drenaje	369
9.11	Agua estancada y transmisión de enfermedades: Las consecuencias en la salud de un drenaje deficiente	370
9.12	Zona de fiebre hemorrágica dengue confirmada en un laboratorio en América antes de 1981 y 1981 a 2003	370
9.13	MoSSaiC y hábitats de reproducción de mosquitos	370
9.14	Dinámicas de la formulación de políticas	374
9.15	Proceso de incremento estratégico	375
9.16	Impacto generalizado de las intervenciones MoSSaiC en la reducción de la carga de afrontar el riesgo	379
9.17	Modelo utilizado en Santa Lucía para el programa de mejoras de viviendas resistentes a huracanes para residentes de bajos ingresos	382
9.18	Base del cálculo hipotético para el déficit de recursos	383
9.19	Reconocimiento de los medios de que la población urbana mundial supera el 50%	384
9.20	Diagrama conceptual de un escenario de embudo	385
9.21	Medidor de control de grietas y gráficos de registro de grietas	387
9.22	Instalación de piezómetros	388
9.23	Componentes de un modelo integrado de amenaza y evaluación del riesgo de deslizamientos	389

## TABLAS

P.1	Preguntas y decisiones importantes tratadas en este libro	xxxiv
1.1	Los equipos y tareas esenciales en MoSSaiC	5
1.2	Categorías de catástrofes	9
1.3	Componentes de la gestión del riesgo de desastres	13
1.4	Lecciones aprendidas de los proyectos de desastres naturales del Banco Mundial	16
1.5	Porcentaje de ocupación del propietario, vivienda no autorizada y vivienda ilegal por ingreso/país, 1990	25
1.6	Fundamentos de MoSSaiC	28
1.7	Mecanismos de adaptación que aplican los residentes individuales para reducir el riesgo de deslizamientos en las comunidades vulnerables	31
1.8	Valor del compromiso de la comunidad	34
1.9	Logros y resultados básicos de MoSSaiC que ofrecen pruebas para una mitigación preventiva de los deslizamientos	35
1.11	Marco de Trabajo MoSSaiC	38
1.11	Marco de Trabajo MoSSaiC ( <i>continuación</i> )	39
1.11	Marco de Trabajo MoSSaiC ( <i>continuación</i> )	40
1.11	Marco de Trabajo MoSSaiC ( <i>continuación</i> )	41
1.12	Características de la ubicación del proyecto MoSSaiC en el Caribe Oriental, 2004–10	42
1.13	Magnitudes de ampliación	43
1.14	Problemas a considerar cuando se amplía MoSSaiC	44
1.15	Posibles partes interesadas y su participación potencial en una intervención MoSSaiC	46
1.16	Consideraciones típicas de la política de salvaguarda	47
1.17	Modelo de marco lógico	48
2.1	Características principales de proyectos muy exitosos de desarrollo social	57
2.2	Ciclo típico del proyecto de gestión del riesgo de deslizamiento	61
2.3	El dilema del samaritano	61
2.4	Problemas de reducción de riesgos que debe contrarrestar un líder político	62
2.5	Factores en la selección del equipo de trabajo del gobierno	66
2.6	Equipos de trabajo y notas orientativas	67
2.7	Resumen de la plantilla de equipos, etapas e hitos del proyecto MoSSaiC	76
2.7	Resumen de la plantilla de equipos, etapas e hitos del proyecto MoSSaiC ( <i>Continuación</i> )	77
3.1	Etapas típicas del proyecto de gestión del riesgo de deslizamiento y la base científica asociada para MoSSaiC	84
3.2	Clasificación de la inestabilidad de la pendiente	87
3.3	Intensidad de Arias y categorías de deslizamiento asociado	91
3.4	Escala de velocidad del deslizamiento	92
3.5	Factores que determinan la estabilidad de la pendiente y métodos de evaluación asociados	94
3.6	Escalas espaciales de mecanismos desencadenantes de deslizamientos, factores preparatorios e influencias antropogénicas	95
3.7	Ventajas y desventajas de las diferentes formas de evaluación de susceptibilidad y amenaza de deslizamiento	96
3.8	Influencias de la vegetación en la estabilidad de la pendiente	111
3.9	Unidades para los parámetros utilizados en CHASM	123
3.10	Resultados ilustrativos de un análisis de estabilidad de muro de contención de hidrología estática estándar	124
4.1	Representación esquemática de los conjuntos de datos básicos para evaluación de susceptibilidad, amenaza y riesgo de deslizamiento	137
4.2	Marco de los datos potenciales y métodos de análisis	140
4.3	Generalidades de los factores medioambientales y su relevancia a la susceptibilidad y evaluación de amenaza de deslizamiento	144
4.4	Secciones típicas de un formulario de reconocimiento de pendiente	147

4.5	Ejemplo de un sistema de clasificación de deslizamientos probables	148
4.6	Principales elementos en riesgo utilizados en los estudios de evaluación del riesgo de deslizamiento y su representación espacial en cuatro escalas cartográficas	155
4.7	Secciones típicas de un formulario de reconocimiento de pendiente para evaluación de vulnerabilidad	157
4.8	Ejemplo de un sistema de puntuación numérico para calificar el daño a las casas por deslizamientos	158
4.9	Componentes típicos de un índice de pobreza obtenido localmente	159
4.10	Ejemplo de una matriz de clasificación de riesgo	160
4.11	Ejemplo de justificación para la selección de la comunidad	161
5.1	Tipos de participación comunitaria	176
5.2	Lista de verificación para evaluar el riesgo desde la perspectiva del género	178
5.3	Características a escala de ladera para registrar en el mapa de características de pendiente	187
5.4	Contribuyentes a la inestabilidad de la pendiente, a escala de vivienda, a registrar en el mapa de características de pendiente	189
5.5	Pruebas de inestabilidad de pendiente para registrar en el mapa de características de pendiente	191
5.6	Interpretar la influencia de la infiltración de agua superficial en la estabilidad de la pendiente para diferentes zonas de proceso de pendiente	197
5.7	Modelos de evaluación de amenaza de deslizamiento con métodos físicos cuantitativos apropiados para uso como parte de MoSSaiC	198
5.8	Parámetros de datos típicos y sus medición para el análisis de estabilidad de pendiente	199
5.9	Resumen de los procesos de evaluación de amenaza de deslizamiento con métodos físicos	207
5.10	Zonas de proceso de pendientes y medidas de drenaje potencial asociado	209
5.11	Priorización ilustrativa de diferentes intervenciones de drenaje en cada una de las zonas	211
6.1	Cálculos para estimar la descarga a los drenajes y el tamaño del drenaje	228
6.2	Valores del coeficiente de escorrentía C para el método racional	229
6.3	Resumen de alineación del drenaje para usar en el desarrollo del plano de drenaje final	242
6.4	Detalles de diseño de la construcción en relación con la alineación del drenaje	247
6.5	Costos iniciales de la construcción del drenaje y las conexiones de agua a las viviendas	255
6.6	Dibujos ilustrativos para diseño de drenajes	259
7.1	Criterios para medidas seleccionadas de desempeño de acuerdo con la comunidad	269
7.2	Ítems de la encuesta para identificar las casas que tendrán captación de agua de las viviendas	273
7.3	Requisitos y especificaciones a desarrollar para las partidas de obra	277
7.4	Lista de verificación ilustrativa de salvaguardas para contratistas	281
7.5	Ejemplos de detalles de diseño y construcción de drenajes que frecuentemente se pasan por alto	293
7.6	Ejemplo de una programación informal de defectos de construcción y trabajos pendientes	295
7.7	Ayuda en la decisión para elegir una técnica de bioingeniería	298
8.1	Pasos en la escalera de adopción y en el contexto de MoSSaiC asociado	316
8.2	Factores de cambio de comportamiento: De la motivación a la acción	316
8.3	Conocimiento y acción como parte de la adopción del proceso MoSSaiC	320
8.4	Preguntas para orientar el diseño de una estrategia de comunicación MoSSaiC	321
8.5	Ejemplos de factores locales que afectan la comunicación	322
8.6	Ejemplos de herramientas de comunicación por modo, canal y propósito	323
8.7	Decidir qué formas de comunicación usar para cada audiencia de las partes interesadas	324
8.8	Ejemplos de herramientas directas de comunicación bilateral para que se utilicen en todo el proceso del proyecto MoSSaiC	325

8.9	Ejemplo de sitios de demostración y casas piloto durante el proceso del proyecto MoSSaiC	327
8.10	Ejemplo de materiales escritos/visuales usados durante el proceso del proyecto MoSSaiC	328
8.11	Ejemplos de cobertura de los medios durante el proceso del proyecto MoSSaiC	332
8.12	Factores que debe considerar la UCM cuando encarga un documental de TV	333
8.13	Requisitos de la capacidad MoSSaiC a nivel individual, organizacional e institucional	335
8.14	Ejemplos de herramientas de desarrollo de capacidades por medio del aprendizaje	335
8.15	Cartografía de la estrategia integral de cambio de compartimiento	344
9.1	Datos necesarios para evaluar logros y resultados por categoría de evaluación	358
9.2	Indicadores clave de desempeño estándar enfocados por los donantes para los logros del proyecto	360
9.3	Indicadores clave de desempeño detallados de MoSSaiC para los logros del proyecto	361
9.4	Indicadores clave de desempeño de MoSSaiC para los resultados del proyecto	362
9.5	Deslizamientos reportados pre y post proyecto en relación con eventos de lluvias fuertes en el Caribe Oriental	365
9.6	Rutas de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua	369
9.7	Preguntas sencillas para ayudar medir el valor monetario del proyecto MoSSaiC	372
9.8	Requisitos para lograr una política basada en resultados para una reducción preventiva del riesgo de desastres	375
9.9	Resumen de los elementos MoSSaiC que contribuyen a la resistencia al cambio climático	377
9.10	Contexto holístico de estrategias de prevención, seguro y cómo lo afrontan las personas, comunidades y gobiernos	378
9.11	Problemas de diseño y retos para enlazar la reducción del riesgo con los seguros	380
9.12	Fuentes de financiación post desastre	383

# Prefacio

## ACERCA DE MOSSAIC

MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades) es un método integrado cuya finalidad es involucrar a los responsables de formular políticas, gerentes de proyectos, profesionales y comunidades vulnerables en la reducción del riesgo de deslizamientos urbanos en los países en vías de desarrollo.

MoSSaiC comenzó con la idea de combinar la investigación, la política y los intereses humanitarios para tratar, de acuerdo con la comunidad, la amenaza de deslizamientos desencadenados por precipitaciones mediante la implementación de medidas de gestión de aguas superficiales en comunidades vulnerables urbanas. Su visión era sentar los fundamentos sostenibles para reducir el riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad.

Las siguientes premisas dieron el impulso a esta visión:

- **La mitigación del riesgo de desastres compensa** y la inversión en reducir el riesgo de deslizamientos desencadenado por precipitaciones en comunidades vulnerables, a menudo se puede justificar.
- **Involucrar la experiencia gubernamental existente** para implementar medidas de reducción de riesgo puede desarrollar las capacidades, incorporar buenas prácticas y cambiar la política.
- **Garantizar la participación de la comunidad** de principio a fin puede establecer que se asuman como propias las soluciones.

Para lograr la visión y demostrar la validez de estas premisas, es necesario establecer tres fundamentos para reducir riesgo de deslizamiento: la **base científica**, el **acuerdo con la comunidad** y la **base en resultados**.

1. Desde un punto de vista **científico**, las causas básicas de muchos deslizamientos en comunidades urbanas se ven agravadas por las actividades humanas que se podría tratar de manera relativamente sencilla y funcional. Una situación comúnmente observada es el efecto negativo de un drenaje deficiente en la estabilidad de las pendientes con materiales meteorizados. Esta situación con frecuencia se puede remediar mediante la construcción de una red de drenajes superficiales alineada estratégicamente. Interceptar y conducir la escorrentía de agua superficial, las aguas grises de las viviendas y la escorrentía del tejado a arroyos y drenajes principales puede mejorar significativamente la estabilidad de dichos taludes.
2. Los residentes de la **comunidad** tienen un conocimiento detallado de los taludes en su inmediata vecindad, conocen dónde se han producido deslizamientos menores, dónde corre el agua de la superficie, cómo han cambiado la topografía y la vegetación. Esta información sobre las características de los taludes es frecuentemente la escala a la cual operan los procesos desencadenantes de deslizamientos y la escala a la cual se pueden encontrar soluciones. Es en las comunidades vulnerables donde

existe la mayor necesidad de empleo a corto plazo (en la construcción de medidas de mitigación de deslizamientos) y de incorporar buenas prácticas de gestión de taludes. En general, los gobiernos cuentan con suficientes habilidades técnicas y de gestión que se pueden aprovechar para diseñar y ejecutar medidas apropiadas para reducir el riesgo de deslizamientos en comunidades. Mediante la creación de una unidad de gestión interdisciplinaria con tales habilidades, es posible incorporar MoSSaiC en la práctica y la política del gobierno.

3. Se necesitaba una **base en resultados** para la efectividad de estas medidas objetivo de reducción del riesgo de deslizamientos. MoSSaiC comenzó poco a poco, con una intervención piloto en una comunidad, un defensor catalizador en el gobierno y un pequeño equipo interno de profesionales y gestores de proyecto. Debido a la evidencia de su éxito, se sucedieron a continuación por parte del gobierno financiaciones adicionales y más solicitudes de intervención. Esta evidencia se produjo en forma de obras de construcción terminadas, estabilidad de taludes mejorada, avales dados por la comunidad y que ésta se apropiara de los proyectos, así como una demostración de las habilidades combinadas del equipo del gobierno. El ahorro se estimó en términos de pérdidas evitadas para la comunidad y costos para el gobierno. Los responsables de la toma de decisiones requieren esta evidencia para respaldar el gasto dedicado a reducir el riesgo de deslizamientos y a adoptar políticas de prevención.

## CONTEXTO PARA MOSSAIC

El enfoque MoSSaiC se investigó y desarrolló en una selección de pequeños estados insulares del Caribe Oriental en vías de desarrollo, con el apoyo y la financiación de los gobiernos y las agencias internacionales de desarrollo. La aplicación de las medidas para reducir el riesgo fue llevada a cabo por agencias del gobierno y residentes de la comunidad junto con contratistas de la comunidad.

Este libro ofrece una guía flexible para los países que deseen utilizar el enfoque MoSSaiC

para reducir el riesgo de deslizamientos en sus comunidades. Proporciona orientación sobre cómo implementar MoSSaiC, la evidencia de lo que ha funcionado (y de los riesgos y desafíos potenciales) y una guía sobre las opciones que se deben considerar para que funcione dentro de un país específico. Puede ser necesario adaptar la metodología a entornos diferentes a los del Caribe Oriental, no solo en términos del enfoque, sino también de la aplicación específica teniendo en consideración las condiciones del riesgo de deslizamientos local y los contextos institucionales específicos.

Éste no pretende ser un libro que detalla los métodos de construcción. No se ofrecen soluciones específicas; en su lugar, el libro presenta un resumen de nuestra experiencia, observaciones e investigación. En este sentido, merecen atención dos cuestiones importantes: garantizar a largo plazo la factibilidad del enfoque y crear sensibilidad en torno a la escala y alcance del problema del riesgo de deslizamientos.

- Para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos MoSSaiC se requiere la identificación de los procesos causantes de deslizamientos localizados. La causa estructural del riesgo de deslizamientos en muchas comunidades urbanas vulnerables es la ausencia de una regulación en cuanto a la construcción, infraestructura y uso del suelo, dando lugar a una mayor exposición a los deslizamientos y una creciente amenaza de deslizamientos. Los cambios en las condiciones naturales de estabilidad de los taludes son principalmente una consecuencia de los cambios en la forma natural de la pendiente, el drenaje, la carga y la cubierta superficial. En el contexto urbano, los factores desestabilizadores dominantes a menudo se pueden atribuir a la insuficiencia de la estructura del drenaje y el saneamiento, al desmonte y relleno de material de la pendiente, la eliminación de la vegetación y la construcción de viviendas de alta densidad. Por lo tanto, desde la perspectiva de una política pública, la gestión del riesgo de deslizamientos está fuertemente ligada a la viabilidad del tratamiento de estas condiciones no autorizadas de una manera política, financiera y técnicamente coordinada. Adoptar una estrategia coordinada permitirá implementar las obras adecuadas de mitigación de deslizamientos de acuerdo con la comunidad y con otras políticas orientadas al tratamiento de las causas tanto inmediatas como



subyacentes del riesgo de deslizamientos. Sin embargo, si se adopta un enfoque ad-hoc para la mitigación de deslizamientos, las causas profundas del problema podrían permanecer. Esto puede dar como resultado proyectos ineficientes e insostenibles que crean una falsa sensación de seguridad, proporcionan incentivos para una nueva ocupación no autorizada, generan conflictos dentro de las comunidades y/o con el gobierno y, potencialmente, se pierden los beneficios esperados de reducir el riesgo de deslizamientos a corto, medio y largo plazo.

- Hay un gran número de ciudades en las zonas tropicales húmedas con problemas muy similares, pero que son muy diferentes en términos de la escala espacial a la cual se han implementado los proyectos MoSSaiC hasta la fecha. El mismo problema (comunidades vulnerables con riesgo de deslizamiento) en ciudades de tamaño medio o grande, es probable que requiera que el enfoque de la mitigación del deslizamiento se deba ajustar para considerar situaciones más generales. Por ejemplo, en las ciudades más grandes (aquellas cuya población excede de 1 millón), las políticas de gestión del riesgo de desastres son típicamente más complejas y exigen integración estratégica y ser consideradas dentro de un contexto de políticas de desarrollo más generales. Esto no quiere decir que las comunidades no jueguen un papel clave en la ejecución de la solución, sino más bien que su visión y entendimiento del riesgo de deslizamientos no son los únicos elementos en el proceso.

El éxito de los programas de gestión del riesgo de desastres de acuerdo con la comunidad está condicionado por los sistemas culturales y sociales locales. Podría decirse que la mejor forma de llevarlo a cabo es a través del aprendizaje cuidadoso en práctica, en oposición a una aplicación estandarizada de buenas prácticas derivadas de proyectos que se realizaron exitosamente en otros contextos (Mansuri y Rao, 2003).

## ACERCA DE ESTE LIBRO

Este libro tiene dos objetivos principales:

- Demostrar a los organismos internacionales de desarrollo, a los gobiernos, los responsables de formular políticas, los directores de proyectos, profesionales y residentes de la comunidad que la amenaza de deslizamientos se puede reducir en las comunidades urbanas vulnerables en el mundo en vías de desarrollo.
- Proporcionar una guía práctica para los responsables de ejecutar MoSSaiC en campo.

En la reflexión y búsqueda para comunicar nuestra experiencia acerca de la mitigación del riesgo de deslizamientos éste no es ni un libro de política convencional, ni un manual de campo explicativo.

El propósito del libro es llevar a los lectores hacia las comunidades más vulnerables a fin de comprender y tratar las amenazas de deslizamientos causadas por precipitaciones en estas zonas. Los residentes de la comunidad no solo son vistos como aquellos que están en riesgo, sino como las personas con el mejor conocimiento práctico de los taludes en su vecindario. Tal como se utiliza aquí, la expresión “de acuerdo con la comunidad” significa un compromiso y trabajo conjunto con las comunidades para encontrar y ofrecer soluciones a las amenazas de deslizamientos. Este enfoque lleva a los gobiernos a desarrollar nuevas prácticas y políticas para hacer frente al riesgo de deslizamientos.

El libro está dirigido a los responsables de iniciar, ejecutar y hacer sostenible MoSSaiC en un país o ciudad en particular:

- **Las entidades financiadoras y los responsables de formular políticas** suelen ser los funcionarios del gobierno y el personal de la agencia internacional de desarrollo
- **El personal de la Unidad Central MoSSaiC (UCM)** (gestores de proyectos MoSSaiC) es generalmente personal sénior del gobierno responsable de la gestión de las agencias gubernamentales, departamentos o proyectos y los líderes locales expertos en gestión del riesgo de desastres, evaluación de amenazas de deslizamientos y desarrollo comunitario
- **Los equipos de trabajo del gobierno** están integrados por expertos y profesionales

responsables del diseño e implementación de obras físicas o de coordinar directamente con las comunidades; éstos suelen ser ingenieros, trabajadores de desarrollo comunitario y personal técnico

- **Los equipos de trabajo de la Comunidad** con responsabilidades en el ámbito de la comunidad; generalmente comprenden los residentes de la comunidad, representantes comunitarios y contratistas de la comunidad.

Al dirigirse a estos cuatro tipos de público, este libro pretende

- ayudar a asegurar la voluntad política para emprender la reducción del riesgo de acuerdo con la comunidad,
- ilustrar cómo este objetivo se puede llevar a cabo involucrando a la comunidad,
- proporcionar una base científica en los procesos y soluciones frente a amenazas de deslizamientos,
- demostrar las etapas involucradas en la ejecución en campo y
- enfatizar la importancia de evaluar los resultados del proyecto.

Para estos fines, el libro contiene varias secciones estándar en cada capítulo:

- La **sección “Inicio”** tiene como objetivo ayudar al lector a entender de forma rápida y clara la lógica del capítulo y cómo aplicar MoSSaiC al contexto local.
- Los **principios rectores** asociados con cada una de las actividades principales del programa ayudan al responsable de formular las políticas, al gerente del proyecto o al defensor profesional con la metodología a utilizar con las partes interesadas y demuestran el papel importante desempeñado por los residentes de la comunidad.
- El **ejercicio de evaluación de la capacidad** (capítulos 2-9) permite a la guía MoSSaiC adaptarse en función de las estructuras institucionales, protocolos, fortalezas y debilidades; la naturaleza de las comunidades; las prácticas de construcción local y el grado en el que el contexto local permite replicar MoSSaiC.

Este libro estandariza los elementos de MoSSaiC que han llevado a su exitosa implementación en el Caribe Oriental y que son esenciales

para los objetivos generales (como la participación de la comunidad, la cartografía localizada de las características de pendiente y los principios de diseño de drenaje). Al proporcionar una guía flexible para MoSSaiC, este libro pretende equilibrar las ventajas respectivas de los niveles bajos y altos de la estandarización de los procesos:

- Bajos niveles de estandarización pueden promover la motivación de los responsables de la ejecución del proyecto y la adaptación a los problemas locales, pero pueden poner en peligro la consistencia y la calidad de las medidas para reducir el riesgo.
- Altos niveles de estandarización pueden promover altos niveles de calidad y rapidez en la ejecución, pero pueden suprimir la innovación y llevar a la falta de flexibilidad en el contexto local.

## ORGANIZACIÓN Y CONTENIDOS DEL LIBRO

Los nueve capítulos del libro proporcionan orientación, de principio a fin, a los profesionales y gerentes de proyectos en todo el proceso para reducir el riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad. Si bien, algunos capítulos están enfocados directamente más a una audiencia que a otra, es de gran ayuda para todo tipo de audiencias leer la sección “Inicio” de cada capítulo y tener en cuenta los nueve hitos del proyecto. El conocimiento compartido de los hitos ayuda a conseguir que la comunidad se apropie del proyecto y fomenta la posibilidad de una continuidad del proyecto exitoso, implementación y evaluación de resultados posterior.

Los responsables de formular las políticas y los gerentes de proyecto MoSSaiC deben tener en cuenta que los capítulos 1 (fundamentos MoSSaiC), 2 (inicio del proyecto), 4 (selección de comunidades) y 9 (evaluación de proyectos) dan orientaciones en las áreas que en su mayor parte son competencia de los responsables de la formulación de políticas para garantizar la existencia de un marco de trabajo adecuado. Sin embargo, también se pueden enmarcar en el área de los gerentes de proyecto para alertar a las autoridades políticas pertinentes de que las políticas locales son incompletas o requieren refinamiento para permitir la plena ejecución de los proyectos.

A continuación veremos una visión general del libro.

## Capítulo 1. Fundamentos: Reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades

Cuanto más vulnerables sean las personas desde el punto de vista social, económico y físico, más desastroso será un evento de deslizamiento. Si bien existe un reconocimiento cada vez más amplio de la creciente ocurrencia de desastres naturales, existe igual reconocimiento de la falta de medidas a priori sobre el terreno para reducir el riesgo de deslizamientos.

Este capítulo ofrece una introducción al enfoque MoSSaiC que se centra en la aplicación de medidas para reducir el riesgo de deslizamientos en las comunidades urbanas vulnerables de los países en vías de desarrollo. Concretamente MoSSaiC identifica y cuando es necesario trata, algunas de las causas físicas del riesgo de deslizamientos.

El objetivo de este capítulo no solo es informar al lector acerca del contexto en el que está diseñado el enfoque MoSSaiC para trabajar, sino enseñar la visión subyacente del enfoque. El mensaje es que la amenaza de deslizamientos debida a precipitaciones que a menudo sufren las comunidades urbanas más pobres se puede reducir con medidas relativamente simples como la construcción de drenajes superficiales en los lugares apropiados. Esto se puede lograr si hay cooperación entre los técnicos del gobierno y los residentes de la comunidad; si hay compromiso en la aplicación práctica de la ciencia y el conocimiento local y si hay un apoyo proactivo de los gerentes, políticos y los organismos donantes.

Al presentar MoSSaiC, el capítulo ofrece lo siguiente:

- Un marco de trabajo para la comprensión de los riesgos de desastre y, más específicamente, el riesgo de deslizamientos
- Una visión general de las tendencias y lecciones aprendidas en la gestión del riesgo de desastres
- La defensa de un enfoque proactivo para enfrentar el riesgo de deslizamientos en comunidades
- Una introducción a MoSSaiC y quienes se deben involucrar
- Una visión general de cómo iniciar un proyecto MoSSaiC para reducir el riesgo de deslizamientos

Este capítulo lo deben leer todas las partes interesadas y se debe utilizar por los profesionales, gerentes de proyecto y responsables de formulación de políticas a la hora de explicar la base del proyecto y defender la metodología MoSSaiC.

### Hito 1: El personal catalítico clave informado sobre la metodología MoSSaiC

## Capítulo 2. Inicio del proyecto: equipos y etapas

Este capítulo proporciona las directrices para la formación de la UCM que gestionará el proyecto y de los equipos de trabajo que se encargarán de la implementación del mismo. Se ilustran los pasos típicos del proyecto, roles y responsabilidades. Si bien este proceso de configuración de los equipos y las etapas del proyecto se puede llevar a cabo por los responsables de formular las políticas, los gerentes de proyecto establecidos y profesionales expertos pueden proporcionar una ayuda determinante.

Para lograr la visión MoSSaiC de sentar las bases sostenibles para reducir el riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad, los gerentes de proyectos tendrán que

- fortalecer la capacidad local en el amplio campo de la reducción de amenazas de deslizamientos mientras se buscan soluciones rentables;
- identificar los proyectos de la comunidad que puedan llevar a cabo personal existente en el gobierno y las comunidades locales y
- establecer la estructura de los equipos para hacer llegar la visión: una UCM que pueda desarrollar y comunicar la visión y equipos de trabajo para desarrollar estrategias del proyecto e implementar sus etapas específicas.

Para hacer llegar las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades vulnerables se requiere la coordinación de un equipo diverso que incluye a los residentes de la comunidad, los técnicos de campo y cartografía, expertos en deslizamientos, ingenieros, contratistas y profesionales de desarrollo social. Esto exige una UCM fuerte y multidisciplinaria para configurar y administrar las etapas específicas del proyecto, las funciones y las responsabilidades.

Hito 2: La Unidad Central MoSSaiC formada; principales responsabilidades acordadas y definidas

### Capítulo 3. Entender la amenaza de deslizamientos

Este capítulo proporciona a los gerentes de proyectos y profesionales una introducción a los procesos de deslizamientos e ilustra cómo analizar la amenaza de deslizamientos. Una característica central del enfoque MoSSaiC es que busca asegurar que todos los que participan en el programa tengan un entendimiento tan claro como sea posible de la ciencia fundamental de los procesos de deslizamientos. Compartir el entendimiento técnico fomenta que tanto el gobierno como la comunidad tomen como propias las soluciones de mitigación de deslizamientos.

El primer paso en la gestión del riesgo de deslizamientos es definir el alcance del proyecto e identificar correctamente la forma del riesgo de deslizamientos. La reducción del riesgo de deslizamientos y el proceso de gestión solo tendrán éxito si se entienden los deslizamientos en términos de sus mecanismos y factores desencadenantes subyacentes.

Entender los procesos de deslizamientos y mecanismos desencadenantes potenciales

- asegura que cualquier evaluación del riesgo de deslizamientos está científicamente informada,
- asegura que cualesquiera estrategias para gestionar la amenaza de deslizamientos propuestas son las adecuadas para la amenaza específica de deslizamientos locales,
- determina si una intervención de drenaje al estilo MoSSaiC realmente solucionará la amenaza de deslizamientos,
- aumenta la capacidad de las personas involucradas en la ejecución del proyecto para justificar las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos,
- ayuda a desarrollar la confianza dentro de la comunidad de que se están tratando las causas fundamentales de la amenaza de deslizamientos y
- alienta un enfoque integral y estratégico para aplicar medidas eficaces para reducir la amenaza de deslizamientos.

El contenido de este capítulo está diseñado para estar al alcance de quienes formulan las

políticas, los gerentes de proyecto, profesionales, contratistas de la comunidad y miembros de la comunidad. Sin embargo, es probable que sean los gerentes de proyecto y los profesionales expertos quienes tomen la iniciativa de comunicar los fundamentos científicos.

Hito 3: Presentación realizada a los equipos de MoSSaiC sobre los procesos de deslizamientos y el software de estabilidad de taludes

### Capítulo 4. Selección de comunidades

Este capítulo describe el proceso de selección de la comunidad y proporciona un marco para identificar las áreas donde las pendientes son susceptibles a deslizamientos, la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades a estos deslizamientos potenciales y por lo tanto el riesgo general de deslizamientos. El objetivo es desarrollar una lista de comunidades con prioridad para aplicar las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos utilizando el enfoque MoSSaiC.

Los responsables de formular las políticas y los gerentes de proyecto deben trabajar conjuntamente en la selección de la comunidad para asegurar que hay un proceso transparente que la UCM pueda apoyar. El fracaso en este sentido puede conducir a consecuencias no deseadas como comunidades no seleccionadas que buscan obtener compensación política, personas con voz en la comunidad creando plataformas para promover motivaciones relacionadas y, en casos extremos, la desmotivación de la UCM debido a la falta de un proceso sólido de toma de decisiones. Este capítulo está diseñado para ayudar a la UCM a evitar estos problemas en la medida que sea posible.

La sofisticación de los métodos utilizados dependerá de los datos locales y la disponibilidad de software, así como del nivel de experiencia del equipo de trabajo del gobierno involucrado. Los profesionales con conocimientos de los problemas de deslizamientos locales, de los métodos de cartografía digital o de la evaluación de vulnerabilidad de la comunidad podrán proporcionar una valiosa orientación en esta tarea. Los logros pueden ir desde una simple lista de comunidades prioritarias a un mapa detallado de riesgo de deslizamientos para una región o país. Sea cual sea el método utilizado, la selección de la comunidad se debe justificar en términos de los fundamentos científicos y la

lógica que sustentan la evaluación de la susceptibilidad a deslizamientos y la vulnerabilidad de las comunidades.

Después de que las comunidades han sido seleccionadas, el equipo de trabajo de cartografía busca reunir la mayoría de mapas detallados disponibles para estas comunidades. Estos mapas son la base para el ejercicio de la amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad y la cartografía de drenaje se describe en el capítulo 5.

#### Hito 4: Proceso de selección de comunidades acordado y comunidades seleccionadas

### Capítulo 5. Cartografía de la evaluación de amenaza de deslizamientos según la comunidad

Este capítulo proporciona orientación sobre el proceso, de acuerdo con la comunidad, para cartografiar las características localizadas de estabilidad de pendientes e identificar las causas dominantes de la amenaza deslizamientos en diferentes zonas de la pendiente. Este es un capítulo central para los gerentes de proyectos y profesionales en el campo de la cartografía, el desarrollo comunitario y la ingeniería. La construcción de tal mapa de características de pendiente de la comunidad y el posterior mapa de zonas de procesos de pendiente son la base para evaluar si las intervenciones que gestionan el agua superficial podrían reducir la amenaza de deslizamientos. Se presentan los métodos cuantitativos que se pueden utilizar para investigar los procesos físicos de estabilidad de pendientes y confirmar la amenaza de deslizamientos y las soluciones efectivas. La etapa final que se describe en este capítulo es la realización de un plano de drenaje inicial y una matriz de priorización de la intervención para la comunidad.

Los miembros de la comunidad deben participar plenamente en el proceso de cartografía, no solo como proveedores de la información, sino como participantes activos en el desarrollo de los mapas. La motivación para involucrar a los miembros de la comunidad a este nivel puede variar localmente. En algunos casos, ya habrá grupos formales de la comunidad capaces de movilizar al resto de la comunidad; en otros, los responsables políticos y los gerentes de proyecto pueden necesitar tomar un papel mucho más activo en el establecimiento de

marcos y enfoques adecuados para facilitar la participación de la comunidad.

El contenido de este capítulo se dirige principalmente al gerente del proyecto y otros miembros del equipo con experiencia en ingeniería u otros conocimientos técnicos. Sin embargo, se espera que los miembros clave de la comunidad utilicen este capítulo para desarrollar la conciencia local de los procesos de deslizamientos urbanos y adquieran las habilidades para cartografiar amenazas de deslizamientos.

El capítulo enfatiza que la cartografía de estabilidad de taludes de acuerdo con la comunidad es un elemento central del programa MoSSaiC. Como tal, es importante que el gerente de proyecto, en particular, se asegure de que todos los residentes participan en el proceso de cartografía. Esto ayuda a que la comunidad se apropie del proyecto y dé reconocimiento al hecho de que los residentes se pueden involucrar en las soluciones inmediatas al riesgo de deslizamientos y las mejoras de las prácticas de gestión de pendientes a largo plazo.

#### Hito 5: Aprobadas las zonas de prioridad y el plan de drenaje inicial

### Capítulo 6. Diseño y buenas prácticas para drenaje de taludes

Este capítulo se ocupa del diseño detallado de los drenajes y otras estrategias de gestión de aguas superficiales en comunidades donde el agua superficial se ha identificado como el principal contribuyente a la amenaza de deslizamientos. El objetivo es diseñar un plan de intervención de drenaje integrado frente a un presupuesto fijo aprobado por todas las partes interesadas.

Los productos del proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad detallados en el capítulo 5 son un mapa de características de pendiente comunitaria, un mapa de zonas de procesos de pendiente que identifica la amenaza relativa de deslizamientos y un plan inicial de drenaje. Una vez que se ha identificado la gestión de agua superficial como una medida apropiada para reducir la amenaza de deslizamientos, los ingenieros y técnicos del gobierno deben encontrar útiles los pasos descritos en este capítulo en el desarrollo de las alineaciones de drenaje final y las especificaciones detalladas de la construcción.

Los gerentes e ingenieros del proyecto encontrarán recursos y métodos útiles para estimar el agua superficial y el caudal de agua de los hogares en los drenajes, diseñar la alineación y las dimensiones de los drenajes y estimar los costos de construcción.

**Hito 6: Realizado el cierre del plan de drenaje final**

### **Capítulo 7. Ejecución de los trabajos planificados**

En este capítulo se describen los principales temas que se tratarán al emprender la construcción del drenaje. El objetivo es proporcionar orientación sobre el proceso de contratación (licitación y adjudicación de contratos a los contratistas de la comunidad), la construcción (implementación de las obras y buenas prácticas de construcción) y la necesidad de lograr una alta calidad en ambos (la supervisión en obra es esencial para el éxito del proyecto). Los profesionales y gerentes del proyecto encargados de la construcción deben utilizar y adaptar estos recursos a las prácticas y estándares locales y asegurar la buena calidad de la obra.

El plan de drenaje propuesto, acordado en el capítulo 6, es el documento que sirve de base para todas las actividades relacionadas con la construcción y la entrega de la intervención descrita en este capítulo.

La fase de construcción del proyecto es de particular interés para quienes formulan las políticas, los gerentes de proyecto, profesionales, miembros de la comunidad y los medios. Este es el punto de entrega del proyecto en lo que se refiere a la construcción de medidas para reducir la amenaza de deslizamientos. Observar que este proceso se gestionó exitosamente dentro del tiempo y las limitaciones presupuestales, no solo incrementa la posibilidad de una construcción sólida, sino que también sienta las bases para que la comunidad se apropie del proyecto después de su terminación del proyecto. Un proyecto gestionado exitosamente aumenta la probabilidad de que la comunidad se convierta en una poderosa defensora de intervenciones adicionales con gran influencia en las políticas futuras. Una mala construcción y el rechazo posterior de la intervención por la comunidad tienen el efecto inverso y el potencial de empeorar los problemas de deslizamientos e inundaciones. Este capítulo proporciona

la guía para llevar a cabo el proceso de implementación y el reconocimiento de estos desafíos potenciales.

**Hito 7: Realizado el cierre de la construcción terminada**

### **Capítulo 8. Motivar Cambios de Comportamiento**

Este capítulo se refiere a las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades que motivan la adopción de buenas prácticas y políticas para reducir la amenaza de deslizamientos por parte de las comunidades y gobiernos.

Las estrategias que mejor funcionan es probable que sean altamente dependientes de las situaciones locales. El objetivo de este capítulo es revisar los procesos y principios de cambio de comportamiento y los métodos de comunicación potencial y desarrollo de capacidades para orientar el desarrollo local de estrategias relevantes. Este capítulo indica algunos de los enfoques que han sido utilizados por los programas MoSSaiC.

Se ofrece orientación sobre a quién se le debe informar de qué y cuándo —identificando y entendiendo las audiencias de los proyectos, desarrollando los mensajes apropiados del proyecto y utilizando diferentes formas de comunicación. Se enfatizan el diálogo formal e informal y la participación de la comunidad como base para la comunicación en todo el proyecto. Se identifican las formas para desarrollar la capacidad local en los diferentes grupos de partes interesadas y se destaca el aprendizaje en la práctica como una parte fundamental del proceso de desarrollo de capacidad MoSSaiC.

**Hito 8: Las Estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades acordadas e implementadas**

### **Capítulo 9. Evaluación del proyecto**

Este capítulo recalca la importancia de los logros y resultados del proyecto. Proporciona una justificación para llevar a cabo una evaluación y una guía para una estrategia de evaluación.

El seguimiento y la evaluación son ampliamente discutidos en el contexto de la gestión del proyecto sin embargo, en muchas iniciativas para reducir el riesgo no se recogen los datos de referencia adecuados. En consecuencia, puede ser difícil encontrar medidas exitosas adecuadas

con las que un proyecto se pueda evaluar a los dos o tres años de haberse terminado. Esto a su vez da lugar a reconocer que las evaluaciones de impacto del proyecto a largo plazo son raras, si es que en algún momento se proponen (Benson y Twigg, 2004). La prueba de reducción del riesgo de deslizamientos enfrenta el desafío de un análisis hipotético —como demostrar de forma concluyente qué hubiese ocurrido si se hubiese tomado una acción diferente.

La UCM por lo tanto debe entender y comunicar lo siguiente:

- La necesidad de asegurar tanto los datos relevantes durante el proyecto como los datos después de la terminación que apoyan el impacto del proyecto
- Cómo los beneficios inmediatos (logros) y los beneficios a largo plazo (resultados) se relacionan con los objetivos generales del programa
- Que hacer llegar medidas eficaces para reducir la amenaza de deslizamientos proporciona pruebas de que la reducción preventiva del riesgo de deslizamientos funciona y compensa.

Esta base en resultados es importante si se van cambiar las percepciones, prácticas y políticas de individuos, gobiernos y agencias de financiación internacional en relación con la reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad.

**Hito 9: Acordado e implementado el marco de evaluación del proyecto**

## CÓMO USAR ESTE LIBRO

### Nota para los financiadores y responsables de formulación de políticas

Es importante proporcionar un contexto cuando se promueve un cambio de políticas. Globalmente, la cantidad de ayuda dada al mundo en vías de desarrollo se está incrementando y representa solamente una pequeña fracción de lo que se necesita en cuanto a desastres naturales (Mills, 2004) —número que continúa aumentando a pesar de los esfuerzos a la fecha. Las medidas de mitigación se recomiendan ampliamente pero rara vez se implementan (Holmes, 2008) porque los beneficios no son tangibles; éstos son los

desastres que no ocurrieron. Como era de esperar, hay una clara evidencia de la continua acumulación del riesgo de desastres urbanos (Bull-Kamanga et al., 2003), impulsados en gran medida por la velocidad de cambio de la sociedad, como el movimiento vulnerable a áreas urbanas, cuyas laderas son a menudo tan propensas a deslizamientos. Por lo tanto, como Yunus (2011) comenta, “Cuánto más tiempo pasamos con la gente pobre, más nos damos cuenta de que sus circunstancias están dictadas por los sistemas que la sociedad construye”.

Como entidad financiadora o formulador de políticas, usted debe anticiparse los diversos intereses que surgen en las partes interesadas en el caso de intervenciones de acuerdo con la comunidad. Los problemas que se podrían resolver incluyen prioridades políticas, la búsqueda de la objetividad en la selección de comunidades, los intereses de los propietarios de la tierra y la dirección de la estructura de gestión del proyecto MoSSaiC.

Puede ser responsable de trabajar con los gerentes de proyecto MoSSaiC y gestionar su línea de responsabilidad con el gobierno. Este libro proporciona la guía para emprender ese proceso, la prueba de lo que ha funcionado y la información sobre las opciones a considerar.

Del proceso total de ejecución, los capítulos 1 (fundamentos de MoSSaiC), 2 (inicio del proyecto), 4 (selección de comunidades) y 9 (evaluación del proyecto) son quizás los más significativos en términos de políticas. Representan áreas que exigen marcos de políticas claras dentro de los cuales se pueden emprender los aspectos más técnicos de la entrega de medidas de mitigación. La falta de claridad en estas áreas puede llevar a la ineficiencia, retrasos y fallas para alinear las expectativas de las partes interesadas.

Las agencias de financiación y los responsables de formular las políticas juegan un papel clave en la promoción de las estructuras que guían la transferencia de fondos pertinentes de los proyectos a los organismos y agencias de la comunidad de una manera eficiente y oportuna. Los fondos del proyecto son finitos y por lo tanto, los gobiernos pueden financiar solamente esfuerzos de construcción limitados. Los financiadores y los encargados de formular las políticas buscan asegurar que las políticas estén en su lugar para armonizar el gasto para reducir

el riesgo de desastres que surge de diferentes fuentes dentro de una sola comunidad.

Los financiadores y los encargados de formular las políticas pueden motivar el uso de este libro dentro del gobierno y otras agencias nacionales, organizaciones no gubernamentales y organismos de la sociedad civil para comunicar la visión de una reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad y motivar una retroalimentación para reafirmar aún más el enfoque y proporcionar contenido adicional. Por lo tanto, tiene un papel importante en la creación de una cultura de compromiso y eficiencia en la entrega y, en última instancia, en impulsar los cambios en torno a la práctica y política preventiva para mitigar el riesgo de deslizamientos.

### **Nota a la Unidad Central MoSSaiC**

El proceso MoSSaiC comienza con una serie de decisiones que se deben hacer casi inmediatamente para configurar la UCM (el equipo de gestión del proyecto). El personal de la UCM normalmente comprende personal senior del gobierno responsable de gestionar las agencias, departamentos o proyectos del gobierno y/o con experiencia en un particular campo como gestionar el riesgo de desastres, evaluar la amenaza de deslizamientos e ingeniería o desarrollo comunitario.

Su papel como gerente de proyecto MoSSaiC o asesor experto significa que está familiarizado con todo el contenido de este libro. Será responsable de la implantación de las decisiones de las políticas y de garantizar la ejecución en el terreno de las medidas adecuadas en las comunidades. Necesitará aplicar los recursos que este libro brinda de acuerdo con los factores locales.

La replicación no se debe considerar un proceso automático. A veces las cosas funcionan por razones idiosincrásicas —un líder carismático y literalmente irremplazable o una crisis particular e irrepetible que solidifica el apoyo para una innovación políticamente difícil. Los éxitos que ocurren una sola vez, pueden no ser replicables (Banco Mundial, 2004, 108).

Este libro explica las etapas, equipos y niveles de supervisión del proyecto necesarios para construir medidas apropiadas para reducir las amenazas en el terreno. Se hace énfasis en la importancia de llevar el programa de acuerdo con la comunidad. Se proporciona

una descripción lógica de cómo configurar los equipos y diseñar medidas físicas para reducir la amenaza de deslizamientos en comunidades vulnerables. El libro no dice exactamente qué hacer, pero deberá mejorar la probabilidad de obtener buenos resultados del proyecto y de la entrega estratégica e integral de un programa de reducción de riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad. La gestión y ejecución de proyectos de acuerdo con la comunidad es un trabajo duro, pero trabajar con la comunidad permite empoderar tanto a los residentes como a los equipos del gobierno para que contribuyan con su conocimiento y habilidades.

### **Nota a los equipos de trabajo del gobierno**

Los equipos de trabajo del gobierno (por lo general ingenieros del gobierno, trabajadores de desarrollo comunitario y personal técnico) son responsables de tareas específicas relacionadas con la implementación de obras en el terreno o directamente coordinando con la comunidades. Si usted es un jefe de proyecto, necesitará trabajar estrechamente con la UCM para adaptar cada etapa del proyecto de acuerdo a la capacidad local, asegurarse de que las tareas requeridas para terminar cada etapa son apropiadamente asignadas a un equipo de trabajo e identificar y construir su equipo de trabajo. Como profesional y puesto que este libro es una guía —será responsable de captar e incorporar las buenas prácticas locales en cuanto se refiere a su área de experiencia y la metodología MoSSaiC. Bajo la guía de la UCM será el responsable de implementar las etapas y tareas específicas del proyecto y de garantizar la entrega en el terreno de medidas de mitigación de deslizamientos apropiadas en las comunidades.

### **Nota a los equipos de trabajo de la comunidad**

Los equipos de trabajo de la comunidad comprenden residentes comunitarios y las personas con responsabilidades en el ámbito de la comunidad, como representantes y contratistas.

Los residentes de la comunidad son los socios más importantes en el programa; ellos son

- participantes en todo el proceso,
- aquellos a quienes se dirige la iniciativa,



- los que “tomarán como propia” la implementación después de que la construcción se ha terminado,
- una fuente importante de conocimiento de la estabilidad de la pendiente local y las características de drenaje en la comunidad y
- las personas catalíticas que hacen que el proceso suceda.

Cada capítulo comienza con una sección “Inicio”; éstas tienen por objeto proporcionar una visión general accesible para permitir a las comunidades entender los conceptos clave del proyecto. Si es un representante de la comunidad, le resultará útil leer esto en profundidad. Otras secciones del libro importantes para una referencia son el capítulo 5, que describe el proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad y el capítulo 8, que proporciona una guía para las reuniones comunitarias formales e informales, los recursos escritos y visuales (p. ej., folletos y carteles) y el uso de los medios de comunicación. Tendrá que trabajar con los equipos de trabajo del gobierno para entender y comunicar mensajes importantes del proyecto a los residentes de la comunidad y facilitar su participación. También debe ayudar a los equipos de trabajo del gobierno a entender el contexto de la comunidad.

Si usted es un contratista de la construcción o un trabajador que vive en una comunidad donde se está implementando MoSSaiC, tendrá el conocimiento local especializado vital para el éxito del proyecto. Es posible que tenga información útil para compartir durante el proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad. También podrá tener la oportunidad de usar sus habilidades en el diseño y construcción de las medidas de mitigación de deslizamientos (ver secciones 6.4 y 6.5 en el diseño de drenaje y secciones 7.5–7.8 en buenas prácticas de construcción de drenajes).

## Preguntas útiles

La siguiente tabla P.1 presenta preguntas típicas sobre MoSSaiC y dónde se puede encontrar sus respuestas en este libro.

**TABLA P.1 Preguntas y decisiones importantes tratadas en este libro**

PREGUNTA/DECISIÓN IMPORTANTE	DÓNDE BUSCAR:
¿Por qué la reducción del riesgo de deslizamientos debe ser de acuerdo con la comunidad? ¿Cuáles son las características únicas del enfoque MoSSaiC? ¿Dónde se puede aplicar MoSSaiC?	Capítulo 1. Fundamentos: Reducción del Riesgo de deslizamientos en Comunidades
¿Qué equipos se necesitan? ¿Cuáles son las etapas del proyecto? ¿Cuáles son las funciones y responsabilidades de los equipos?	Capítulo 2. Inicio del Proyecto: Equipos y Etapas
¿A qué tipos de fallas de pendiente se dirige el enfoque MoSSaiC? ¿Cuál es la escala espacial relevante para las intervenciones MoSSaiC? ¿Cómo se evalúa la amenaza de deslizamientos?	Capítulo 3. Entender la Amenaza de deslizamientos
¿Cómo se pueden identificar las áreas más propensas a deslizamientos? ¿Cómo se pueden identificar las comunidades más vulnerables? ¿Cómo se seleccionan las comunidades para una intervención MoSSaiC?	Capítulo 4. Selección de Comunidades
¿Cómo se puede cartografiar la amenaza de deslizamientos en una comunidad? ¿Qué tan efectiva será la gestión de agua superficial en la reducción de amenaza de deslizamientos? ¿Cómo se desarrolla el plan de drenaje inicial?	Capítulo 5. Cartografía de la Evaluación de Amenaza de deslizamientos según la Comunidad
¿Dónde se deben construir los drenajes para mejorar la estabilidad de la pendiente? ¿Cómo se puede estimar la escorrentía de agua superficial, el caudal de aguas grises de la vivienda y el tamaño de los drenajes requeridos? ¿Cuáles son los tipos más apropiados de diseño y construcción de drenaje?	Capítulo 6. Diseño y Buenas Prácticas para Drenaje de Taludes
¿Qué prácticas de construcción se deben promover? ¿Por qué es tan importante la supervisión de obra?	Capítulo 7. Ejecución de los Trabajos Planificados
¿Cómo adoptan las comunidades y el gobierno las nuevas prácticas y políticas para mitigar deslizamientos? ¿Cuáles son los componentes de una estrategia de desarrollo de capacidades?	Capítulo 8. Motivar Cambios de Comportamiento
¿Cómo se pueden evaluar las medidas de reducción del riesgo de deslizamiento? ¿Cuáles son los indicadores de desempeño clave de MoSSaiC? ¿Qué pruebas deben dar soporte a las políticas preventivas de mitigación de deslizamientos?	Capítulo 9. Evaluación del Proyecto
¿Dónde se pueden encontrar recursos adicionales?	Al final de cada capítulo

## REFERENCIAS

- Benson, C. y J. Twigg. 2004. "Measuring Mitigation Methodologies for Assessing Natural Hazard Risks and the Net Benefits of Mitigation—A Scoping Study." ProVention Consortium, Ginebra.
- Bull-Kamanga, L., K. Diagne, A. Lavell, E. Leon, F. Lerise, H. MacGregor, A. Maskrey, M. Meshack, M. Pelling, H. Reid, D. Satterthwaite, J. Songsore, K. Westgate y A. Yitambe. 2003. "From Everyday Hazards to Disasters: The Accumulation of Risk in Urban Areas." *Environment and Urbanization* 15 (1): 193–203.
- Holmes, J. 2008. "More Help Now Please." *The Economist* November 19.
- Mansuri, G. y V. Rao. 2003. *Evaluating Community-Based and Community-Driven Development: A Critical Review of the Evidence*. Development Research Group. Washington, DC: World Bank.
- Mills, E. 2004. "Insurance in a Climate of Change." *Science* 309 (5737): 1040–44.
- . 2004. *Making Services Work for Poor People*. *World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- Yunus, M. 2011. Blog post August 28. <https://plus.google.com/114848435876861502546/posts/9SwwVFedo9P>.





# Reconocimientos

Este libro se escribió mientras los autores estaban trabajando en el equipo de Gestión del Riesgo de Desastres de América Latina y el Caribe en el Banco Mundial, Washington, D. C. Los colegas de ese equipo merecen nuestro agradecimiento por el apoyo recibido y por dotar de recursos a nuestro compromiso continuo para hacer posible hacer llegar MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades) a más comunidades en la región y más allá.

Especialmente, deseamos agradecer a Francis Ghesquiere y Niels Holm-Nielsen por el continuo apoyo de las iniciativas que llevaron a este libro. Los debates con otros miembros del equipo del Banco Mundial incluyendo a Joaquín Toro, Maricarmen Esquivel, Tiguist Fisseha y Rossella Della Monica fueron de gran ayuda en todo.

Reconocemos con sincero agradecimiento los comentarios recibidos de los colegas de la Gerencia del Riesgo de Desastres de la Región de América Latina y el Caribe y la Unidad Urbana y de Suministro de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, Washington, DC., Kirk Frankson (Oficina de Gestión de Preparación y Emergencia, Jamaica), Chamberlain Emmanuel (gobierno de Santa Lucía), Abhas K. Jha (Unidad de Infraestructura de Oriente y el Pacífico, Banco Mundial) y la Unidad de Infraestructura del Pacífico, Banco Mundial) y M. Yaa Pokua Afriyie Oppong (Departamento de Desarrollo Social, Banco Mundial), como parte del proceso de revisión del Banco Mundial presidido por Francis Ghesquiere.

La Oficina del Editor proporcionó el editorial, el diseño, la composición y los servicios de impresión bajo la supervisión de Patricia Katayama, Andrés Meneses y Dina Towbin; Nita Congress realizó la corrección de estilo, composición y corrección del manuscrito.

Este libro está basado en un enfoque centrado en la comunidad y ha involucrado la dedicación de los autores durante muchos meses de trabajo en comunidades con residentes que están entre los más vulnerables. Estamos muy agradecidos a los miembros de las comunidades en Bequia, Dominica, Santa Lucía y San Vicente y las Granadinas con quienes hemos pasado mucho tiempo y de quienes hemos aprendido tanto. Especialmente reconocemos el apoyo y la amistad de Robert Charles, McArthur Edwards y Rubén León en Santa Lucía.

Nuestra visión para MoSSaiC no se habría realizado si no se hubiera recibido el apoyo de Calixte George, Ignatius Jean y Kenny Anthony, así como de los entonces miembros del gobierno de Santa Lucía. Igualmente aceptando la visión, Donovan Williams, el entonces Director del Fondo de Reducción de Pobreza de Santa Lucía nos facilitó emprender allí un programa piloto. Este apoyo continuó con su sucesor, Joachim Henry. Reconocemos con agradecimiento el apoyo técnico para la ejecución de los programas que hemos recibido del personal del gobierno de Santa Lucía: David Alphonse, Chamberlain Emmanuel, Peter Gustave y Cheryl Mathurin. Dentro de la subregión del Caribe Oriental, David Popo de la Organización de los Estados del Caribe Oriental ayudó a

facilitar los proyectos piloto en Dominica y San Vicente y las Granadinas.

Durante nuestro tiempo de trabajo en el extranjero con las comunidades y escribiendo este libro en Washington, D. C. y Bristol, Reino Unido, recibimos el apoyo de muchos colegas de la Universidad de Bristol, especialmente Neil Bradshaw y Eric Thomas.

La financiación de la labor realizada por los autores que proporcionaron el contexto para

la mayor parte de este libro fue proporcionada por el Banco Mundial, los gobiernos de Santa Lucía y Dominica, el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, la Universidad de Bristol, el SETsquared Partnership Reino Unido y el Alto Comisionado Británico en Santa Lucía.

# Los Autores

**Malcolm Anderson** es Profesor Visitante en Brasenose College y Profesor Visitante de Hidrología en la Universidad de Oxford, Consultor Senior Especialista en Gestión del Riesgo de deslizamientos en el Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres para América Latina y el Caribe del Banco Mundial en Washington, D.C. y Profesor en la Universidad de Bristol, Reino Unido, donde fue Vicerrector (Investigación) de 2005 a 2009. Tiene un doctorado por la Universidad de Cambridge y fue electo para una Beca de Investigación en Sidney Sussex College, en Cambridge. Es autor de más de 200 documentos científicos, así como software estándar de industria y Fundador y Editor en Jefe del diario *Hydrological Processes*. Ha participado en varios proyectos de investigación del gobierno a nivel mundial, principalmente en el Lejano Oriente (Hong Kong SAR, China; Indonesia y Malasia), los Estados Unidos y el Caribe. Es miembro electo del Instituto de Ingenieros Civiles de Londres y fue Miembro del Consejo de Investigación Medioambiental Natural del Reino Unido (2001–2007) y Miembro de la Junta de Estrategias Tecnológicas del Consejo de Investigación de Ciencias Físicas e Ingeniería del Reino Unido (2009–11).

**Elizabeth Holcombe** tiene un doctorado y Master en Ciencias de la Universidad de Bristol, donde es profesora de Ingeniería Civil. Es Consultora Especialista en Gestión del Riesgo de deslizamientos en el Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres para América Latina y el Caribe del Banco Mundial en Washington, D.C. Su trayectoria profesional ha estado enfocada en ciencia medioambiental y modelado numérico de hidrología y estabilidad de pendientes. Ha tenido una gran experiencia en el extranjero en investigación, gestión de proyectos e implementación de proyectos de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades vulnerables en el Caribe Oriental. Ha presentado ponencias como invitada en conferencias internacionales en el Caribe, Europa y el Lejano Oriente y es autora de numerosos artículos y capítulos de libros en el campo de la reducción del riesgo de deslizamientos. Su trabajo de investigación en MoSSaiC recibió mención en el Informe de Desarrollo Mundial 2010 y fue presentado en la Exhibición sobre Efectividad de la Ayuda organizada por el Banco Mundial en 2011. Recibió el Premio Trevithick del Instituto de Ingenieros Civiles en Londres en 2007 y gestionó el equipo que recibió en 2010 el Gran Premio del hackatón de Random Hacks of Kindness en Washington, DC.

### **Exención de Responsabilidad**

El material de este libro

- es información de carácter general que no tiene como objetivo tratar las circunstancias específicas de un proyecto o aplicación en particular;
- no es necesariamente exhaustivo, completo, exacto o actualizado y
- no es un asesoramiento profesional o legal —si se necesita un asesoramiento específico, se debe consultar un profesional debidamente cualificado.

De esto se desprende que ninguna de las personas que han contribuido de forma individual, como autores, desarrolladores o patrocinadores de este libro, ni ninguna otra persona de otra forma vinculada con este libro, pueden asumir alguna responsabilidad por los resultados o consecuencias de cualquier uso o adopción de cualquiera de los materiales o información presentados en este libro. Hasta donde sea permitido por la ley, los autores no aceptan ninguna responsabilidad derivada de la pérdida o daño que pueda surgir de confiar en la orientación, materiales o información contenida en el libro.



# Abreviaturas

cf	pie cúbico
CHASM	Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes
ft	pie
gal	galón
GPS	sistema de posicionamiento global
GRD	gestión del riesgo de desastre
h	hora
in	pulgada
km	kilómetro
kPa	kilopascal
KPI	indicador clave de desempeño
l	litro
m	metro
min	minuto
mm	milímetro
MoSSaiC	Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades
NGO	organización no gubernamental
PIB	producto interno bruto
RFT	invitación a presentar propuestas
RRD	reducción del riesgo de desastre
s	segundo
SAR	región administrativa especial
SIDS	pequeños estados insulares en vías de desarrollo
SIG	sistema de información geográfica
UCM	Unidad Central MoSSaiC
ONU	Organización de Naciones Unidas

Todas las cantidades expresadas en dólar son dólares de los EE.UU., a menos que se indique lo contrario.



**“En cierta medida aún caminamos sonámbulos hacia los desastres que sabemos que van a ocurrir en el futuro y no se está haciendo lo suficiente para mitigar el daño”.**

—John Holmes, Subsecretario General de la ONU para Asuntos Humanitarios (Lynn, 2009)

## CAPÍTULO 1

# Fundamentos: reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades



## 1.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 1.1.1 Alcance

Este capítulo presenta los fundamentos para hacer llegar medidas de reducción del riesgo de deslizamientos MoSSaiC (Gestión de Estabilidad

de Taludes en Comunidades) en comunidades vulnerables. Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

GRUPOS				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓	✓	Visión y justificación de MoSSaiC	1.2
✓	✓	✓		Tendencias en riesgo de desastres y deslizamientos; componentes de la gestión del riesgo de desastres	1.3
✓	✓	✓		Fundamentos MoSSaiC: base científica, de acuerdo con la comunidad y base en resultados	1.4
✓	✓	✓		Componentes MoSSaiC: estructura del libro y logros del capítulo	1.4.5
✓	✓	✓		Cómo iniciar un proyecto MoSSaiC y a quién informar	1.5

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 1.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Lista de los principales responsables de formulación de políticas que defenderán y apoyarán el proyecto	1.2; 1.5.2
Lista del personal que formará parte de la Unidad Central MoSSaiC	1.5.2

### 1.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Entender el contexto del riesgo de desastres debido a deslizamientos	Importancia del enfoque MoSSaiC para el contexto del riesgo de deslizamientos local identificado
2. Entender las características y fundamentos novedosos de MoSSaiC	
3. Identificar la experiencia general interna y las estructuras institucionales apropiadas para codificar un enfoque local hacia la reducción del riesgo de deslizamientos.	
4. Informar a las personas esenciales en MoSSaiC (políticos, ministerios importantes, expertos internos)	Miembros identificados del equipo de la unidad central

### 1.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo presenta MoSSaiC como un método integrado para implicar a responsables de formular las políticas, gerentes de proyecto, profesionales y comunidades vulnerables en la reducción del riesgo de deslizamientos en zonas urbanas en países en vías de desarrollo. Los residentes de la comunidad no solo se deben ver como aquellos que están en riesgo, sino como las personas que tienen el mejor conocimiento práctico sobre los taludes en sus zonas. La implicación y el trabajo conjunto del gobierno con la comunidad, encontrando y aplicando soluciones al riesgo de deslizamientos, son la base para el desarrollo de nuevas prácticas y políticas.

## 1.2 INICIO

### 1.2.1 Nota informativa

Un enfoque práctico en la reducción del riesgo de deslizamientos.

Al presentar MoSSaiC, este capítulo ofrece

- un marco para la comprensión del riesgo de desastres, específicamente el riesgo de deslizamiento;
- una visión general de las últimas tendencias en gestión del riesgo de desastres (GRD);
- la promoción de un enfoque proactivo frente al riesgo de deslizamientos en comunidades;
- una introducción a los tres fundamentos de MoSSaiC y
- una visión general sobre cómo comenzar un proyecto de reducción del riesgo de deslizamientos MoSSaiC.

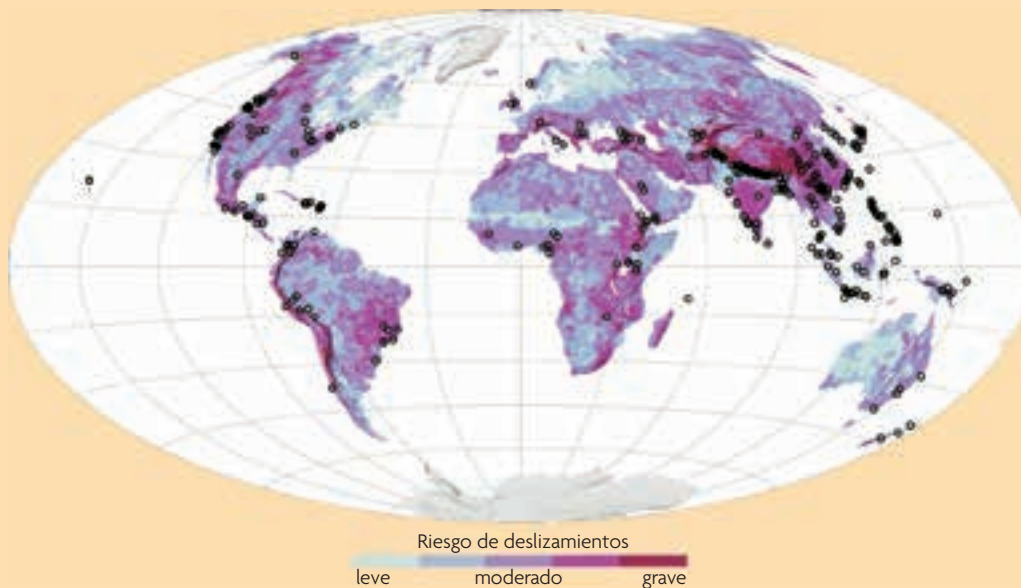
Muchas zonas del mundo tienen riesgo de deslizamientos y de sus consecuencias (figura 1.1). Los deslizamientos desencadenados por lluvias afectan especialmente países en vías de desarrollo en el trópico húmedo. El rápido desarrollo urbanístico y el crecimiento asociado de comunidades no autorizadas y densamente pobladas en lugares amenazados (tales como pendientes pronunciadas), son factores determinantes en un ciclo de acumulación del riesgo de desastres. Frecuentemente, los más vulnerables desde el punto de vista socioeconómico son los que habitan en pendientes marginales, más propensas a deslizamientos, aumentando así su exposición a la amenaza y a menudo aumentando, en sí mismo, el riesgo de deslizamientos.

Cuanto más vulnerables sean las personas en lo social, económico y físico, más desastroso será el evento del deslizamiento. Si bien existe una creciente atención sobre el aumento de desastres por deslizamientos, también se reconoce ampliamente la falta de aplicación de medidas de reducción del riesgo de deslizamientos sobre el terreno.

MoSSaiC tiene como objetivo tratar estos problemas. Sus premisas fundamentales son las siguientes:

- **Mitigar el riesgo de desastres compensa**, e invertir en reducir la amenaza de deslizamientos causados por lluvia en comunidades vulnerables a menudo se justifica.
- **Obtener la experiencia del gobierno** en la aplicación de medidas de reducción de riesgos contribuye a crear capacidad, incorporar buenas prácticas y generar un cambio de políticas.
- **Asegurar que la comunidad se involucra** de principio a fin puede lograr que se tomen como propias las soluciones.

**FIGURA 1.1** Riesgo de deslizamiento global



**Fuente:** Mapa adaptado de la Administración Nacional Aeronáutica y Espacial (NASA) de Hong, Adler y Huffman, 2006.

**Nota:** Científicos de la NASA realizaron el mapa de riesgo con los datos topográficos, las clasificaciones de cobertura de la tierra y tipos de suelo. Los puntos negros identifican la ubicación de los deslizamientos que ocurrieron de 2003 a 2006. El azul claro indica las zonas de bajo riesgo; el púrpura y el rojo oscuro indican zonas de riesgo más alto.

Específicamente, la construcción de medidas relativamente sencillas tales como drenar el agua de la superficie puede a menudo mejorar la estabilidad de la pendiente, reducir el riesgo de deslizamientos en las comunidades y reducir los costos futuros del gobierno en la gestión de desastres. La mitigación del deslizamiento se puede lograr a través de la cooperación entre técnicos gubernamentales y residentes de la comunidad; la aplicación práctica de la ciencia y el conocimiento local y el apoyo proactivo de gerentes, políticos y agencias donantes.

#### Visión y fundamentos de MoSSaiC

La visión de MoSSaiC es establecer fundamentos sostenibles para la reducción del riesgo de deslizamientos con base en la comunidad. Estos fundamentos son: una **base científica** para reducir la amenaza de deslizamientos, un enfoque **de acuerdo con la comunidad** para hacer llegar medidas de mitigación sobre el terreno y **una base de resultados** para demostrar que tal inversión compensa y produce resultados (figura 1.2).

Estos fundamentos determinan cómo MoSSaiC se debe entender, se debe implementar e integrar en una política y práctica más amplia.

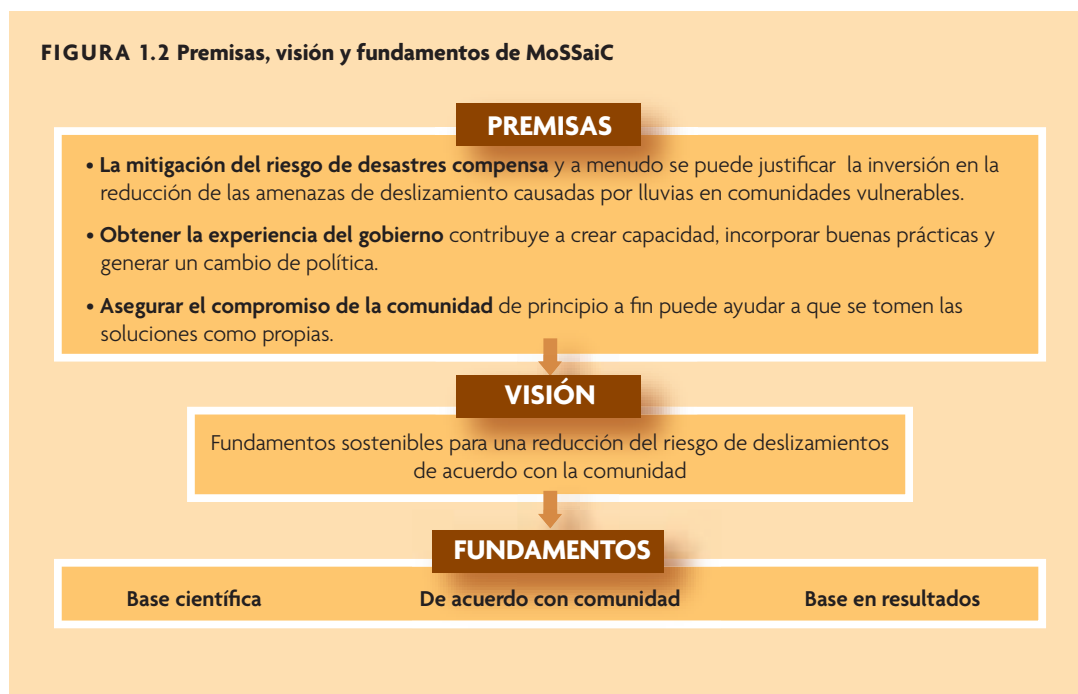
- **Fundamento 1: MoSSaiC tiene una base científica.**

- Se identifican causas físicas localizadas (a menudo drenaje deficiente) de amenazas de deslizamientos.
- Se identifican e implementan medidas de mitigación apropiadas a las causas de la amenaza de deslizamientos.
- Los métodos científicos se utilizan para justificar las soluciones, tanto para las comunidades como para el gobierno.

- **Fundamento 2: MoSSaiC se establece de acuerdo con la comunidad.**

- Los residentes de la comunidad están comprometidos con la identificación de las causas y soluciones frente al riesgo de deslizamientos.
- Los contratistas y los trabajadores de la comunidad se emplean en construir los sistemas de drenaje.
- Los gerentes y profesionales del gobierno forman equipos con la experiencia necesaria para trabajar con las comunidades y hacer llegar las medidas de mitigación.
- La visión se comparte y se defiende en las comunidades y por el gobierno.

FIGURA 1.2 Premisas, visión y fundamentos de MoSSaiC



• **Fundamento 3: MoSSaiC se basa en resultados.**

- Se entregan obras civiles apropiadas para reducir la amenaza de deslizamientos.
- La mayoría de la financiación del proyecto y el tiempo se emplea en las comunidades.
- Se demuestra la efectividad de costos en la reducción del riesgo de deslizamientos.
- Se demuestran los beneficios de la reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad, de manera que se produce un cambio en el comportamiento y las políticas.

Gerencia y comunidad en MoSSaiC

MoSSaiC reconoce que los deslizamientos son un problema tanto de la gerencia como de la comunidad.

- **Los deslizamientos son un problema de la gerencia.** Se pueden llevar a cabo acciones para reducir o gestionar las amenazas de deslizamientos o sus consecuencias. La gestión de estabilidad de los taludes debe involucrar a las comunidades que inadvertidamente pueden ser un factor de riesgo y casi ciertamente se verán afectadas por éste. Esta gerencia también tiene que involucrar a los gobiernos. Un gobierno puede decidirse por un enfoque proactivo frente

a los deslizamientos en comunidades, al identificar y formular políticas apropiadas de gestión del riesgo de deslizamientos. Los gobiernos generalmente cuentan con expertos con una combinación de habilidades necesarias para reducir el riesgo de deslizamientos en comunidades. Utilizar estos conocimientos especializados de los gobiernos para aplicar medidas de reducción de riesgos puede crear capacidad, incorporar buenas prácticas y generar un cambio en las políticas.

- **Los deslizamientos son un problema de la comunidad.** La estabilidad de los taludes en las comunidades es un problema a nivel de la comunidad, donde los deslizamientos son eventos espacialmente discretos causados por mecanismos localizados de estabilidad de la pendiente. Cada comunidad y su correspondiente ladera tienen su propio y único perfil de amenaza de deslizamientos y vulnerabilidad. Por lo tanto, determinar cómo gestionar la estabilidad de la pendiente en una comunidad particular requiere utilizar el conocimiento que tiene la comunidad de la pendiente y el diagnóstico científico y de ingeniería de los mecanismos de deslizamiento a escala de tal comunidad. Este enfoque de acuerdo con la comunidad continúa con la construcción del drenaje por parte de los miembros de la comunidad y con el apoyo

**TABLA 1.1 Los equipos y tareas esenciales en MoSSaiC**

EQUIPO	TAREA	
	Diagnosticar la amenaza de deslizamientos y diseñar la intervención	Aplicar medidas físicas para reducir la amenaza de deslizamientos
<b>Comunidad:</b> residentes, líderes y contratistas	Contribuir con el conocimiento local del talud, la amenaza y la vulnerabilidad	Construir las medidas físicas, cambiar las prácticas de gestión de taludes.
<b>Gobierno:</b> responsables de formular políticas, gerentes de proyecto y profesionales	Aplicar la experiencia interna científica, de ingeniería y de desarrollo	Otorgar y supervisar los contratos, crear capacidad interna
	Gestionar el proyecto y los equipos	

del gobierno (tabla 1.1). Asegurar el compromiso de la comunidad de principio a fin ayuda a que se tomen las soluciones como propias.

### Comunicar la visión y establecer MoSSaiC en su país

La visión descrita anteriormente y detallada en este capítulo puede tener más resonancia con ciertos individuos catalíticos en un país determinado, bien sean líderes de la comunidad, ingenieros, funcionarios públicos o políticos. Estos líderes a su vez tendrán que comunicar la visión a quienes toman las decisiones y a otras personas influyentes con el propósito de iniciar un proyecto MoSSaiC.

La aprobación del gobierno es un prerrequisito para iniciar MoSSaiC, desarrollando las bases financieras para su implementación y estableciendo una unidad central de expertos y gerentes de proyecto internos. Una clara exposición de MoSSaiC es la base para asegurar esta aprobación del gobierno; por lo tanto, una de las funciones principales de este libro es servir como un recurso para lograr este objetivo.

Una vez que haya un mandato claro para el establecimiento de un proyecto MoSSaiC, es vital involucrar a las comunidades en situaciones de riesgo lo antes posible, establecer expectativas reales con esas comunidades y asegurar la oportuna ejecución del proyecto. Generalmente es más práctico empezar poco a poco y luego construir sobre cada éxito a medida que la unidad central y la comunidad adaptan la guía MoSSaiC al contexto local. Es más fácil adoptar una visión si hay pruebas de éxito sobre el terreno.

#### 1.2.2 ¿Qué es único acerca de MoSSaiC?

Tomar un enfoque centrado en los residentes de la comunidad significa

...integrar tareas en un programa a largo plazo que cubra todas las fases de los desastres e incorpore la mitigación de la amenaza dentro de una más amplia planificación de desarrollo. La metodología de trabajo es necesariamente lenta, a pequeña escala, a largo plazo, multidisciplinaria y multisectorial. Debido a su complejidad, su planificación gradual y su dependencia de la negociación política, este enfoque puede parecer una receta para el caos a los ojos de expertos acostumbrados a trabajar en programas convencionales.

Sin embargo, dentro de ello, el conocimiento científico de las amenazas y sus efectos y las alternativas tecnológicas de mitigación, adquieren un significado completamente nuevo, transformándose en instrumentos vitales al servicio del desarrollo. (Maskrey, 1992, 5).

Diseñado explícitamente de acuerdo con la comunidad, MoSSaiC ofrece un nuevo método para hacer llegar la reducción del riesgo de deslizamientos en las comunidades más vulnerables. La combinación de las siguientes características es lo que hace de éste un enfoque único.

- Desarrolla fundamentos sostenibles para realizar medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades (capítulo 1).
- Identifica, utiliza y crea la capacidad existente para la reducción de riesgo (capítulo 2).
- Identifica los factores de riesgo para justificar las medidas de mitigación (capítulo 3).
- Proporciona un método para dar prioridad a los más vulnerables (capítulo 4).
- Los residentes de la comunidad se involucran activamente en todo el proceso (capítulo 5).

- Entrega en el terreno de medidas de reducción de amenaza de deslizamientos (capítulo 6).
- Enfatiza el papel crítico de la supervisión del sitio en asociación con los contratistas de la comunidad (capítulo 7).
- Fomenta el cambio de comportamiento a nivel comunitario y dentro del gobierno (capítulo 8).
- Promueve la importancia de mostrar pruebas de la reducción de riesgo lograda (capítulo 9).

### 1.2.3 Principios rectores

- Desarrollar una “mentalidad de mitigación” con respecto al riesgo de deslizamientos urbano.
- Entender que no existe la solución de “talla única” en relación con la reducción del riesgo de deslizamiento; cada país y cada comunidad tendrá su propio perfil del riesgo de deslizamientos.
- Reconocer que a menudo se pueden realizar ciertas actividades para reducir el riesgo, como aprender de los otros enfoques y adaptar la guía MoSSaiC.
- Aprender el valor del conocimiento de la comunidad y la importancia de la participación de la comunidad en todo el proyecto.
- Ser consciente de que el gobierno puede tener ya desarrolladas ciertas habilidades y el conocimiento práctico para tratar el riesgo de deslizamientos en comunidades.
- Buscar individuos clave dentro el gobierno y las comunidades que puedan ver el panorama completo y puedan impulsar un cambio de comportamiento.

### 1.2.4 Riesgos y desafíos

#### Obtener el compromiso de todas las partes esenciales interesadas.

Para establecer y gestionar los equipos requeridos, la adquisición de servicios y recursos y la aplicación de medidas de mitigación de deslizamientos en comunidades, es necesario contar con una autoridad del gobierno para MoSSaiC. Su carácter multidisciplinar implica que sus miembros pueden pertenecer a la esfera de diferentes ministerios, o que haya ministerios que no deseen colaborar. Un apoyo político puede ayudar a superar esto, pero las personas activas de las diferentes agencias también necesitarán unir sus fuerzas.

Además de requerir una acción gubernamental de arriba a abajo, MoSSaiC tiene un enfoque de abajo a arriba para mitigar el riesgo y por lo tanto necesita tener una base segura con la comunidad. Esta base segura solo se puede lograr a través de una interacción sólida con las comunidades que necesitan una comunicación clara y un compromiso mayor en el tiempo. En el enfoque MoSSaiC, los residentes de la comunidad no se ven como recipientes pasivos de la información, sino como agentes que contribuyen tanto a la amenaza de deslizamientos como a las soluciones. El desafío es garantizar que los individuos sean participantes importantes en todas las etapas del proceso, de tal manera que cada uno se apropie del proyecto. Solamente de esta manera se puede lograr un cambio de comportamiento.

De igual manera, los equipos de campo del gobierno, los técnicos y supervisores de construcción se deben tratar como contribuyentes y su vasta experiencia en el campo se debe ver como un recurso valioso. Estos miembros del equipo son la interfaz con la comunidad. Si ellos no están bien informados e involucrados por sus superiores, no se puede asegurar que se involucren en el proyecto.

La gestión sólida de proyectos da lugar a intervenciones de calidad. Por el contrario, una gestión deficiente en realidad puede empeorar un problema de deslizamiento, aislar las comunidades y los equipos de campo, desbordar los presupuestos y evitar que el enfoque MoSSaiC se establezca en un país. La gestión del proyecto y los equipos técnicos son responsables del diseño y supervisión de la construcción y de lograr un nivel de compromiso suficientemente alto con todas las partes interesadas de forma que la intervención logre los objetivos requeridos, cumpla con los estándares y seguridad necesarios y motive su repetición.

#### Demostrar que la reducción de riesgo está funcionando

Muchos de los proyectos de reducción del riesgo de desastres (RRD) carecen de análisis de los impactos a medio plazo. El desafío es mantener un compromiso suficientemente fuerte de todas las partes interesadas para que los resultados del desempeño posterior al proyecto se mantengan, analicen y comuniquen. Solamente mostrando estas pruebas se puede lograr un cambio en las políticas o reforzar las medidas



de las políticas existentes de RRD. También son importantes las pruebas de la reducción de riesgo ya que la evaluación de las medidas de mitigación debe responder a los argumentos hipotéticos de lo que hubiese sucedido en caso de que no se hubiese producido ninguna intervención.

### Obstáculos psicológicos y de situación

Hay varias razones por las cuales muy pocas personas, comunidades y gobiernos están preparados o son capaces de invertir en medidas de mitigación de deslizamientos de tierra (Kunreuther, Meyer y Kerjan, en prensa):

- **Falta de conciencia de riesgo.** Es posible que las comunidades no sean conscientes de que viven en una zona de alto riesgo de deslizamientos y que los gobiernos no tengan una base adecuada para identificar aquellas comunidades que se hallan en mayor riesgo.
- **Impotencia frente al riesgo de deslizamientos.** Las comunidades y los gobiernos pueden ser muy conscientes de riesgo pero no del potencial de soluciones internas con un relativo bajo costo.
- **“El dilema del Samaritano”** Las comunidades pueden dejar de invertir en buenas prácticas de gestión de taludes y medidas de reducción de riesgo asumiendo que el gobierno (el “buen Samaritano”) las ayudará en caso de desastres.
- **Aplazamiento.** Existe una tendencia natural a posponer las acciones que requieren inversión de tiempo y dinero.
- **Limitaciones presupuestarias.** Es posible que las comunidades no puedan hacer una inversión en medidas de reducción del riesgo de deslizamientos. Así mismo, es posible que los gobiernos no tengan una clara comprensión de las potenciales soluciones y la relación costo-beneficio asociada a estas soluciones y por lo tanto sean incapaces de justificar el gasto.
- **Panorama de planificación a corto plazo y descuento hiperbólico.** Las personas en las comunidades más vulnerables pueden estar viviendo en situaciones de precariedad y por lo tanto, no estarán dispuestas a destinar dinero hacia soluciones de gestión de taludes ni aun de bajo costo que no les solucionen sus necesidades diarias. Los gobiernos podrían dar más valor a los proyectos que

demuestren beneficios más inmediatos, en vez de invertir para compensar una pérdida que pueda ocurrir o no en el futuro.

- **Aprender de los fallos.** Parece que las personas a menudo no aprenden de las experiencias de desastres anteriores. Después de un deslizamiento, pueden reconstruir sus casas en el mismo lugar o en un lugar parecido. Los gobiernos también tienden a repetir sus experiencias frente al desastre y pueden reubicar las comunidades en lugares inapropiados.

## 1.3 RIESGO DE DESASTRES: CONTEXTO Y CONCEPTOS

### 1.3.1 Riesgo de desastres global

Esta sub-sección revisa brevemente el evidente aumento del número de desastres causados por amenazas naturales y sus consecuencias. Ofrece un contexto amplio de la GRD, así como un contexto específico para la gestión de la estabilidad de los taludes en las comunidades.

#### Aumento del número de desastres

De acuerdo con los informes recibidos de las agencias de desarrollo internacional y de las comunidades geo-científicas y de ingeniería, se ha incrementado la ocurrencia de amenazas naturales, así como sus consecuencias (figura 1.3), especialmente en países con niveles de desarrollo bajo a medio (AGS, 2000; Alcántara-Ayala, 2002; UNDP, 2004, 2008). Ver IFRC (2004) para un desarrollo más amplio de esta tendencia.

Este aumento aparente tiene muchas explicaciones posibles (IEG, 2006; IFRC, 2004), que incluyen las siguientes:

- **Aumento en el reporte y registro de desastres.** La mejora en la comunicación y el desarrollo de bases de datos de desastres internacionales y locales ha permitido un registro sistemático de los desastres.
- **Actividades de Desarrollo.** La construcción, la minería y la agricultura afectan el medio ambiente natural y pueden aumentar algunas amenazas hidro-meteorológicas (tales como deslizamientos, erosión, inundaciones y sequías).
- **Efectos antropogénicos globales como el cambio climático.** Por ejemplo, un aumento de

aproximadamente 1 grado centígrado en la temperatura de los mares tropicales durante el siglo pasado puede haber contribuido al aumento de desastres relacionados con el clima.

- **Factores socioeconómicos y medioambientales que conducen a un aumento de exposición y vulnerabilidad.** Factores como pobreza, sequía y hambruna llevan a la gente a trasladarse a deltas, llanuras inundables, o pendientes escarpadas en la periferia de las áreas urbanas y otras áreas marginales expuestas a amenazas naturales.

Tal evidencia apoya adicionalmente los argumentos de la RRD, que han sido avanzados a la comunidad mediante las políticas de desarrollo internacional en los años recientes. (DFID, 2004; Pelling y Uitto, 2001; Twigg, 2004).

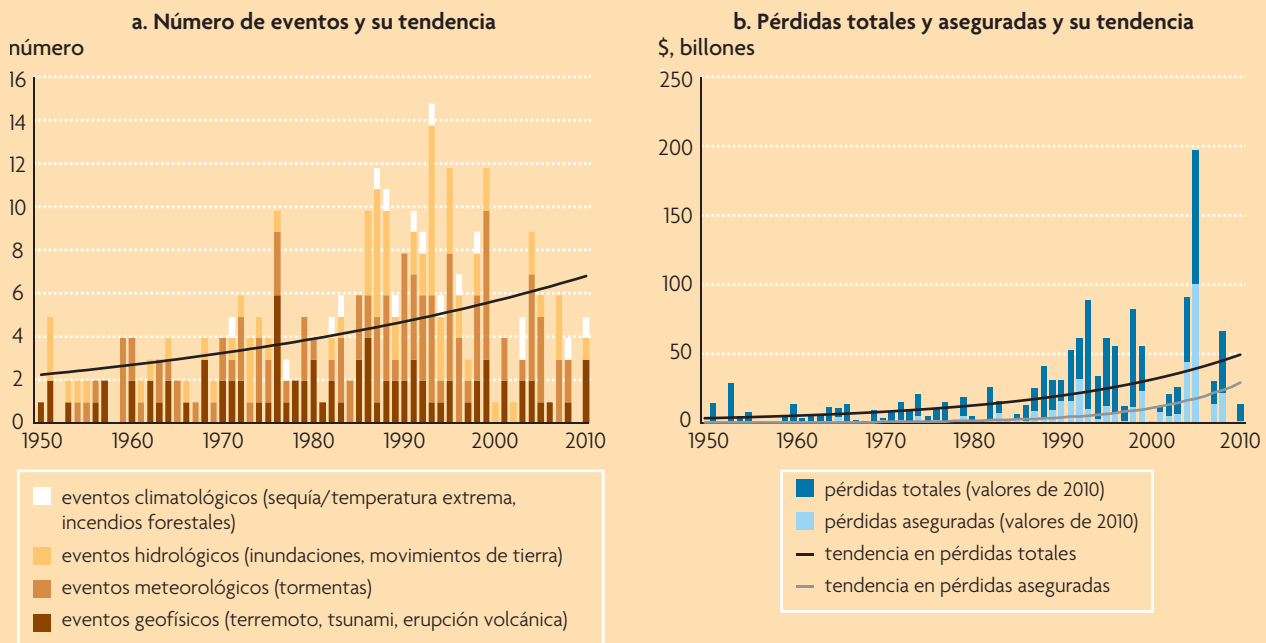
#### Aumento en el costo de desastres

En paralelo, con el aumento del número de desastres, ha habido un aumento de sus consecuencias en relación con los impactos directos o indirectos y pérdidas aseguradas o no aseguradas (figura 1.3). Es ampliamente conocido que la incidencia y los impactos de los desastres causados por las amenazas naturales afectan de una manera desproporcionada a los países en vías de desarrollo. Numerosos estudios

han documentado las pérdidas humanas, económicas y medioambientales experimentadas por países en desarrollo, a nivel local y nacional (p. ej., Charveriat, 2000; Rasmussen, 2004; PNUD, 2004) (p. ej., Charveriat, 2000; Rasmussen, 2004; UND, 2004). Dichas pérdidas pueden afectar catastróficamente el producto interno bruto (PIB) de los países en desarrollo, particularmente en las pequeñas islas-estado en vías de desarrollo (SIDS) (Banco Mundial, 2010b). Por ejemplo, Granada perdió el 200% de su PIB por el huracán Iván (Banco Mundial, 2005a).

Las tendencias observadas en el riesgo de desastres no son simplemente un fenómeno físico, sino que están estrechamente relacionadas con el proceso de desarrollo humano: “la selección de desarrollo de los individuos, las comunidades y las naciones puede generar un nuevo riesgo de desastres” (PNUD, 2004, 1). Un análisis de datos de la serie tiempo ofrece una percepción de los factores causantes del aumento de pérdidas asociadas con los desastres. Un estudio de los daños causados por huracanes en el territorio continental de los EE.UU., desde 1900 a 2005 demuestra que si los datos de los daños se mantienen normales (con el año 2005 como referencia) con respecto a los

**FIGURA 1.3 Número de catástrofes naturales y pérdidas económicas asociadas a nivel global, 1950-2010**



Fuente: © Compañía aseguradora de Munich, Investigación de riesgos geológicos, NatCatSERVICE, 2011.

cambios en la inflación y riqueza a nivel nacional y en la población y unidades de vivienda a nivel de los condados costeros, no debe considerarse que existe una tendencia de daños a lo largo del tiempo (figura 1.4) (Crompton et al., 2010; Crompton y McAneney, 2008; Pielke et al., 2008). La falta de una tendencia normalizada en los datos de pérdida sugiere que el aumento de pérdidas observadas se puede atribuir al aumento de edificaciones a lo largo del tiempo; por lo tanto, tiene gran importancia saber qué se ha construido, dónde se ha construido y cómo se ha construido.

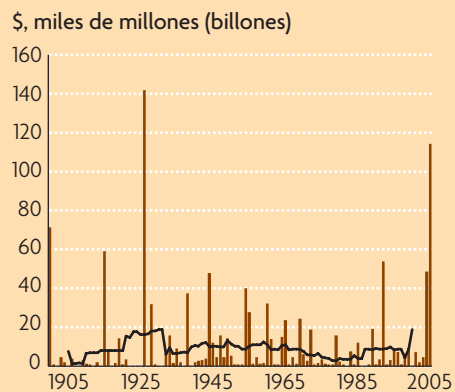
### Registro de desastres

Para ayudar en el análisis y gestión de riesgo, diferentes agencias registran y categorizan los desastres. Por ejemplo, la Base de Datos de Eventos de Emergencia (EM-DAT) que mantiene el Centro de Colaboración de la Organización Mundial de la Salud para la Investigación de la Epidemiología de Desastres (CRED). En la EM-DAT se define un desastre como un evento en el cual mueren 10 o más personas, 100 o más personas son lesionadas o donde el daño es de tal escala que se tiene que pedir ayuda a las agencias internacionales (PNUD, 2004).

Munich Re clasifica los riesgos en términos de categorías de desastres (tabla 1.2). Las catástrofes en cada categoría pueden tener diferentes periodos de retorno, escalas espaciales y temporales, partes afectadas y métodos de evaluación y de gestión de riesgo.

Los estudios realizados por las redes regionales tales como La Red (América Latina) y Periperi (África del Sur) demuestran que los desastres en una escala menor y “cotidianos”

**FIGURA 1.4 Pérdidas normalizadas de los daños causados por el huracán en el Golfo y el Atlántico de EE.UU.**



Fuente: Pielke et al., 2008.

Nota: Los datos son normalizados en 2005 ajustando los cambios en inflación, riqueza y unidades de vivienda. La línea negra muestra el promedio durante 11 años.

(categorías 0-2) han aumentado en los países en vías de desarrollo en los últimos años (Bull-Kamanga et al., 2003). El enfoque de la reducción del riesgo de deslizamientos descrito en este libro ha sido construido sobre experiencias relacionadas, en general, con las categorías 0-2. MoSSaiC también se puede aplicar a categorías más altas en las catástrofes de deslizamientos.

### Riesgo de deslizamientos global

Los deslizamientos causados por precipitaciones representan una amenaza significativa a la vida, propiedad y desarrollo, aunque no sean reportados, especialmente en el Sureste de Asia y América Latina y el Caribe (UNU, 2006). Los datos disponibles indican que la mayoría de

**TABLA 1.2 Categorías de catástrofes**

CATEGORÍA	DEFINICIÓN
0 Evento natural extremo	Sin muertes ni daño a la propiedad
1 Evento de pérdida de menor escala	> 1 muerto y/o daño de menor escala
2 Evento de pérdida moderada	> 10 muertos y/o daño a edificios y propiedad
3 Catástrofe severa	> 20 muertos, pérdidas totales > \$50 millones
4 Catástrofe mayor	> 100 muertos, pérdidas totales > \$200 millones
5 Catástrofe devastadora	> 500 muertos, pérdidas totales > \$500 millones
6 Gran catástrofe natural	Miles de muertos, economía severamente afectada, pérdidas extremas aseguradas

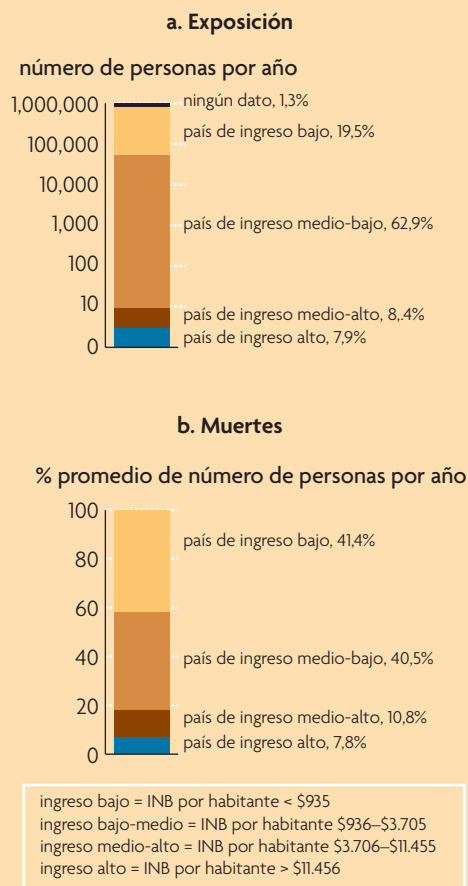
Fuente: © Compañía aseguradora de Munich, Investigación de riesgos geológicos, NatCatSERVICE, 2011.

muerres ocurre en países de ingresos medio-bajos y bajos (figuras 1.5 y 1.6) y que hay más de 2 millones de personas alrededor del mundo expuestas a amenazas por deslizamientos (UNISDR, 2009). Sin embargo, el impacto completo de los deslizamientos está enmascarado por unas estadísticas más amplias relacionadas con los eventos de precipitación que los desencadenan y el daño consecuencial producido por los vientos, inundaciones y mareas de tormentas. Para un desastre en particular desencadenado por lluvia, es posible que “las pérdidas resultantes de los deslizamientos puedan ser superiores al desastre total” (USGS, 2003, 7).

En los trópicos húmedos los eventos de precipitación de alta intensidad y alta duración actúan como el desencadenante de los deslizamientos porque reducen la resistencia al corte de los materiales de la pendiente. Algunas predicciones de cambio climático sugieren un aumento en el número y en la intensidad de los eventos de lluvias extremas en estas regiones. Sin embargo, inclusive sin cambio climático, la susceptibilidad de los taludes a deslizamientos está aumentando por las actividades de desarrollo que involucran movimientos de tierra (desmontes y rellenos) y construcción, bien sea planificada o no autorizada. Estas actividades cambian la geometría, fuerza, carga, cubierta de la vegetación de las pendientes y los regímenes de las aguas superficiales y las aguas subterráneas de las pendientes. Por lo tanto, el proceso de desarrollo puede aumentar la amenaza físico de deslizamiento y a la vez exponer aún más a las personas y estructuras más vulnerables a estas amenazas. Se reconoce ampliamente, la ocurrencia y el impacto de los deslizamientos desencadenados por lluvia en áreas de vivienda no autorizada:

La pobreza puede obligar a las personas a emigrar a las grandes ciudades en búsqueda de oportunidades de empleo. Sin medios económicos para participar e integrarse en la sociedad de los pueblos y ciudades, los pobres crean invasiones frecuentemente en la periferia de las ciudades, en áreas con una alta exposición al riesgo. Por ejemplo, un gran deslizamiento producido por la lluvia en Venezuela en 1999, afectó entre 80 y 100.000 personas. La mayor parte de las treinta mil muertes causadas por el desastre ocurrió en un asentamiento informal que fue arrastrado durante el evento (OEA, 2004, 2).

**FIGURA 1.5 Exposición y muertes asociados a deslizamientos desencadenados por lluvias, por ingresos de países**



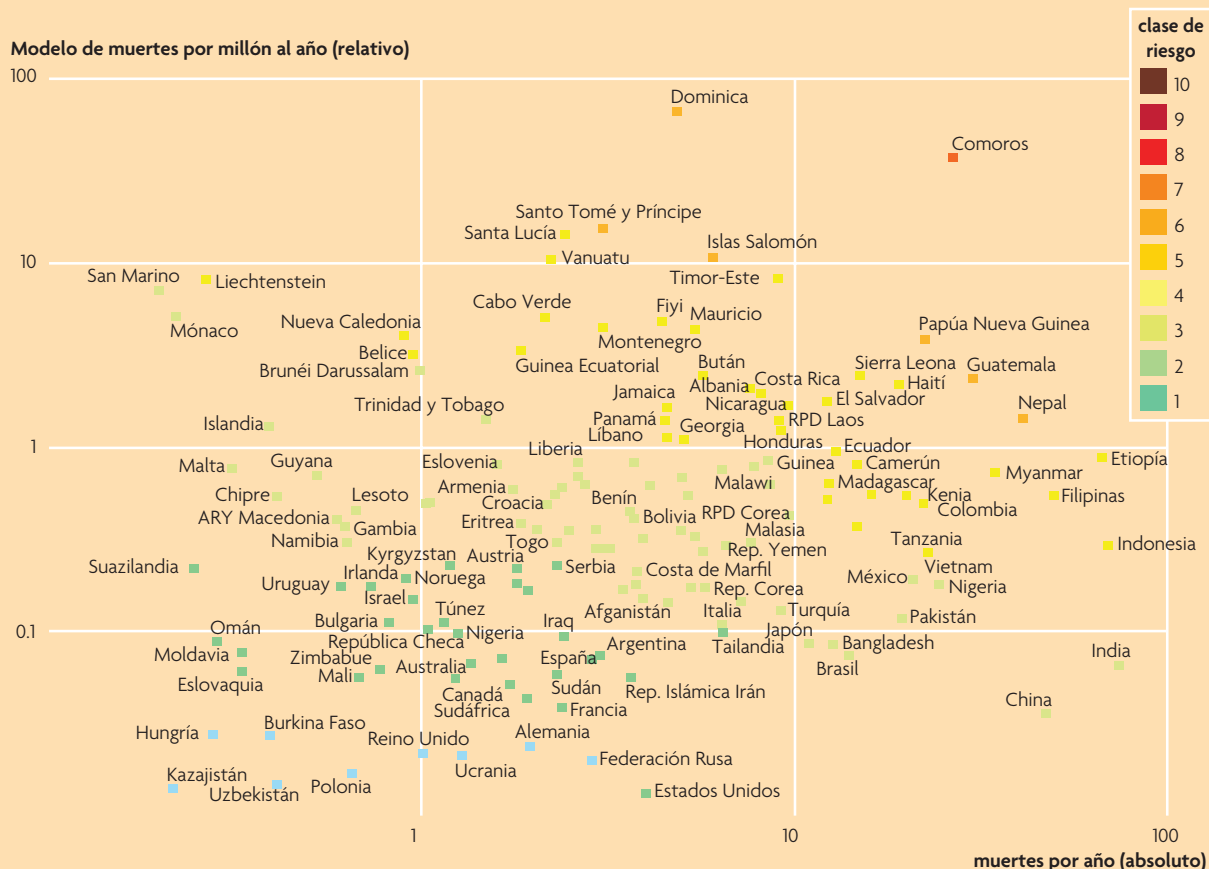
Fuente: UNISDR, 2009.

Nota: INB = ingreso nacional bruto.

Así como un solo evento de lluvia puede causar grandes desastres por deslizamientos, también puede provocar numerosos deslizamientos de tamaño pequeño a mediano (AGS, 2000), una escala que no es reconocida por la mayoría de las agencias de registro internacional de desastres. La frecuente ocurrencia de desastres altamente localizados anticipa la posibilidad de desastres mucho mayores.

Esta acumulación de riesgo se debe tener en cuenta al abordar las pérdidas relacionadas con deslizamientos y la interacción de las actividades de desarrollo con la estabilidad de las pendientes. La capacidad para mitigar efectivamente pequeños eventos, o limitar su impacto, puede dar lugar a un aumento en la capacidad para gestionar los riesgos asociados con eventos más grandes (Bull-Kamanga et al., 2003).

**FIGURA 1.6 Muertes por deslizamientos desencadenados por lluvia a nivel global**



Fuente: UNISDR, 2009.

Nota: Aproximadamente 2.2 millones de personas están expuestas a deslizamientos alrededor del mundo pero muchos pequeños eventos de deslizamiento causantes de numerosas muertes no se reportan internacionalmente.

### Riesgo de deslizamientos y MoSSaiC

En relación con el riesgo de deslizamientos desencadenados por lluvias, el Caribe (donde MoSSaiC se ha desarrollado) es un caso típico de muchas regiones en vías de desarrollo en los trópicos húmedos. Las pendientes pronunciadas y los suelos profundos, que caracterizan muchas de estas regiones, son naturalmente propensos a deslizamientos que se producen por la acción de lluvias de alta intensidad o de larga duración (Lumb, 1975).

Una combinación de pobreza y aumento de los niveles de urbanización está dando lugar a la construcción de asentamientos no autorizados en dichas pendientes ya que a menudo son los únicos lugares disponibles para los pobres (Junta de Desastres Naturales, 1999). Al igual que muchos otros países en vías de desarrollo, las áreas urbanas de América Latina y el Caribe se caracterizan por viviendas de baja calidad, controles inadecuados (o no obligatorios) en la

planificación urbana e insuficiente inversión en infraestructura (Charveriat, 2000).

El riesgo resultante de los deslizamientos es el producto de complejas interacciones entre la susceptibilidad de los taludes, inherente al deslizamiento (relacionado con sus suelos y geología, topografía, hidrología y vegetación), la influencia de la actividad humana que afecta esos factores a una escala altamente localizada y la vulnerabilidad de las comunidades al impacto de los deslizamientos.

### 1.3.2 Gestión del riesgo de desastres

#### Definición de riesgo

La GRD requiere una comprensión de lo que induce el riesgo. Este se puede dividir en tres componentes: la **amenaza** física, la **exposición** de diferentes elementos, (tales como población, edificios, servicios públicos, infraestructura económica, o medio ambiente) a tal amenaza

y la **vulnerabilidad** de esos elementos al daño, por la amenaza. El riesgo comúnmente se expresa como una función de amenaza, exposición y vulnerabilidad.

Una **amenaza** natural (como un deslizamiento, inundación, tormenta, erupción volcánica, o terremoto) se define en términos de su frecuencia (probabilidad anual o periodo de retorno), magnitud y tipo en una ubicación particular o dentro de una región más amplia. Cuando la probabilidad de una amenaza particular se expresa en términos relativos o cualitativos en vez de como una probabilidad, es más apropiado referirse a la susceptibilidad de un área a la amenaza.

La **exposición** de personas, estructuras, servicios o medio ambiente a una amenaza específica se determina por una ubicación temporal y espacial de esos elementos con respecto a la amenaza. La **vulnerabilidad** es una expresión del potencial que tienen estos elementos expuestos de sufrir daño o pérdida. Por lo tanto, la exposición y la vulnerabilidad se relacionan con las consecuencias o los resultados de una fuerza natural y no del proceso natural en sí mismo (Crozier y Glade, 2005). En muchos casos, la exposición se trata como una parte implícita de la evaluación de la vulnerabilidad, como se describe a continuación.

La vulnerabilidad se relaciona con la capacidad de anticipar una amenaza, hacer frente a ella, resistirla y recuperarse de su impacto. Se determina por una mezcla de factores físicos, medioambientales, sociales, económicos, políticos, culturales e institucionales (Benson y Twigg, 2007). La vulnerabilidad puede ser cualitativa o cuantitativamente expresada, en términos de los daños directos o indirectos, tangibles o intangibles. Los daños pueden ser físicos, medioambientales, sociales o económicos y tienen un impacto en un rango de escalas locales y nacionales. El grado del daño físico o económico a menudo se expresa en términos de costos o en una escala de 0-1 (desde ningún daño, hasta pérdida total). Los daños indirectos e intangibles por lo general son más difíciles de cuantificar. Lo opuesto a la vulnerabilidad es la resiliencia (de las personas), o la fiabilidad (de las estructuras).

La evaluación de la vulnerabilidad es especialmente compleja en los deslizamientos, ya que se tiene que tener en consideración el siguiente amplio rango de efectos:

MoSSaiC está específicamente dirigido a reducir los deslizamientos pequeños a medianos frecuentes, desencadenados por lluvias que ocurran en suelos meteorizados y que se ven agravados por la influencia humana sobre el drenaje y la geometría de la pendiente. Está diseñado para su aplicación en las comunidades económica, social y físicamente más vulnerables.

- **La ubicación, tipo, magnitud y velocidad de la amenaza de deslizamientos.** Esto determinará directamente su impacto espacial y la exposición de los elementos al riesgo.
- **La vulnerabilidad física y socioeconómica de los grupos.** Los niños, los mayores o personas con discapacidad responderán con menos rapidez que otros; las viviendas y comunidades más pobres tendrán una recuperación más difícil que las comunidades más adineradas.
- **La exposición temporal de los diferentes grupos.** Los diferentes grados de exposición están asociados con hechos como estar en casa (probabilidad más alta en la noche, que durante el día), frente a estar en una escuela o en un sitio de trabajo (probabilidad más alta durante el día, que en la noche).
- **La vulnerabilidad temporal de un grupo en un lugar específico expuesto a una amenaza de deslizamientos.** Los diferentes grados de vulnerabilidad física (lesiones o pérdida de vida) se determinarán dependiendo del lugar en que se encuentre el grupo en el momento que ocurre el deslizamiento, bien sea alrededor de la vivienda, en una casa de madera o en una estructura de concreto.
- **La variación de la vulnerabilidad por diferentes elementos.** Una casa puede tener la misma vulnerabilidad frente a un evento de deslizamiento sea éste lento o rápido, pero la vulnerabilidad de las personas que habitan la casa será menor frente a un evento más lento que rápido, dependiendo de su habilidad para salir de la casa.

Éstos y otros factores se deben considerar para evaluar la vulnerabilidad frente a los

**TABLA 1.3 Componentes de la gestión del riesgo de desastres**

COMPONENTE		EJEMPLO DE ACTIVIDAD
Evaluación del riesgo	Identificación del riesgo, análisis y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía de la amenaza, predicción y supervisión</li> <li>• Evaluación de la vulnerabilidad de la comunidad</li> <li>• Análisis de percepción del riesgo social</li> <li>• Cartografía del riesgo</li> </ul>
Evaluación del riesgo	Prevención y mitigación del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles de planificación</li> <li>• Códigos de construcción</li> <li>• Medidas de reducción de amenaza estructural</li> <li>• Financiación del riesgo: transferencia del riesgo (seguro), retención del riesgo (fondos)</li> </ul>
	Preparación para el desastre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilización pública</li> <li>• Alerta temprana</li> <li>• Fortalecimiento institucional</li> </ul>
Gestión posterior al desastre	Respuesta al desastre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la emergencia</li> <li>• Ayuda humanitaria</li> </ul>
	Recuperación del desastre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de las necesidades posteriores al desastre</li> <li>• Reconstrucción y rehabilitación</li> </ul>

deslizamientos. Debido al amplio rango de factores involucrados, “la evaluación de la vulnerabilidad es un problema complejo, que normalmente no se trata de manera apropiada y bien pensada” (Crozier y Glade, 2005, 27).

#### El proceso de gestión del riesgo de desastres

Un proceso típico de GRD incluye los siguientes pasos:

##### **Paso 1: Evaluación del riesgo de desastres**

- Analizar el riesgo. Identificar y medir la frecuencia, magnitud y tipo de amenaza y la vulnerabilidad y exposición de los elementos en riesgo.
- Comprender el riesgo: Identificar la amenaza subyacente y los procesos, causas y efectos de la vulnerabilidad.
- Evaluar el riesgo. Compararlo con otros riesgos y decidir si aceptar la situación o tratar el riesgo.

##### **Paso 2: Reducción del riesgo de desastres**

- Identificar las opciones de RRD.
  - Evitar la amenaza. Reducir la exposición mediante controles obligatorios en la planificación, evacuación de emergencias, o reubicación permanente.
  - Reducir la amenaza. Generalmente a través de algún tipo de medidas de ingeniería.

- Reducir la vulnerabilidad y/o exposición. Aumentar la fiabilidad de las estructuras utilizando controles de ingeniería y construcción o la resiliencia de las personas por medio de programas de sensibilización, alertas tempranas y la planificación de la respuesta y recuperación al desastre.

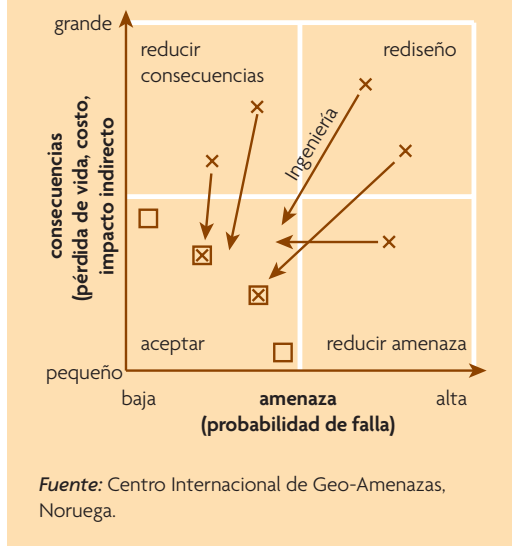
- Transferir el riesgo, utilizando fondos y seguros de desastre.

- Planificar el tratamiento de riesgo. Diseñar las opciones de tratamiento seleccionadas.
- Aplicar el tratamiento de riesgo.
- Supervisar el riesgo.

El término **mitigación**, a menudo se refiere a la toma conjunta de medidas de RRD. La mitigación abarca cualquier medida estructural (ingeniería) o no estructural (planificación, política, sensibilización pública) “llevadas a cabo para minimizar el impacto adverso de eventos naturales potencialmente peligrosos (Benson y Twigg, 2007, 16). La Tabla 1.3 define algunos de los términos comúnmente utilizados para describir los componentes de la GRD y da ejemplos de las actividades típicamente involucradas.

El objetivo final de la GRD es reducir el riesgo de desastres a un nivel aceptable. La Figura 1.7 muestra cómo se puede lograr, a través de las diferentes opciones de RRD (correspondientes a las listadas en el Paso 2 anterior): reducir las consecuencias, directamente reduciendo la

**FIGURA 1.7 Opciones de gestión del riesgo de desastres**



amenaza o realizando un rediseño de reducción de amenaza y consecuencias.

### Concepto de riesgo aceptable

Rara vez es factible eliminar el riesgo; sin embargo, las medidas de mitigación lo pueden reducir. La reducción de riesgo se lleva a cabo dentro del contexto de buscar y lograr lo que la sociedad y la comunidad consideran como “un riesgo aceptable” (o “riesgo tolerable”). Según el Grupo de Trabajo de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas sobre Deslizamientos, el riesgo aceptable se puede definir como “un riesgo con el cual la sociedad está dispuesta a convivir... con la confianza de que se está controlando adecuadamente, se mantiene bajo revisión y se trata de reducir aún más, en la medida en que es posible (Dai, Lee y Ngai, 2002, 78). Al considerar el criterio de riesgo aceptable frente a deslizamientos, se pueden aplicar los siguientes principios generales, definidos por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas:

- El riesgo incremental de una amenaza a un individuo no debe ser significativo comparado con otros riesgos a los cuales las personas están expuestas en la vida diaria;
- El riesgo incremental de una amenaza se debe reducir en la medida en que sea razonablemente práctico, p. ej., se debe aplicar el principio de Tan Bajo Como Sea Razonablemente Viable (ALARP, por sus siglas en inglés).

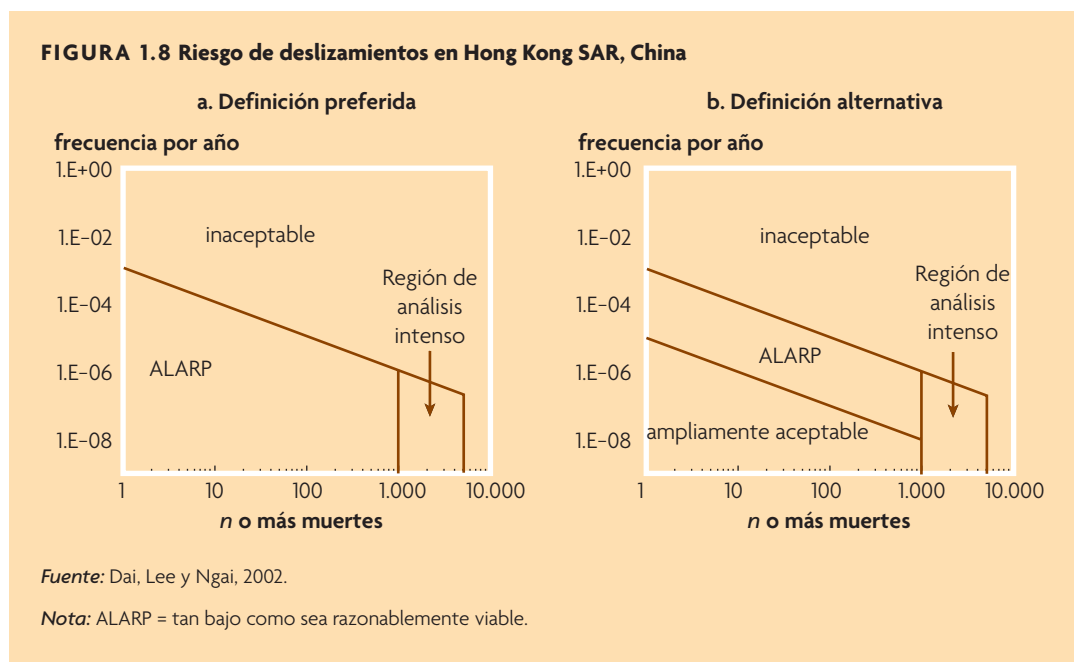
- Si la posible pérdida de vida que resulta de un deslizamiento es alta, el riesgo de que el incidente pueda realmente ocurrir debe ser bajo. Esto explica la particular intolerancia de una sociedad a incidentes que puedan causar muchas bajas simultáneas;
- Las personas en la sociedad tolerarán riesgos más altos de los que ellos consideran como aceptables, cuando no pueden controlar o reducir el riesgo debido a limitaciones financieras o de otro tipo;
- Es probable que se toleren riesgos más altos en las pendientes existentes, que en los proyectos planificados; igualmente, es más tolerable para los trabajadores de industrias en pendientes peligrosas, por ejemplo minas, que para la sociedad en su conjunto;
- Es más tolerable un alto riesgo de deslizamientos que ocurran naturalmente que el riesgo ocurrido en pendientes construidas;
- Una vez que una pendiente natural ha sido colocada bajo supervisión o se han ejecutado medidas de mitigación de riesgo, los riesgos tolerables se enfocan en las pendientes construidas;
- Los riesgos tolerables pueden variar de país a país y dentro de cada país, dependiendo de la exposición histórica a la amenaza de deslizamientos y el sistema de propiedad y control de los taludes y amenazas naturales de deslizamiento (Dai, Lee y Ngai, 2002, 78).

La definición de un riesgo aceptable es compleja y únicamente en circunstancias donde existe una gran cantidad de datos, se puede intentar seriamente y de forma cuantitativa. La Figura 1.8 muestra las definiciones desarrolladas en Hong Kong SAR, China. En la Figura 1.8a (definiciones preferidas), no hay una zona de riesgo aceptable definida; la figura 1.8b muestra una definición alternativa donde se considera razonable para la sociedad aceptar un cierto nivel de riesgo.

Tales formulaciones numéricas y declaraciones asociadas de riesgos, son solo una guía sobre lo que una sociedad determinada podría aceptar. Más comúnmente, los juicios sociales y políticos se hacen sobre la base de cada caso para ayudar a determinar un riesgo aceptable (Bunce, Cruden y Morgenstern, 1995; Dai, Lee y Ngai, 2002) y las



**FIGURA 1.8 Riesgo de deslizamientos en Hong Kong SAR, China**



medidas orientadoras que se implementan actualmente.

### 1.3.3 Influencias recientes sobre política de gestión del riesgo de desastres y sus implicaciones para MoSSaIC

#### Cambio de políticas a posteriori preventivas de desastres

Los responsables de formulación de políticas, los gobiernos y la agencias de desarrollo han reconocido el aumento del riesgo de desastres descrito anteriormente y han dado respuesta a ello. La GRD y RRD son hoy en día una parte ya establecida de la extensa literatura desarrollada sobre el tema y cada vez se están incorporando más en la políticas, normalmente en conjunto con los programas de adaptación al cambio climático y reducción de la pobreza. Este reconocimiento no solo ha sido un resultado de ello, sino que ha contribuido a la complejidad del panorama de promoción de la RRD y la respuesta al desastre (figuras 1.9 y 1.10). No obstante, los expertos consideran que este enfoque global y el compromiso con la RRD es aún insuficiente (Sweikar et al., 2006). La mitigación de desastres como un proceso a largo plazo de baja visibilidad que no ofrece garantía de recompensas tangibles, es a menudo pasada por alto, tanto por proyectos de desarrollo sostenibles.

Como por temas más inmediatos de respuestas de ayuda humanitaria a los desastres. Aunque

está reconocido que la reducción preventiva del, es probablemente preferida desde las perspectivas humanitarias y económicas (Blaikie et al., 1994), el 90% de la financiación bilateral y multilateral relacionada con desastres, aún se dedica al alivio y recuperación **después** del evento (Mechler, Linnerooth-Bayer y Peppiatt, 2006).

El surgimiento de una nueva tendencia en políticas y financiación generalmente ocurre en un ciclo decenal, lo cual da suma importancia al registro y los informes sobre el impacto de los proyectos, dada la respuesta retardada entre la financiación y la retroalimentación de los proyectos.

Si algo funciona es necesario mostrar pruebas, ya que es un dinamizador de cambios adicionales en política y financiación. El cambio de énfasis de un enfoque posterior (respuesta y recuperación) a un enfoque a posteriori (mitigación y preparación) frente a los desastres, se refleja en el portafolio de proyectos financiados por los bancos de desarrollo durante varios años (BID, 2005).

Sin embargo, la aplicación sobre el terreno no siempre se materializa de la misma manera. Wamsler (2006, 159) señala:

Durante las últimas tres décadas, las declaraciones políticas realizadas por todas las principales agencias han incluido la reducción de riesgo como una precondition y aspecto integrado del desarrollo sostenible, pero cuando ha llegado el momento de realizar una aplicación práctica, comparativamente se ha logrado poco.

**FIGURA 1.9 Panorama de promoción internacional para reducción del riesgo de desastres**



Fuente: Sweikar et al., 2006.

Nota: Las organizaciones listadas en cursiva juegan un papel identificable en la promoción. Las listadas en negrita están involucradas en coordinación.

Un estudio reciente de evaluación de un proyecto del Banco Mundial ofrece una clara evidencia de cómo la preparación y mitigación de desastres se debe tratar como una prioridad (tabla 1.4).

A pesar del cambio aparente a una política GRD con enfoque preventivo, también se nota un retraso en la financiación y la consecuente entrega de dicha política sobre el terreno. En relación con la reducción del riesgo de deslizamientos, los siguientes problemas se consideran esenciales:

- Los responsables de la toma de decisiones generalmente no elegirán invertir en un proyecto con beneficios invisibles (los beneficios principales de la RRD están en el futuro, en términos de pérdidas evitadas).
- En algunos casos, un enfoque de política de arriba a abajo de la RRD puede dificultar tanto la identificación de los factores de riesgo físico local como encontrar una solución práctica frente a la amenaza.
- El enfoque de arriba a abajo a menudo falla en obtener el compromiso de los más

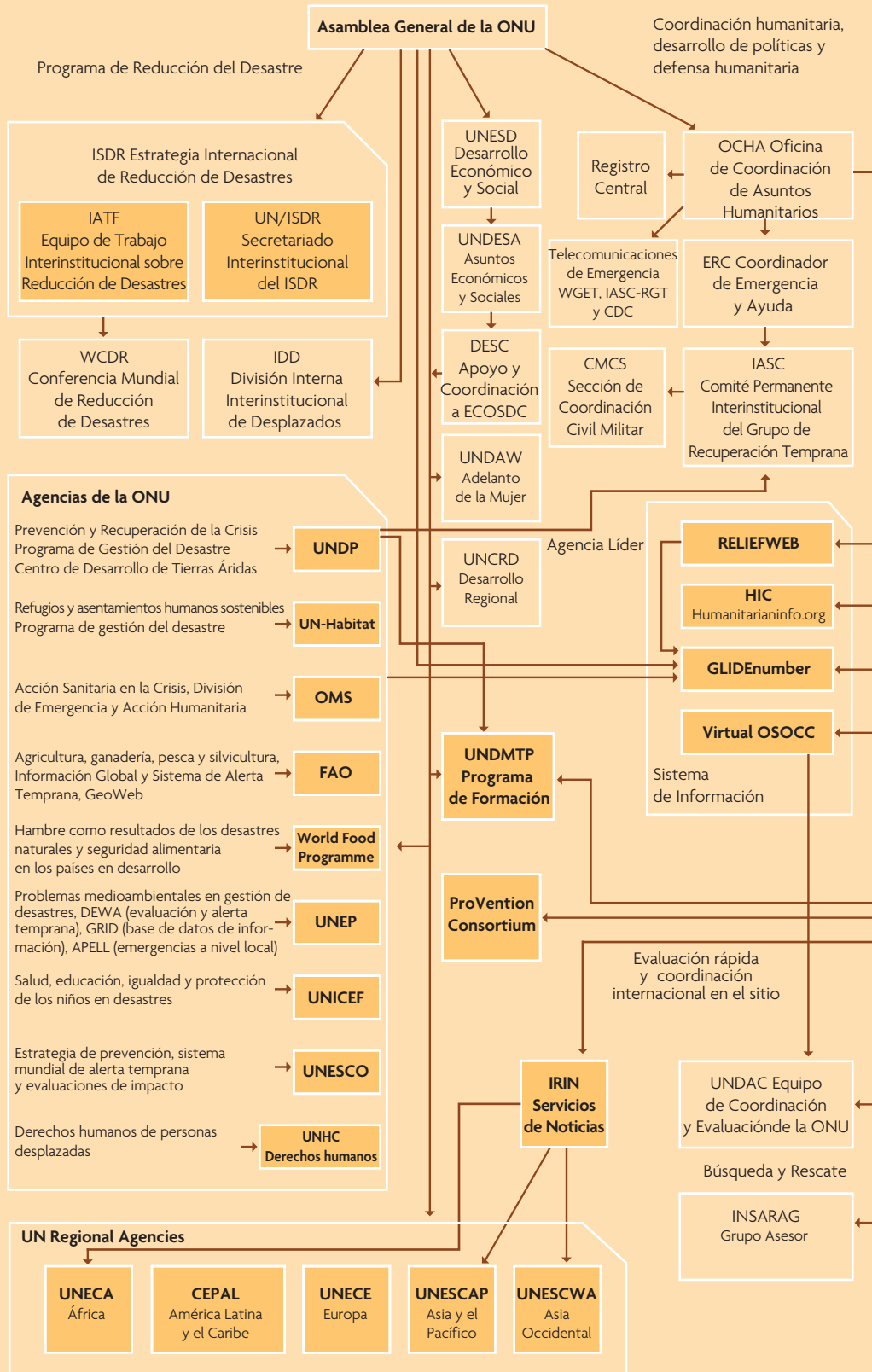
**TABLA 1.4 Lecciones aprendidas de los proyectos de desastres naturales del Banco Mundial**

RANGO	LECCIÓN	MENCIÓN EN LA BASE DE DATOS IEG
1	Es necesario abordar la gestión, preparación y mitigación de desastres	49
2	Es fundamental un proceso de adquisición sencillo y flexible para una aplicación rápida	40
3	Lecciones relativas a las unidades de coordinación del proyecto y/o trabajo con agencias existentes (pros y contras)	31
4	El mantenimiento es crítico para la sostenibilidad	25
5	El diseño sencillo del proyecto es más importante cuando las actividades a realizar son urgentes	25
6	La participación de la comunidad produce varios beneficios identificables	25

Fuente: IEG, 2006.

Nota: Las lecciones provienen de 303 proyectos de desastres naturales del Banco Mundial identificados por el Grupo de Evaluación Independiente del Banco Mundial (IEG).

**FIGURA 1.10 Marco organizacional de la ONU de respuesta a desastres**



Fuente: Lloyd-Jones, 2006.

vulnerables, quienes por lo tanto no se verán motivados a adoptar nuevas prácticas o hacer suyas las medidas de mitigación.

En consecuencia, la aplicación práctica de medidas de mitigación de deslizamientos rara vez se produce en comunidades vulnerables y por lo tanto, tampoco se prueba a efectividad de la mitigación.

Tres áreas interrelacionadas necesitan fortalecerse, la base de resultados para la inversión en reducción de riesgo, la base científica para reducir la amenaza y la base de la comunidad para la ejecución en el terreno. El siguiente tema explora las influencias recientes en la política preventiva de GRD en relación con estas tres áreas, con especial referencia al riesgo de deslizamientos y la importancia de la relación gobierno-comunidad. Este tema proporciona el contexto de políticas para MoSSaiC.

### Es necesario probar que la mitigación compensa

Los estudios llevados a cabo con respecto a proyectos específicos de la GRD reiteradamente indican que la mitigación compensa (Banco Mundial, 2010b): en general por cada dólar invertido se obtiene un retorno de dos a cuatro dólares en términos de impactos de desastres evitados o reducidos (Mechler, 2005; Moench, Mechler y Stapleton, 2007). Por otro lado, crear una cultura de prevención no es una tarea fácil. Mientras los costos de prevención se tienen que pagar en el presente, sus beneficios se encuentran en un futuro lejano. Además, los beneficios no son tangibles; hay guerras y desastres que no ocurren; así que no debería sorprendernos que las políticas preventivas reciban un apoyo generalmente más retórico que real. (Annan, 1999).

Las pruebas sugieren que el proceso de decisión de un individuo estará parcializado frente a las actividades y costos involucrados en eventos en los cuales se trata de reducir un riesgo de baja probabilidad, aunque éste sea de graves consecuencias. Meyer (2005) argumenta que nuestra capacidad para tomar decisiones óptimas sobre la mitigación es obstaculizada por tres prejuicios profundamente arraigados:

- **Cómo aprendemos del pasado.** Tendemos a aprender enfocándonos en la realimentación a corto plazo.
- **Cómo vemos el futuro.** Tendemos a ver el futuro como una simple extensión del

presente en vez de anticipar los eventos de baja probabilidad, como los desastres.

- **Cómo negociamos entre la inversión de capital inmediata en la reducción de riesgo y los futuros ahorros en pérdidas evitadas.** Tendemos a descontar excesivamente el valor de ambiguas recompensas futuras de los costos a corto plazo.

Meyer argumenta que, en conjunto, estas limitaciones parecen explicar muchos de los prejuicios que se observan en la toma de decisiones en el mundo real de la GRD y, lo más crítico, por qué tenemos tanta dificultad para corregirlas. Para superar estos prejuicios, es aún más urgente que se proporcione pruebas físicas de la eficacia de la RRD; no solo desde el punto de vista de la inversión económica, sino también en términos de los beneficios sociales e indirectos de aquellos que se encuentran en mayor situación de riesgo.

Un ejemplo que muestra que la mitigación compensa se proporciona mediante una serie de estudios realizados por la Wharton School de la Universidad de Pensilvania. Estos estudios utilizaron modelos de riesgos de catástrofes para poder evaluar el costo-beneficio de las medidas de mitigación. Los cuatro componentes básicos de un modelo de catástrofe –la amenaza, el inventario, la vulnerabilidad y la pérdida– permiten cuantificar el riesgo en términos de costo (Wharton School, 2008). En el caso de un huracán, los cuatro componentes se pueden definir de la siguiente manera:

- **Amenaza**, cuantificada por la frecuencia, magnitud y trayectoria del huracán
- **Inventario**, la lista (o cartera) de las propiedades expuestas al huracán pronosticado
- **Vulnerabilidad**, la susceptibilidad de que se produzcan daños en las estructuras expuestas al huracán.
- **Pérdidas**, las pérdidas financieras como resultado directo o indirecto del inventario de la propiedad.

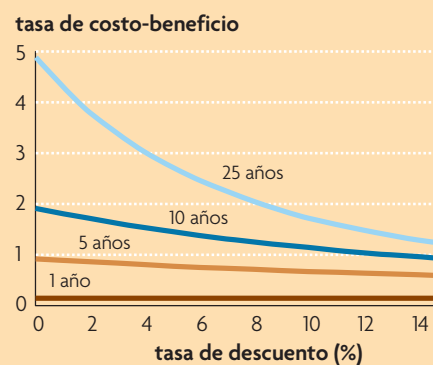
Para una determinada amenaza, los modelos de catástrofes permiten la comparación de los costos y beneficios de diferentes inversiones en la GRD. Por ejemplo, los modelos de costos y beneficios de la prevención de daños potenciales causados por un huracán a las propiedades (mediante la protección de ventanas y puertas y mejora de los tejados) en dos aldeas en Santa

Lucía, demostraron relaciones de costo-beneficio atractivas para una amplia gama de tasas de descuento potencial (Hochrainer-Stigler et al., 2010) (Figura 1.11).

El análisis del costo-beneficio utiliza una tasa de descuento para comparar los efectos económicos que pueden ocurrir en diferentes momentos. El descuento convierte los impactos económicos futuros a su valor presente. La tasa de descuento es generalmente positiva porque los recursos invertidos hoy pueden en promedio transformarse más adelante en más recursos. Si la mitigación de los huracanes se ve como una inversión, la tasa de retorno de esa inversión se puede utilizar para decidir cuánto se debe asignar a la mitigación. Suponiendo una vida útil de un proyecto de 25 años y una tasa de descuento de un 12%, el ejemplo en la Figura 1.11 muestra que tal intervención produce una relación costo-beneficio de 1.5:1, lo que en otras palabras significa, que compensa; pero con una supuesta vida útil del proyecto de tan solo cinco años, el costo es superior al beneficio (relación costo-beneficio).

La aplicación del modelo de catástrofes a las viviendas de madera en Canarias, Santa Lucía, muestra cómo se puede evaluar el efecto del cambio climático sobre los beneficios de las medidas de mitigación de huracanes (Ou-Yang, 2010). La Figura 1.12 muestra el cambio en relación con la relación costo-beneficio para las diferentes medidas de mitigación, a través de diferentes escalas de tiempo con y sin cambio

**FIGURA 1.11 Relación costo-beneficio de las medidas de prevención del huracán en Canarias y Patience, Santa Lucía**



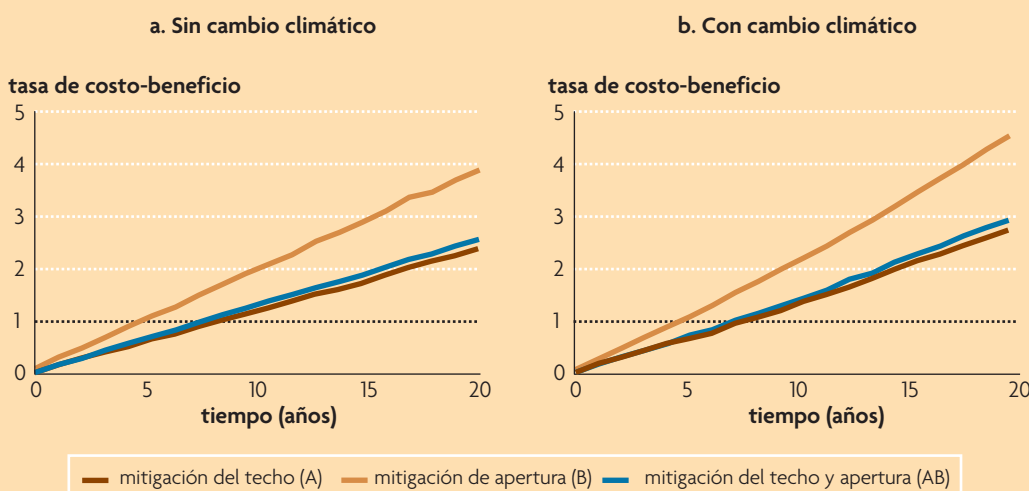
Fuente: Hochrainer-Stigler et al., 2010.

climático. Como era de esperar, la relación costo-beneficio aumenta con el tiempo en ambos casos, pero con un crecimiento más rápido en presencia del cambio climático. Este fenómeno es más importante para escalas de tiempo más largas. Después de 20 años, la tasa de costo-beneficio es superior a 4,5:1 en presencia del cambio climático, pero ligeramente por debajo de 4:1 en ausencia del cambio climático.

#### El papel de los seguros en el riesgo de desastres

Decidir cuánto invertir en la reducción de riesgo y cuánto invertir en seguros es un asunto complejo. Para la reducción de riesgo, las inversiones

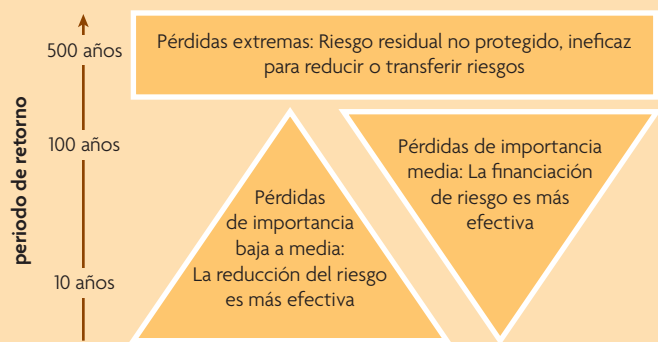
**FIGURA 1.12 Relación costo-beneficio de la mitigación para una construcción en madera en Canarias, Santa Lucía, con y sin el efecto del cambio climático**



Fuente: Ou-Yang, 2010.

Nota: Se asume una tasa de descuento del 0%.

**FIGURA 1.13 Eficiencia de instrumentos de gestión de riesgo y probabilidad de ocurrencia**



Fuente: Mechler et al., 2010.

probablemente tendrán una mejor relación costo-beneficio en los eventos relativamente frecuentes que en los eventos infrecuentes y de baja probabilidad. Por otro lado, los seguros de riesgo aparentemente son menos racionales económicamente para eventos frecuentes de bajas pérdidas, que se pueden cubrir domésticamente o cuando el riesgo se puede reducir (Mechler et al., 2010) (figura 1.13).

Ha habido un creciente interés en seguros potenciales para los riesgos de desastres relativamente más extremos (Kunreuther, 2009). Un ejemplo de tal seguro es el Centro de Servicio Caribeño de Seguros por Riesgo de Catástrofes.

El CRRIF (por sus siglas en inglés) es un centro de agrupación del riesgo de propiedad de los gobiernos Caribeños operado y registrado en el Caribe. Está diseñado para limitar el impacto financiero a los gobiernos Caribeños por las pérdidas resultantes de huracanes y terremotos catastróficos proporcionando rápidamente liquidez a corto plazo. Es el primero del mundo y hasta la fecha el único fondo regional en utilizar un seguro paramétrico dándole a los gobiernos del Caribe una oportunidad única de comprar una cobertura para catástrofes por terremotos y huracanes con el menor precio posible (CCRIF, 2012).

El consenso en este campo sugiere que el seguro por parte de los gobiernos no es apropiado para los riesgos de ocurrencia frecuente; por el contrario, el gasto en la reducción de riesgo, si es relevante en tales circunstancias. Dado que MoSSaiC busca reducir el riesgo de deslizamientos enfocándose directamente en

los factores que provocan la amenaza de deslizamientos urbano local, éste puede desempeñar un papel en la reducción de la acumulación de este tipo de eventos de ocurrencia frecuente. Potencialmente, MoSSaiC también podría ser atractivo debido a su relación costo-beneficio en la reducción de amenazas de deslizamientos asociados con eventos de lluvias más extremas (Holcombe et al., 2011).

### Necesidad de una evaluación de riesgo con base científica

La tendencia hacia una inversión preventiva en RRD conlleva la necesidad de evaluar y tratar los factores de riesgo subyacentes tales como amenaza, exposición y vulnerabilidad (definidas en la sección 1.3.2). La evaluación de riesgo constituye la base para una GRD efectiva al responder las siguientes preguntas e identificar qué opciones de gestión de riesgo serían más eficaces. (Ho, Leroi y Roberds, 2000; Lee y Jones, 2004):

- **Identificación de la Amenaza.** ¿Cuáles son los tipos probables de amenazas?
- **Evaluación de la amenaza.** ¿Qué causa cada amenaza y cuál es su frecuencia y magnitud?
- **Identificación de los elementos en riesgo.** ¿Cuáles son los elementos expuestos a cada situación de riesgo?
- **Evaluación de la vulnerabilidad.** ¿Cuál podría ser el nivel de daño de estos elementos?
- **Estimación/cuantificación de riesgo.** ¿Cuál es el riesgo asociado a cada amenaza?
- **Evaluación de riesgo.** ¿Cuál es la importancia de esos riesgos estimados y cuáles son las opciones para gestionarlos?

Las Naciones Unidas (ONU) ha formulado recomendaciones claras sobre la necesidad de una evaluación de riesgos efectiva; éstas requieren el tratamiento de los factores de riesgo subyacente:

Una falla en el tratamiento de los factores de riesgo subyacentes dará lugar a un incremento dramático en el riesgo de desastres y los resultados de pobreza asociados. Por el contrario, **si se le da prioridad al estudio de estos factores, se podrá reducir el riesgo**, proteger el desarrollo humano y facilitar la adaptación al cambio climático. Más que un costo, esto se debe ver como una inversión en la construcción de un

futuro más seguro, estable, sostenible y equitativo. Dada la urgencia que impone el cambio climático, es necesario tomar ahora una acción decisiva (ONU, 2009, 4;).

En el caso del riesgo de deslizamientos, es necesario entender mejor los factores de amenaza y proporcionar una base científica para su gestión. Esto significa comprender los procesos físicos que afectan la estabilidad de los taludes (y el efecto de las actividades humanas en esos procesos físicos), así como la escala en la cual operan (bien sea a escala de ladera o comunidad), de tal forma que se puedan identificar y aplicar las medidas apropiadas. Los factores relevantes de amenaza de deslizamientos y los métodos de evaluación se presentarán en los capítulos 2, 3 y 4.

Se ha difundido ampliamente la necesidad de que las disciplinas de la geo-ciencia produzcan un enfoque integrado frente a la reducción de riesgo:

Si bien todas las regiones experimentan desastres por deslizamientos, el daño resultante es más grave en los países en vías de desarrollo donde la base de conocimientos necesaria para identificar las zonas propensas a deslizamiento es a menudo inexistente o incompleto (UNU, 2006).

Para mitigar efectivamente la amenaza de un deslizamiento, se requieren nuevas metodologías que apunten al desarrollo de una mejor comprensión de la amenaza de deslizamientos y tomar decisiones racionales en la asignación de recursos para la gestión de riesgo... esto dependerá de manera crucial de una mejor comprensión y de una mayor sofisticación, transparencia y rigor en la aplicación de la ciencia (Dai, Lee y Ngai, 2002, 65, 82).

Los métodos científicos para la evaluación de la amenaza de deslizamientos (ubicación, frecuencia, magnitud) deben combinarse con una evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a la amenaza, de modo que se identifiquen las comunidades más expuestas. Las recomendaciones específicas de la ONU son las siguientes:

- Cambiar el énfasis de la protección social de solo un enfoque exclusivo de respuesta a la inclusión de mecanismos previos al desastre y una **orientación más efectiva hacia los grupos más vulnerables.**

- Promover una cultura de planificación e implementación de la reducción del riesgo de desastres basada en alianzas y cooperación entre el gobierno y la sociedad civil, que apoye la iniciativa local, a fin de reducir drásticamente los costos de reducción de riesgo, asegurar la aceptación local y crear un capital social (ONU, 2009, 5;).

Los comentarios de Maskrey (1989), Pelling y High (2005) y Twigg (2001) dan soporte al potencial de la comunidad en este contexto. Los fondos sociales son quizá un ejemplo de la formalización de este tipo de alianzas entre los gobiernos y la sociedad civil, que permitirían a estas entidades estar bien posicionadas para contribuir a los proyectos MoSSaiC en la aplicación de reducción del riesgo de deslizamientos.

#### Necesidad de completar los mapas de riesgo nacionales con estudios locales

En el contexto de políticas nacionales e internacionales de la GRD, el primer paso natural es intentar llevar a cabo una evaluación del riesgo de desastres a una escala regional y nacional. Esto a menudo implica el uso de software de sistemas de información geográfica (SIG) para generar mapas que delimiten amplias zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. La precisión y la resolución espacial de los mapas de riesgo se determina por la calidad y resolución de las capas subyacentes de datos –varios mapas digitales de las diferentes variables que afectan la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. Por ejemplo, la amenaza de deslizamientos puede expresarse cualitativamente y a baja resolución espacial, como “susceptibilidad” a deslizamiento, de acuerdo con los mapas generales de ángulo de las pendientes, tipo de suelo y uso del suelo.

En la última década, se han producido avances significativos en el análisis de deslizamientos distribuidos espacialmente. Glade y Crozier (2005) revisan los enfoques cualitativos y cuantitativos actuales para el análisis de deslizamientos desde escalas menores de 1:10.000 a mayores de 1:750.000. Sin embargo, incluso en las escalas espaciales más detalladas, los métodos de cartografía basados en SIG no pueden identificar las propiedades detalladas de la pendiente y los mecanismos de deslizamiento locales. La susceptibilidad a deslizamientos nacionales o los mapas de amenaza desarrollados de esta forma se desacoplan efectivamente de los

procesos de deslizamiento locales dominantes. La escala del mapa es incompatible con la escala de los procesos físicos.

Idealmente, el uso más apropiado de estos mapas es permitir la identificación de zonas de control de planificación para impedir la ocupación o desarrollo de las zonas más propensas a los deslizamientos y evitar completamente la exposición al riesgo. Sin embargo, en los países en desarrollo, a menudo existe una capacidad limitada para hacer cumplir los controles de planificación o para desalojar dichas zonas.

Si la exposición de las comunidades a las amenazas de deslizamientos no se puede reducir fácilmente, la siguiente pregunta es si se puede reducir la amenaza o sus consecuencias. Por desgracia, los mapas de amenaza y susceptibilidad a deslizamientos en zonas extensas no darán respuestas acerca de lo que realmente está causando la inestabilidad de la pendiente en una ladera particular o cuándo un deslizamiento podría ocurrir. Sin comprender esto, no es posible identificar rápidamente un enfoque de mitigación. Esta falta de correspondencia entre las escalas puede ser un factor que ha llevado a la observación de que a pesar de los numerosos y extensos enfoques regionales, la aceptación de los mapas de riesgo ha sido mínima (Opadeyi, Ali y Chin, 2005; Zaitchik van Es, 2003).

Como se ha indicado, la cartografía de la amenaza de deslizamientos de una zona extensa representa el primer paso en el proceso de evaluación de riesgo. Habiendo identificado amplias zonas con riesgo de deslizamientos, el siguiente paso es ir a una escala más detallada y luego en el sitio, identificar los factores de riesgo

locales. De esta manera, MoSSaiC involucra a los equipos de las comunidades y el gobierno combinando el conocimiento local con experiencia científica para entender los procesos de las pendientes locales e identificar las medidas de mitigación del deslizamiento potencial. Complementar estos mapas del riesgo de deslizamientos de zonas extensas con este enfoque de abajo a arriba permite que las políticas nacionales de la GRD se traduzcan en la ejecución de medidas eficaces de mitigación.

### El papel de los fondos sociales

Al tratar de ayudar a las comunidades más vulnerables, los fondos sociales han tenido un papel importante en muchos países en vías de desarrollo y han llegado a estar cada vez más enfocados en la reducción de la vulnerabilidad como parte de la GRD. Tales fondos son a menudo asimilados por el gobierno como instituciones y, en ciertos casos, están mejor integrados con los respectivos organismos regionales de financiación. La incorporación de la perspectiva de los fondos sociales en los últimos años (figura 1.14), combinada con su enfoque en los más necesitados, hace de ellos un socio potencialmente importante en el tratamiento de los factores físicos y sociales del riesgo de deslizamientos.

Los fondos sociales pueden ayudar en la GRD y contribuir a los elementos del seguro del riesgo de desastres de la siguiente manera (Siri, 2006):

- Estableciendo normas de buenas prácticas en la construcción de infraestructura.
- Dando ejemplo al no promover la reconstrucción de zonas propensas a desastres.
- Realizando actividades de formación destinadas a fortalecer la capacidad técnica para

**FIGURA 1.14 Evolución de los objetivos y actividades del fondo social**

Finales años 80	1990	Finales años 90	2000	Finales años 2000
empleo/respuesta a la crisis	Desarrollo de infraestructura impulsado desde el gobierno central/ desarrollo de servicio social	Enfoques CDD	Apoyo a la descentralización/ CDD/microcréditos	Las agencias asumen las responsabilidades adicionales (tales como CCT/gestión de desastres)
	Fondos temporales		Aumento de la integración en los esfuerzos de reducción de la pobreza del país y la incorporación como instituciones legítimas del gobierno	

*Fuente:* de Silva y Sum, 2008.

*Nota:* CCT = transferencias monetaria condicionadas; CDD = desarrollo impulsado por la comunidad.



mitigar el posible impacto de los desastres naturales.

- Ampliando sus portafolios para incluir proyectos de mitigación de daños por deslizamientos.
- Promoviendo programas de microcréditos.
- Generando empleo para los grupos de bajos ingresos, lo que reduce la vulnerabilidad de los pobres frente a los desastres.

Si bien el enfoque de MoSSaiC está esencialmente dirigido al tratamiento de los **factores del riesgo de deslizamientos** en las comunidades más vulnerables, es importante acoplar dicho enfoque con algunas iniciativas locales existentes destinadas a evaluar y tratar los factores de vulnerabilidad del riesgo de deslizamientos (tales como los proyectos de reducción de pobreza o de preparación para el riesgo).

#### Una guía flexible para la política y práctica de reducción del riesgo de deslizamientos.

MoSSaiC está diseñado para hacer llegar medidas eficaces de reducción del riesgo de deslizamientos mediante:

- la aplicación de métodos científicos apropiados (en la escala física correcta) para comprender los **factores de riesgo físico** y por lo tanto reducir la amenaza del deslizamiento;
- llevarlos a cabo en el **contexto de la comunidad** fomentando al mismo tiempo una alianza gobierno-comunidad, tanto para ejecutar las medidas como para la gestión continua de la estabilidad de las pendientes y de este modo
- proporcionar el fundamento para el desarrollo **basado en resultados** con la cual demostrar que la mitigación compensa, tanto social y económicamente, como directa e indirectamente.

MoSSaiC evalúa el riesgo de deslizamientos específico que enfrentan las comunidades vulnerables en dos etapas: (1) mediante el uso de indicadores de riesgo básicos para identificar las comunidades de mayor riesgo (utilizando cualquier mapa disponible de amenaza o susceptibilidad a deslizamiento de zonas extensas y evaluaciones de vulnerabilidad de la comunidad) y (2) mediante la realización de cartografía detallada de las características de la pendiente a escala de la comunidad, con el fin de comprender los mecanismos precisos de deslizamiento. En las comunidades vulnerables densamente

pobladas, la infiltración de aguas de la superficie es a menudo un factor importante causante de deslizamientos.

El tratamiento de esta amenaza consiste en el diseño y construcción de drenajes en ubicaciones clave para recoger el agua de la superficie; lo llevan a cabo los equipos del gobierno y los contratistas de la comunidad. Se evalúan los resultados de la efectividad de las medidas de reducción de riesgo. El papel del gobierno es vital para abordar los factores de riesgo, tanto físicos como sociales y en la escala correcta (a nivel de ladera/comunidad). Este enfoque de la reducción del riesgo de deslizamientos según la comunidad se discute con más detalle en la sección 1.4. De hecho, este libro en su conjunto tiene como objetivo proporcionar una guía flexible para esta forma de gestión del riesgo de deslizamientos.

#### 1.3.4 El riesgo de deslizamientos y otros problemas de política de desarrollo

Varios problemas y procesos de políticas de desarrollo puede dar lugar a la ocurrencia de deslizamientos intensificados, incluyendo cambio climático, urbanización, prácticas en el uso de suelos (deforestación, corte de taludes para la construcción de viviendas) y la gestión inadecuada de los sistemas de agua y alcantarillado. Es útil introducir dos de estos problemas en esta etapa debido a su conexión con los factores del riesgo de deslizamientos predominantes que MoSSaiC busca mitigar.

- Algunas predicciones (por ejemplo, UNISDR, 2009) sostienen que el **cambio climático** puede provocar un aumento en la intensidad de los eventos de precipitación de lluvias en el trópico húmedo. Knutson et al. (2010, 157) comenta además, que “debe reconocerse que la determinación de las tendencias está obstaculizada por las limitaciones sustanciales en la disponibilidad y calidad de los datos globales”. Debido a que la lluvia es uno de los factores físicos del riesgo de deslizamientos, es posible que el cambio climático pueda aumentar la frecuencia de deslizamientos desencadenados por lluvia en esta región.
- La **urbanización** es un factor socioeconómico importante con respecto al riesgo de deslizamientos. Como se señaló anteriormente, las actividades de desarrollo sobre pendientes propensas a deslizamientos puede aumentar el riesgo de deslizamientos

de tierras, mientras que los que viven en las pendientes tienden a ser los más vulnerables a tales desastres.

### Lluvias como desencadenante de deslizamientos y cambio climático

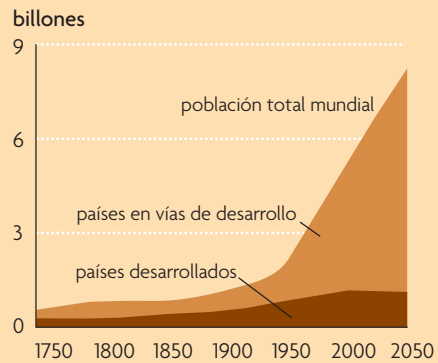
Muchas regiones tropicales y subtropicales en vías de desarrollo están sujetas a eventos de precipitación que desencadenan deslizamientos en las pendientes pronunciadas. Algunas predicciones actuales de cambio climático apuntan a la probabilidad de un incremento en la intensidad de huracanes y otros eventos extremos de lluvia en esas regiones, de los cuales se espera que puedan dar lugar a un incremento en el número y magnitud de deslizamientos (Mann y Kerry, 2006).

Los vínculos entre cambio climático, desarrollo y la RRD están fuertemente enfatizados por las agencias internacionales de desarrollo. Por ejemplo, la Estrategia Internacional de Naciones Unidas para Reducción de Desastres señala que “La reducción del riesgo de desastres y la mitigación y adaptación al cambio climático comparten objetivos comunes. Ambos campos tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad de las comunidades y lograr el desarrollo sostenible” (UNISDR, 2012). Esto refuerza una declaración anterior que afirma que “el impacto de cualquier aumento en las amenazas relacionadas con el clima será asimétricamente alto. Los países más pobres que concentran la mayoría de riesgo existente, se verán afectados desproporcionadamente por el cambio climático” (UNISDR, 2009, 20).

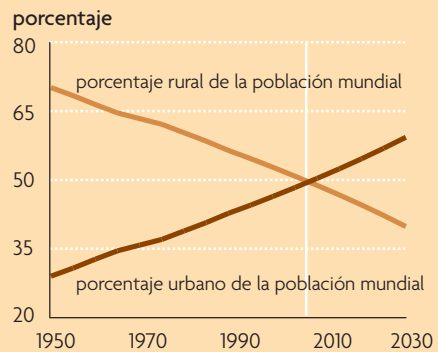
Siempre que sea posible, las predicciones de cambio en los intervalos de recurrencia de los eventos de lluvia desencadenantes de deslizamiento se deben incorporar a la evaluación del riesgo de deslizamientos. El riesgo de no hacerlo puede producir una responsabilidad pública significativo, bien sea porque el sector privado ya no correrá con el riesgo, o bien debido a los costos incrementados de recuperación de desastres (UNISDR, 2009). En algunos casos, incluso las medidas estructurales relativamente simples pueden producir beneficios a corto y largo plazo en el cambio climático. MoSSaiC es consistente con esta motivación política, ya que dichas medidas podrían incluir la mitigación del deslizamiento.

**FIGURA 1.15 Crecimiento de la población y urbanización, factores del riesgo de deslizamiento**

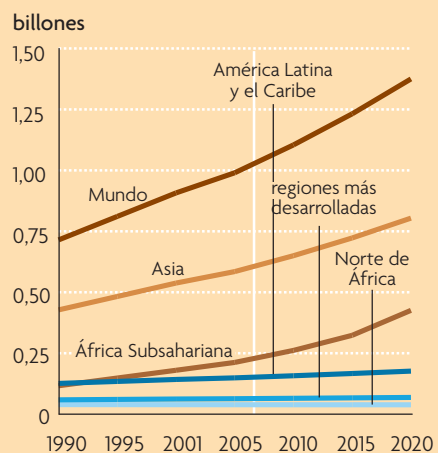
#### a. Crecimiento de la población mundial



#### b. Cambio de la población urbana/rural



#### c. Crecimiento de población en infraviviendas



Fuentes: a—Soubbotina, 2004; b—UN, 2007; c—UN-Habitat, 2005.

Nota: En c, las cifras de 1995 se interpolan usando estimaciones de 1990 y 2001. Las cifras de 2005 son proyecciones. Australia, Nueva Zelanda y Japón se incluyen en las regiones más desarrolladas.

## Urbanización

El cambio social es más rápido que el cambio climático. Cuatro factores sociales proporcionan un contexto crítico para la acumulación del riesgo de deslizamiento: un aumento significativo de la población mundial (figura 1.15a) acompañado de una urbanización acrecentada (figura 1.15b) y deficientes condiciones de vivienda (figura 1.15c), lo que se traduce en tener a los más vulnerables soportando la mayor exposición al riesgo de deslizamientos (figura 15).

Las infraviviendas crecerán en suelo urbano marginal debido a que la velocidad del crecimiento económico en los centros urbanos, no sigue el ritmo al efecto combinado del aumento de la población y la migración del campo a la ciudad. Las personas se desplazan a los centros urbanos con la esperanza de lograr un lugar en la nueva economía. Pero esta afluencia humana sobrepasa la capacidad de generación de empleo privado y la capacidad del gobierno para crear infraestructura (Spence, 2011).

La tenencia de la vivienda también es relevante en este contexto. El Banco Mundial (2009) reporta que para los países de bajos ingresos, la tenencia de vivienda predominante, es la no autorizada (definida por Angel, 2000 como aquella que no cumple con las regulaciones actuales relativas a la propiedad del suelo, el uso del suelo, las zonas de planificación o la construcción), con pequeñas cantidades de viviendas ilegales (tabla 1.5).

Los siguientes factores relativos a la urbanización contribuyen a aumentar el riesgo de deslizamiento:

- En muchas ubicaciones, la cantidad de vivienda no autorizada (aproximadamente el 60% en áreas del Caribe Oriental, como ejemplo) es mayor que la vivienda autorizada. Se puede esperar que las políticas

de planificación y zonificación tengan una influencia limitada en tales circunstancias.

- La vivienda no autorizada o informal a menudo se encuentra en las laderas ya propensas a deslizamientos. Si bien los requisitos de zonificación de pendientes típicas para un área propensa a deslizamientos sugieren que ninguna casa debería estar construida sobre una inclinación que exceda de 14 grados (Shuster y Highland, 2007), los asentamientos informales de vivienda se hallan invariablemente en laderas que son considerablemente más pronunciadas).
- La vivienda no autorizada puede contribuir a la inestabilidad de la pendiente si los residentes:
  - cortan las pendientes en ángulos pronunciados para proporcionar laderas escalonadas para vivienda adicional;
  - reorientan la escorrentía de tormentas de forma que el flujo se concentra en partes de las pendientes que no están preparadas para recibirlas;
  - añaden agua proveniente de los sistemas sépticos a las pendientes; o
  - eliminan árboles, arbustos y otra vegetación leñosa (Olshansky, 1996).
- El número de personas que viven en zonas de vivienda no autorizada ha crecido muy rápidamente. En Caracas, República Bolivariana de Venezuela se estima que alrededor del 40% de la población vive en distritos de bajos ingresos (barrios) que crecen a una tasa anual alrededor del 20% (Schuster y Highland, 2007).

Las tendencias en el creciente desarrollo urbano no autorizado y el riesgo de deslizamientos continuarán a menos que se ejecuten medidas de mitigación efectiva sobre el terreno. Un asunto pendiente, que deben tener presente los gobiernos, es tener en cuenta cuál es el

**TABLA 1.5 Porcentaje de ocupación del propietario, vivienda no autorizada y vivienda ilegal por ingreso/país, 1990**

TENENCIA DE VIVIENDA	INGRESO BAJO	INGRESO MEDIO-BAJO	INGRESO MEDIO-ALTO	INGRESO ALTO
Ocupación por el propietario	33	59	57	59
Vivienda no autorizada	64	27	9	0
Vivienda ilegal	17	16	4	0

Fuente: Banco Mundial, 2009.

grado en el cual deben considerar la adopción de medidas de mitigación de deslizamientos, como legitimar las comunidades no autorizadas en tales circunstancias. Este es un tema que se debería revisar cuando se considere dicho proyecto para su implementación.

## 1.4 MOSSAIC

### 1.4.1 Visión General

El Informe sobre *Desarrollo Mundial 2010* proporciona esta visión de conjunto sobre MoSSaiC:

MoSSaiC ha experimentado una nueva manera de lograr la reducción real del riesgo de deslizamientos en las comunidades vulnerables, un programa destinado a la mejora de la gestión de taludes en las comunidades del Caribe Oriental. MoSSaiC identifica y aplica enfoques de bajo costo de acuerdo con la comunidad para la reducción del riesgo de deslizamientos, en los cuales los residentes de la comunidad indican las zonas con problemas percibidos de drenaje, antes de evaluar opciones de reducción del riesgo de deslizamientos mediante la gestión de las aguas superficiales.

¿Cuáles son las actividades? La gestión de las aguas superficiales en todas sus formas (el agua de los tejados, las aguas grises domésticas y el flujo superficial del agua de lluvia), el control de las condiciones de las aguas subterráneas poco profundas y la construcción de los sistemas de drenaje de bajo costo. Todo el trabajo se oferta con contratistas de la comunidad. Este compromiso de principio a fin con la comunidad, fomenta su participación en la planificación, ejecución y mantenimiento de la gestión del agua superficial en las pendientes de alto riesgo. Esto genera un programa del que la comunidad se apropia, en vez de ser algo impuesto por una agencia o el gobierno.

MoSSaiC ha reducido el riesgo de deslizamientos ofreciendo a la comunidad empleo y conciencia de riesgo y ha tomado un enfoque participativo para el despliegue del programa en otras comunidades. El programa muestra que, cambiando el punto de vista de la comunidad acerca de la mitigación de riesgo, puede mejorar la percepción de la comunidad sobre los riesgos climáticos. Esto también establece un bucle de retroalimentación entre los

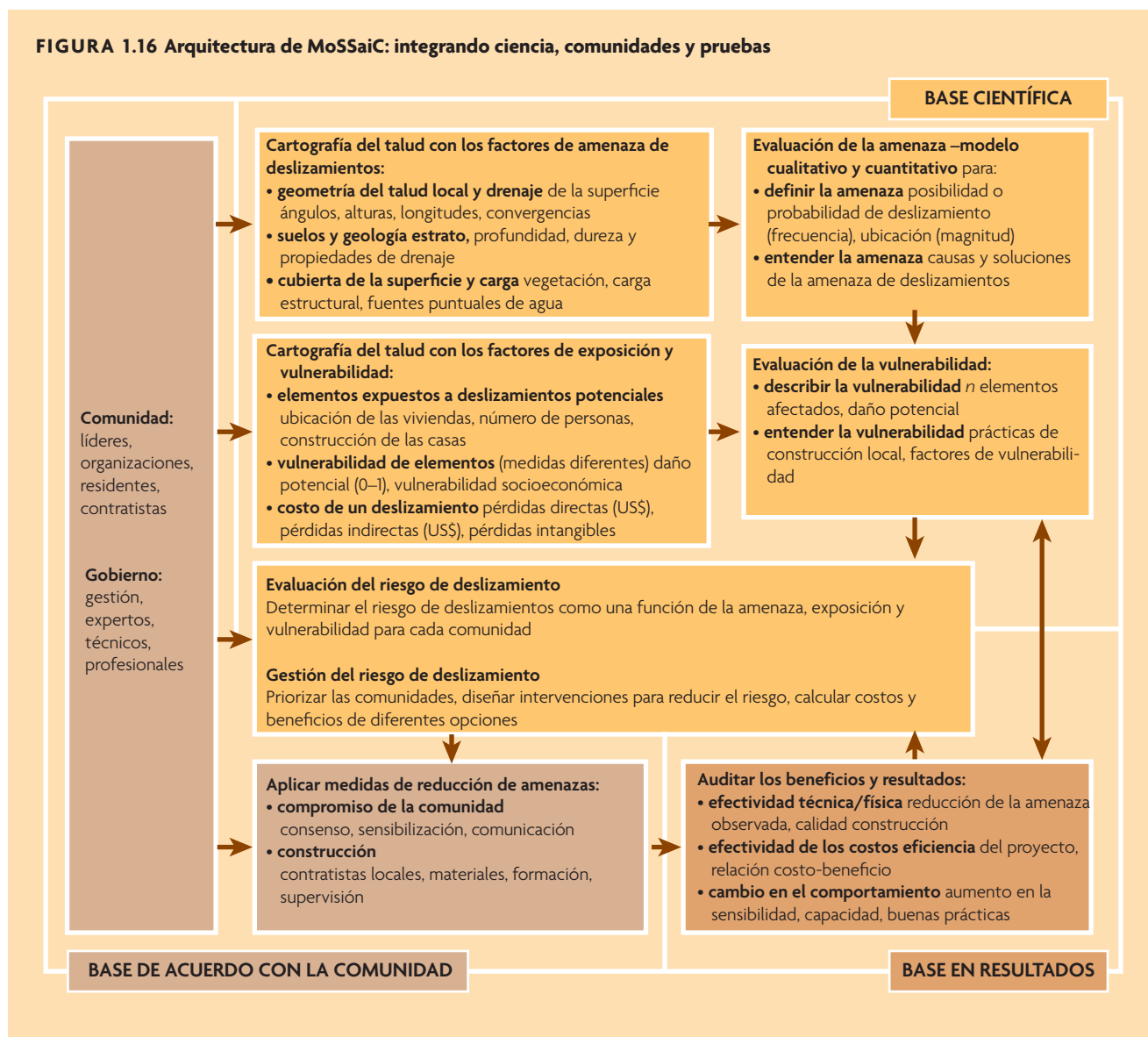
aportes y los resultados del proyecto con más del 80% de los fondos gastados en las comunidades, lo que permite que las comunidades y el gobierno establezcan un vínculo claro entre la percepción de riesgo y los aportes y resultados tangibles del proyecto (Banco Mundial, 2010a, 327).

A diferencia de los enfoques de arriba a abajo, MoSSaiC se ha desarrollado a escala de las comunidades y laderas, por lo tanto, ha accedido a la información de la comunidad y parámetros de las pendientes a una escala relevante para el proceso. Este enfoque permite un compromiso con los residentes y los expertos del gobierno (incluyendo ingenieros, topógrafos, planificadores y funcionarios de desarrollo de la comunidad) con el fin de desarrollar una amplia evaluación de factores desencadenantes de deslizamientos probables, niveles de riesgo e impacto potencial. Típicamente, el mecanismo de inestabilidad dominante en estas comunidades densamente construidas es la infiltración de la lluvia y el agua de los hogares sobre el suelo de las pendientes, al igual que la concentración de dichos flujos en ubicaciones propensas a deslizamientos, debido a corrientes superficiales de agua y patrones de drenaje alterados. Por lo tanto, las medidas de mitigación del riesgo de deslizamientos consisten en drenajes ubicados apropiadamente para interceptar y controlar el agua de la superficie, captar el agua de los tejados y conectar los hogares a la red de drenaje.

Como se presentó en la sección 1.2, MoSSaiC se basa en tres pilares básicos (cuadro 1.6), una base **científica** que, combinada con según la **comunidad**, entrega una base de resultados para la mitigación del deslizamiento. La gestión y clara comunicación de este enfoque dentro del gobierno y en asociación con la comunidad puede dar lugar a un **cambio de comportamiento** respecto a las prácticas y **políticas** de estabilidad de los taludes.

Estos tres fundamentos principales: la combinación de la investigación, la política y los intereses humanitarios para entregar las pruebas y poder llevar a cabo la mitigación y el establecimiento de los resultados posteriores a la mitigación, requieren una estructura holística funcional (figura 1.16). Los siguientes capítulos detallan los distintos elementos dentro de esta estructura.

FIGURA 1.16 Arquitectura de MoSSaiC: integrando ciencia, comunidades y pruebas



### 1.4.2 MoSSaiC: Base científica

Una evaluación del riesgo de deslizamientos con una base científica apropiada proporciona el fundamento para el diseño de una intervención y permite a aquellos que abogan por estas medidas justificar sus recomendaciones. Por lo tanto, es esencial una comprensión de los mecanismos que desencadenan los deslizamientos y la escala a la cual operan.

Los factores del riesgo de deslizamientos se pueden resumir así:

- **Factores físicos.** La amenaza de deslizamientos resulta de una combinación de factores preparatorios según la geometría, el suelo y la geología de la pendiente, la vegetación, las aguas superficiales y los regímenes de aguas subterráneas y los mecanismos

desencadenantes tales como la lluvia y los fenómenos sísmicos. Las regiones tropicales son especialmente susceptibles a los deslizamientos debido a la alta intensidad y duración de las precipitaciones en zonas de suelos profundos (a menudo en pendientes pronunciadas) en este tipo de entornos.

- **Contribuyentes antropogénicos.** Aún sin cambio climático, las actividades antropogénicas están aumentando el riesgo de deslizamientos en algunas de las comunidades urbanas más vulnerables en los países en vías de desarrollo. Estas actividades incluyen alterar la geometría de la pendiente con movimientos de tierra (desmonte y relleno en la escala de las parcelas familiares), cargar las pendientes con edificios e infraestructura, modificar la vegetación y los consiguientes

**TABLA 1.6 Fundamentos de MoSSaiC**

FUNDAMENTOS	EXPLICACIÓN	MoSSaiC
Base científica	Necesidad de entender los factores físicos que constituyen la amenaza de deslizamientos para diseñar las medidas de mitigación apropiada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las causas físicas localizadas de la amenaza de deslizamientos en la escala física correcta (esto coincide con la escala de la comunidad y las prácticas de gestión de taludes)</li> <li>• Trata las causas físicas de los deslizamientos en esta escala</li> <li>• Proporciona una justificación de base científica para la selección de la comunidad y las medidas de mitigación</li> </ul>
De acuerdo con la comunidad	Necesidad de entender los factores de riesgo humano (ya que se refieren tanto a la amenaza física como a la vulnerabilidad) y equilibrar los enfoques de las políticas del gobierno, con las soluciones participativas de acuerdo con la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se enfoca en las comunidades más vulnerables</li> <li>• Se compromete con la comunidad para identificar las causas de la amenaza de deslizamientos y sus soluciones, que a menudo se relacionan con el drenaje</li> <li>• Emplea contratistas y trabajadores de la comunidad para construir las medidas de drenaje</li> <li>• Reconoce el papel de los individuos en la reducción del riesgo de deslizamientos</li> <li>• Forma equipos internos de gerentes y profesionales expertos para trabajar con las comunidades y hacer llegar las medidas de mitigación</li> <li>• Motiva las alianzas entre el gobierno y la comunidad</li> </ul>
Base en resultados	Necesidad de ofrecer pruebas de que la mitigación de los deslizamientos compensa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega las obras civiles apropiadas para reducir la amenaza de deslizamientos</li> <li>• Asigna la mayoría de los fondos del proyecto y el tiempo a las comunidades más vulnerables</li> <li>• Demuestra a los responsables de la toma de decisiones los beneficios y la efectividad de los costos en la reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad</li> <li>• Cambia la percepción local de riesgo y motiva el cambio de comportamiento con respecto a la gestión sostenible de estabilidad de taludes en las comunidades</li> </ul>

cambios en los regímenes de aguas superficiales y subterráneas en la pendiente. La presión del desarrollo y crecimiento de la población en las tierras disponibles supone que los sectores más pobres y vulnerables de la sociedad están viviendo en las laderas más marginales y más propensas a deslizamientos (figura 1.17).

MoSSaiC está diseñado para dirigirse a un subgrupo significativo de tipos de deslizamientos: deslizamientos rotacionales y traslacionales predominantemente de materiales finos (suelo) que principalmente se desencadenan por lluvia

### Comprensión de los factores de riesgo a escala local

Las iniciativas convencionales de reducción del riesgo de arriba a abajo suelen centrarse en técnicas cartográficas de zonas extensas

(100-1.000 m<sup>2</sup>) que pueden usarse para identificar zonas de susceptibilidad a deslizamientos basadas en la superposición y la indexación de mapas topográficos, suelo/geología y vegetación. Sin embargo, “los modelos de amenaza orientados a la gestión se han aplicado en el mundo en vías de desarrollo solo en raras ocasiones y con éxito variado... en gran parte debido a las limitaciones de los datos históricos y biofísicos” (Zaitchik y van Es, 2003, 267).

Una razón para la falta de aplicación de mapas de deslizamiento de zonas extensas, es que no logran captar muchos de los factores físicos de amenaza de deslizamientos, como sí ocurre en una escala más detallada, por lo que no se pueden usar para desarrollar medidas físicas de reducción de amenazas de deslizamientos. Las características y los procesos de pendiente altamente localizados, tales como variaciones en el tipo y profundidad del suelo y convergencia del agua del suelo, pueden ser factores preparatorios o desencadenantes críticos de deslizamientos. Estos procesos físicos operan a escalas que son, en muchos

**FIGURA 1.17 El inventario de viviendas puede reflejar la vulnerabilidad de la comunidad**



a. Debido a que propiedades como ésta pueden construirse prácticamente en un fin de semana, la urbanización efectiva de los taludes puede ser muy rápida.



b. El abandono de propiedades puede complicar aún más el problema de los títulos de propiedad y de tierra en las comunidades vulnerables.

órdenes de magnitud, inferiores a la resolución de los mapas de amenazas de zonas extensas. De hecho, los mapas de suelos profundos por lo general aún no se hallan disponibles. Algunos de esos parámetros necesitan una resolución a escala de las viviendas (1-50 m<sup>2</sup>). Ya que la identificación de las medidas de mitigación de deslizamientos solamente se produce desde el conocimiento de los procesos locales de las pendientes que afectan al factor potencialmente desencadenante del deslizamiento, MoSSaiC está diseñado para mirar en

las comunidades, examinar y modelar los procesos humanos y físicos específicos que provocan la amenaza de deslizamientos.

#### Las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos deben tener una base científica

La primera etapa en el desarrollo de la base científica para la reducción del riesgo de deslizamientos de tierra en comunidades es reconocer la escala altamente localizada de los factores de amenaza humanos y físicos. MoSSaiC por lo tanto, lleva la cartografía de la amenaza de deslizamientos a las comunidades. El Capítulo 5 proporciona orientación sobre cómo hacerlo. El objetivo de la cartografía de acuerdo con la comunidad es observar e interpretar científicamente las características y procesos de las pendientes y considerar la forma en que varían con el tiempo y el espacio. Este análisis debe hacerse a una escala capaz de revelar los mecanismos precisos para determinar la estabilidad de la pendiente; esto permitirá la identificación de los posibles mecanismos mediante los cuales se puede mejorar la estabilidad de los taludes.

En las comunidades de vivienda no autorizadas y densamente pobladas, es esencial identificar el efecto de los regímenes de agua superficial altamente localizada, las estructuras construidas y las pendientes desmontadas. La hidrología de la pendiente es uno de esos factores de amenaza de deslizamientos con una alta variabilidad espacial y temporal. Los regímenes de aguas superficiales y subterráneas en estos lugares varían en escalas de tiempo cortas, en respuesta a los eventos de precipitación y de la adición de aguas domésticas a la pendiente. La inestabilidad de la pendiente a menudo se aumenta cuando se suministra agua corriente a hogares sin drenaje. En el Caribe, donde la densidad de viviendas puede acercarse al 70% de la superficie de la pendiente, el efecto es que la cantidad de agua de la superficie que va a la pendiente es casi el doble en comparación con la caída de lluvia anual (Anderson y Holcombe, 2006).

MoSSaiC emplea un enfoque diferente al que se utiliza en la generación de mapas del riesgo de zonas extensas. La cartografía del riesgo de deslizamientos se lleva a cabo a una escala más detallada (1:500 o más) de forma que se pueden identificar las ubicaciones específicas de amenaza de deslizamientos y se pueden entender los factores físicos. Esta comprensión

de los factores físicos de deslizamiento apuntala el diseño y la implementación de las medidas de reducción de amenazas apropiadas.

Así, mientras que los mapas del riesgo de deslizamientos a gran escala que se generan como resultado de las políticas del gobierno de arriba a abajo pueden proporcionar una indicación aproximada de zonas de deslizamiento, los profesionales de MoSSaiC deben trabajar en las escalas espaciales de alta resolución coincidentes con los controles dominantes del proceso de la pendiente. Esto requiere la observación e interpretación de los procesos de pendiente en el terreno, con el apoyo de herramientas científicas adecuadas, a fin de proporcionar una base científica para hacer llegar las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades.

La metodología MoSSaiC tiene por objeto reducir el riesgo de deslizamientos existentes y no fomentar o favorecer la construcción de casas en las pendientes consideradas propensas a deslizamientos.

### 1.4.3 MoSSaiC: De acuerdo con la comunidad

Con la promoción de arriba a abajo y el apoyo en la gestión, la reducción del riesgo de deslizamientos a escala local puede tener beneficios tangibles en términos de tiempo de ejecución de proyectos, tasas de costo-beneficio, base científica y aceptación de una política sostenible. El enfoque recorre un largo camino para reconciliar los problemas de la escala y los factores de riesgo (discutidos anteriormente) que se encuentran en la ejecución efectiva de la reducción del riesgo de deslizamientos.

El objetivo de MoSSaiC es involucrar a la comunidad, reconocer su papel fundamental en comprender y gestionar la estabilidad de la pendiente y desarrollar su capacidad para realizarlo. Al mismo tiempo, la comunidad se convierte en el salón de clase para que los equipos del gobierno ejerciten su propia experiencia, desarrollen alianzas con la comunidad y establezcan las prácticas técnicas y de gestión con respecto al riesgo de deslizamientos.

Con demasiada frecuencia, “la ayuda que fluye de aquellos que resultan ser fuertes a

aquellos que resultan ser débiles, refleja una relación de poder intrínsecamente desequilibrada” (Curtis, 2004, 422). Un ejemplo de este desequilibrio fue identificado por Green, Miles y Svekla (2009) en un análisis de las instituciones involucradas en RRD en los asentamientos más vulnerables en Ciudad de Guatemala. La relación entre las partes interesadas que se muestra en la figura 1.18, sugiere:

Hay mínimas oportunidades proporcionadas por los actores externos a los residentes de asentamientos precarios para influir en la asignación de fondos utilizados para mejorar los asentamientos; literalmente el dinero fluye alrededor de los asentamientos precarios, pero no entra directamente en ellos (Green, Miles y Svekla, 2009, 53).

Estos desequilibrios están dentro de un contexto de inestabilidad potencial de la red, un pequeño cambio (por ejemplo, un cambio político) puede potencialmente causar que la red colapse. MoSSaiC pretende corregir tales desequilibrios que afectan a las comunidades vulnerables al afirmar y fortalecer el enfoque de la comunidad en la reducción de riesgo. Para MoSSaiC “de acuerdo con la comunidad” significa estar comprometidos y trabajar con las comunidades para encontrar y hacer llegar conjuntamente las soluciones al riesgo de deslizamientos.

#### Aprender de las comunidades

Los residentes influyen en las variables clave subyacentes del complejo sistema del riesgo de deslizamientos y ocurrencia de desastres. Un habitante de la barriada San Salvador reconoció los esfuerzos constantes que los individuos realizan para hacer frente a los desastres y al riesgo de desastres: “Siempre estamos tratando de mejorar, poco a poco, paso a paso, para llegar a estar más seguros” (Wamsler, 2007, 118).

Las estrategias de vivienda para reducir el riesgo son variadas e incluyen medidas físicas/tecnológicas, medio ambientales, económicas, socioculturales, organizacionales e institucionales (tabla 1.7).

Si la actividad de RRD se está desarrollando en una comunidad vulnerable a nivel de hogar, es importante establecer el grado de esta actividad y construir sobre ella a través de MoSSaiC. Como Rayner y Malone (1997, 332) dicen, “la adaptación es una estrategia de abajo a

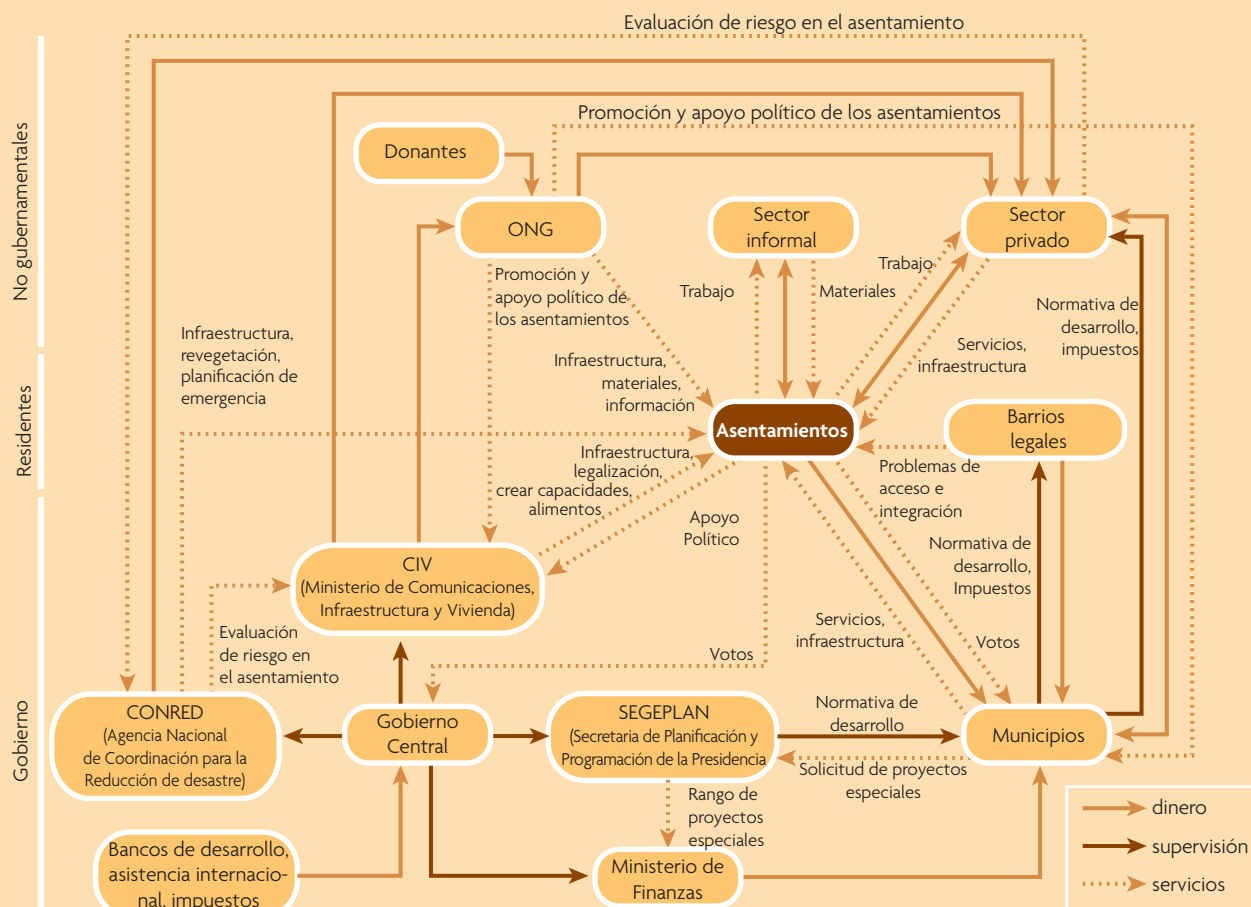


**TABLA 1.7 Mecanismos de adaptación que aplican los residentes individuales para reducir el riesgo de deslizamientos en las comunidades vulnerables**

Enfoque/objetivo	Actividad identificada
Mejoras de la estructura de construcción de la casa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la inclinación de los tejados (para que la escorrentía fluya mejor y evitar daños al tejado)</li> <li>• Prolongar la proyección de los tejados/aleros (para proteger casas y los caminos de daño/erosión)</li> <li>• Cambiar la inclinación de la dirección de los tejados (para que el agua de lluvia fluya sin causar daño/deslizamiento)</li> <li>• Instalar canalones provisionales como aleros de tejado (el agua de lluvia fluye sin daño/deslizamiento)</li> <li>• Sustituir paredes de barro con paredes de ladrillo, pilares de madera con pilares metálicos y hierro corrugado con materiales más duraderos (para resistir mejor los terremotos, lluvias y/o inundaciones)</li> <li>• Sustituir regularmente el hierro corrugado, los pilares de madera y vigas (para resistir mejor la lluvia o terremotos)</li> <li>• Mejorar los accesorios de los tejados (para resistir mejor los terremotos y tormentas de viento)</li> <li>• Cubrir regularmente las paredes y suelos con cemento (adicional) (para un mejor escurrimiento y evitar daños/meteorización)</li> <li>• Rellenar las grietas con cemento (para un mejor escurrimiento y evitar daños/meteorización)</li> <li>• Cerrar los agujeros de las láminas de hierro corrugado utilizando rellenos o parches especiales por encima y por debajo de las láminas (para evitar la entrada del agua en la casa)</li> <li>• Cambiar la ubicación de las letrinas y lugares de lavado (para mitigar deslizamientos)</li> </ul>
Mejoras sin obra y no estructurales de la casa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloquear las tuberías de aguas residuales con piedras u otros objetos cuando los niveles del río aumentan (para evitar inundación/o contaminación relacionada)</li> <li>• Colocar madera o ladrillos en el tejado (para fijarlo en su lugar durante vientos fuertes)</li> <li>• Colocar láminas de plástico en los tejados o dentro de las paredes, o sobre la cama (para evitar la entrada de agua o el daño a la casa)</li> <li>• Construir canales de agua frente a la casa (para evitar la entrada del agua en la casa)</li> <li>• Excavar canales de agua en suelos de tierra dentro de la casa (para que fluya mejor y evitar daños/meteorización)</li> <li>• Colocar macetas o recipientes bajo los tejados con agujeros (para recoger el agua y evitar daño/meteorización)</li> </ul>
Mejoras de la estructura de construcción de los alrededores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer los caminos cubriéndolos con cemento (adicional) y rellenar las grietas (para mitigar deslizamientos y minimizar daños causados por lluvia y terremotos)</li> <li>• Rellenar los hoyos de letrinas anteriores con tierra, piedras y/o cemento (para mitigar deslizamientos y minimizar daños causados por lluvia y terremotos)</li> <li>• Reparar la infraestructura pública que pasa a través del asentamiento, tales como tuberías de aguas residuales (para evitar inundación y contaminación relacionada)</li> <li>• Construir canales de agua provisional con hierro corrugado o cemento (para que el agua de lluvia fluya y evitar daños/deslizamientos)</li> <li>• Construir vallas para contener los suelos (mitigar deslizamientos) y/o evitar que los niños se caigan (las vallas están hechas en hierro corrugado, colchones de muelles, pilares de madera y mallas de alambre)</li> <li>• Compactar el suelo (para mitigar deslizamientos causados por lluvia y terremotos)</li> <li>• Construir muros de contención o diques con neumáticos viejos, piedras y cementos; neumáticos viejos y tierra; ladrillos y cemento; solo piedras; bolsas de nylon llenas de tierra y cemento y otros materiales (para mitigar deslizamientos y minimizar daños causados por terremotos)</li> </ul>
Mejoras sin obra y no estructurales de los alrededores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar láminas de plástico en taludes, generalmente durante todo el año (para mitigar deslizamientos)</li> <li>• Excavar canales de agua en suelos de tierra fuera de la casa (para que fluya el agua de lluvia y evitar daños/deslizamientos)</li> <li>• Evitar inundaciones o derrumbes obvios en ubicaciones propensas por ampliación de la casa</li> <li>• Sustituir la tierra meteorizada con tierra nueva (para mitigar deslizamientos y minimizar daños causados por lluvia y terremotos)</li> <li>• Limpiar los canalones de agua (para mitigar inundación)</li> </ul>
Uso de los recursos naturales para reducir el riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantar vegetación para evitar deslizamientos</li> </ul>
Remoción de los recursos naturales que representan riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talar las ramas y árboles más grandes ubicados cerca de las casas (para minimizar su riesgo de caída y evitar daños durante terremotos y deslizamientos)</li> </ul>
Limpieza del entorno natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar los derrubios de las pendientes (para mitigar la inundación por canalones de agua bloqueados)</li> <li>• Sustituir la tierra meteorizada con tierra nueva (para mitigar deslizamientos y minimizar daños causados por lluvia y terremotos)</li> </ul>

Fuente: Wamsler, 2007.

**FIGURA 1.18** La relación entre las partes interesadas en los precarios asentamientos de Ciudad de Guatemala muestra cómo fluye el dinero alrededor, pero no llega a los asentamientos



Fuente: Green, Miles y Svekla, 2009.

**FIGURA 1.19** Aprender de los residentes de la comunidad



Es importante pasar tiempo en las comunidades hablando con los residentes y conocer sus percepciones de riesgo y de cualquier deslizamiento en la comunidad, aunque sea menor.

arriba que se inicia con los cambios y las presiones experimentadas en la vida cotidiana de las personas”. Si una comunidad se está adaptando al cambio climático o a riesgos existentes (y crecientes) tales como deslizamientos de tierra, la comprensión de las preocupaciones de los residentes es fundamental. En este sentido, la identificación de la amenaza de deslizamientos y las medidas de reducción de riesgo comienzan apropiadamente por aprender de las comunidades (figura 1.19).

Este proceso de aprendizaje debe ampliar la comprensión de la forma en que la comunidad funciona y cómo se aplica MoSSaiC de la mejor forma en ese contexto. La orientación y los métodos que se presentan en este libro deben servir como una guía flexible hacia este fin.

La identificación de los medios más sensibles y efectivos para relacionarse con cada comunidad también proporcionará la mejor oportunidad para que los residentes “se apropien” del

**FIGURA 1.20 Efectos de una acción puntual e informativa**



La acción rápida de drenaje por el propietario, llevada a cabo mientras un deslizamiento severo llegó a media altura de la pared trasera de su casa, sin ninguna duda evitó la pérdida de esta propiedad. El residente había informado previamente de deslizamientos menores en el mismo lugar.

proyecto y adopten ellos mismos buenas prácticas de gestión de pendientes (figura 1.20):

La acción rápida de drenaje por el propietario, llevada a cabo mientras un deslizamiento severo llegó a media altura de la pared trasera de su casa, sin ninguna duda evitó la pérdida de esta propiedad. El residente había informado previamente de deslizamientos menores en el mismo lugar.

Un enfoque de acuerdo con la comunidad tiene como objetivo reducir su vulnerabilidad socialmente construida, involucrando a las comunidades como partes activas en un programa frente al desastre. También hay un consenso generalizado de que la formación y educación de las comunidades sobre los riesgos que enfrentan, así como darles acceso a recursos y conocimiento y desarrollar programas de preparación y mitigación de acuerdo con la comunidad tiene un impacto efectivo en los costos (Banco Mundial, 2007).

Estas consideraciones son importantes para comprender la causalidad física y social precisa del riesgo de deslizamientos, que está intrínsecamente vinculada a la actividad de cada hogar individualmente considerado en términos de prácticas de gestión de agua y taludes. No hay una solución completa, como sugiere implícitamente tan a menudo la cartografía de amenazas en los enfoques de arriba a abajo. Por esta razón, el conocimiento de todos los miembros de la comunidad es vital para profundizar en el entendimiento de los procesos de pendiente altamente localizadas que conducen a deslizamientos de tierra.

### Trabajo orientado a soluciones de las que la comunidad se apropie

Un componente crítico de la metodología MoS-SaiC es conversar con los residentes acerca de las razones por las cuales los factores del riesgo de deslizamientos pueden variar en distancias cortas y por lo tanto, que conozcan por qué deben esperar la aplicación de diferentes medidas de reducción de amenazas en diferentes partes de la ladera. Es comprensible que los cabezas de familia estén ansiosos por recibir un beneficio tangible de tales medidas y necesitarán que se les asegure por ejemplo, que un drenaje construido en la pendiente más arriba de su casa en realidad les ayudará, incluso si no es en su propiedad. Es muy importante que tal decisión (el diseño de un sistema de drenaje de la comunidad), no sea entendida como una solución impuesta, sino como una iniciativa que desde el comienzo se ha originado en la comunidad y la han tomado como propia; no podrá ser menos para los residentes de comunidades vulnerables que a menudo son los sujetos de desarrollo, en lugar de los participantes activos en el proceso.

Existen numerosos métodos para la participación de la comunidad, pero deben adaptarse al contexto local; casi todos requieren facilitación y otras formas de apoyo de los gobiernos o de organismos no gubernamentales (ONG). La transparencia y la comunicación efectiva son esenciales para el mantenimiento de la participación y credibilidad con la comunidad y dentro de ella durante el proceso de reconstrucción.

### Comprometer a la comunidad

Una buena estrategia de reducción de riesgo involucra comunidades y ayuda a las personas a trabajar conjuntamente para minimizar el riesgo. La participación debe ser de toda la comunidad, en particular de las mujeres, los jóvenes y todos los grupos de oficios, un hecho que se debe comunicar claramente a la comunidad. La participación de la comunidad es valiosa por las razones expuestas en la tabla 1.8.

La participación empodera las comunidades; sin embargo, los resultados de esa participación pueden ser impredecibles. El proceso de participación puede:

- dar lugar a nuevos actores y partes interesadas;
- crear conflicto entre las organizaciones que previamente habían trabajado conjuntamente y de manera armoniosa;

- dar una plataforma a las personas que se hacen oír más cuyos puntos de vista no sean compartidos por la mayoría;
- avivar tensiones preexistentes dentro de la comunidad, que hasta entonces eran latentes;
- aumentar las expectativas más allá de las posibilidades de aplicación real, en la medida en que las percepciones de la comunidad pueden diferir de la información que se da a los residentes;
- engendrar una “política espejo” con las comunidades que potencialmente fingen un acuerdo, a fin de desviar las oportunidades hacia otros fines e
- introducir temas políticos a nivel nacional dentro del proyecto comunitario propuesto.

Otros comportamientos que pueden surgir durante las discusiones con los residentes de la comunidad tienen que ver con que no todos los miembros expondrán sus puntos de vista y pueden minimizar la importancia de las amenazas o pueden reservarse sus opiniones hasta que vean algo tangible (PNUD, 2008).

Las comunidades participan en los proyectos MoSSaiC a través de cinco actividades:

- El suministro de información sobre las características de la pendiente y la amenaza de deslizamientos
- La organización de las reuniones de la comunidad y la coordinación de los equipos del gobierno

**TABLA 1.8 Valor del compromiso de la comunidad**

VALOR	EXPLICACIÓN
Permite a la comunidad el conocimiento y la comprensión científica de la combinación de amenaza y vulnerabilidad	Los enfoques de acuerdo con la comunidad requieren un flujo de programación diferente, que comienza con la movilización de los grupos sociales y comunidades para que estén plenamente involucrados en el proceso de evaluación de riesgo
Revela los subgrupos de la comunidad	“La comunidad” no es un monolito, sino un organismo complejo con muchas alianzas y subgrupos que necesita estar comprometido para llegar a identificar sus preocupaciones, metas y habilidades, sin que necesariamente haya consenso sobre las mismas
Proporciona información de alta resolución	La escala en la que el compromiso de la comunidad es más efectiva puede ser pequeña, por ejemplo solo 10 familias; las personas pueden contribuir con información importante sobre los procesos de deslizamiento en una escala de 1–50 m <sup>2</sup>
Puede revelar percepciones diferentes de las del gobierno	El compromiso de la comunidad puede poner de relieve diferentes preferencias y expectativas, por lo que las agencias involucradas deben estar abiertas a modificar sus ideas preconcebidas sobre la visión del proceso de gestión del riesgo de deslizamientos
Desarrolla habilidades dentro de la comunidad	Fortalece las habilidades de la comunidad y la capacidad de evaluar el riesgo de deslizamientos, creando medidas de drenaje, manteniendo la intervención y desarrollando prácticas sostenibles de gestión de taludes; la formación puede jugar un papel importante en la creación de la capacidad de la comunidad para asumir las responsabilidades del proyecto
Proporciona resultados sociales	El empoderamiento de las personas incrementa la capacidad local, fortalece los procesos democráticos y da voz a los grupos marginados
Ayuda a la efectividad de los programas	Crea el sentido de propiedad, mejora la calidad del programa, moviliza los recursos y estimula la participación de la comunidad en la ejecución

*Fuente:* Banco Mundial, 2010c.

- La participación en la identificación de las medidas de reducción de la amenaza del deslizamiento
- La construcción (posiblemente incluyendo la contratación y las adquisiciones)
- Seguimiento y mantenimiento de las medidas de mitigación de deslizamientos.

### Generar capacidad en el gobierno

Los gobiernos generalmente cuentan con habilidades técnicas y de gestión que se pueden aprovechar para diseñar y hacer llegar las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en las comunidades. Mediante la creación de una unidad de gestión interdisciplinar con ese apoyo de habilidades es posible incorporar MoSSaiC en la práctica y la política del gobierno. El Capítulo 2 se centra en cómo se puede construir este equipo de gestión, al que nos referimos aquí como la Unidad Central MoSSaiC (UCM). Esta unidad identifica el tipo de profesionales expertos internos necesarios para la ejecución de las diferentes tareas. Los métodos y las herramientas que se proporcionan en este libro se pueden adaptar a las estructuras, protocolos y prácticas del gobierno. El objetivo es que los gobiernos se adapten y adopten MoSSaiC de forma sostenible y que se pueda incorporar en la práctica y la política local.

### Comunicación clara en las alianzas entre gobierno y comunidad

Organizar y facilitar la participación de la comunidad no se debe hacer sobre una base ad hoc. “A menos que el análisis de riesgos y la comunicación se tenga en cuenta de manera adecuada, las principales diferencias de percepción de riesgo pueden impedir el diseño y la implementación de una política exitosa” (Banco Mundial, 2010a, 325). Es importante guiar el proceso de participación y asegurarse de que las expectativas de las personas son realistas, especialmente si creen que hay grandes cantidades de fondos disponibles. Los proyectos de acuerdo con la comunidad requieren una concienzuda participación por parte del gobierno:

Información, educación y concientización, tal como se lleva a cabo hasta el momento, son en el mejor de los casos insuficientes para estimular a las personas a la acción y en el peor de los casos, son contraproducentes. Esto requiere un enfoque diferente, uno en el cual el individuo se considera no solamente el receptor pasivo de la información, sino un agente tanto en la causa como en las soluciones (Banco Mundial, 2010a, 327).

**TABLA 1.9 Logros y resultados básicos de MoSSaiC que ofrecen pruebas para una mitigación preventiva de los deslizamientos**

LOGROS Y RESULTADOS BÁSICOS		MEDIDAS (BASE EN RESULTADOS)
Logros del proyecto	Cantidades	Cantidad de medidas físicas construidas, fondos desembolsados, personas empleadas, etc
	Beneficios físicos directos: reducción de la amenaza de deslizamientos	Observación y conocimiento local relacionado con el efecto de los eventos de lluvia fuerte después de la intervención (cualitativa) Estabilidad modelada/prevista del talud para los escenarios preventivo y a posteriori (cuantitativa)
	Beneficios físicos y sociales adicionales para la comunidad: reducción de inundación localizada, menos lodo en los caminos, mejora del abastecimiento de agua a través de la recolección de agua de lluvia, mejora medioambiental	Observación y conocimiento local relacionado con el efecto de los eventos de lluvia fuerte después de la intervención (cualitativa) Análisis de la relación costo-beneficio del proyecto
Resultados del proyecto a largo plazo	Pruebas de un cambio de comportamiento	Aceptación institucional del enfoque preventivo del desastre para la gestión de la estabilidad de taludes en comunidades, basada en el conocimiento científico, enfocado en la comunidad y probando su efectividad
		Aceptación por parte de la comunidad de buenas prácticas de gestión de taludes, basadas en la comprensión de los procesos de pendiente locales y la demostración de los beneficios tangibles

Una alianza bien configurada entre el gobierno y la comunidad puede producir un efecto multiplicador, ya que la comunidad se da cuenta de sus capacidades y emergerán nuevas ideas para actividades y proyectos. Para garantizar tales sinergias, los facilitadores formados y otros expertos en participación de comunidades deben ser parte de la UCM.

#### 1.4.4 MoSSaiC: Base en resultados

Quienes toman las decisiones necesitan una base en resultados que respalde el gasto en la reducción del riesgo de deslizamientos y adopte un enfoque de la política proactivo y preventivo del desastre. Un proyecto típico MoSSaiC que trata las causas profundas de las amenazas de deslizamientos tendrá resultados medibles tanto a corto como a largo plazo (tabla 1.9).

#### Tipos de pruebas

Este libro hace hincapié en la necesidad de identificar las pruebas de los beneficios a largo plazo de la reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades, la reducción real de la amenaza y los beneficios directos e

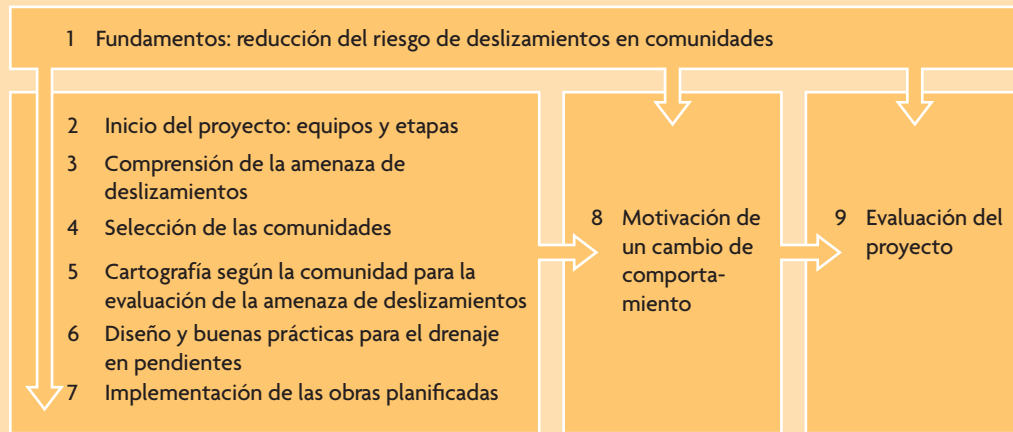
indirectos (financieros y sociales). La ejecución de las medidas físicas de reducción del riesgo de deslizamientos ofrece la oportunidad de observar los beneficios en términos de ocurrencia y pérdidas evitadas por potenciales deslizamiento de tierra. Este tipo de prueba es hipotética y, a menudo anecdótica, ya que no se sabe lo que hubiese sucedido si las medidas físicas no se hubiesen tomado. Sin embargo, todavía es éste un poderoso medio de demostración de los beneficios de la intervención. El modelo de la estabilidad de un talud puede proporcionar un medio para cuantificar la reducción de la frecuencia o magnitud de los deslizamientos. Estas predicciones de los modelos pueden estar relacionadas con el valor de las pérdidas evitadas (un beneficio del proyecto) y comparadas con los costos del proyecto. Los beneficios sociales menos tangibles y los cambios en las prácticas de gestión de taludes también se deben tener en cuenta. El capítulo 9 presenta algunos métodos posibles para el desarrollo de esta base en resultados y la identificación de la magnitud del cambio de comportamiento.

**TABLA 1.10 Impactos generales del programa de reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad en Santa Lucía y Dominica, 2005–10**

CATEGORÍA	INDICADOR	IMPACTO (EN 11 COMUNIDADES)
Física	Reducción de Amenaza	Anterior a MoSSaiC: Fallas menores y mayores en eventos con un intervalo de recurrencia baja (-evento de los 3-5 años de 24 horas) con pérdidas de casas en algunas comunidades Posterior a MoSSaiC: No hay fallas reportadas por el huracán Tomás (-1 en un evento de lluvia de los 500 años de 24 horas)
Económica	Perfil de gasto del proyecto	-80% de fondos gastados en materiales y trabajo de la comunidad
		El costo de la intervención equivale a aproximadamente 2,3% de los costos de reubicación de la comunidad si ocurriera un deslizamiento más grande
		Costo promedio por cada residente en la comunidad -\$250
	Relación Costo-beneficio	-1.000 semanas/persona de empleo para los miembros de la comunidad >2,7:1 en una comunidad seleccionada
Comunidad	Personas Involucradas	Número de viviendas ~750, número de residentes ~4.000
	Alianzas de construcción en la comunidad	Los residentes comparten con el gobierno los asuntos de diseño, construcción y en algunos casos, costos
	Suministro continuo de agua	Tanques de agua de 450 galones suministrados a los residentes que más lo merecen en las comunidades seleccionadas
	Certificado de miembros clave de la comunidad	Un sistema de certificación MoSSaiC, consistente en premiar a tres miembros de las diferentes comunidades por su compromiso, liderazgo y comprensión de la visión MoSSaiC
Sensibilidad pública	Reconocimiento	Santa Lucía, Dominica, San Vicente y Las Granadinas: Cubierto por entrevistas de TV/radio, medios, noticias
	TV Santa Lucía	Documental de 30 minutos sobre MoSSaiC encargado por el gobierno

Fuente: Anderson et al., 2010.

**FIGURA 1.21 Componentes de MoSSaiC**



Los resultados de las intervenciones del proyecto MoSSaiC a modo de ejemplo, realizadas en Santa Lucía y Dominica se describen en la tabla 1.10.

#### 1.4.5 Componentes del proyecto MoSSaiC

Existen nueve componentes principales del proyecto MoSSaiC como se refleja en los capítulos de este libro. Mientras que siete son secuenciales (figura 1.21), dos (fomentan el cambio de comportamiento y la evaluación del proyecto) son componentes transversales pertinentes desde el inicio de cualquier intervención MoSSaiC y su permanencia a través del periodo posterior al proyecto.

Los nueve componentes se pueden subdividir en una serie de etapas que MoSSaiC ejecuta. Éstos proporcionan el marco de trabajo para cada capítulo y se esbozan en la tabla 1.11.

#### 1.4.6 Pilotos de MoSSaiC

MoSSaiC inicialmente fue desarrollado y aplicado en el Caribe Oriental (tabla 1.12).

La figura 1.22 muestra comunidades urbanas vulnerables típicas y los factores del riesgo de deslizamientos en esta región.

Muchos de los países de la región son especialmente vulnerables a desastres naturales (figura 1.23). Para permitir comparación entre países, el Banco Mundial (2010b) ha evaluado el impacto de los desastres en el PIB durante un período de 40 años. Para muchos países, este impacto es superior al 1% del PIB; es notable que muchos SIDS entran en esta categoría.

La vulnerabilidad de esta región está confirmada por las Naciones Unidas.

Los países con economías pequeñas y vulnerables como muchos SIDS y los países en vía de desarrollo sin litoral (LLDC), han visto

**FIGURA 1.22 Comunidades típicas y factores de riesgo para intervenciones MoSSaiC**



a. Laderas propensas a deslizamiento y pobladas con viviendas no autorizadas.



b. Viviendas típicas de comunidades vulnerables.



c. La densidad de viviendas no autorizadas aumenta la probabilidad de pérdida de propiedades.

**TABLA 1.11 Marco de Trabajo MoSSaiC**

CAPÍTULO	ALCANCE	LOGRO
1. Fundamentos: Reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades	1. Entender el contexto del riesgo de desastres con respecto a los deslizamientos	Identificada la relevancia del enfoque MoSSaiC en el contexto del riesgo de deslizamientos local
	2. Entender las características innovadoras y los fundamentos de MoSSaiC	
	3. Identificar la experiencia interna general y las estructuras institucionales apropiadas para codificar un enfoque local hacia la reducción del riesgo de deslizamiento	
	4. Informar a las personas clave en MoSSaiC (políticos, ministerios relevantes, expertos internos)	Identificados los miembros del equipo de la UCM
2. Inicio del proyecto: equipos y etapas	1. Establecer la UCM; definir y acordar las principales responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los expertos disponibles en el gobierno</li> <li>• Formar la UCM y establecer las líneas de comunicación con el gobierno</li> </ul>	Formada la UCM
	2. Identificar y establecer los equipos de trabajo del gobierno; definir y acordar las principales responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• La UCM identifica las personas relevantes de los ministerios que forman los equipos de trabajo del gobierno (cartografía, enlace con la comunidad, ingeniería, soporte técnico, comunicaciones, promoción)</li> <li>• Definir funciones y responsabilidades de los equipos</li> </ul>	Formado el equipo de trabajo del gobierno
	3. Identificar y establecer los equipos de trabajo de la comunidad; definir y acordar las principales responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• La UCM identifica las personas de las comunidades seleccionadas que forman los equipos de trabajo de la comunidad (residentes, representantes, equipos de construcción)</li> <li>• Definir funciones y responsabilidades de los equipos</li> </ul>	Formados los equipos de trabajo de la comunidad
	4. Acordar una plantilla general para cada etapa del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la plantilla de etapas del proyecto y corregirla cuando sea necesario</li> <li>• Asignar las funciones de los equipos a las etapas relevantes del proyecto; confirmar los hitos del proyecto</li> </ul>	Definidos las etapas del proyecto y asignadas las responsabilidades
3. Comprensión de la amenaza de deslizamientos	1. Familiarización con los diferentes tipos de deslizamiento y cómo identificar aquellos que se pueden tratar por MoSSaiC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el material de introducción de los procesos de deslizamiento en este libro y otras fuentes</li> </ul>	Tanto UCM como los equipos de trabajo conocen los tipos del riesgo de deslizamientos a los cuales se aplica MoSSaiC
	2. Familiarización con los procesos de las pendientes y las variables de estabilidad de los taludes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las variables del proceso de deslizamientos como se introdujeron en este libro</li> </ul>	Tanto UCM como los equipos de trabajo pueden identificar diferentes niveles de amenaza de deslizamientos y las causas físicas subyacentes
	3. Familiarización con los métodos de análisis de estabilidad de taludes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el software de estabilidad de taludes como se presenta en este libro y otras fuentes</li> </ul>	Tanto UCM como los equipos de trabajo pueden proporcionar una justificación científica de las medidas de mitigación de deslizamientos
4. Selección de las comunidades	1. Definir el proceso de selección de la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a los expertos disponibles en el gobierno</li> <li>• Determinar la disponibilidad del software y los datos</li> <li>• Solicitar permiso para usar los datos, si es necesario</li> <li>• Diseñar el método apropiado para la selección de las comunidades</li> </ul>	Acordado el método de selección, criterios, funciones, responsabilidades y cronogramas
	2. Evaluar la amenaza de deslizamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los datos: topografía, suelos, geología, uso de la tierra, deslizamientos anteriores</li> <li>• Analizar los datos: la susceptibilidad a deslizamientos o amenaza dentro del área de estudio</li> </ul>	Lista o mapa de susceptibilidad relativa a deslizamientos de diferentes áreas

(continúa)



**TABLA 1.11 Marco de Trabajo MoSSaiC** (continuación)

CAPÍTULO	ALCANCE	LOGRO
4. Selección de las Comunidades	3. Evaluar la exposición y vulnerabilidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los datos: lugares de la comunidad, huellas de construcción, viviendas/ densidad de población, datos del censo o datos de pobreza</li> <li>• Analizar los datos: la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a los impactos de deslizamientos de tierra en términos de daño físico, pobreza u otros criterios</li> </ul>	Lista o mapa de la vulnerabilidad relativa de las comunidades expuestas
	4. Evaluar el riesgo de deslizamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos: datos de susceptibilidad/amenaza a deslizamientos, exposición y datos de vulnerabilidad combinados para determinar el riesgo de deslizamientos general para el área de estudio</li> <li>• Analizar datos: identificar las comunidades expuestas a los más altos niveles del riesgo de deslizamientos</li> </ul>	Lista o mapa, más lista de las comunidades con el mayor riesgo para tomar las medidas de reducción de riesgo
	5. Selección de comunidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar breves visitas a los sitios de las comunidades finalmente seleccionadas para confirmar los resultados</li> <li>• Consultar el equipo de trabajo que sirve de enlace con la comunidad y otras partes interesadas locales pertinentes para revisar la lista</li> <li>• Confirmar la prioridad que se ha dado a la lista final de acuerdo con el criterio de selección</li> </ul>	Lista de pre-selección de las comunidades según prioridad
	6. Preparar la información del mapa del sitio para las comunidades seleccionadas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los datos: mapas más detallados y fotografías aéreas de las comunidades señaladas</li> <li>• Preparar los mapas: ensamblar los mapas/fotografías de la comunidad e imprimir copias en papel</li> </ul>	Mapa y fotografía aérea en papel para utilizar en el sitio
5. Cartografía de acuerdo con la comunidad para evaluar la amenaza de deslizamientos	1. Identificar la mejor forma de participación y movilización de la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y determinar la forma más adecuada para la participación comunitaria</li> <li>• Identificar a los expertos de enlace comunitario disponibles en el gobierno</li> </ul>	UCM acuerda la estrategia de participación apropiada de la comunidad
	2. Incluir miembros clave de la comunidad en el equipo del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los representantes de las comunidades actuales o nuevos</li> <li>• Mantener las discusiones iniciales con los representantes de la comunidad para informarles sobre la cartografía y la justificación del proyecto</li> </ul>	Miembros clave de la comunidad incluidos
	3. Planificar y mantener una reunión de la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acatar el consejo de los representantes del gobierno y la comunidad sobre la ubicación y estilo de la reunión</li> <li>• Realizar un mapa de acuerdo con la comunidad con mapas existentes, planos y fotografías aéreas (ver sección 4.7) para llevar a la reunión</li> </ul>	Mantenida la primera reunión de la comunidad
	4. Llevar a cabo el ejercicio de cartografía de acuerdo con la comunidad esto conlleva una gran cantidad de tiempo en la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hablar con los residentes de cada casa para dar comienzo al proceso de participación, el intercambio de conocimientos y que se apropien del proyecto</li> <li>• Observar y analizar las características de la amenaza de deslizamientos de la pendiente a escala amplia y localizada</li> <li>• Añadir el conocimiento local y la información de características de la pendiente al mapa base</li> </ul>	Mapa de características de la pendiente de comunidad
	5. Evaluar cualitativamente la amenaza de deslizamientos y sus posibles causas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el mapa de características de la pendiente de la comunidad para identificar las áreas con diferentes procesos de pendiente y amenaza de deslizamientos</li> <li>• Evaluar el papel de la infiltración del agua superficial como causante de la amenaza de deslizamientos</li> </ul>	Mapa de la zona del proceso de la pendiente (amenaza relativa de deslizamiento)
	6. Evaluar cuantitativamente la amenaza de deslizamientos y la efectividad de la gestión del agua superficial para reducir la amenaza <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el Software basado en el terreno, o medios más simples para evaluar la posible contribución de las aguas superficiales a la amenaza de deslizamientos</li> <li>• Evaluar la probabilidad de que la reducción del agua superficial reduzca la amenaza de deslizamientos</li> </ul>	Determinación de la viabilidad del enfoque MoSSaiC

(continúa)

**TABLA 1.11 Marco de Trabajo MoSSaiC** (continuación)

CAPÍTULO	ALCANCE	LOGRO
5. Cartografía de acuerdo con la comunidad para evaluar la amenaza de deslizamientos	7. Identificar las posibles ubicaciones para los drenajes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada zona de proceso de pendiente, determinar el enfoque más apropiado de gestión del agua superficial</li> <li>• Dar prioridad a las zonas de acuerdo con la amenaza de deslizamientos relativa</li> </ul>	Plan de drenaje inicial y matriz de prioridad
	8. Cerrar el plan de drenaje inicial: organizar un reconocimiento y reunión de la UCM con la comunidad para revisar y acordar el plan de drenaje inicial	Cierre del plan de drenaje inicial
6. Diseño y buenas prácticas para drenaje en pendientes	1. Identificar la ubicación y alineación de los drenajes. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el mapa de zonas del proceso de la pendiente y el plan de drenaje inicial como punto de partida. Aplicar los principios de alineación del drenaje para identificar la alineación potencial de la red de drenaje</li> <li>• Refinar los detalles de alineación en el sitio</li> </ul>	Plan de drenaje propuesto (alineaciones y dimensiones del drenaje)
	2. Estimar la capacidad de descarga del drenaje y las dimensiones <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular la escorrentía superficial y la descarga de agua proveniente de los hogares en los drenajes propuestos</li> <li>• Calcular el tamaño del drenaje requerido</li> </ul>	
	3. Especificar la construcción del drenaje y los detalles de diseño	Especificación total del drenaje
	4. Incorporar las casas en el plan de drenaje <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las casas que recibirán canalones para el tejado, tuberías de aguas grises, tanques de aguas y zunchos para huracanes</li> <li>• Determinar cómo el agua de los hogares se dirigirá a los desagües (a través de tubos conectados por cámaras de hormigón y pequeños drenajes)</li> </ul>	listado de materiales requeridos para las conexiones con las casas
	5. Elaborar el plan de drenaje final <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir toda la alineación del drenaje y los detalles de las conexiones a las viviendas en el plan</li> <li>• Estimar los costos totales del proyecto teniendo en cuenta el costo unitario</li> </ul>	Estimar el plan de drenaje final y los costos
	6. Acuerdo de la partes interesadas en el plan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con la comunidad y perfeccionar el plan</li> <li>• Completar las revisiones de seguridad relevantes</li> <li>• Presentar el plan para su aprobación formal</li> </ul>	Cierre del plan de drenaje final
7. Implementar las obras planificadas	1. Preparar la partida de obra y solicitud de la documentación para la licitación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar el presupuesto para las obras planificadas</li> <li>• Incorporar las contingencias necesarias y cualquier costo por doble manejo (p. ej.: si el acceso a los sitios en que se debe entregar el material es difícil y se requiere el establecimiento de un sitio de almacenamiento entre el punto de entrega y la ubicación de la construcción)</li> <li>• Decidir el tamaño de las partidas de obra que maximice la participación de la comunidad y cumpla con los requisitos de adquisición</li> <li>• Preparar los planos y dibujos del diseño para acompañar a cada partida de obra</li> <li>• Identificar un plan apropiado para la compra de materiales dependiendo del enfoque de contratación de la comunidad, la capacidad de la comunidad y los requisitos de adquisición del proyecto</li> </ul>	Partidas de obra para implementar la intervención de drenajes para reducir la amenaza de deslizamientos
	2. Llevar a cabo el proceso de licitación de la contratación acordada con la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los posibles contratistas de la comunidad e informar sobre las obras propuestas y partidas de obra, enfatizando la necesidad de buenas prácticas de construcción</li> <li>• Invitar los contratistas a las licitaciones, proporcionar asistencia o formación acerca de cómo presentar los documentos para una licitación</li> <li>• Evaluar las propuestas, adjudicar los contratos e informar a los contratistas sobre las salvaguardas</li> </ul>	Reuniones de información con los contratistas realizadas; contratos de la comunidad adjudicados

(continúa)

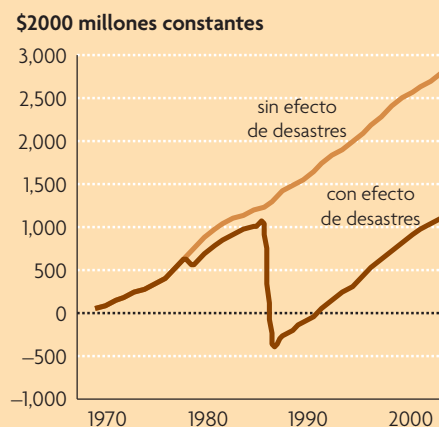
**TABLA 1.11 Marco de Trabajo MoSSaiC** (continuación)

CAPÍTULO	ALCANCE	LOGRO
7. Implementar las obras planificadas	3. Implementar la construcción <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar supervisores de obra con experiencia</li> <li>• Autorizar el inicio de las obras y mantener reuniones con la comunidad para discutir el proceso de construcción e introducir supervisores de obras</li> <li>• Supervisar de forma cercana las obras para asegurar buenas prácticas de construcción; comunicación clara entre los contratistas, supervisores, comunidad y la Unidad Central MoSSaiC y desembolsar oportunamente los fondos para la compra de materiales y pago de contratistas y obreros</li> </ul>	Reuniones de información a la comunidad realizadas; las obras de construcción en curso
	4. Hacer el cierre de las obras de construcción terminadas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las obras destacadas</li> <li>• Organizar las reparaciones necesarias o pequeñas modificaciones</li> <li>• Hacer el cierre de la construcción terminada y realizar los pagos retenidos a los contratistas</li> </ul>	Obras de construcción terminadas y firmado su cierre
8. Motivar un Cambio de Comportamiento	1. Comprender cómo se adoptan las nuevas prácticas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar los pasos en la escala del modelo de adopción y cambio de comportamientos para identificar necesidades de comunicación y desarrollo de capacidades en cada comunidad y en el gobierno</li> <li>• Entender las percepciones de las partes interesadas y el papel de la participación de la comunidad</li> </ul>	Evaluación de los aspectos de cambio de comportamiento que se obtendrán mediante la comunicación y las actividades de desarrollo de capacidades
	2. Diseñar una estrategia de comunicación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los recursos y metodologías existentes para el diseño de una estrategia de comunicación</li> <li>• Identificar el objetivo y el público de la comunicación</li> <li>• Seleccionar formas de comunicación y diseñar los mensajes</li> </ul>	Estrategia de comunicación
	3. Diseñar una estrategia de desarrollo de capacidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los enfoques de conocimiento a acción</li> <li>• Identificar los niveles de habilidad, los requisitos de habilidad y las actividades para desarrollar las capacidades</li> </ul>	Estrategia de desarrollo de capacidades
	4. Plan para el mantenimiento posterior al proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la necesidad de incorporar el mantenimiento en el diseño de drenajes y en la planificación del proyecto</li> </ul>	Opciones de mantenimiento del proyecto
	5. Hacer un mapa de la estrategia completa de cambio de comportamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir en el mapa las estrategias de cambio de comportamiento acordadas y las acciones asociadas</li> </ul>	Mapa de estrategias de desarrollo de capacidades
9. Evaluación del Proyecto	1. Acordar los indicadores clave de desempeño (KPI) para los resultados inmediatos de los proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y acordar una lista de KPI que cumpla con las necesidades de los donantes/gobierno y las medidas de logro de MoSSaiC</li> </ul>	Lista de los KPI para evaluar los logros del proyecto
	2. Acordar los KPI para los resultados del proyecto a medio plazo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y acordar una lista de las medidas de resultado del proyecto que permitan la evaluación de la reducción de la amenaza de deslizamientos, los costos del proyecto y el cambio de comportamiento</li> </ul>	Lista de los KPI para evaluar los resultados del proyecto
	3. Llevar a cabo la evaluación del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acordar las responsabilidades para la obtención de los datos y el proceso de evaluación del proyecto a corto y medio plazo</li> <li>• Llevar a cabo la evaluación del proyecto</li> </ul>	Informe de evaluación del proyecto

**TABLA 1.12 Características de la ubicación del proyecto MoSSaiC en el Caribe Oriental, 2004–10**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Región	SIDS del Caribe Oriental con alta vulnerabilidad a desastres naturales (UNISDR, 2009)
País	Santa Lucía, Dominica y San Vicente y las Granadinas
Talud	Pendientes de 25-50 grados, que previamente han mostrado inestabilidad a lluvias de intensidad baja (típicamente tan bajas como 1 en 1 año con eventos de 24 horas)
Material del talud	A menudo comprende suelos residuales profundos sobre lechos de roca volcánica altamente meteorizados o conglomerados
Comunidad	Comunidades urbanas no autorizadas, desarrollos no regulados, construidos densamente, con pobre calidad de construcción; cada comunidad con 20-100+ casas
Factores de riesgo	Eventos de lluvia que desencadenan deslizamientos en laderas con mayor susceptibilidad a deslizamientos debido a influencias naturales y antropogénicas

**FIGURA 1.24 Impacto del huracán Allen (1980) en la economía de Santa Lucía**



Fuente: UNISDR, 2009.

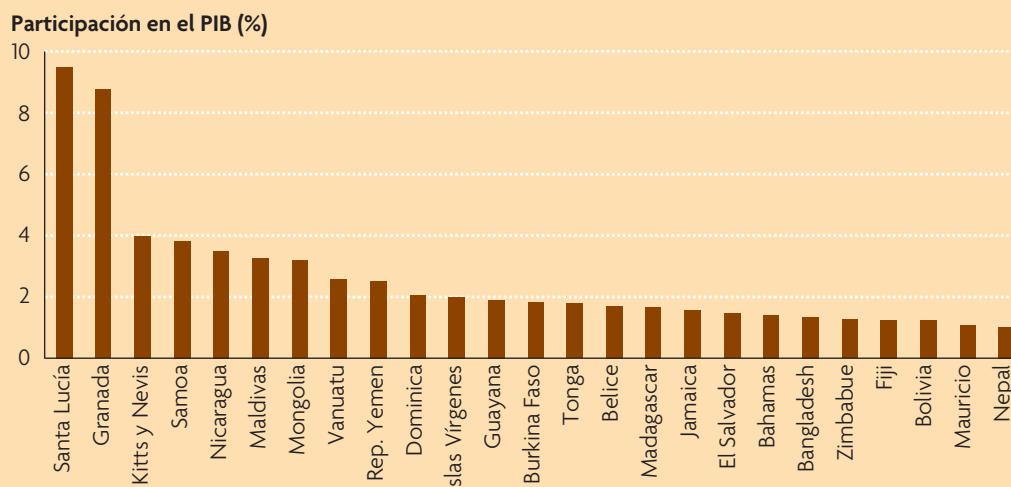
retroceder décadas su desarrollo económico por el impacto de los desastres. Estos países con la mayor proporción de pérdidas económicas causadas por desastres, con respecto a su capital social son todos los SIDS y los LLDC como Samoa y Santa Lucía (ONU, 2009, 9).

La figura 1.24 muestra el impacto del huracán Allen (1980) tuvo en la economía de Santa Lucía.

La línea de color marrón oscuro muestra la formación de capital neto real acumulado para 1970-2006; la línea de color marrón claro muestra la formación de capital neto acumulado proyectado sin las pérdidas económicas causadas por desastres.

Los principios y métodos más importantes de MoSSaiC desarrollados en el contexto

**FIGURA 1.23 Países con daños causados por desastres que exceden el 1% del PIB**



Fuente: Banco Mundial, 2010b.

**FIGURA 1.25** MoSSaiC se puede aplicar a muchos lugares diferentes del Caribe Oriental



Fuente: Praful Rao, Savethehills, Kalimpong, India.

del Caribe Oriental, son aplicables en otras partes de los trópicos húmedos con factores del riesgo de deslizamientos comparables. La amplitud potencial de la aplicabilidad de MoSSaiC se ilustra en la figura 1.25, que muestra una comunidad en Dumsi Pakha, India, un pequeño pueblo situado en Darjeeling Hills, en el Himalaya Menor. Se trata de una ladera con viviendas de alta densidad y ninguna disposición para la gestión de las aguas superficiales. Con una altitud media de 2.050 m, la zona cuenta con pendientes escarpadas y tierra suelta, lo que ha dado lugar a frecuentes deslizamientos en los últimos años. A pesar de las estrictas normas y reglamentos, se siguen construyendo viviendas en la zona (Save the hills, 2011). Este ambiente es, por lo tanto, muy similar al encontrado en el Caribe Oriental.

## 1.5 INICIAR UNA INTERVENCIÓN MOSSAIC

El inicio de una intervención MoSSaiC requiere identificar la escala y el alcance del proyecto, la creación de equipos para ejecutar el programa, la selección de las comunidades en las que las intervenciones se van a realizar, la generación de un marco lógico del proyecto y la comprensión de los temas involucrados para hacer el proyecto sostenible.

Este libro está diseñado para proporcionar una guía flexible para el establecimiento de una intervención MoSSaiC. Mientras que la mayor parte del texto está, necesariamente, dedicado a los detalles de la ejecución de medidas de mitigación en el terreno, la UCM debe conceder la misma importancia a las pruebas de desempeño de las medidas (eficacia en los aspectos físicos y de costos, introducidos en la sección 1.4.4), a los resultados a largo plazo y al cambio de comportamiento logrado como resultado (tabla 1.9 y figura 1.21)

### 1.5.1 Definir la escala del proyecto

El inicio de un nuevo proyecto de acuerdo con la comunidad rara vez se puede hacer de una sola vez a nivel nacional; los números son demasiado desalentadores (tabla 1.13). En su lugar, es mejor partir de unos pocos proyectos pilotos, lo cual dará lugar a un conjunto localmente relevante de logística, libros operacionales y de formación, materiales y herramientas que se pueden utilizar para apoyar un programa más amplio.

Hasta el momento, MoSSaiC se ha aplicado en pequeña escala (sección 1.4.6), utilizando las

**TABLA 1.13** Magnitudes de ampliación

ÉXITO LCDD A PEQUEÑA ESCALA		FASE PILOTO DE LA AMPLIACIÓN		AMPLIADO
1 distrito/centro administrativo	➔	1–4 distritos/centros administrativos	➔	Todos los distritos/centros administrativos
1–4 subdistritos		6–24 subdistritos		Todos los sub-distritos
5–20 grupos de comunitarios		100–1.000 grupos comunitarios		Decenas de miles - cientos de miles de grupos comunitarios
< 50 proyectos de la comunidad		100–2.000 proyectos		Cientos de miles de proyectos
< 50.000 personas		100.000–1 millón de personas		Millones de personas

Fuente: Binswanger-Mkhize, de Regt y Spector, 2009.

Nota: LCDD = Desarrollo local dirigido por la comunidad.

**TABLA 1.14 Problemas a considerar cuando se amplía MoSSaiC**

PROBLEMA	COMENTARIO
Puede no ser posible repetir	“A veces las cosas funcionan por razones idiosincrásicas, como un líder carismático (y literalmente irremplazable) o una crisis particular (e irrepitable) que fortalece el apoyo a una innovación políticamente difícil. Por eso los éxitos que suceden una sola vez pueden no ser reproducibles” (Banco Mundial, 2004, 108).
Puede ser necesario experimentar	Mientras que ciertos elementos del enfoque pueden proporcionar una orientación sólida, existen límites a la normalización de cualquier enfoque. “La experimentación, con aprendizaje real a partir de los experimentos, es la única manera para hacer coincidir las políticas apropiadas con las circunstancias de cada país” (Banco Mundial, 2004, 108).
Adoptar un enfoque reconocido para ampliar puede dar valor añadido	Un modelo de franquicia social se reconoce como un enfoque adecuado de ampliación en el cual un diálogo estrecho se mantiene entre los países que llevan a cabo el enfoque (franquicia) y los originadores (franquiciadores). Esto tiene como objetivo captar la ventaja de la normalización y la experimentación anteriormente mencionada. A tal fin, los franquiciados (cuya función es aplicar el enfoque a nivel local) están descentralizados y tienen gran autonomía. “Un proyecto piloto desarrollado por un franquiciador es repetido por un número de franquiciados con sujeción a unas directrices definidas. Éstas se suelen establecer en forma de un libro y se comunicarán a los franquiciados a través de la formación ofrecida por el franquiciador” (Ahlert et al., 2008, 23).

definiciones de Binswanger-Mkhize, de Regt y Spector (2009) que se muestran en la tabla 1.13. MoSSaiC potencialmente se puede escalar a nivel nacional y regional y al tiempo puede conservar la eficacia e innovación de la escala de comunidad. Se deben reconocer varios problemas potenciales cuando se considera tal ampliación (tabla 1.14) y se debe tener en cuenta la “prueba” de Easterly:

Lo triste es que los pobres han tenido tan poco poder para exigir responsabilidad a las entidades, que esas agencias de ayuda no han tenido el suficiente incentivo para averiguar lo que funciona y lo que los pobres realmente quieren. La sugerencia más importante es la búsqueda de pequeñas mejoras y luego hacer un examen profundo y probar si los pobres consiguieron lo que querían y quedaron en mejores condiciones y luego repetir el proceso (Easterly, 2006, 180).

### 1.5.2 Definir los equipos del proyecto y las partes interesadas

#### Tres tipos de equipo

La conformación de los equipos necesarios requiere identificar colegas de todas las partes interesadas clave en promover MoSSaiC y que tengan la experiencia necesaria. Se deben construir tres tipos de equipo:

- **Unidad Central MoSSaiC.** Normalmente comprende profesionales expertos de los gobiernos locales y directores de proyectos en los campos de la ingeniería civil, desarrollo social y acercamiento a la comunidad, gestión de emergencias, gestión financiera, gestión de recursos hídricos y agricultura. La UCM actúa como puente entre las iniciativas regionales y nacionales para la reducción de riesgos, los equipos de trabajo técnicos y de campo del gobierno y las comunidades. Para ser eficaz en su papel, la UCM debe tener una comprensión de la naturaleza relacional de las comunidades, sus principales actores, dirigentes, grupos y representantes electos y sus relaciones con el gobierno, especialmente en términos de actividades anteriores de intervención social.
- **Equipos de trabajo del gobierno.** Los equipos incluirán una serie de grupos de especialistas y profesionales, tales como técnicos de SIG, técnicos topográficos de campo, oficiales de enlace de la comunidad, ingenieros locales y funcionarios de planificación. Probablemente los líderes de los diversos equipos de trabajo del gobierno son los miembros de la UCM.
- **Equipos de trabajo de la comunidad.** Los tres componentes principales de la comunidad son los residentes, los contratistas y los líderes de la comunidad. Los líderes de la comunidad pueden desempeñar un papel catalítico en proyectos: transmitiendo la

visión a otros residentes y la coordinación con los equipos del gobierno. En algunos casos, un individuo con habilidades específicas y una comprensión de los aspectos técnicos del proyecto puede actuar como un catalizador y aumentar la conciencia de los problemas de gestión de taludes tanto en sus propias comunidades como en otras. Este enfoque establece canales adecuados de consulta en el inicio de la intervención y asegura que las expectativas se ajustan apropiadamente en términos de resultados y posibles beneficiarios.

Los equipos, junto con sus funciones y responsabilidades, están totalmente definidos en el capítulo 2.

Los equipos requieren una estructura organizativa tanto para gestionar un proceso como para hacer llegar logros y resultados. La estructuración de una UCM y la selección de los individuos por parte del gobierno y de las comunidades existentes en el país, es un intento deliberado de reconocer que

...la burocracia funciona mejor cuando hay una alta retroalimentación por parte de los beneficiarios, hay altos incentivos para que la burocracia responda a esta retroalimentación de los beneficiarios, hay resultados fácilmente observables, existe alta probabilidad de que el esfuerzo burocrático se traduzca en resultados favorables y presión competitiva de otras burocracias y agencias (Easterly, 2002, 4).

### Participación de las partes interesadas

MoSSaiC requiere una base de partes interesadas amplia y cohesiva que deliberadamente motive la participación de la comunidad. La UCM debe identificar todos los posibles grupos interesados y dar forma a la estructura de gestión de acuerdo con el contexto local. La tabla 1.15 indica las posibles partes interesadas y su participación correspondiente.

Dado que MoSSaiC tiene como base la comunidad, es importante que la UCM:

- tenga claro el propósito de la participación,
- conozca el valor que aporta la participación comunitaria,
- comprenda cómo la comunidad puede participar y
- anticipe cualquier consecuencia no pretendida de su participación.

La participación permite a los interesados llevar a cabo de forma colaborativa una serie de actividades en el ciclo del programa, incluyendo lo siguiente (Banco Mundial, 1998):

- **Análisis:** identificar las fortalezas y debilidades de las políticas, los servicios existentes y los sistemas de apoyo
- **Establecer objetivos:** decidir y articular lo que se necesita
- **Crear estrategias:** decidir en términos pragmáticos las direcciones, prioridades y responsabilidades institucionales
- **Formular tácticas:** desarrollar o supervisar las políticas del proyecto, especificaciones, guías, presupuestos y tecnologías necesarios para pasar del presente al futuro
- **Seguimiento:** llevar a cabo evaluaciones sociales y otras formas de control de gastos y logros del proyecto

### Selección de la comunidad

Las comunidades se pueden priorizar y seleccionar respondiendo a las siguientes preguntas, con los datos disponibles:

- ¿Qué comunidades han sospechado problemas de deslizamiento de tierras?
- ¿Son estas comunidades vulnerables en términos de pobreza?
- ¿Puede confirmarse la amenaza de deslizamientos de tierra?
- ¿Es probable que la intervención sea efectiva en los costos y que ésta encaje en el alcance del proyecto?

Por lo general, habrá una serie de datos y factores políticos que debe asimilar la UCM al priorizar y seleccionar las comunidades. En el capítulo 4 se detalla un proceso que se puede utilizar para la selección de la comunidad.

### 1.5.3 Adherirse a las políticas de salvaguarda

La implementación de la reducción de riesgo conlleva riesgos potenciales. Las políticas de salvaguarda buscan prevenir y mitigar el daño indebido a las personas y su ambiente proporcionándoles directrices para la identificación, preparación e implementación de los programas y proyectos. La efectividad y el impacto en el desarrollo de los proyectos RRD pueden aumentar

**TABLA 1.15 Posibles partes interesadas y su participación potencial en una intervención MoSSaiC**

PARTE INTERESADA	PARTICIPACIÓN
Habitantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden estar directamente en riesgo de deslizamientos y/o contribuir al riesgo debido a prácticas de gestión adversas de la pendiente</li> <li>• Pueden tener un conocimiento importante de los procesos localizadas de ladera y la historia de la pendiente</li> <li>• Pueden tener habilidades para la construcción del drenaje</li> </ul>
Propietarios	Tendrán que ser consultados si hay que construir estructuras de drenaje y si requieren derechos de acceso
Representantes de la comunidad	Pueden representar un comité de proyectos de la comunidad y convertirse en defensores del proyecto
Representantes de las agencias del gobierno	Pueden tener un papel formal en la iniciación y ejecución de los proyectos
Residentes de otras comunidades potenciales	Pueden percibir que sus necesidades son mayores o tienen habilidades o experiencias para compartir
ONG o agencias similares trabajando en la misma comunidad	Pueden estar coordinados con los mismos representantes del gobierno y de la comunidad en un proyecto diferente, pero potencialmente relacionado
Donantes	Pueden haber apoyado el enfoque, pero puede que sus representantes se perciban como socios remotos
Representantes parlamentarios electos	Pueden haber presionado en el proceso de selección de las comunidades y por lo tanto convertirse en defensores del enfoque
Representantes de los medios	Cubrirán el despliegue del proyecto y pueden elegir cómo presentan la ejecución, el propósito y el impacto

sustancialmente por prestar atención a tales políticas. Estas políticas a menudo han dado una plataforma para la participación de las partes interesadas en el diseño del proyecto y han constituido un importante instrumento para que la población local se apropie del proyecto.

Una vez que los equipos estén formados, se hayan identificado los interesados y se haya desarrollado un marco lógico del proyecto (sección 1.5.4), se deben encontrar, desarrollar y adaptar las políticas de salvaguarda necesarias para el contexto local; deben entonces ser acordadas y difundidas. Si bien todos aquellos involucrados en una intervención MoSSaiC deben ser conscientes de las políticas de salvaguarda, éstas son de especial relevancia para la UCM (en su papel de gestión; ver la sección 2.3.2) así como para los que participan en construcción (ver la sección 7.7.1).

Las prácticas de salvaguarda variarán dependiendo de los países, los organismos donantes y el contexto del gobierno. Un punto de partida útil son las Políticas de Salvaguarda del Banco Mundial (2011). La UCM debe asegurar que el proyecto cumple con todas las salvaguardas y protocolos estipulados por un donante o el gobierno o dictados por las buenas prácticas, aunque se reconozca que la responsabilidad formal de su cumplimiento puede muy bien

recaer en otra parte. La tabla 1.16 ilustra algunas salvaguardas típicas que se podrían aplicar. Esta lista no se debe considerar como integral y no pretende sustituir las políticas y procedimientos obligatorios.

#### 1.5.4 Establecer un marco lógico del proyecto

El establecimiento de un marco del proyecto al inicio es un punto de partida importante para la UCM en la preparación del diseño general del proyecto. Un marco lógico es un documento muy utilizado que proporciona una estructura de este tipo; se trata esencialmente de una lista de verificación del diseño del proyecto y es un marco reconocido entre los organismos donantes y las partes interesadas del gobierno. La UCM debe crear un marco lógico MoSSaiC al inicio del proyecto y referirse a éste en todo momento.

El análisis del marco lógico se puede usar como una herramienta dinámica y reiterada a lo largo del ciclo del proyecto más que un ejercicio aislado. Se puede utilizar para la identificación y evaluación de las actividades, la elaboración del diseño del proyecto, la valoración del diseño del proyecto, la ejecución de proyectos aprobados y la supervisión, revisión y evaluación del progreso y ejecución del proyecto (AusAID, 2000).



**TABLA 1.16 Consideraciones típicas de la política de salvaguarda**

SALVAGUARDA	DESCRIPCIÓN
Evaluación Medioambiental	Evalúa los posibles riesgos e impactos ambientales de un proyecto en su área de influencia; examina las alternativas del proyecto; identifica las formas de mejorar la selección, ubicación, planificación, diseño e implementación de la prevención, minimización, mitigación o compensación de los impactos ambientales adversos, potenciando los impactos positivos; e incluye el proceso de mitigación y gestión de los impactos ambientales adversos a lo largo de la ejecución del proyecto.
Hábitat naturales	¿Existe el potencial de causar cambios significativos (pérdida) o degradación de los hábitats naturales? Es de esperarse que los donantes no apoyen los proyectos que lleven pérdida o degradación de cualquiera de los hábitats naturales críticos, es decir, los hábitats naturales que están <ul style="list-style-type: none"> <li>• legalmente protegidos,</li> <li>• oficialmente propuestos para protección o</li> <li>• sin protección, pero de valor de conservación altamente conocido.</li> </ul> En otros hábitat naturales (no críticos), se podría permitir que los proyectos puedan causar pérdida o degradación significativa, solo cuando <ul style="list-style-type: none"> <li>• no hay alternativas viables para lograr los beneficios netos globales sustanciales del proyecto y</li> <li>• se incluyen en el proyecto medidas de mitigación aceptables, tales como áreas compensatorias protegidas.</li> </ul>
Zonas en disputa	¿Está el proyecto situado en una zona en disputa? ¿Se ha establecido la propiedad de la tierra y obtenido el permiso por escrito, si se requiere? Los proyectos en zonas en disputa pueden afectar las relaciones entre muchas partes interesadas y los demandantes de la zona en disputa. Por lo tanto, es muy probable que los donantes y los gobiernos solo financien proyectos en zonas en disputa cuando no hay ninguna objeción por parte del otro demandante de la zona en disputa. Es posible que circunstancias especiales del caso apoyen la financiación, a pesar de la objeción. En este caso, se espera que la naturaleza exacta de tales circunstancias especiales se detalle en una política transparente.
Reasentamiento involuntario	El reasentamiento involuntario se puede definir no solo como la reubicación física, sino cualquier pérdida de tierra u otros activos que puedan dar lugar a (1) traslado o pérdida de protección; (2) pérdida de activos o del acceso a los activos y (3) pérdida de fuentes de ingreso o medios de subsistencia, bien sea que las personas afectadas tengan o no que trasladarse a otro lugar. El reasentamiento involuntario se activa en situaciones de toma involuntaria del lugar o restricciones involuntarias de acceso a los parques legalmente designados y zonas protegidas. Una política de salvaguarda tendría como objetivo evitar el reasentamiento involuntario en la medida de lo posible, o minimizar y mitigar sus impactos sociales y económicos adversos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una política de salvaguarda debe promover la participación de las personas desplazadas en la planificación e implementación de los reasentamientos y sus objetivos económicos fundamentales consisten en la ayuda a las personas desplazadas en sus esfuerzos por mejorar o al menos restablecer sus ingresos y nivel de vida después del desplazamiento.</li> <li>• Una política de salvaguarda debe prescribir la compensación y otras medidas de reasentamiento para lograr sus objetivos y requieren que los prestatarios preparen los instrumentos de planificación de reasentamiento adecuados antes de la evaluación de los donantes de los proyectos propuestos.</li> </ul>
Recursos físicos y culturales	Los recursos culturales son importantes como fuente de valiosa información histórica y científica, como activos para el desarrollo económico y social y como partes integrales de la identidad y las prácticas culturales de un pueblo. La pérdida de esos recursos es irreversible, pero, afortunadamente, a menudo es evitable.

Fuente: Banco Mundial, 2011.

En palabras del DFID (c. 2003, 3), “se trata de un documento vivo: se debe revisar regularmente durante la preparación y ejecución del proyecto” (Benson y Twigg, 2004, 87).

Los mejores marcos lógicos están diseñados con la participación de las partes interesadas para garantizar que todas las personas entienden la relación entre los aportes y los logros, los resultados y el impacto deseados. Tanto

los beneficiarios directos (interesados primarios) como los socios del proyecto (interesados secundarios) deben participar en la formulación del marco lógico del proyecto.

El marco lógico debe ser simple y conciso con el objetivo, el propósito y los logros del proyecto completamente especificados y con las actividades anticipadas resumidas. Debe ser un documento independiente, de no más de cuatro páginas, en el cual se explican integralmente y

**TABLA 1.17 Modelo de marco lógico**

RESUMEN DEL PROYECTO	INDICADOR MEDIBLE	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	RIESGOS Y SUPUESTOS IMPORTANTES
OBJETIVO: La meta de nivel superior al que contribuirá el proyecto (tales como Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la reducción de la pobreza). Tenga en cuenta que no se pretende que se logre el objetivo a través solo del proyecto			Qué condiciones externas son esenciales para que el proyecto alcance las contribuciones esperadas al objetivo
PROPÓSITO: ¿Qué se logrará? Considere lo que va a cambiar, quién se beneficiará y cómo y el impacto que el proyecto tendrá en relación con los objetivos. Esto debe ser una sola declaración	Las medidas cuantitativas o pruebas cualitativas por la que se juzgará si se alcanzó el objetivo; éstas deben estar numeradas	Fuentes de información que serán utilizadas para evaluar los indicadores. Deben estar numeradas y corresponder a la numeración de los indicadores	Riesgos y condiciones externas de las cuales depende el éxito del proyecto.
LOGROS: Identificar el conjunto de logros (producto final obtenido/ resultados) que necesitará para trabajar conjuntamente y asegurar el cumplimiento del propósito. (Los logros no son simplemente actividades terminadas –si la formación es la actividad, entonces una sesión de capacitación terminada es simplemente una actividad terminada; el cambio de comportamiento como resultado de recibir capacitación sería un logro). Normalmente, los proyectos tienen cuatro o cinco logros. Éstos deben ser enumerados	SMRRD (indicadores específico, medible, realizable, relevante y de duración determinada) (SMART, por sus siglas en inglés) se deben incluir para cada logro. La preparación de indicadores útiles y de duración determinada es un elemento esencial para el control y comunicación efectiva. Éstos deben estar numerados y corresponder a la numeración de los logros	Las fuentes de información que se utilizarán para identificar si se han cumplido los indicadores. Éstas deben estar numeradas y corresponder a la numeración de los indicadores	Riesgos o factores que no están dentro del control del proyecto, que puedan restringir alcanzar los logros o el propósito, inclusive si se han alcanzado todos los logros
ACTIVIDADES: Son las tareas que habrá que terminar para alcanzar los logros. Éstas deben darse enumeradas y correspondiendo al logro pertinente	Un resumen del presupuesto del proyecto y otras contribuciones y recursos clave para completar las actividades		

Fuente: DFID n.d.

a simple vista las intenciones del proyecto. La tabla 1.17 detalla un ejemplo de marco lógico del proyecto presentado en forma de matriz.

En este libro, serán útiles para la creación de un marco lógico los pasos detallados y los resultados indicados en la sección 1.4.5 (reproducidos también al comienzo de cada capítulo El capítulo 9 identifica los indicadores estándar de rendimiento clave, los resultados generales del proyecto y los resultados a largo plazo que podrían incluirse en el marco lógico del proyecto MoSSaiC.

### 1.5.5 Informar a los líderes clave

Los lectores deben utilizar la información en este capítulo para iniciar las conversaciones e informar a los responsables de la formulación

de políticas, los gestores de proyecto de alto nivel y expertos locales estratégicamente ubicados. La comunicación efectiva de la visión y fundamentos de MoSSaiC ayudará a establecer una posible adhesión a la UCM y así ayudar a asegurar el apoyo de personas que defienden el enfoque. Este es el punto de partida del capítulo 2.

**HITO 1**

**El personal catalítico clave informado sobre la metodología MoSSaiC**

## 1.6 RECURSOS

### 1.6.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS UTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Responsables de las políticas/ decisiones, agencias de financiación	Entender la GRD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque preventivo de RRD</li> </ul> <b>Consejo útil:</b> Ser conscientes de las últimas influencias en las políticas GRD (sección 1.3.3).	1.3
	Entender MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC</li> </ul> <b>Consejo útil:</b> Ser consciente de los aspectos únicos de MoSSaiC (sección 1.2.1).	1.4
	Entender el contexto local institucional de la GRD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar departamentos de gobierno, agencias y otras organizaciones que pueden contribuir a la reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad</li> </ul>	1.5
	Identificar las personas que tienen el potencial de contribuir con MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a las personas clave sobre MoSSaiC</li> </ul>	1.5.5
UCM	A partir del nombramiento, entender la GRD y el enfoque MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC</li> </ul> <b>Consejo útil:</b> Ser consciente de los aspectos únicos de MoSSaiC (sección 1.2.1).	1.3; 1.4
Equipos de trabajo del gobierno	A partir del nombramiento, entender la GRD y el enfoque MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC</li> </ul> <b>Consejo útil:</b> Ser consciente de los aspectos únicos de MoSSaiC (sección 1.2.1).	1.3; 1.4
	Cuando los equipos de trabajo han sido nombrados informar a los miembros del equipo de MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar la visión MoSSaiC a los equipos de trabajo de la comunidad</li> </ul>	1.4
Equipos de trabajo de la comunidad	A partir del nombramiento de la comunidad entender la GRD y el enfoque MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC</li> </ul> <b>Consejo útil:</b> Ser consciente de los aspectos únicos de MoSSaiC (sección 1.2.1).	1.3; 1.4

### 1.6.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Existen actividades de reducción del riesgo de deslizamientos identificadas				1.3
✓ Se ha entendido el enfoque MoSSaiC				1.2.1; 1.4
✓ Se han identificado e informado los grupos de interesados y personas relevantes				1.5.2
✓ Se han cumplido con todas las salvaguardas necesarias				1.5.3
✓ <b>Hito 1:</b> El personal catalítico clave ha sido informado sobre la metodología MoSSaiC				1.5.5

### 1.6.3 Referencias

- AGS (Australian Geomechanics Society). 2000. "Landslide Risk Management Concepts and Guidelines." <http://australiangeomechanics.org/resources/downloads/>.
- Ahlert, D., M. Ahlert, H. V. D. Dinh, H. Fleisch, T. Heußler, L. Kilee y J. Meuter. 2008. *Social Franchising: A Way of Systematic Replication to Increase Social Impact*. Munich: Bundesverband Deutscher Stiftungen.
- Alcántara-Ayala, I. 2002. "Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability and Prevention of Natural Disasters in Developing Countries." *Geomorphology* 47: 107–24.
- Anderson, M. G. y E. A. Holcombe. 2006. "Sustainable Landslide Risk Reduction in Poorer Countries." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers—Engineering Sustainability* 159: 23–30.
- Anderson, M. G., E. A. Holcombe, M. Esquivel, J. Toro y F. Ghesquiere. 2010. "The Efficacy of a Programme of Landslide Risk Reduction in Areas of Unplanned Housing in the Eastern Caribbean." *Environmental Management* 45 (4): 807–21.
- Angel, S. 2000. *Housing Policy Matters*. Oxford: Oxford University Press.
- Annan, K. A., 1999. "UN Report of the Secretary-General on the Work of the Organization General." Assembly Official Records Fifty-Fourth Session Supplement No. 1 (A/54/1). <http://www.un.org/Docs/SG/Report99/intro99.htm>.
- AusAID (Australian Agency for International Development). 2000. "The Logical Framework Approach." *AusGUIDELines* 1, AusAID. Cited in Benson y Twigg (2004).
- Benson, C. y J. Twigg, 2004. "Measuring Mitigation Methodologies for Assessing Natural Hazard Risks and the Net Benefits of Mitigation—A Scoping Study." ProVention Consortium, Geneva.
- . 2007. "Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations." ProVention Consortium, Geneva.
- Binswanger-Mkhize, H. P., J. P. de Regt y S. Spector, eds. 2009. *Scaling Up Local & Community Driven Development (LCDD): A Real World Guide to Its Theory and Practice*. Washington, DC: World Bank.
- Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis y B. Wisner., 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. 1st ed. London: Routledge.
- Bloom, D. E. y T. Khanna. 2007. "The Urban Revolution." *Finance & Development* 9. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2007/09/pdf/bloom.pdf>.
- Board on Natural Disasters. 1999. "Mitigation Emerges as Major Strategy for Reducing Losses Caused by Natural Disasters." *Science* 284: 1943–47.
- Bull-Kamanga, L., K. Diagne, A. Lavell, E. Leon, F. Lerise, H. MacGregor, A. Maskrey, M. Meshack, M. Pelling, H. Reid, D. Satterthwaite, J. SONGore, K. Westgate y A. Yitambe. 2003. "From Everyday Hazards to Disasters: The Accumulation of Risk in Urban Areas." *Environment and Urbanization* 15 (1): 193–203.
- Bunce, C. M., D. M. Cruden y N. R. Morgenstern., 1995. "Hazard Assessment for Rock Fall on a Highway." In *Proceedings of the 48th Canadian Geotechnical Conference*, 449–508. Vancouver.
- CCRIF (Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility). 2012. "The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility." <http://www.ccrif.org/content/about-us>.
- Charveriat, C. 2000. "Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk." Working Paper No. 434, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Crompton, R. P. y K. J. McAneney. 2008. "Normalised Australian Insured Losses from Meteorological Hazards: 1967–2006." *Environmental Science & Policy* 11: 371–78.
- Crompton, R. P., K. J. McAneney, K. Chen, R. A. Pielke Jr. y K. Haynes. 2010. "Influence of Location, Population and Climate on Building Damage and Fatalities due to Australian Bushfire: 1925–2009." *Weather, Climate and Society* 2: 300–10.
- Crozier, M. y T. Glade. 2005. "Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach." In *Landslide Hazard and Risk*, ed. T. Glade, M. G. Anderson y M. Crozier, 1–40. Chichester, UK: Wiley.
- Curtis, D. 2004. "How We Think They Think: Thought Styles in the Management of International Aid." *Policy Administration and Development* 24: 415–23.
- Dai, F. C., C. F. Lee y Y. Y. Ngai. 2002. "Landslide Risk Assessment and Management: An Overview." *Engineering Geology* 64: 65–87.
- de Silva, S. y J. W. Sum. 2008. "Social Funds as an Instrument of Social Protection: Analysis of Lending Trends." HNPSP Paper, World Bank, Washington, DC. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2008/07/9806577/>

- social- funds-instrument-social-protection-analysis- lending-trends-fy2000-2007.
- DFID (Department for International Development). n.d. "CSCF Monitoring, Evaluation and Lesson Learning Guidelines." <http://www.dfid.gov.uk/Documents/funding/civilsocietycf-lesson-guidelines.pdf>.
- . 2003. "Logical Frameworks." In *Tools for Development: A Handbook for Those Engaged in Development Activity*. London: DFID. Cited in Benson y Twigg (2004).
- . 2004. *Disaster Risk Reduction: A Development Concern*. London: DFID.
- Easterly, W. 2002. "The Cartel of Good Intentions: The Problem of Bureaucracy in Foreign Aid Cartel of Good intentions." Working Paper 4, Center for Global Development, Washington, DC. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=999981](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=999981).
- . 2006. *The White Man's Burden*. Oxford: Oxford University Press.
- Glade, T. y M. J. Crozier. 2005. "A Review of Scale Dependency in Landslide Hazard and Risk Analysis." In *Landslide Hazard and Risk*, ed. T. Glade, M. G. Anderson y M. J. Crozier, 75–138. Chichester, UK: Wiley.
- Green, R., S. Miles y W. Svekla. 2009. "Situation Assessment in Villa Nueva Prospects for an Urban Disaster Risk Reduction Program in Guatemala City's Precarious Settlements." Institute Working Paper 2009, 1, Western Washington University, Bellingham, WA.
- Ho, K. K. S., E. Leroi y W. J. Roberds. 2000. "Quantitative Risk Assessment—Application, Myths and Future Directions. In *Proceedings of the International Conference on Geotechnical & Geological Engineering* (GeoEng 2000), vol. 1, 269–312. Melbourne.
- Hochrainer-Stigler, S., H. Kunreuther, J. Linnerooth-Bayer, R. Mechler, E. Michel- Kerjan, R. Muir-Wood, N. Ranger, P. Vaziri y M. Young. 2010. "The Costs and Benefits of Reducing Risk from Natural Hazards to Residential Structures in Developing Countries." Working Paper 2011-01, Wharton Risk Management and Decision Process Center, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Holcombe, E. A., S. Smith, E. Wright y M. G. Anderson. 2011. "An Integrated Approach for Evaluating the Effectiveness of Landslide Hazard Reduction in Vulnerable Communities in the Caribbean." *Natural Hazards*. doi:10.1007/s11069-011-9920-7.
- Hong, Y., R. Adler y G. Huffman. 2006. "Evaluation of the Potential of NASA Multi- Satellite Precipitation Analysis in Global Landslide Hazard Assessment." *Geophysical Research Letters* 33: L22402. doi:10.1029/2006GL028010.
- IDB (Inter-American Development Bank). 2005. "Preliminary Companion Paper to the Draft Disaster Risk Management Policy." IDB, Washington, DC.
- IEG (Independent Evaluation Group). 2006. *Hazards of Nature, Risks to Development: World Bank Assistance for Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank.
- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). 2004. *World Disasters Report*. <http://www.ifrc.org/en/publications-and-reports/world-disasters-report/previous-issues/>.
- Knutson, T. R., J. L. McBride, J. Chan, K. Emanuel, G. Holland, C. Landsea, I. Held, J. P. Kossin, A. K. Srivastava y M. Sugi. 2010. "Tropical Cyclones and Climate Change." *Nature Geosciences* 3: 157–63.
- Kunreuther, H. 2009. "At War with the Weather and Other Extreme Events: Managing Large-Scale Risks in a New Era of Catastrophes." Presentation made at the London School of Economics. [http://www.ccepc.ac.uk/Events/Past/2009/MunichReEvents2009/Seminar\\_Kunreuther\\_Oct10.pdf](http://www.ccepc.ac.uk/Events/Past/2009/MunichReEvents2009/Seminar_Kunreuther_Oct10.pdf).
- Kunreuther, H., R. Meyer y M. E. Kerjan. Forthcoming. "Overcoming Decision Biases to Reduce Losses from Natural Catastrophes." In *Behavioral Foundations of Policy*, ed. E. Shafir. Princeton: Princeton University Press.
- Lee, E. M. y D. K. C. Jones. 2004. *Landslide Risk Assessment*. London: Thomas Telford Publishing.
- Lloyd-Jones, T. 2006. *Mind the Gap! Post-Disaster Reconstruction and the Transition from Humanitarian Relief*. London: Royal Institute of Chartered Surveyors. [http://www.rics.org/site/download\\_feed.aspx?fileID=2263&fileExtension=PDF](http://www.rics.org/site/download_feed.aspx?fileID=2263&fileExtension=PDF).
- Lumb, P. 1975. "Slope Failures in Hong Kong." *Quarterly Journal of Engineering Geology* 8: 31–65.
- Lynn, J., 2009. "World 'Sleepwalking' into Disasters: U.N. Aid Chief." Reuters. <http://www.reuters.com/article/worldNews/idUSTRE55F3Z320090616>.
- Mann, M. E. y A. E. Kerry. 2006. "Atlantic Hurricane Trends Linked to Climate Change." *EOS* 87: 233–44.

- Maskrey, A. 1989. *Disaster Mitigation: A Community Based Approach*. Development Guidelines No. 3. Oxford: Oxfam.
- . 1992. "Defining the Community's Role in Disaster Mitigation." *Appropriate Technology Magazine* 19 (3). [http://practicalaction.org/practicalanswers/product\\_info.php?products\\_id=214](http://practicalaction.org/practicalanswers/product_info.php?products_id=214).
- Mechler, R., J. Linnerooth-Bayer y D. Peppiatt. 2006. *Disaster Insurance for the Poor? A Review of Microinsurance for Natural Disaster Risk in Developing Countries*. Geneva: ProVention Consortium/International Institute for Applied Systems Analysis.
- Mechler, R., S. Hochrainer, G. Pflug, A. Lotsch y K. Williges. 2010. "Assessing the Financial Vulnerability to Climate-Related Natural Hazards: Background Paper for the World Development Report 2010 'Development and Climate Change.'" Policy Research Working Paper 5232, World Bank, Washington, DC.
- Meyer, R. J. 2005. "Why We Under-Prepare for Hazards." The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Moench, M., R. Mechler y S. Stapleton. 2007. "Guidance Note on the Costs and Benefits of Disaster Risk Reduction." Prepared for UNISDR Global Platform on Disaster Risk Reduction High Level Dialogue, June 4-7.
- OAS (Organization of American States). 2004. "Managing Natural Hazard Risk." Policy Series #4. OAS, Washington, DC.
- Olshansky, R. B. 1996. "Planning for Hillside Development." Planning Advisory Service Report 466, American Planning Association.
- Opadeyi, S., S. Ali y F. Chin. 2005. "Status of Hazard Maps, Vulnerability Assessments and Digital Maps in the Caribbean." Final report. Caribbean Disaster Emergency Response Agency.
- Ostrom, E., C. Gibson, S. Shivakumar y K. Andersson. 2001. "Aid, Incentives y Sustainability: An Institutional Analysis of Development Cooperation." Sida Studies in Evaluation Report 02/01, Stockholm.
- Ou-Yang, C. 2010. "Mitigating Losses from Climate Change through Insurance." The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia. [http://rmi.gsu.edu/Research/downloads/2010/Chieh\\_Mitigating\\_Losses\\_Climate\\_Change\\_070810.pdf](http://rmi.gsu.edu/Research/downloads/2010/Chieh_Mitigating_Losses_Climate_Change_070810.pdf).
- Pelling, M. y C. High. 2005. "Understanding Adaptation: What Can Social Capital Offer Assessments of Adaptive Capacity?" *Global Environmental Change* 15 (4): 308-19.
- Pelling, M. y J. L. Uitto. 2001. "Small Island Developing States: Natural Disaster Vulnerability and Global Change." *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards* 3: 49-62.
- Pielke Jr., R. A., J. Gratz, C. W. Landsea, D. Collins, M. Saunders y R. Musulin. 2008. "Normalized Hurricane Damages in the United States: 1900-2005." *Natural Hazards Review* 9 (1): 29-42.
- Rasmussen, T. N. 2004. "Macro Economic Impacts of Natural Disasters in the Caribbean." Working Paper WP/04/224, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Savethehills. 2011. "Working with the Communities 2011-Dumsi Pakha Village, Kalimpong." Blog entry January 9. <http://savethehills.blogspot.com/2011/01/working-with-communities-2011dumsi.html>.
- Schuster, R. L. y L. M. Highland. 2007. "The Third Hans Cloos Lecture. Urban Landslides: Socioeconomic Impacts and Overview of Mitigative Strategies." *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 66: 1-27.
- Siri, G. 2006. "Targeting Assistance toward Those Most Affected by Disasters: The Role of Social Investment Funds." Draft, Disaster Management Facility, World Bank, Washington, DC.
- Soubbotina, T. P. 2004. *Beyond Economic Growth: Meeting the Challenges of Global Development*. WBI Learning Resources Series. Washington, DC: World Bank.
- Spence, M. 2011. *The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Sweikar, M., I. Mandadjiev, K. McCann y G. Wikel. 2006. "Disaster Risk Reduction: Mapping the Advocacy Landscape." Center for Public Policy Research, College of William and Mary, Williamsburg, VA. <http://www.wm.edu/as/publicpolicy/documents/prs/care.pdf>.
- Twigg, J. 2001. *Corporate Social Responsibility and Disaster Reduction: A Global Overview*. London: Hazard Research Centre, University College.
- . 2004. "Disaster Risk Reduction: Mitigation and Preparedness." *Development and Emergency Programming Good Practice Review* 9.
- ONU (United Nations). 2007. *World Population Prospects: The 2006 Revision*. New York: UN. Cited in Bloom y Khanna (2007).
- ONU (United Nations). 2009. "Summary and Recommendations: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and Poverty in a Changing Climate." [http://www.preventionweb.net/files/9414\\_GARsummary.pdf](http://www.preventionweb.net/files/9414_GARsummary.pdf).

- UN-Habitat. 2005. Global Urban Observatory database. Cited in Bloom y Khanna (2007). UNDP (United Nations Development Programme).
2004. *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. New York: UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery.
- . 2008. "A Guide to the Vulnerability Reduction Assessment." UNDP Working Paper. UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2009. "Chapter 2. Global Disaster Risk: Patterns, Trends and Drivers." *In Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. [http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/documents/GAR\\_Chapter\\_2\\_2009\\_eng.pdf](http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/documents/GAR_Chapter_2_2009_eng.pdf).
- . 2012. "United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Climate Change." [www.unisdr.org/we/advocate/climate-change](http://www.unisdr.org/we/advocate/climate-change). UNU (United Nations University). 2006. "Landslides. Asia Has the Most; Americas, the Deadliest; Europe, the Costliest; Experts Seek Ways to Mitigate Landslide Losses; Danger Said Growing Due To Climate Change, Other Causes." News Release MR/E01/06/rev1.
- USGS (U.S. Geological Survey). 2003. *National Landslide Hazards Mitigation Strategy—A Framework for Loss Reduction*. Washington, DC: USGS.
- Wamsler, C. 2006. "Mainstreaming Risk Reduction in Urban Planning and Housing: A Challenge for International Aid Organizations." *Disaster* 30: 151–77.
- . 2007. "Bridging the Gaps: Stakeholder-Based Strategies for Risk Reduction and Financing for the Urban Poor." *Environment and Urbanization* 19: 115.
- Wharton School. 2008. *Managing Large-Scale Risks in a New Era of Catastrophes: Insuring, Mitigating and Financing Recovery from Natural Disasters in the United States*. [http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/Wharton\\_LargeScaleRisks\\_FullReport\\_2008.pdf](http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/Wharton_LargeScaleRisks_FullReport_2008.pdf).
- World Bank. 1998. *Participation and Social Assessment: Tools and Techniques*. Washington, DC: World Bank.
- . 2004. *Making Services Work for Poor People*. *World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- . 2005. *Grenada: A Nation Rebuilding. An Assessment of Reconstruction and Economic Recovery One Year after Hurricane Ivan*. Washington, DC: World Bank.
- . 2007. *Community Based Disaster Risk Management, India*. <http://go.worldbank.org/OA4B712DW0>.
- . 2009. *Urbanization and Growth: Commission on Growth and Development*. Washington, DC: World Bank.
- . 2010a. *Development and Climate Change. World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- . 2010b. *Natural Hazards Unnatural Disasters: The Economics of Effective Prevention*. Washington, DC: World Bank.
- . 2010c. *Safer Homes, Stronger Communities. A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank.
- . 2011. "Safeguard Policies." <http://go.worldbank.org/WTA1ODE7T0>.
- Zaitchik, B. F. y H. M. van Es. 2003. "Applying a GIS Slope-Stability Model to Site-Specific Landslide Prevention in Honduras." *Journal of Soil and Water Conservation* 58: 45–53.



**“...enfrentadas a desastres diarios multifacéticos, las personas y organizaciones locales desarrollan sus propias estrategias para mejorar sus condiciones de vida, tener mayor acceso a los recursos y cambiar la naturaleza de las relaciones sociales con otros grupos, especialmente con el estado”.**

—A. Maskrey, “Definir el papel de la comunidad en la mitigación de desastres” (1992, 4)



## CAPÍTULO 2

# Inicio del proyecto: equipos y etapas



## 2.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 2.1.1 Alcance

Este capítulo identifica la capacidad existente dentro del país, para conformar los equipos MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades) responsables de la

implementación del proyecto y la definición de las etapas típicas de un proyecto. Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

GRUPOS				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓		Cómo empezar el proyecto con la Unidad Central MoSSaiC: misión, miembros, funciones, responsabilidades	2.2, 2.3
✓	✓	✓		Cómo seleccionar los equipos de trabajo del gobierno; sus funciones y responsabilidades	2.4
	✓	✓	✓	Cómo seleccionar los equipos de trabajo de la comunidad; sus funciones y responsabilidades	2.5
	✓	✓	✓	Principales etapas del proyecto MoSSaiC de cada equipo	2.6, 2.7

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas; **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno; **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales; **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 2.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Documentos en los que se especifican las estructuras y el personal de los equipos, se definen sus funciones y responsabilidades con la aceptación de los representantes de las agencias relevantes del gobierno	2.6
Manual de operaciones del proyecto o equivalente, especificando las etapas y los hitos asociados para su implementación	2.6, 2.7

### 2.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Establecer la Unidad Central MoSSaiC (UCM); definir y acordar sus principales responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los expertos disponibles en el gobierno</li> <li>• Formar la UCM y establecer las líneas de comunicación con el gobierno</li> </ul>	Se crea la UCM
2. Identificar y establecer los equipos de trabajo del gobierno; definir y acordar sus principales responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• La UCM identifica personas de los ministerios relevantes para formar los equipos de trabajo del gobierno (cartografía, enlace con la comunidad, ingeniería, soporte técnico, comunicaciones, promoción)</li> <li>• Definir las funciones y responsabilidades de los equipos</li> </ul>	Se forman los equipos de trabajo del gobierno
3. Identificar y establecer los equipos de trabajo de la comunidad; definir y acordar sus principales responsabilidades* <ul style="list-style-type: none"> <li>• La UCM identifica en las comunidades seleccionadas las personas para formar los equipos de trabajo de la comunidad (equipos de residentes, representantes, construcción)</li> <li>• Definir las funciones y responsabilidades de los equipos</li> </ul>	Se forman los equipos de trabajo de la comunidad
4. Acordar los pasos del proyecto en una plantilla general <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la plantilla de etapas del proyecto y modificar lo que sea necesario</li> <li>• Asignar las responsabilidades del equipo a las correspondientes etapas del proyecto; confirmar los hitos del proyecto</li> </ul>	Se definen las etapas del proyecto y se asignan las responsabilidades

\*Esto solamente se puede realizar una vez seleccionadas las comunidades para un proyecto MoSSaiC; ver capítulos 4 y 5.

### 2.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Una parte importante de este capítulo es la identificación de los miembros de los equipos de trabajo de la comunidad (residentes de la comunidad, representantes, contratistas y propietarios de tierras), que forman parte integral de un equipo aún más amplio, el equipo MoS-SaiC. Sin el total reconocimiento y compromiso de estos equipos, el proyecto no tendría arraigo en las comunidades, el proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad y la evaluación de la amenaza de deslizamientos serían incompletos (o incorrectos) y no existiría un mecanismo sostenible para aplicar las medidas apropiadas en la reducción de la amenaza de deslizamientos.

## 2.2 INICIO

### 2.2.1 Nota informativa

#### Un enfoque integrado en la gestión del riesgo de deslizamiento

La ejecución de las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades

vulnerables, requiere la coordinación de un equipo diverso que incluya residentes de la comunidad, técnicos de campo y de cartografía, ingenieros, contratistas y funcionarios de desarrollo social. Una unidad central (UCM) MoS-SaiC fuerte y multidisciplinaria necesita configurar y gestionar las etapas, funciones y responsabilidades específicas del proyecto y por lo tanto tratar de reproducir los factores de éxito esbozados en la tabla 2.1.

#### Función de la Unidad Central MoSSaiC

Un elemento esencial de MoSSaiC es el desarrollo de un equipo interministerial de gerentes gubernamentales y profesionales expertos. Este libro se refiere a este equipo como la UCM; los países pueden decidir darle otro nombre al equipo. La UCM es responsable de:

- Identificar claramente las etapas del proyecto que harán llegar efectivamente medidas en el terreno de reducción de amenaza de deslizamientos en las comunidades, en forma de drenajes de aguas superficiales.
- Identificar y aprovechar la experiencia local para implementar las etapas del proyecto,

**TABLA 2.1 Características principales de proyectos muy exitosos de desarrollo social**

CARACTERÍSTICAS
Participación de calidad de todas las partes interesadas
Se da a los participantes la responsabilidad de estructurar cómo se involucran en el proyecto
Los participantes, especialmente los beneficiarios se involucran en el diseño del proyecto
Conformación del equipo del proyecto y su continuidad
La atención integrada a los temas de desarrollo social que influyen en la implementación del proyecto
Análisis de los aspectos socialmente relevantes del proyecto

Fuente: IEG, 2005.

estableciendo equipos de trabajo apropiados a nivel de gobierno y comunidades.

- Asegurar el seguimiento paso a paso de los protocolos del gobierno y los donantes.
- Asegurar que se cumplen los procedimientos apropiados para la evaluación de deslizamientos, la selección de la comunidad y su compromiso, así como los procesos de contratación.
- Comunicar claramente las funciones y responsabilidades de los equipos de trabajo, de forma que cada persona comprenda sus tareas y su contribución específica dentro de un proyecto más amplio.
- Desarrollar y transmitir la visión (y el potencial) para la reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades vulnerables, de manera que sea relevante para equipos y audiencias más amplias.

La amplitud de las actividades involucradas en MoSSaiC exige que las funciones y responsabilidades sean claramente identificadas y acordadas. Este capítulo está diseñado para apoyar la creación y equipamiento de la UCM como un complemento a las estructuras de gobierno existentes.

### 2.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican al iniciar un proyecto MoSSaiC:

- La UCM debe estar formada por miembros aprobados y respetados por el gobierno y las comunidades.
- Se deben establecer responsabilidades claras y ampliamente conocidas por la UCM y por cada uno de los equipos de trabajo MoSSaiC.
- Se deben acordar las etapas e hitos del proyecto.

### 2.2.3 Riesgos y desafíos

#### Objetivos apropiados

Los conceptos contenidos en este libro deben ser adoptados por cada país para reflejar el perfil de riesgo local y los contextos del gobierno y de la comunidad. En particular, los objetivos no deben ser demasiado ambiciosos o indefinidos, ya que esto puede debilitar las responsabilidades, evitar la ejecución de las medidas apropiadas de mitigación y reducir la posibilidad de adopción de buenas prácticas de gestión de taludes por parte de gobiernos y comunidades.

#### Identificar los miembros de la UCM

La UCM interdisciplinaria es la estructura de gestión central de MoSSaiC. El punto de partida para cualquier proyecto MoSSaiC es la identificación de personas del gobierno y las agencias relacionadas, que estén comprometidas con el concepto de formular un enfoque de acuerdo con la comunidad para la reducción del riesgo de deslizamientos. Se debe emplear suficiente tiempo hablando a un amplio rango de partes interesadas y personas para identificar los miembros del equipo de la UCM que comparten la visión MoSSaiC y tienen puestos, habilidades o experiencia relevantes.

#### Evitar estructuras paralelas

El establecimiento de la UCM y sus equipos de trabajo asociados no debe crear estructuras paralelas que compitan o debiliten las estructuras institucionales existentes o los gobiernos democráticamente electos a nivel local o nacional (Mansuri y Rao, 2003).

### Desarrollo y compromiso total con todos los equipos de trabajo

Los equipos de trabajo deben estar identificados y con el personal apropiado para cada etapa del proyecto para asegurar que ninguna persona o grupo esté sobrecargada o se le exijan responsabilidades que excedan sus conocimientos.

La comunicación clara, consistente y frecuente mantendrá el impulso y compromiso de personas que pueden tener otras responsabilidades. Esta forma de comunicación se debe acordar al inicio del proyecto. Dependerá de las prácticas locales si la comunicación habitual es a través de e-mails o de reuniones informativas.

### Cronograma real para el proyecto

Los iniciadores del proyecto son a menudo muy optimistas acerca del cronograma de la implementación de proyectos multidisciplinarios (ver, por ejemplo, IEG, 2000). Debido a que MoSSaiC integra el gobierno y la comunidad y se enfoca en la ejecución de medidas físicas sobre reducción de riesgo en comunidades, es de especial importancia que las expectativas en el cronograma y los resultados del proyecto se establezcan de manera realista. Esto no es solo para evitar expectativas no realizables y tener que hacer frente a las consecuencias (particularmente en las comunidades), sino por una razón más importante aún: terminar el proyecto a tiempo y dentro del presupuesto probablemente fomentará un cambio de comportamiento. Pequeños éxitos crean confianza y conducen a una mayor asimilación.

### Calidad de la gestión del proyecto

La falta de buena gestión de un proyecto puede dar lugar a una serie de resultados negativos:

- Conceptualización y diseño inadecuado del proyecto (eventualmente dando lugar a la pérdida de transparencia financiera o en la toma de decisiones, insuficiente justificación científica de las medidas de reducción de la amenaza y diseño o construcción inadecuada de las medidas de reducción de la amenaza)
- Deficiente calidad en la construcción (si la supervisión de la obra no se programa con suficiente frecuencia)
- Interrupciones en el proyecto y falta de pago en tiempo a los contratistas (si la fuente de financiación no se gestiona apropiadamente)

- Atención inadecuada a las salvaguardas del proyecto (especialmente si hay problemas de propiedad de la tierra relevantes o de derechos de acceso a cualquier construcción propuesta)

### Relevancia de los documentos del proyecto

Evite producir documentos que probablemente no se van usar o leer. En su lugar, concéntrese en desarrollar un conjunto de documentos que proporcionen registros fiables para un posterior análisis de impacto del proyecto, permitan a los equipos llevar a cabo sus tareas y contribuyan a la sensibilización pública y a las iniciativas de los medios.

### Crear una plataforma para un cambio de comportamiento

El desarrollo urbano puede generar riesgo de deslizamiento; a la inversa, el riesgo de deslizamientos puede afectar el desarrollo. A nivel de comunidad, cada hogar inadvertidamente puede contribuir al riesgo de deslizamientos o con unas buenas prácticas de gestión de taludes jugar un papel importante en su mitigación. Los proyectos y políticas gubernamentales también pueden aumentar o reducir el riesgo de deslizamientos a nivel comunitario, municipal y nacional. Crear una plataforma para un cambio de comportamiento en las comunidades y en el gobierno, es una parte importante de la visión MoSSaiC y la mejor manera de lograrlo es con el compromiso de la comunidad de principio a fin y el uso del personal gubernamental existente para formar la UCM. De esta manera, las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos se podrán aplicar en el terreno y se lograrán los cambios de comportamiento a medida que los equipos de la comunidad y el gobierno aprenden haciéndolo.

### 2.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Este capítulo proporciona una guía flexible para la iniciación de un proyecto MoSSaiC. Los financiadores y los responsables de formular políticas conjuntamente con la UCM deben adaptar esta guía para ajustarla a la capacidad local y a las estructuras institucionales.

Utilizar la matriz siguiente para evaluar la capacidad existente y configurar los proyectos multidisciplinarios de acuerdo con la comunidad y por lo tanto, la capacidad probable de formar equipos MoSSaiC.

1. Asignar una puntuación de capacidad de 1 a 3 (bajo a alto) para reflejar la capacidad existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver la guía en la parte inferior de la página siguiente).

Una revisión de las metodologías de evaluación de capacidad seleccionadas se encuentra en PNUD (2006) y en Venture Philanthropy Partners (2001, 84) que proporcionan un ejemplo de un marco detallado de evaluación de la capacidad para organizaciones sin ánimo de lucro.

## 2.3 ESTABLECER LA UNIDAD CENTRAL MOSSAIC

### 2.3.1 Justificación

#### Enfoque integrado frente a un problema multidisciplinar

Típicamente, la gestión del riesgo de deslizamientos implica la valoración del riesgo, la evaluación de las opciones de reducción del riesgo y a continuación el tratamiento del riesgo. Esto requiere la coordinación de expertos en las áreas (y en el orden) que se muestran en la tabla 2.2.

#### Una nueva manera de crear capacidad

La formación de la UCM con personal **existente** dentro de gobiernos y agencias es un modo apropiado para el desarrollo de capacidades dentro del gobierno. Inicialmente, la capacidad mejora simplemente al darle la oportunidad al personal del gobierno de que ejercite sus conocimientos de una manera innovadora y que forme parte de un equipo multidisciplinar. Estos conocimientos se desarrollan y se incrementan con la experiencia práctica a medida que el proyecto avanza. La implementación exitosa de las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en las primeras comunidades promueve cambios de comportamiento y de políticas dentro del gobierno.

La UCM por lo tanto, llega a ser un foco para el desarrollo de la capacidad y el medio para desarrollar dichas capacidades en otros equipos ya que puede ofrecer lo siguiente:

- Visión del proyecto, en la medida en que es único y está diseñado para hacer llegar logros físicos a comunidades.
- La coordinación del equipo de trabajo, para asegurar que se forjen vínculos apropiados dentro del gobierno y entre el gobierno y la comunidad.
- Fomento del desarrollo de capacidades y aumento de la resiliencia a nivel de la comunidad, mediante el compromiso y la participación de las comunidades desde el principio y de una manera transparente.
- Punto focal para recopilar y gestionar información relacionada con deslizamientos; dichos datos a menudo están dispersos en diferentes ministerios, agencias y consultorías.

#### Mantener las mejores prácticas de gestión de deslizamientos en el país

Ciertos proyectos pueden requerir que se traiga al país un alto nivel de conocimientos para proporcionar ingeniería especializada o conocimientos científicos, generalmente en términos de diseño pero también algunas veces relacionados con investigación local. Tal aportación experta debe servir para complementar en vez de sustituir la gestión del proyecto en el país y los equipos de trabajo. Centrarse en una UCM basada en el gobierno y los equipos de trabajo locales es el mejor enfoque para asegurar una gestión sostenible del riesgo de deslizamientos al:

- crear una organización dinámica de aprendizaje,
- promover una eficiencia de costos,
- proporcionar vínculos seguros y sostenibles entre el gobierno y la comunidad,
- proporcionar una conexión coherente con los fondos de desarrollo social que pueden ejecutar proyectos a nivel de la comunidad y
- asegurar una asimilación óptima de datos de soporte apropiados.

#### Evitar el “Dilema del Samaritano”

Una UCM interna del país es una manera potencialmente eficaz de evitar el bien documentado

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Organización de la comunidad y representación por sus líderes	Las comunidades normalmente carecen de estructura y liderazgo	Algunas estructuras organizativas o de liderazgo de la comunidad	Organizaciones y liderazgo comunitario en funcionamiento
Función del enlace entre gobierno y comunidad	Función no existente	Enlace entre gobierno y comunidad de manera informal/no estructurada	Muy desarrollada la función de enlace entre gobierno y comunidad
Proyectos anteriores de acuerdo con la comunidad	Poco historial en proyectos de acuerdo con la comunidad	Algunos proyectos comunitarios anteriores, pero sin resultados sostenidos	Buen historial de implantación exitosa de proyectos de acuerdo con la comunidad
Experiencia del gobierno en la implementación de obras de acuerdo con la comunidad (construcción)	Poca o ninguna experiencia en implementar obras de acuerdo con la comunidad	Algunas obras comunitarias implementadas por una o más agencias del gobierno	Una o más agencias con experiencia probada en obras comunitarias con una gama de modelos de financiación de donantes/gobierno
Experiencia del gobierno al implementar proyectos de gestión del riesgo de desastres en la comunidad	Poca o ninguna experiencia al implementar la gestión del riesgo de desastres en la comunidad	Algunos proyectos de gestión del riesgo de desastres de acuerdo con la comunidad, enfocados principalmente en preparación ante desastres o reducción de la vulnerabilidad	Experiencia en proyectos de gestión del riesgo de desastre de acuerdo con la comunidad que incluyan evaluación y mitigación de amenazas
Coordinación de proyectos multidisciplinarios de acuerdo con la comunidad	Proyectos de acuerdo con la comunidad realizados por una sola agencia de implementación	Alguna coordinación interministerial en algunos proyectos	Estructuras bien integradas en todo el gobierno para facilitar la coordinación interministerial
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en la interpretación y funcionamiento de políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Disponibilidad de salvaguardas documentadas de todas las agencias relevantes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
<b>1: Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda</b>	El país necesita fortalecer su capacidad para iniciar un proyecto MoSSaiC y formar los equipos requeridos. Esto podría involucrar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda activa de un líder político para iniciar el proceso de creación de una UCM</li> <li>• Organizar reuniones entre agencias y entre entidades del gobierno para explicar la visión MoSSaiC y la necesidad de crear una UCM</li> </ul>
<b>2: Algunos elementos de este capítulo reflejan prácticas actuales; leer los elementos restantes a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad</b>	El país tiene fortalezas en muchas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben d Nivel 1 deben abordarse según lo explicado anteriormente. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el gobierno tiene experiencia en mitigación de amenazas mediante equipos multidisciplinarios, pero no a nivel de la comunidad, se deben identificar las agencias que ya están trabajando en comunidades que podrían ser socias en un proyecto MoSSaiC</li> </ul>
<b>3: Utilizar este capítulo como una lista de verificación</b>	Es probable que el país pueda formar una UCM basada en la capacidad probada existente. La siguiente, en todo caso, sería una buena práctica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar la experiencia relevante del gobierno en la mitigación de amenazas, gestión de proyectos y salvaguardas relacionadas de acuerdo con la comunidad</li> </ul>

**TABLA 2.2 Ciclo típico del proyecto de gestión del riesgo de deslizamiento**

FASE TÍPICA		HABILIDADES/EXPERIENCIA REQUERIDA
Preparación del proyecto para la gestión del riesgo de deslizamiento	<b>Identificar el proyecto:</b> Determinar la necesidad e interés en un proyecto de reducción del riesgo de deslizamiento	Gestión, financiera, agencia donante, ingeniería/científica
	<b>Formular el proyecto:</b> Definir el alcance del proyecto, presupuesto, metas, objetivos y viabilidad	
Evaluación del riesgo de deslizamiento	<b>Identificar la amplitud del riesgo de deslizamiento:</b> Identificar la susceptibilidad o amenaza relativa de deslizamiento desde diferentes áreas a los diferentes tipos de deslizamiento y la vulnerabilidad relativa de las comunidades expuestas	Conocimiento local de la comunidad, cartografía, gestión de datos, ingeniería/científica
	<b>Entender y estimar el riesgo específico de deslizamiento:</b> Para una comunidad y ladera específica identificar los factores subyacentes de amenaza de deslizamiento y confirmar el nivel de la amenaza; la exposición y vulnerabilidad relativa de la comunidad	Cartografía, ingeniería/científica, ciencias sociales, económica
	<b>Evaluar el riesgo:</b> Comparar con otros riesgos y decidir si aceptar o tratar el riesgo	Gestión, financiera, ingeniería/científica
Reducción del riesgo de deslizamiento	<b>Identificar las opciones de reducción del riesgo de desastre:</b> Las opciones normales son evitar o reducir la amenaza, reducir la vulnerabilidad o transferir el riesgo	
	<b>Plan de mitigación del riesgo:</b> Diseñar las medidas de reducción de la amenaza de deslizamiento (drenaje para captar aguas superficiales y aguas de las viviendas)	Ingeniería/científica
	<b>Implementar la mitigación del riesgo:</b> Emitir y gestionar los contratos y la construcción, crear concientización en la comunidad	Financiera/contratación, enlace con la comunidad, ingeniería, supervisión, construcción
	<b>Supervisar y evaluar:</b> Comprobar el avance del proyecto, sus problemas, soluciones, sostenibilidad e impacto	Gestión, enlace con la comunidad, ingeniería

dilema del Samaritano. Este problema, planteado por Buchanan (1977) gira alrededor del hecho de que el donante, enfrentado con una circunstancia que potencialmente requiere ayuda, tiene que escoger entre ayudar o no ayudar. El recipiente de la ayuda, entonces, tiene que escoger entre invertir en un esfuerzo alto o bajo a cambio de la ayuda. Si el donante extiende la ayuda y el recipiente contribuye con un gran esfuerzo, ambos, tanto el donante como el recipiente, se benefician significativamente. Sin embargo, desde la perspectiva del recipiente, éste podría inclusive estar mejor si invierte un esfuerzo bajo. (Tabla 2.3).

Aunque el donante preferiría una situación en la cual el recipiente invierte un alto esfuerzo, en la mayoría de los casos se produce un esfuerzo bajo (Ostrom et al., 2001) con los consecuentes bajos niveles de sostenibilidad. Ostrom et. al (2001, 32) concluyen que “Son las acciones del recipiente las que marcan la diferencia entre la sostenibilidad y no sostenibilidad de los resultados”, agregando que un donante

más sofisticado condicionaría la ayuda a la participación del recipiente y realizaría esfuerzos para darle al recipiente la calidad de propietario. Son expresamente estas dos características las que MoSSaiC desea conseguir a través de su estructura de equipos.

### La UCM y su función como emprendedora de políticas

Los líderes políticos “introducen, traducen y ayudan en la implementación de nuevas ideas

**TABLA 2.3 El dilema del samaritano**

		RECIPIENTE	
		ESFUERZO ALTO	ESFUERZO BAJO
DONANTE (SAMARITANO)	SIN AYUDA	2,2	1,1
	CON AYUDA	4,3	3,4

Fuente: Raschky y Schwindt, 2009.

Nota: La preferencia del tema (beneficio) se clasifica de alto (4) a bajo (1). El primer número en cada pareja es la preferencia del donante, la segunda es la preferencia del recipiente.

**TABLA 2.4 Problemas de reducción de riesgos que debe contrarrestar un líder político**

PROBLEMAS	PAPEL DEL LÍDER POLÍTICO
Las motivaciones políticas pueden cambiar a lo largo del tiempo	Ayudar a mantener la reducción del riesgo en su agenda política manteniéndose bien informado de los aspectos técnicos de la reducción del riesgo, siendo un político experto y teniendo un gran compromiso personal
Puede que la opinión prevalente sea que no se puede hacer nada acerca del riesgo de deslizamiento	Contrarrestar este punto de vista con la prueba de que reducir la amenaza de deslizamiento funciona y da beneficios
La mitigación de la amenaza y el desarrollo socioeconómico son problemas complejos; las políticas simplistas pueden tener resultados no esperados al igual que las políticas complejas son difíciles de desarrollar	Comprender y promocionar un marco científico y socioeconómico para las políticas de mitigación de amenazas de deslizamiento.

en la práctica pública” (Roberts y King, 1991). Dados los problemas observados por Prater y Londell (2000) y resumidos en la tabla 2.4, es importante identificar un líder político que abogue por MoSSaiC y apoye o sea parte de la UCM.

#### La misión de la Unidad Central MoSSaiC

La UCM encuentra el equilibrio en dos elementos que impulsan y contribuyen al éxito del proyecto MoSSaiC:

- **Impulsores y procesos de arriba a abajo** como el imperativo social, económico y político para detener la acumulación del riesgo de deslizamientos y los requisitos de gestión y financiación del proyecto.
- **Impulsores y procesos de abajo a arriba** como el imperativo de la comunidad en la reducción del riesgo de deslizamientos, la mejora del sustento, la participación de la comunidad en el diseño del proyecto y el compromiso de los trabajadores de las comunidades en implementar la intervención.

#### 2.3.2 Funciones y responsabilidades de la UCM

Las responsabilidades de la UCM están definidas por sus cinco misiones esenciales (figura 2.1).

##### 1. Establecer el alcance del proyecto y los equipos.

La primera misión de la UCM es establecer la visión, el alcance y la base interdisciplinar del proyecto, así como identificar los equipos de trabajo en el gobierno y la comunidad.

La metodología MoSSaiC se debe entender y aplicar si se va a lograr la meta de la reducción

del riesgo de deslizamientos en comunidades. Cada capítulo en este libro está relacionado con una fase diferente de la implementación de MoSSaiC. La UCM debe tener en cuenta qué aspectos comprende cada una de estas fases del proyecto (encuadradas en la sección “Inicio” de cada módulo), de tal manera que se pueda configurar correctamente y establecer los equipos de trabajo.

Formar la UCM internamente en el país permite hacer llegar una gestión del proyecto con eficiencia en costos. La UCM y los equipos de trabajo del gobierno deben estar compuestos de personal existente en el gobierno; los equipos de trabajo de la comunidad incluirán tanto voluntarios no pagados (líderes y residentes de la comunidad) como contratistas pagados. Las normas culturales y la falta de incentivos pueden restringir la gestión efectiva de los equipos de trabajo y es posible que existan limitaciones en el poder de una sola agencia para fomentar cambios de comportamiento más ampliamente en el gobierno. La UCM deberá elaborar una estrategia de comunicación y compromiso que combine los protocolos formales del gobierno con un enfoque culturalmente sensible para lograr la aceptación del proyecto, la integración del personal y el equipo y la aceptación consensual de la propiedad (Banco Mundial, 2003).

Las funciones y responsabilidades en este sentido son las siguientes:

- Estar familiarizado con los objetivos y alcance de MoSSaiC



**FIGURA 2.1 Cinco misiones de la Unidad Central MoSSaiC**



a. **Misión 1:** Establecer la visión, alcance y la base multidisciplinaria del proyecto e identificar los equipos de trabajo en el gobierno y las comunidades.



b. **Misión 2:** Arraigar el proyecto en las comunidades a través del proceso de creación de una plataforma de cambio de comportamiento tanto en el gobierno como en las comunidades.



c. **Misión 3:** Asegurar el buen diseño de las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos y la calidad y terminación de la construcción.



d. **Misión 4:** Crear una cultura de buenas prácticas de gestión de taludes y evaluar el impacto del proyecto y sostenibilidad de acuerdo con las comunidades y las agencias de financiación.



e. **Misión 5:** Identificar los requisitos de las salvaguardas (relacionadas con problemas como el potencial reasentamiento involuntario tras la falla de la pendiente y la destrucción de la vivienda o para resolver problemas de propiedad relacionados con las líneas del drenaje).



- Definir el alcance del proyecto local en términos de las necesidades de gestión del riesgo de deslizamientos en relación con la ejecución apropiada de MoSSaiC
- Adaptar la guía MoSSaiC para conformar los equipos de trabajo y definir las etapas, funciones y responsabilidades del proyecto
- Hacer propia la visión y abogar por ella, así como liderar y motivar los equipos de trabajo
- Desarrollar una estrategia efectiva para facilitar a los equipos de trabajo el cumplimiento de sus funciones.

## 2. Permanecer enfocada en la comunidad

Desde el principio, la UCM necesitará estar enfocada en la ejecución de las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades vulnerables.

Este enfoque requerirá el desarrollo de estrategias para comprometer a la comunidad desde el principio y mantener ese compromiso durante el proceso de cartografía y evaluación de la amenaza

de deslizamientos, a través del diseño, durante la implementación y en las fases de seguimiento.

Los equipos de trabajo del gobierno deben estar motivados para trabajar con los miembros de la comunidad formal e informalmente, para beneficiarse del conocimiento que la comunidad tiene de los procesos locales de las pendientes y las estructuras sociales relevantes de la comunidad. La comunidad, por lo tanto, llega a ser el foco de las actividades y de la experiencia práctica de los equipos de trabajo del gobierno y la comunidad.

Las funciones y responsabilidades de la UCM en este aspecto son las siguientes:

- Desarrollar un proceso de selección de las comunidades que se justifique en términos de susceptibilidad de los taludes a deslizamientos y de vulnerabilidad de las comunidades al impacto de los mismos.
- Garantizar que se consulta a las comunidades seleccionadas sobre sus prioridades y el

potencial de implementación de las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos.

- Garantizar que se utilizan los enfoques apropiados de participación de la comunidad en la selección de los equipos de trabajo, la cartografía de amenaza de deslizamientos y los problemas de drenaje, diseñando una intervención para el drenaje y manteniendo el contacto con los residentes durante y después del proyecto.
- Establecer un proceso de contratación real en la comunidad, mediante el cual la contratación y las adquisiciones se llevan a cabo en nombre y por cuenta de la comunidad.
- Garantizar que los contratistas de la comunidad están comprometidos y supervisados en la construcción de las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos.
- Motivar un aprendizaje horizontal y vertical mediante una participación práctica de los equipos de trabajo en las comunidades.

### 3. Mantener el control de calidad

La efectividad de cualquier medida de ingeniería o física construida para reducir la amenaza de deslizamientos depende del diseño, especificaciones y construcción adecuados. MoSSaiC involucra el desarrollo de planes de drenaje de agua superficial para reducir la amenaza de deslizamientos y su construcción por parte de los contratistas de la comunidad para lograr dicho objetivo. La UCM por lo tanto tiene que crear estrategias para el control de calidad, supervisión del diseño del drenaje e implementación del proceso; esta responsabilidad es fundamental para el éxito de las medidas.

Las funciones y responsabilidades de la UCM en este aspecto son las siguientes:

- Seleccionar equipos de trabajo adecuadamente cualificados para la cartografía, la evaluación de la amenaza de deslizamientos y el diseño del drenaje.
- Seleccionar supervisores de obra con experiencia.
- Establecer un proceso comunitario de contratación apropiado y supervisar las subcontratas.

### 4. Evaluar el proyecto y desarrollar prácticas sostenibles

El éxito del proyecto MoSSaiC no se debe medir simplemente en términos de calidad y cantidad

de los logros inmediatos (tales como longitud de los drenajes construidos, número de viviendas que se benefician o el dinero gastado en emplear contratistas locales), sino en términos del impacto a medio plazo y su sostenibilidad (resultados). La UCM, por lo tanto, debe supervisar y evaluar el proyecto más allá de sus logros inmediatos. Las observaciones y las experiencias de la comunidad son un recurso vital en este aspecto.

La sostenibilidad del proyecto está reflejada en el grado de aceptación de los equipos de la comunidad y del gobierno, la creación de una cultura de buenas prácticas en la gestión de pendientes y las estructuras que las habilitan. La UCM es el principal facilitador en el establecimiento de la sostenibilidad de los proyectos.

La conexión horizontal de la UCM dentro del gobierno y su integración vertical con las comunidades brinda la oportunidad de desarrollar un mecanismo sostenible para incorporar la reducción del riesgo de deslizamientos en la práctica y en las políticas. La conformación de un equipo de altos funcionarios y oficiales técnicos tiene, de esta manera, una longevidad potencial cuyo nivel generalmente no cumplen los representantes políticos electos.

Las funciones y responsabilidades de la UCM en este sentido son las siguientes:

- Crear una fuerte integración horizontal y vertical entre altos funcionarios, equipos de trabajo y comunidades.
- Evaluar los logros del proyecto (impactos a medio plazo y sostenibilidad) al igual que los logros estándares requeridos por los donantes.
- Involucrar a la comunidad en la evaluación de los éxitos y fallos del proyecto, en el desarrollo de nuevos enfoques y soluciones y en compartir experiencias y conocimientos.
- Promover el enfoque basado en una demostración física de buenas prácticas de gestión de taludes, utilizando evaluaciones del proyecto para desarrollar una base en resultados para crear conciencia pública y conseguir financiación adicional.
- Proporcionar actualizaciones periódicas a los altos funcionarios e ingenieros clave utilizando fotos, visitas al sitio y presentaciones e informes cortos.

- Encontrar un nicho para el enfoque dentro del ministerio del gobierno o la agencia más apropiados.

### 5. Adherirse a las salvaguardas

La UCM tiene que asegurar que el proyecto cumple con las salvaguardas y protocolos relevantes estipulados por el donante, el gobierno o dictados por las buenas prácticas (sección 1.5.3), aunque se reconoce que la responsabilidad formal del cumplimiento bien puede ser de otros agentes. La tabla 1.16 (capítulo 1) ilustra algunas salvaguardas típicas que se podrían aplicar. Éstas solo son enunciativas y no pretenden ser un sustituto de políticas y procedimientos obligatorios.

Las funciones y responsabilidades de la UCM en este aspecto, son las siguientes:

- Tener un conocimiento total y actualizado de las salvaguardas que aplican al proyecto.
- Comunicar las salvaguardas y procedimientos para cumplir con las partes interesadas relevantes.
- Mantener un registro de cumplimiento.

#### 2.3.3 Pertenecer a la UCM

La estructura de las diferentes UCM variará de país a país. Generalmente, los miembros pueden venir de las siguientes entidades de gobierno, ministerios y agencias:

- Obras públicas
- Desarrollo social
- Planificación
- Finanzas
- Organización para emergencias nacionales
- Estadísticas y censo
- Agricultura
- Empresa de agua y saneamiento.

La educación superior y las universidades (donde hay un conocimiento técnico importante), también pueden contribuir con algunos miembros a la UCM.

Los miembros seleccionados deben estar completamente familiarizados con los temas y dar apoyo a las misiones, funciones y responsabilidades de la UCM como se esbozó anteriormente. Deben estar comprometidos en la ejecución de medidas de reducción del riesgo de

deslizamientos utilizando un enfoque interdisciplinario y de acuerdo con la comunidad. Los miembros de la UCM tienen que poder gozar del respeto de las comunidades, el gobierno, los donantes y los medios de comunicación (Anderson y Holcombe, 2004, 2006a, 2006b; Anderson, Holcombe y Williams, 2007).

Es necesario que los miembros de la UCM permanezcan completamente comprometidos a lo largo de todo el proyecto; si no es así y se cree que el proyecto está establecido y que funcionará por sí mismo puede que los logros del proyecto sufran las consecuencias.

Las pruebas cuantitativas sugieren que el papel de los facilitadores de proyecto (miembros de la UCM en este caso) será la clave para el éxito de los proyectos de acuerdo con la comunidad. En una encuesta del Grupo de Investigación de Desarrollo del Banco Mundial, Mansuri y Rao (2003) encontraron que los proyectos a menudo se llevan a cabo con facilitadores jóvenes y sin experiencia y cuyos incentivos no están alineados con los mejores intereses de la comunidad. Estas conclusiones refuerzan el papel crítico de la UCM y el carácter de su colectividad.

**HITO 2:**  
**La Unidad Central MoSSaiC  
formada; principales  
responsabilidades acordadas y  
definidas**

## 2.4 IDENTIFICAR LOS EQUIPOS DE TRABAJO DEL GOBIERNO

Parte de la primera misión de la UCM es desarrollar equipos dedicados a obras específicas del proyecto que aseguren la ejecución de las medidas físicas apropiadas para reducir la amenaza de deslizamientos.

La identificación y el compromiso inicial de los miembros del equipo de trabajo probablemente será un proceso interactivo y consultivo conjuntamente con el desarrollo de las etapas específicas del proyecto. En muchos casos, los miembros de la UCM podrían ser las personas más apropiadas para contribuir o liderar un equipo de trabajo en particular.

**TABLA 2.5 Factores en la selección del equipo de trabajo del gobierno**

FACTOR	COMENTARIO
Tamaño del equipo	Generalmente cada equipo de trabajo del gobierno tiene alrededor de tres miembros que han demostrado su compromiso con la visión. Con seis equipos de trabajo hay un total de 18 miembros en los equipos de trabajo del gobierno. Los líderes de estos equipos también pueden ser parte de la UCM.
Compensación financiera	La experiencia nos demuestra que no es necesario que los departamentos/agencias del gobierno de donde provienen los miembros del equipo reciban compensación financiera. Esto se puede ver más como un factor para tomar la visión como propia.
Compromiso en el tiempo	Dependiendo de la escala de la intervención, no se prevé que la función de un miembro del equipo sea en promedio a tiempo completo. Sin embargo, podrían existir periodos donde la persona trabaje a tiempo completo durante algunos días.
Convocar los miembros del equipo	Los miembros de la UCM, al haber sido seleccionados teniendo en cuenta sus respectivas especializaciones, (sección 2.3.3) buscan e identifican miembros potenciales para los equipos de trabajo. Este proceso implicará tener en cuenta el consejo sobre los miembros apropiados y hablar sobre las oportunidades con potenciales candidatos.
Composición de los miembros	Al establecer los equipos, puede ser útil lograr reunir miembros de mandos medios (para disponer de habilidades) y combinar con un número modesto de funcionarios de alto rango para impulsar la aceptación de las políticas.
Oficinas de la UCM	Es apropiado buscar una oficina para la UCM (tal vez una oficina ministerial o la de una agencia comprometida en la cual haya apoyo administrativo y pueda haber un defensor de alto nivel para MoSSaiC). Esto ayudará a demostrar el apoyo del gobierno a la UCM y ayuda en la implementación del proyecto.

Cada miembro de la UCM necesitará identificar y consultar con profesionales expertos (ingenieros, oficiales y técnicos) en sus respectivos ministerios para:

- identificar individuos motivados, eruditos y calificados que deseen contribuir con la visión general de lograr la reducción de la amenaza de deslizamientos en comunidades y
- consultar con estos individuos para poder identificar las colaboraciones interministeriales y las etapas específicas que ellos (como parte del ministerio o agencia) necesitarían llevar a cabo para el éxito del proyecto.

La tabla 2.5 proporciona orientación sobre los factores relevantes al proceso de selección del equipo.

Esta sección identifica áreas típicas de la actividad del proyecto para el cual se necesitarán líderes de equipos de trabajo motivados y experimentados para que se hagan responsables (tabla 2.6). El jefe de proyecto necesitará trabajar en estrecha colaboración con la UCM para diseñar las etapas del proyecto y conformar el equipo. Cada equipo de trabajo puede incluir personas de otros ministerios con las habilidades necesarias para llevar a cabo las tareas asignadas. Esta información se suministra únicamente como una guía; las circunstancias específicas podrían dictar variaciones

dependiendo de las funciones locales desarrolladas por los individuos en un país en particular.

#### 2.4.1 Equipo de trabajo de cartografía

Las responsabilidades esenciales del equipo de trabajo de cartografía son las siguientes:

- Integrar cualquier dato espacial disponible de susceptibilidad a la pobreza y los deslizamientos para apoyar el proceso de identificación y la priorización de las comunidades para la reducción del riesgo de deslizamiento
- Producir mapas de alta resolución de comunidades seleccionadas, que sirvan de base para cartografiar las características de la pendiente, la amenaza de deslizamientos y los lugares propuestos para el drenaje.

Pueden existir varios departamentos gubernamentales que usen la tecnología del sistema de información geográfica (SIG) (figura 2.2). Es importante identificar el ministerio que tiene la(s) persona(s) más hábil(es) y el principal archivo de mapas digitales (tales como de topografía, suelos, geología, vivienda/propiedad de la tierra y uso del suelo) e imágenes aéreas. El ministerio responsable de planificación es a menudo la agencia anfitriona más apropiada para este equipo. Sin embargo, los otros ministerios también pueden contribuir con datos y conocimientos en un área específica tal como información censal relacionada con la pobreza y la vulnerabilidad de comunidades. Considerar

**TABLA 2.6 Equipos de trabajo y notas orientativas**

	EQUIPOS	TAREA PRINCIPAL	EXPERIENCIA/PUESTO DE JEFE DE PROYECTO	SECCIÓN
DE ACUERDO CON EL GOBIERNO	Cartografía	Elaborar mapas de alta resolución para la evaluación de amenazas de deslizamiento	Sistema de información geográfica (SIG), planificación y funcionarios del censo	2.4.1
	Enlace con la Comunidad	Desarrollar un método para priorizar las comunidades con el equipo de cartografía	Desarrollo de la comunidad	2.4.2
	Evaluación del deslizamiento e ingeniería	Cartografiar la amenaza de deslizamiento y drenaje, advirtiéndolo a la UCM de las ventajas del enfoque MoSSaiC y la supervisión de la preparación y adjudicación de las partidas de obra	Científicos o ingenieros con experiencia en evaluación de riesgo de deslizamiento e hidrología Ingenieros civiles, especialmente con experiencia en drenaje, ingeniería medioambiental, bioingeniería, diseño y gestión de contratos	2.4.3
	Apoyo técnico	Inspeccionar el sitio y supervisión de obra	SIG, censo, informática, inspección, técnicos de laboratorio de materiales, supervisión de las obras	2.4.4
	Comunicaciones	Apoyar la UCM en la sensibilización del público	Medios de comunicación, relaciones públicas	2.4.5
	Promoción	Involucrar a los responsables de la toma de decisiones y los medios de comunicación para explicar la visión MoSSaiC y su implementación práctica	Funcionarios electos, representantes de agencias de financiación	2.4.6
DE ACUERDO CON LA COMUNIDAD	Residentes	Ayudar sobre el terreno, a todos los equipos del gobierno en su comunidad	Residentes, líderes de la comunidad y grupos	2.5.1
	Representantes de la comunidad	Proporcionar un contexto detallado de la comunidad a la UCM y otros equipos de trabajo	Funcionarios electos de las comunidades	2.5.1
	Construcción	Los contratistas de la comunidad aportan conocimiento de las prácticas locales y llevan a cabo las obras	Contratistas	2.5.2

incluir representantes de tales grupos en el equipo para asegurar la óptima coordinación en la asimilación y presentación de datos.

### 2.4.2 Equipo de trabajo de enlace con la comunidad

Las responsabilidades clave del equipo de trabajo de enlace con la comunidad son las siguientes:

- Coordinar con el equipo de cartografía el desarrollo de un método transparente para establecer la prioridad en comunidades vulnerables
- Identificar para el equipo de cartografía cualquier encuesta social u otros datos que serían de ayuda en el proceso de priorización
- Coordinar con las comunidades la identificación de sus representantes
- Actuar para moderar la influencia de motivos políticos u otros, en la selección de ciertas comunidades, sus representantes o contratistas
- Coordinar con los residentes de la comunidad y sus representantes a lo largo del proyecto (figura 2.3) la organización de reuniones formales e informales y cualquier material de sensibilización del público que pueda ser relevante
- Llevar a la UCM el conocimiento de cómo funciona la comunidad
- Asegurar que los otros equipos se comprometen con la comunidad en cada etapa del proyecto.

El papel del equipo de enlace con la comunidad es el de asegurar que las comunidades estén representadas y comprometidas en el proceso de selección de la comunidad, en el diseño de

**FIGURA 2.2** Equipo de cartografía de una agencia nacional de gestión del desastre mostrando el software SIG al líder del equipo de la UCM



**FIGURA 2.3** Coordinación con el Ministerio de Desarrollo Social y los residentes de la comunidad en el sitio



la cartografía y la intervención, en la implementación de las medidas y cualquier seguimiento subsecuente. Es posible que este equipo necesite formar parte de otras actividades del equipo de trabajo, a medida que el proyecto avanza.

#### **2.4.3 Equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería**

Las principales responsabilidades del equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería son las siguientes (figura 2.4):

- Dirigir el equipo de cartografía en el análisis de los datos disponibles sobre la susceptibilidad y amenaza de deslizamientos, para ayudar en la selección de comunidades
- Realizar la cartografía de acuerdo con la comunidad, las características de la pendiente, la amenaza de deslizamientos y los problemas de drenaje y una evaluación de la ubicación, magnitud y causa de la amenaza
- Evaluar la importancia y el potencial de la UCM en la eficiencia en costos de MoSSaiC en la reducción de la amenaza de deslizamientos en la comunidad
- Involucrar y coordinar a especialistas adicionales (tales como topógrafos y aparejadores)
- Diseñar medidas de drenaje superficial, generar partidas de obra y gestionar el proceso de contratación para involucrar a los contratistas de la comunidad en la construcción
- Garantizar la calidad de los trabajos (que gestionará un supervisor de obra experimentado).

La reducción exitosa de la amenaza de deslizamientos depende de la correcta identificación y evaluación de la amenaza y del diseño de las medidas de mitigación apropiadas (drenaje superficial en el caso de MoS-SaiC). El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe incluir por lo menos un ingeniero civil o medioambiental y cualquier otro miembro del personal del gobierno con experiencia y conocimientos prácticos de las ciencias físicas, geotécnicas e hidrológicas.

En muchos países, los residentes y las agencias gubernamentales informarán sobre los problemas de deslizamientos y drenaje a un ministerio específico del gobierno. Este ministerio, que a menudo es responsable de las obras civiles, probablemente será el más apropiado para el cumplimiento de las responsabilidades clave esbozadas anteriormente. También tendrá los procesos y el personal necesario para implementar la construcción de medidas de reducción de la amenaza de deslizamientos.

#### **2.4.4 Equipo de trabajo de soporte técnico**

Las principales responsabilidades del equipo de trabajo de soporte técnico (figura 2.5) son las siguientes:

**FIGURA 2.4 Ejemplos de las responsabilidades del equipo de trabajo de evaluación de deslizamiento e ingeniería**



a. Evaluar las diferentes opciones de estabilización de la pendiente.



b. Diseñar las dimensiones del drenaje y alineación en topografía compleja.

**FIGURA 2.5 Asistentes al curso de formación del equipo técnico: Los diferentes ministerios comparten y desarrollan experiencias**



- Proporcionar apoyo técnico a los otros equipos en la recopilación de datos, procesamiento y presentación
- Proporcionar apoyo técnico a los otros equipos, p. ej., realizando estudios de topografía o ayudando en la supervisión y evaluación
- Proporcionar supervisión de la obra durante la implementación
- Sugerir formas de trabajo que mejoren la implementación sobre el terreno.

Generalmente, los técnicos competentes del gobierno permanecen en sus trabajos durante mucho tiempo. Por lo tanto, contar con sus habilidades y su participación en un proyecto más amplio como MoSSaiC puede motivar que las buenas prácticas de gestión de taludes se incorporen en el gobierno tras la finalización del proyecto.

### 2.4.5 Equipo de trabajo de comunicaciones

Las principales responsabilidades del equipo de trabajo de comunicaciones son las siguientes:

- Apoyar a la UCM en relación con la sensibilización pública del proyecto
- Producir folletos, carteles, invitaciones a reuniones comunitarias y otras comunicaciones apropiadas para ser usadas dentro de la comunidad
- Comunicar los objetivos y el avance del proyecto a un público más amplio
- Comprometer y gestionar el interés de los medios (en periódicos, radio, televisión), en formato de entrevistas a miembros de los equipos y de la comunidad, comunicados de prensa, información sobre buenas prácticas de gestión de taludes y otras formas de cobertura del proyecto.

La comunicación apropiada de los problemas causados por deslizamientos, las buenas prácticas de gestión de taludes y los objetivos y el avance del proyecto, pueden motivar la aceptación y la sostenibilidad de MoSSaiC. En muchas comunidades, la principal forma de comunicación es boca a boca, a menudo informando mediante una combinación de reuniones comunitarias, radio y televisión (figura 2.6).

La UCM debe decidir sobre el mensaje que desea transmitir a las comunidades seleccionadas y al público y cómo ese mensaje se debe transmitir. El equipo de trabajo de comunicación puede estar conformado por el personal existente en el servicio de información del

**FIGURA 2.6 Aspectos de comunicación**



a. Tener un mensaje claro y acordado para comunicar al inicio del proyecto.



b. Considerar hacer un documental en el cual los residentes de la comunidad cuenten la historia del proyecto (*Fuente:* Gobierno de Santa Lucía).

gobierno quienes involucraran a los medios de comunicación en las diferentes etapas del proyecto.

En algunos casos, se podría asegurar los servicios del gobierno o de una empresa privada de producción para realizar un documental corto sobre el proyecto. De esta forma, el proyecto obtendrá cobertura de manera profesional y ampliará la “vida útil” de la concientización pública acerca de las buenas prácticas en la gestión de taludes.

#### 2.4.6 Equipo de trabajo de promoción

##### Promoción política

Los funcionarios electos probablemente son aquellos que han tenido parte en la decisión original de llevar a cabo el proyecto MoSSaiC; deben estar informados en todas las etapas del proyecto. Un líder político podría surgir como defensor de MoSSaiC, manteniendo la reducción del riesgo de deslizamientos en su motivación política y ayudando a optimizar la financiación y el proceso político de dicha iniciativa.

La UCM tiene un papel clave en el desarrollo de una estrategia de compromiso con los políticos que podría incluir lo siguiente:

- Presentar documentos del avance en las reuniones de gabinete/comité de gobierno
- Mantener diálogos individualmente con los ministros de gobierno que hayan adoptado la visión de reducir el riesgo de deslizamientos
- Organizar visitas a la obra durante la construcción, que incluyan recibir

retroalimentación de los residentes de la comunidad

- Llevar a cabo sesiones informativas en la obra donde se presenten las obras terminadas a los ministros del gobierno. Esto puede ser una herramienta poderosa que influya un cambio de política (figura 2.7).

Un cambio en el gobierno puede significar que aquello que una vez fue visto como una política innovadora (como llevar a cabo los proyectos MoSSaiC) podría ahora ser menos atractivo políticamente. Por lo tanto, mantener el contacto con altos funcionarios y oficiales técnicos es clave para lograr una política de mitigación de deslizamientos sostenida y sostenible.

##### Los políticos y los medios de comunicación

Los políticos pueden apropiarse del proyecto y promoverlo, aunque algunas veces su objetivo sea lograr una motivación política que no

**FIGURA 2.7 Información en el sitio**





**FIGURA 2.8** Los medios filman a funcionarios electos durante un proyecto MoSSaiC



**FIGURA 2.9** Personal de la agencia de financiación en la etapa inicial del proyecto MoSSaiC



coincide necesariamente con los aspectos técnicos prioritarios de las comunidades.

La combinación de los medios de comunicación y los funcionarios electos puede llegar a ser un vehículo muy poderoso para la promoción del proyecto, especialmente en las etapas que van del inicio hasta la mitad del ciclo del proyecto. La UCM tiene el papel clave de informar a los políticos para que ellos estén al tanto de los mensajes más importantes (figura 2.8) y deben desarrollar planes específicos para coordinar oportunidades con los medios de comunicación.

#### Promotores de las agencias de financiación

Mantener debidamente informadas a las agencias de financiación acerca del avance del proyecto, es un requerimiento formal que se debe asumir; estos informes generalmente están estandarizados. Hay una ventaja adicional en mantener comunicaciones menos formales, tanto con los financiadores actuales, como con agencias similares, para divulgar las innovaciones del proyecto, el éxito en la ejecución de las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos sobre el terreno y las lecciones aprendidas. Las visitas informales, posiblemente con un componente como los medios (figura 2.9) pueden ayudar a mantener la promoción de MoSSaiC, de la agencia de financiación, especialmente si la rotación del personal de la agencia de financiación es alta. La UCM debe crear y motivar enlaces con el personal de la agencia para:

- aumentar la sensibilización internacional frente al programa de un país,

- proporcionar enlaces potenciales con otras fuentes de financiación,
- proporcionar una oportunidad de intercambio de las mejores prácticas y
- crear autoestima entre los que están comprometidos con MoSSaiC a nivel comunitario, tanto los residentes como los miembros de los equipos que de otra forma no tendrían acceso a estos grupos o a poder expresar sus percepciones y conocimientos del proyecto de primera mano.

## 2.5 IDENTIFICAR LOS EQUIPOS DE TRABAJO DE LA COMUNIDAD

### 2.5.1 Residentes de la comunidad

Las principales responsabilidades de los residentes de la comunidad en relación con MoSSaiC son las siguientes:

- Discutir e influenciar el diseño conceptual del proyecto, es decir la manera específica de involucrar la comunidad y los procesos de contratación, que variarán dependiendo de las estructuras de las comunidades locales.
- Proporcionar conocimiento local detallado sobre deslizamientos anteriores, los procesos y características de las pendientes, los impactos de la lluvia y los problemas de drenaje.
- Seleccionar representantes de la comunidad para interactuar con los equipos de trabajo del gobierno.
- Realizar contribuciones en especie a la implementación del proyecto o ganar dinero siendo parte del equipo de un contratista.

- Aprender las buenas prácticas de gestión de taludes y aplicarlas cuando sea posible.

Frecuentemente, el primer compromiso de los residentes de la comunidad en el proyecto será informal, como parte de las visitas iniciales de los equipos de trabajo gubernamentales para confirmar la selección de las comunidades para el proyecto. Estas visitas iniciales son buenas para entablar conversación con los residentes de una manera no amenazadora. Sin embargo, se debe llevar a cabo una comunicación formal con la comunidad al principio del proceso. Es importante identificar las organizaciones existentes y al interior de la comunidad y las estructuras formales de liderazgo en la comunidad las cuales pueden aprobar (o facilitar) un proyecto MoSSaiC. Una vez que se ha establecido un medio apropiado para involucrar a la comunidad, se debe llevar a cabo una reunión para presentar y discutir el proyecto propuesto (figura 2.10a). Este evento, a menudo tendrá múltiples propósitos y se producirá con la asistencia de representantes de los medios locales y del gobierno. Estas ocasiones formales e informales dan a los residentes la oportunidad de expresar sus puntos de vista, facilitando el inicio de la selección de un grupo de representantes de la comunidad para el proyecto.

Se deben crear oportunidades informales para que los residentes de las comunidades contribuyan al proyecto, bien sea individualmente o mediante pequeños grupos. Las reuniones, se deben llevar literalmente a la comunidad mediante visitas de campo de inspección y conversaciones improvisadas. Tener una reunión en un lugar visible anima a otros a participar en los grupos ya sea por curiosidad (figura 2.10b). De esta manera, los residentes efectivamente se convierten en un equipo de trabajo que contribuye con el conocimiento de las características de las pendientes y los problemas de drenaje.

Tanto los compromisos formales como informales permiten a los miembros de la comunidad hacer llegar su conocimiento local de forma detallada durante todo el proyecto, p. ej., la altura a la que puede llegar el flujo de un drenaje en un evento de lluvia en particular (figura 2.10c). Este tipo de compromiso debe continuar en las fases de cartografía, diseño e implementación de tal manera que se obtenga el conocimiento local y se actúe en consecuencia cuando sea necesario en la fase de construcción, consiguiendo también que los

residentes tomen la intervención como propia. El compromiso continuo de la comunidad también proporciona el mejor argumento para la limpieza continua del drenaje y su mantenimiento.

Los representantes de la comunidad:

- directamente actúan con los equipos de trabajo gubernamentales como portavoces de la comunidad;
- ayudan en la cartografía de la amenaza de deslizamientos y los problemas de drenaje;
- colaboran con el equipo de enlace de la comunidad para organizar reuniones formales e informales (figura 2.10d);
- colaboran con el equipo de trabajo de ingeniería para identificar contratistas potenciales y trabajadores del área, supervisar los trabajos e informar de cualquier problema y
- comunican y muestran las buenas prácticas de gestión de taludes a los residentes.

Los líderes electos por la comunidad pueden proporcionar información útil cuando las comunidades están en el proceso de ser seleccionadas para intervenciones, así como al inicio de un proyecto potencial. Estas personas pueden jugar un papel clave como defensores del proyecto, dado su fuerte compromiso con la comunidad y sus vínculos con los funcionarios del gobierno y de las agencias.

Si es apropiado, el proceso de contratación comunitario puede involucrar un grupo seleccionado (y capacitado) de líderes y residentes de la comunidad que gestione el proceso de contratación y adquisición con el apoyo del equipo de trabajo del gobierno. Alternativamente si el gobierno gestiona este proceso, en la medida de lo posible se deben incluir más líderes y residentes comunitarios.

### 2.5.2 Equipo de trabajo de construcción

Las principales responsabilidades del equipo de trabajo de construcción son las siguientes:

- Proporcionar el conocimiento local como parte del proceso de cartografía de la comunidad
- Proporcionar una visión de las prácticas y diseños de construcción local y cómo éstas podrían utilizarse en el diseño del equipo de trabajo de ingeniería

**FIGURA 2.10 Aspectos de MoSSaiC en los cuales se involucra a la comunidad**



a. La reunión con los residentes al inicio del proyecto puede entusiasmar a los miembros de la comunidad a involucrarse activamente en el proyecto.



b. Una reunión informal enfocada en la comunidad es a menudo la mejor forma de comenzar un proyecto.



c. Los residentes pueden ayudar a evaluar el impacto posterior al proyecto indicando los niveles máximos de agua observados en los drenajes terminados después de una lluvia fuerte.



d. Una reunión formal de la comunidad es a menudo más efectiva cuando se lleva a cabo después de las reuniones informales iniciales en el sitio.

- Ayudar en la gestión del transporte y almacenamiento seguro de materiales y aconsejar sobre los tiempos aproximados de implementación
- Llevar a cabo obras específicas (construcción de drenajes e instalación de las conexiones de aguas grises y del agua de los tejados de las viviendas) como se detalla en los contratos
- Coordinar con los equipos de trabajo técnico y de ingeniería (principalmente con el supervisor de obra) para asegurar la implementación y calidad adecuada
- Emplear a trabajadores de la comunidad

Los contratistas locales pueden aportar una contribución valiosa al diseño de las obras, así como participar en las licitaciones de las partidas de obra finales. Se debe elaborar una lista de contratistas de la comunidad o sus alrededores.

Éstos pueden haber asistido a una reunión comunitaria o haber sido recomendados. Deben ser invitados a participar en el proceso de licitación como parte del proceso de contratación acordado con la comunidad (figura 2.11).

Los contratistas deben estar supervisados por los equipos de trabajo técnico y de ingeniería durante la implementación de las obras. También pueden tener un papel en la formación de los técnicos gubernamentales y la demostración de las buenas prácticas a otros contratistas o comunidades (figura 2.12). Se debe invertir tiempo en los contratistas de la comunidad, ya que estos juegan un papel vital en las comunidades vulnerables.

### 2.5.3 Propietarios de la tierra

La construcción de drenajes y las intervenciones relacionadas con los taludes exige que la UCM tenga información sobre la propiedad de dichos terrenos y que se establezcan las

**FIGURA 2.11 Informando en el sitio a los contratistas potenciales de la comunidad después de convocar las expresiones de interés**



**FIGURA 2.12 Un contratista informa a los funcionarios técnicos del gobierno sobre un proyecto implementado en su comunidad**



adecuadas salvaguardas para asegurar que no habrá disputas antes, durante o después de la construcción. En las áreas de vivienda no autorizada, existen las siguientes posibilidades relacionadas con la propiedad:

- Propiedad individual (alguien que posiblemente vive en el extranjero) que alquila casas o parcelas de tierra para construir viviendas unifamiliares
- Tierras que son propiedad del gobierno
- Múltiples propietarios de tierras, que se dividen a medida que las familias se extienden y

se construyen más viviendas en las parcelas subdivididas.

La UCM debe tener especial cuidado para obtener, revisar, acordar e implementar políticas relevantes de salvaguardas en este aspecto (sección 1.5.3 y 2.3.2).

## **2.6 INTEGRAR LOS EQUIPOS MOSSAIC Y LAS ETAPAS DEL PROYECTO**

### **2.6.1 Estructura del equipo y líneas de responsabilidad**

Una vez que los equipos de trabajo han sido establecidos, la UCM debe preparar un documento resumido que enumere los equipos seleccionados, nombre los miembros del equipo y asigne sus funciones y responsabilidades generales; la tabla 2.6 se puede usar como plantilla.

La definición de las funciones y responsabilidades es importante para asegurar que las salvaguardas del proyecto sean apropiadas por cada equipo de trabajo relevante o la UCM, según sea el caso. Esto también ayuda a evitar que la misión se desvíe.

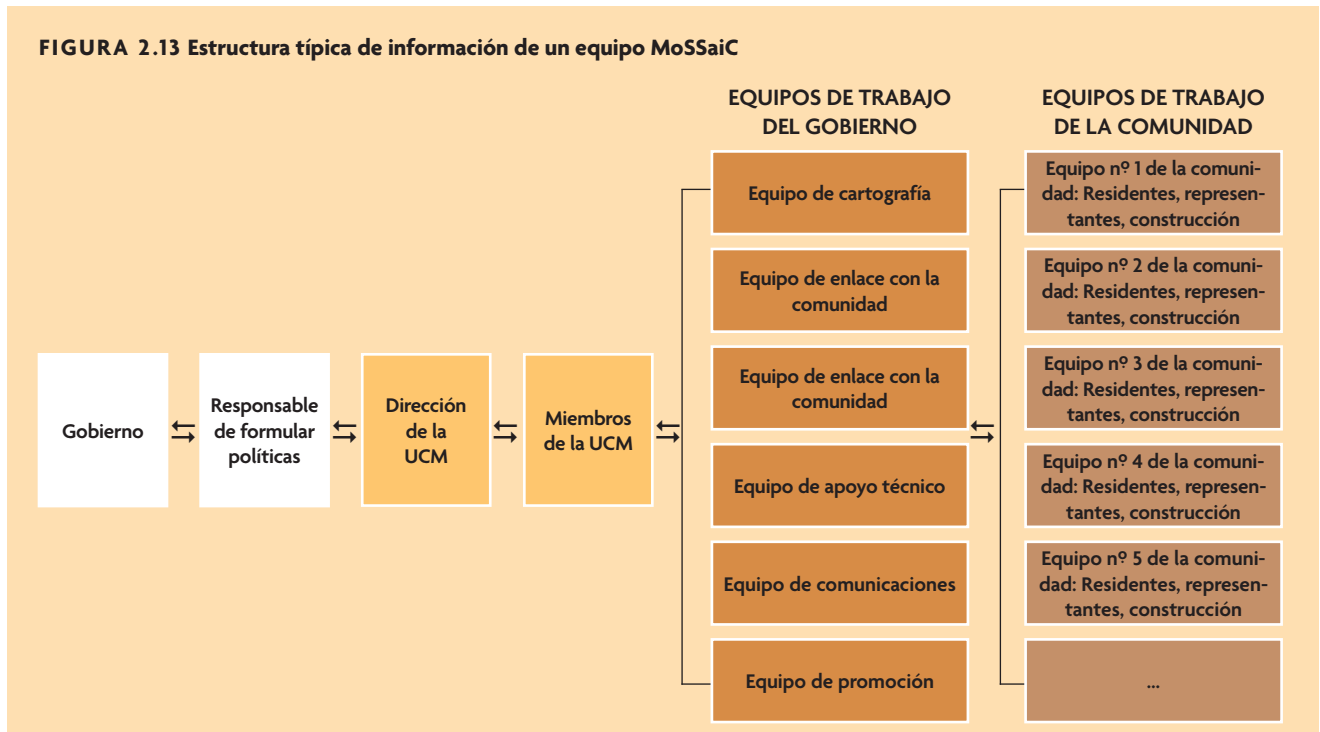
La UCM debe tener una línea de responsabilidad con el gobierno. La naturaleza exacta de esta línea de responsabilidad dependerá de las estructuras del gobierno local y de la agencia. La UCM podría, por ejemplo, se establezca el ministerio al cual rinde sus informes. Al contrario, en los casos donde se adapta MoSSaiC como un programa nacional, la UCM puede reportar directamente al gobierno. MoSSaiC no debe crear estructuras paralelas dentro del gobierno; más bien debe crear una estructura de gestión que **funcione con las responsabilidades existentes**, en la medida que sea posible.

Los miembros de la UCM pueden ser asignados a la gestión de los equipos de trabajo del gobierno que sean de su interés y agreguen valor a sus funciones.

Los equipos del gobierno deben trabajar con la comunidad dentro del amplio rango de funciones definidas anteriormente, para que las comunidades más marginadas y vulnerables:

- puedan apropiarse del proyecto, ya que éstas se han comprometido explícitamente en los asuntos iniciales de cartografía del riesgo de deslizamiento;

**FIGURA 2.13 Estructura típica de información de un equipo MoSSaiC**



- proporcionen una orientación al proyecto, ya que están involucradas en la priorización de las obras en su propia comunidad;
- lleven a cabo la construcción, ya que los trabajadores de la comunidad son una parte integral de la implementación;
- exporten la metodología, ya que los miembros de la comunidad proporcionan orientación y apoyo a las comunidades vecinas y
- ganen autoestima ya que dan formación comunitaria en el sitio a funcionarios comunitarios del gobierno y hacen presentaciones en conferencias internacionales relevantes.

La estructura general de gestión del equipo en la figura 2.13 realza el papel central de la UCM en el proceso de gestión.

### 2.6.2 Integrar los equipos con las etapas del proyecto

Una vez que todos los equipos han sido establecidos, la UCM puede preparar una plantilla por la cual se ordenan las etapas necesarias para la implementación del proyecto. Los nueve componentes de MoSSaiC (sección 1.4.5) se pueden utilizar como base de esta plantilla.

Cada una de las etapas se debe asignar a uno o más de los equipos de trabajo. Qué equipo de trabajo del gobierno y de la comunidad es responsable de qué etapas relevantes dependerá de las condiciones locales. Una función importante de

**FIGURA 2.14 Foro de actividades de grupo de usuarios**



a. En un taller regional se comentan los resultados del proyecto e identifican las mejoras potenciales del proceso.



b. Contratistas locales abordan un taller de trabajo al que asisten residentes de la comunidad y otras partes interesadas.

**TABLA 2.7 Resumen de la plantilla de equipos, etapas e hitos del proyecto MoSSaiC**

EQUIPO				ACTIVIDAD/ETAPA/HITO	CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓				Financiación para el piloto, el proyecto o la fase 2 (transferida o aprovechada desde proyectos existentes)	1
✓	✓	✓	✓	Entender el contexto del riesgo de desastre en relación con deslizamientos; relevancia del enfoque MoSSaiC para el contexto identificado de riesgo de deslizamiento local	
✓	✓	✓	✓	Entender las características innovadoras y los fundamentos de MoSSaiC	
✓		✓		Identificar la experiencia interna general y las estructuras institucionales apropiadas para codificar un enfoque local hacia la reducción del riesgo de deslizamiento	
✓	✓	✓		Informar a las personas claves sobre MoSSaiC (políticos, ministerios relevantes, expertos internos)	
✓	✓	✓		<b>HITO 1: Personal catalítico clave informado sobre la metodología MoSSaiC</b>	
	✓	✓	✓	<b>HITO 2: La Unidad Central MoSSaiC formada; principales responsabilidades acordadas y definidas</b>	2
✓				Establecer la UCM; definir y acordar sus responsabilidades claves	
	✓	✓		Identificar y establecer los equipos de trabajo del gobierno; definir y acordar sus principales responsabilidades	
	✓	✓	✓	Identificar y establecer los equipos de trabajo de la comunidad; definir y acordar sus principales responsabilidades	
	✓	✓		Acordar una plantilla general para las etapas del proyecto	
✓	✓	✓		Familiarizarse con los diferentes tipos de deslizamientos y cómo identificar aquellos que se pueden tratar con MoSSaiC	3
	✓	✓	✓	Familiarizarse con los procesos de la pendiente y las variables de estabilidad de la misma	
	✓	✓		Familiarizarse con los métodos para analizar la estabilidad de la pendiente	
	✓	✓	✓	<b>HITO 3: Presentación realizada a los equipos de MoSSaiC sobre los procesos de deslizamientos y el software de estabilidad de taludes</b>	
✓	✓			Definir el proceso de selección de la comunidad	4
		✓		Evaluar la amenaza de deslizamiento	
		✓		Evaluar la exposición y la vulnerabilidad	
		✓		Evaluar el riesgo de deslizamiento	
	✓	✓		Seleccionar las comunidades	
	✓	✓		Preparar un mapa con información del sitio para las comunidades seleccionadas	
✓	✓	✓		<b>HITO 4: Proceso de selección de comunidades acordado y comunidades seleccionadas</b>	5
✓	✓	✓		Identificar la mejor forma de participación y movilización de la comunidad	
		✓		Incluir los miembros claves de la comunidad en el equipo del proyecto	
		✓		Planificar y mantener una reunión con la comunidad	
		✓	✓	Realizar el ejercicio de cartografía de acuerdo con la comunidad; esto implicará una cantidad considerable de tiempo para la comunidad	
	✓	✓		Evaluar cualitativamente la amenaza de deslizamiento y las causas potenciales	
	✓	✓		Evaluar cuantitativamente la amenaza de deslizamiento y la efectividad de la gestión del agua superficial en la reducción de la amenaza	
		✓		Identificar posibles ubicaciones de los drenajes	
	✓		✓	Cerrar el plan inicial de drenaje: organizar una caminata de reconocimiento combinada entre la UCM y la comunidad y una reunión para acordar el plan inicial de drenaje	
				<b>HITO 5: Aprobadas las zonas de prioridad y el plan de drenaje inicial</b>	

**TABLA 2.7 Resumen de la plantilla de equipos, etapas e hitos del proyecto MoSSaiC** (Continuación)

EQUIPO				ACTIVIDAD/ETAPA/HITO	CAPÍTULO
F	M	G	C		
	✓	✓		Identificar la ubicación y la alineación del drenaje	6
		✓		Estimar las descargas y dimensiones del drenaje	
		✓	✓	Especificar los detalles de la construcción y diseño del drenaje	
		✓		Incorporar las casas en el plano de drenaje	
	✓	✓		Trazar el plano final de drenaje	
	✓	✓	✓	Acuerdo de la partes interesadas sobre el plano	
	✓	✓	✓	<b>HITO 6: Realizado el cierre del plan de drenaje final</b>	7
	✓	✓		Preparar la partida de obra y la solicitud de la documentación de la licitación	
		✓	✓	Realizar el proceso de licitación de la contratación en la comunidad aprobado	
		✓	✓	Implementar la construcción	
		✓		Firmar el cierre de la construcción terminada	
	✓	✓	✓	<b>HITO 7: Realizado el cierre de la construcción terminada</b>	8
✓	✓	✓		Entender cómo se adoptan las nuevas prácticas	
	✓			Diseñar una estrategia de comunicación	
	✓	✓		Diseñar una estrategia para el desarrollo de habilidades	
	✓	✓	✓	Planificar el mantenimiento post-proyecto	
	✓			Trazar la estrategia completa de cambio de comportamiento	
	✓	✓	✓	<b>HITO 8: Las Estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades acordadas e implementadas</b>	9
	✓			Acordar los indicadores clave de desempeño (KIP) para los logros inmediatos del proyecto	
	✓			Acordar los KPI para los resultados del proyecto a medio plazo	
	✓	✓		Realizar una evaluación del proyecto	
				<b>HITO 9: Acordado e implementado el marco de evaluación del proyecto</b>	

**F** = financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = Equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas.

**Nota:** Las etapas listadas en los capítulos 8 y 9 son importantes para todo el proyecto.

la UCM es diseñar, aconsejar, acordar y comunicar las etapas del proyecto. las etapas mostradas en la tabla 2.7 (en las siguientes páginas) ilustran aquellas que se han utilizado en los programas MoSSaiC en el Caribe Oriental. Éstos se deben discutir y adaptar a las condiciones locales.

Se considera una buena práctica identificar los hitos del proyecto y asimilarlos en las etapas acordadas del proyecto.

La tabla 2.7 contiene una información resumida sobre los equipos de MoSSaiC (secciones 2.3 y 2.4), las etapas del proyecto (sección 1.4.5) y los hitos.

### 2.6.3 Establecer una comunidad de usuarios

Puede ser útil establecer un fórum de usuarios para permitir a MoSSaiC mejorar las prácticas de gestión de taludes (lograr un cambio de comportamiento) como resultado a medio plazo. Tanto los talleres locales como regionales han demostrado ser un vehículo poderoso para los políticos de alto nivel, contratistas, residentes y los medios de comunicación de diferentes países para compartir experiencias y desarrollar las mejores prácticas (figura 2.14)

## 2.7 RECURSOS

### 2.7.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de formular políticas	Establecer la UCM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender las misiones, funciones y responsabilidades de la UCM</li> <li>Identificar los miembros del equipo de la UCM en los ministerios y otras agencias importantes del gobierno</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Buscar potenciales miembros respetados que además sean promotores de MoSSaiC en vez de que simplemente representen intereses particulares</p>	2.2; 2.2.4; 2.3.3; 2.6
	Coordinar con la UCM		
UCM	Tomar como propia la visión de MoSSaiC y comunicarla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender las misiones, funciones y responsabilidades de la UCM</li> </ul>	2.2
	Identificar y crear los equipos de trabajo del gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los miembros del equipo de trabajo en los ministerios y otras agencias relevantes del gobierno</li> </ul>	2.4
	Una vez seleccionada la comunidad (capítulo 4), identificar los miembros de los equipos de trabajo de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iniciar un proceso de participación de la comunidad; involucrar a los residentes y representantes de la comunidad</li> </ul>	2.5
	Establecer una plantilla de los pasos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repasar los componentes de MoSSaiC en relación con las habilidades y recursos del equipo de trabajo</li> <li>Modificar la plantilla de los pasos del proyecto</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Esto es un paso vital en el proceso de la iniciación del proyecto. Organizar una reunión para repasar la plantilla y motivar la modificación de la plantilla para que se adapte a las condiciones y protocolos locales</p>	2.2.4; 2.6
	Coordinar con los nuevos equipos de trabajo		
Equipos de trabajo del gobierno	Proporcionar a la UCM la evaluación de la capacidad del equipo de trabajo para cada paso del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC y el contexto local</li> <li>Identificar las habilidades y recursos específicos del equipo para la ejecución del proyecto</li> </ul>	2.2; 2.2.4
	Coordinar con la UCM		
Equipos de trabajo de la comunidad	Una vez que se ha seleccionado la comunidad (capítulo 4), coordinar con los equipos de trabajo del gobierno relevantes y la UCM para identificar la forma más adecuada para la participación de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC relativo al contexto comunitario</li> <li>Aconsejar sobre las estructuras y organizaciones de liderazgo de acuerdo con la comunidad</li> <li>Identificar habilidades y recursos específicos de acuerdo con la comunidad</li> <li>Asistir a reuniones comunitarias</li> </ul>	2.5
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		



## 2.7.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Lista de personas que apoyan MoSSaiC en el gobierno y las agencias elaborada				2.3.3
✓ <b>HITO 2: La Unidad Central MoSSaiC formada</b>				
✓ La UCM ha identificado las personas que se incorporan en los equipos de trabajo del gobierno				2.4
✓ La UCM y los equipos de trabajo del gobierno han identificado las personas para los equipos de trabajo de la comunidad				2.5
✓ La UCM ha establecido una línea clara de responsabilidad a una entidad específica del gobierno				2.6
✓ Se han cumplido todas las salvaguardas necesarias				1.5.3; 2.3.2

## 2.7.3 Referencias

- Anderson, M. G. y E. A. Holcombe. 2004. "Management of Slope Stability in Communities." *Insight* 1: 15–17.
- . 2006a. "Purpose Driven Public Sector Reform: The Need for within-Government Capacity Build for the Management of Slope Stability in Communities (MoSSaiC) in the Caribbean." *Environmental Management* 37: 5–29.
- . 2006b. "Sustainable Landslide Risk Reduction in Poorer Countries." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers—Engineering Sustainability* 159: 23–30.
- Anderson, M. G., E. A. Holcombe y D. Williams. 2007. "Reducing Landslide Risk in Poor Housing Areas of the Caribbean—Developing a New Government-Community Partnership Model." *Journal of International Development* 19: 205–21.
- Buchanan, J. M. 1977. "The Samaritans' Dilemma." In *Freedom in Constitutional Contract*, ed. J. M. Buchanan. College Station, TX: Texas A & M University Press.
- IEG (Independent Evaluation Group). 2000. "IEG Report on Project ID P003985 Indonesia." World Bank, Washington, DC.
- . 2005. *Putting Social Development to Work for the Poor: An OED Review of World Bank Activities*. Washington, DC: World Bank.
- Mansuri, G. y V. Rao. 2003. *Evaluating Community-Based and Community-Driven Development: A Critical Review of the Evidence*. Development Research Group. Washington, DC: World Bank.
- Maskrey, A. 1992. "Defining the Community's Role in Disaster Mitigation." *Appropriate Technology Magazine* 19 (3). [http://practicalaction.org/practicalanswers/product\\_info.php?products\\_id=214](http://practicalaction.org/practicalanswers/product_info.php?products_id=214).
- Ostrom, E., C. Gibson, S. Shivakumar y K. Andersson. 2001. "Aid, Incentives, and Sustainability: An Institutional Analysis of Development Cooperation." Sida Studies in Evaluation Report 02/01, Stockholm.
- Prater, C. S. y M. K. Londell. 2000. "Politics of Natural Hazards." *Natural Hazards Review* 1 (2): 73–82.
- Raschky, P. A. y M. Schwindt. 2009. "Aid, Natural Disasters and the Samaritan's Dilemma." Policy Research Working Paper 4952, World Bank, Washington, DC.
- Roberts, N. C. y P. J. King. 1991. "Policy Entrepreneurs: Their Activity Structure and Function in the Policy Process." *Journal of Public Administration Research and Theory* 1 (2): 147–75.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2006. "A Review of Selected Capacity Assessment Methodologies." <http://lencd.com/data/docs/242-A%20Review%20of%20Selected%20Capacity%20Assessment%20Methodologies.pdf>.
- Venture Philanthropy Partners. 2001. *Effective Capacity Building in Nonprofit Organizations*. [http://www.vppartners.org/sites/default/files/reports/full\\_rprt.pdf](http://www.vppartners.org/sites/default/files/reports/full_rprt.pdf).
- . 2003. *Strategic Communication for Development Projects: A Toolkit for Task Team Leaders*. <http://siteresources.worldbank.org/EXTDEVCOMMENG/Resources/toolkitwebjan2004.pdf>.



**“La incapacidad para abordar los factores de riesgo subyacentes producirá un incremento dramático del riesgo de desastre y los resultados asociados de pobreza. Por el contrario, si se da a estos factores la prioridad requerida, el riesgo se podrá reducir...”**

—Organización de las Naciones Unidas, “Informe de Evaluación Global sobre Reducción del Riesgo de Desastres” (2009, 4)

## CAPÍTULO 3

# Entender la amenaza de deslizamientos



## 3.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 3.1.1 Alcance

Este capítulo identifica los factores físicos y humanos de la amenaza de deslizamientos. Entender la base científica de la amenaza de deslizamientos es uno de los fundamentos de

MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades). Los grupos enumerados a continuación deben leer las secciones indicadas de este capítulo.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓		Cómo identificar los tipos de deslizamientos que puede abordar MoSSaiC	3.3
	✓	✓		Factores de estabilidad de pendiente y métodos comunes de evaluación de la amenaza de deslizamiento	3.4
	✓	✓	✓	Factores localizados detallados que afectan la estabilidad de la pendiente en comunidades	3.5
	✓	✓		Métodos científicos de evaluación de amenaza de deslizamiento específicos relevantes para MoSSaiC	3.6

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes del proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 3.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
El informe por parte del equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería a la Unidad Central MoSSaiC y a los otros equipos de trabajo sobre: (1) La posibilidad de que MoSSaiC se pueda aplicar a los tipos de deslizamiento locales; (2) los factores preparatorios, agravantes y desencadenantes de los deslizamientos y (3) la base científica para la evaluación de la estabilidad de la pendiente especialmente en términos de la experiencia y el software local disponibles	3.2 – 3.5

### 3.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Familiarizarse con los diferentes tipos de deslizamientos y cómo identificar aquellos que se pueden tratar con por MoSSaiC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el material de introducción al proceso de deslizamiento en este libro y en otras fuentes</li> </ul>	La Unidad Central MoSSaiC (UCM) y los equipos de trabajo entienden los tipos de riesgo de deslizamiento a los cuales se aplica MoSSaiC
2. Familiarizarse con los procesos de pendiente y las variables de estabilidad de pendientes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las variables de los procesos de deslizamientos que se presentan en este libro</li> </ul>	La UCM y los equipos de trabajo pueden identificar diferentes niveles de amenaza de deslizamiento y las causas físicas subyacentes
3. Familiarizarse con los métodos para analizar la estabilidad de pendientes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el software de estabilidad de pendientes que se presenta en este libro y en otras fuentes</li> </ul>	La UCM y los equipos de trabajo proporcionan una justificación científica para las medidas de mitigación de deslizamientos

Quienes sean parte del equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería de MoSSaiC y tengan mayor experiencia en el análisis del riesgo de deslizamientos, pueden usar el material de este capítulo para organizar una presentación a la Unidad Central MoSSaiC (UCM) y a otros equipos de trabajo para promover un entendimiento común y compartido de los procesos que desencadenan los deslizamientos, de la relevancia de MoSSaiC (capítulo 1) y de la estructura y pasos para la implementación del proyecto asociado.

#### 3.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo esboza la necesidad de entender los mecanismos que desencadenan los deslizamientos a escala de hogar/local en las comunidades.

## 3.2 INICIO

### 3.2.1 Nota informativa

#### Importancia de entender los procesos de deslizamiento

Tanto la ocurrencia como el impacto de los deslizamientos están aumentando, en especial en los países en desarrollo del trópico (Charveriat, 2000; PNUD, 2004) y la mayoría de las víctimas mortales de los deslizamientos se dan en las áreas urbanas (Petley, 2009; ONU, 2006). En

dichas áreas, la lluvia intensa desencadena deslizamientos de suelos altamente meteorizado y la urbanización rápida acrecienta la susceptibilidad de falla de los taludes, a la vez que la vulnerabilidad socio económica aumenta los daños causados. Aun así, en tales comunidades hay pocos ejemplos de medidas físicas eficaces para reducir la amenaza de deslizamientos (Wamslet, 2007). Los organismos de desarrollo han normalizado las políticas de gestión del riesgo de desastre y estiman que, por cada dólar gastado en mitigación, se ahorrarán de dos a cuatro dólares en costos evitados (Mechler, 2005). La mitigación del riesgo de deslizamientos requiere un entendimiento de la interacción entre los factores de riesgo físicos y humanos y la forma de valorar el riesgo y hacer llegar soluciones a una escala relevante para tales factores de riesgo. La reducción de la amenaza de deslizamientos a escala de comunidad será exitosa solo si se entienden los mecanismos de la amenaza y los elementos desencadenantes. Tal entendimiento:

- garantiza que toda evaluación del riesgo de deslizamientos sea de carácter científico,
- garantiza que todas las estrategias propuestas de gestión del riesgo de deslizamientos sean apropiadas para las amenazas de deslizamientos locales,
- determina si una intervención de drenaje estilo MoSSaiC podría responder a la amenaza de deslizamientos,

- aumenta la capacidad de quienes implementan el proyecto de justificar las medidas de reducción de riesgo adoptadas,
- ayuda a la comunidad a desarrollar la confianza de que se están tratando las causas fundamentales de riesgo y
- promueve entre todas las partes interesadas un enfoque holístico y estratégico para la implementación de medidas de reducción del riesgo de deslizamientos.

### La amenaza de deslizamientos como componente del riesgo de deslizamiento

Hay tres componentes que contribuyen al riesgo de deslizamiento: la **amenaza de deslizamientos** física (su probabilidad, ubicación y magnitud), la **exposición** de diversos elementos (tales como personas, edificios, servicios públicos, infraestructura económica o el medio ambiente) a dicha amenaza y la **vulnerabilidad** de dichos elementos a daños causados por dicha amenaza.

- La amenaza de deslizamientos se define en términos de su frecuencia (p.ej., una probabilidad anual de 0,1 significa que cada 10 años hay 1 evento de deslizamiento), su magnitud y su tipo en un sitio específico o dentro de una región más amplia. Cuando la probabilidad de una amenaza de deslizamientos se expresa en términos relativos o cualitativos y no de probabilidad, es más apropiado referirse a la **susceptibilidad** (mayor o menor susceptibilidad a deslizamientos).
- La exposición de personas, estructuras, servicios o del medio ambiente a una amenaza específica de deslizamiento se determina por la ubicación espacial y temporal de dichos elementos respecto al deslizamiento.
- La vulnerabilidad expresa el potencial de que los elementos expuestos sufran daños o pérdidas. Por lo tanto, la exposición y la vulnerabilidad están relacionadas con las consecuencias o los resultados del deslizamiento, no con el proceso de deslizamiento en sí (Crozier y Glade, 2005). En muchos casos, la exposición se maneja como un componente implícito de la valoración de la vulnerabilidad. La vulnerabilidad está relacionada con la habilidad de prever una amenaza de deslizamientos, hacerle frente, resistirla y recuperarse de su impacto. La vulnerabilidad es determinada por una mezcla de factores

físicos, ambientales, sociales, económicos, políticos, culturales e institucionales (Benson y Twigg, 2007).

Para entender el riesgo de deslizamientos, es necesario entender la naturaleza y las causas de la amenaza. Muchos estudios y programas de desarrollo se enfocan en la valoración de la vulnerabilidad y la exposición a amenazas de deslizamientos; un número relativamente escaso examina las causas físicas de la amenaza en las escalas altamente localizadas en que surgen. Existen varios factores preparatorios y agravantes, tanto naturales como humanos, que pueden reducir la estabilidad de los taludes y desencadenar deslizamientos. Al entender dichos factores e identificar los mecanismos dominantes de los deslizamientos, a menudo es posible abordar sus causas principales y así reducir la amenaza (la frecuencia o magnitud del evento).

Una de las premisas principales de MoS-SaiC es que a menudo se pueden reducir las amenazas de deslizamientos desencadenados por lluvia en comunidades vulnerables de países en desarrollo. Esto se debe a que un factor común de tales amenazas de deslizamientos es el drenaje deficiente de las pendientes y la infiltración de agua superficial en materiales meteorizados de taludes urbanos densamente poblados. Se pueden usar principios y métodos científicos para confirmar el papel de la infiltración de agua superficial y así poder indicar una posible solución: la construcción de drenajes de agua superficial en sitios apropiados.

### La ciencia como parte del proceso de gestión del riesgo de deslizamiento

En la sección 1.3.2 se hizo una introducción al proceso típico de gestión del riesgo de desastres. La tabla 3.1 presenta la base científica de cada paso del proceso, con referencias específicas a la gestión del riesgo de deslizamientos y al enfoque MoSSaiC.

#### 3.2.2 Principios rectores

Para entender la amenaza de deslizamientos, se aplican los siguientes principios rectores:

- Desarrollar dentro de la UCM un entendimiento compartido de los procesos de deslizamiento
- Identificar y recopilar datos sobre amenazas de deslizamientos pasadas, existentes y

**TABLA 3.1 Etapas típicas del proyecto de gestión del riesgo de deslizamiento y la base científica asociada para MoSSaiC**

ETAPA		BASE CIENTÍFICA DE MOSSAIC
Preparación del proyecto de gestión del riesgo de deslizamiento	Identificar y formular el proyecto	<b>Confirmar la importancia de MoSSaiC.</b> Se requiere un entendimiento básico de los tipos y desencadenantes de deslizamientos para identificar la amenaza de deslizamiento dominante en el área del proyecto. MoSSaiC específicamente está dirigido a los deslizamientos rotacionales y traslacionales desencadenados por lluvia en los materiales meteorizados.
Evaluación del riesgo de deslizamiento	Identificar el riesgo de deslizamiento más amplio	<b>Identificar las comunidades que tienen más riesgo de deslizamiento.</b> Esto requiere evaluación de la susceptibilidad o la amenaza relativa rotacional y traslacional en áreas diferentes. Se combina esta información de amenaza con una evaluación de la exposición y vulnerabilidad de la comunidad.
	Entender y estimar el riesgo específico de deslizamientos	<b>Identificar los factores de amenaza de deslizamiento subyacentes y confirmar el nivel de amenaza.</b> Para las comunidades seleccionadas, las características de pendiente locales y los procesos de estabilidad de pendientes se tienen que identificar mediante métodos científicos utilizados para confirmar los factores de amenaza y la vulnerabilidad evaluada de las viviendas expuestas.
	Evaluar el riesgo	<b>Comparar el riesgo de deslizamiento con otros riesgos.</b> Se debe tener en cuenta el criterio de expertos y/o los métodos científicos para determinar donde la inversión en la reducción del riesgo de deslizamiento es prioritaria.
Reducción del riesgo de deslizamiento	Identificar las opciones de reducción del riesgo de desastres	<b>Determinar si se puede reducir la amenaza de deslizamiento.</b> Las opciones de reducción del riesgo de desastres incluyen prevenir o reducir la amenaza, reducir la vulnerabilidad o transferir el riesgo. MoSSaiC se enfoca en reducir la amenaza de deslizamiento a través de medidas apropiadas de gestión del agua superficial. Para cada comunidad es necesario aplicar el criterio de expertos y/o métodos científicos para confirmar si el enfoque MoSSaiC será efectivo.
	Planificar la mitigación del riesgo	<b>Diseñar las medidas de reducción de amenaza de deslizamiento.</b> Los ingenieros deben diseñar las medidas físicas para abordar directamente los factores de amenaza de deslizamiento localizados. En el caso de MoSSaiC esto requiere la alineación y diseño apropiados de la red de drenaje para captar el agua superficial y reducir la infiltración.
	Implementar la mitigación del riesgo	<b>Desarrollar medidas de reducción de amenaza de deslizamiento.</b> Esto involucra la emisión de contratos y gestión de la construcción, así como crear concientización pública. El conocimiento de los procesos de pendiente y la construcción de las obras de drenaje son vitales para asegurar que las medidas de reducción de amenaza se implementan correctamente.
	Supervisar y evaluar	<b>Evaluar el progreso, sostenibilidad e impacto del proyecto.</b> Se deben usar métodos científicos para determinar la efectividad de las medidas de reducción de amenaza de deslizamiento.

previstas en el área del proyecto y sobre factores físicos y humanos relacionados con la estabilidad de taludes

- Explicar y explorar la justificación científica para la reducción de la amenaza de deslizamientos, en una forma asequible a los residentes de las comunidades vulnerables; asegurar a los residentes que hay un entendimiento de los procesos locales de deslizamientos y que es probable que el proyecto sea eficaz al abordar las causas del problema.

### 3.2.3 Riesgos y desafíos

#### Políticas regionales y amenazas locales de deslizamientos

En el ámbito del desarrollo internacional, las políticas de financiación de la reducción del

riesgo de desastres a menudo se deciden a nivel regional y posteriormente se trasladan a programas nacionales para abordar múltiples tipos de riesgo. Este enfoque de arriba hacia abajo usualmente lleva a la creación de mapas cualitativos de susceptibilidad a deslizamientos a escalas grandes. Dichos mapas pueden ser difíciles de aplicar por parte de los profesionales en países en desarrollo (Zaitchik y van Es, 2003). Existen dos razones posibles para la falta de aceptación de tales mapas (Holcombe y Anderson, 2010):

- Su limitación inherente para predecir la ubicación, el momento y las causas de deslizamientos específicos debido a la disparidad entre las grandes escalas de los mapas y las variaciones a escala pequeña de los procesos en las pendientes (Keefer y Larsen, 2007)

- Su inutilidad en la planificación territorial para reducir la exposición (Opadeyi, Ali y Chin, 2005), ya que los taludes en riesgo a menudo ya están ocupados por viviendas ilegales de alta densidad.

#### Conocimiento holístico de procesos de ladera

Hay varios factores interrelacionados que pueden afectar la estabilidad de un talud en varias escalas de espacio y tiempo. Dichos factores se deberían investigar a una escala relevante usando un enfoque (de modelado) ya sea cualitativo o cuantitativo o una mezcla de los dos. La medición directa de todos los parámetros de un talud no siempre es posible; sin embargo, los ingenieros o científicos podrán determinar según su experiencia las causas dominantes de la amenaza de deslizamientos, de acuerdo con el conocimiento que tengan de los principios que rigen la estabilidad de los taludes.

#### 3.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Este capítulo ofrece una introducción a los procesos de deslizamientos y a los diversos factores que pueden afectar la estabilidad de taludes. Asimismo, identifica las principales formas de evaluación de amenaza de deslizamientos apropiadas a diferentes escalas espaciales y para diversos niveles de datos y de pericia.

Los miembros de la UCM y de los equipos de trabajo deben entender los procesos básicos de estabilidad de taludes con el fin de formular medidas de reducción de amenazas de deslizamientos que sean apropiadas y de compartir dicho conocimiento con los residentes de la comunidad y con otras partes interesadas. La UCM y los equipos de trabajo gubernamentales deben tener al menos un ingeniero civil, ambiental o geotécnico o un experto en ciencias físicas, geotécnicas o hidrológicas, que pueda liderar el proceso de evaluación de la amenaza de deslizamientos. El proyecto debe tener una justificación científica y dicha justificación debería ser entendida por todos los involucrados.

La UCM debe empezar por evaluar las capacidades disponibles en este aspecto. Utilizar la matriz en la siguiente página como ayuda para hacer tal evaluación.

1. Asignar una puntuación de capacidad de 1 a 3 (bajo a alto) para reflejar la capacidad

existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.

2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver la guía al final de la siguiente página).

### 3.3 TIPOS DE DESLIZAMIENTOS Y LOS TRATADOS POR MOSSAIC

El primer paso del proceso de gestión del riesgo de deslizamientos es definir el alcance del proyecto en cuanto a restricciones de financiación, extensión geográfica, contexto de políticas y tipo de amenaza de deslizamientos a mitigar.

Es crucial identificar correctamente el tipo de amenaza de deslizamientos que está afectando a un área específica. Los diversos tipos de deslizamientos tienen mecanismos físicos y consecuencias muy diferentes. Por lo tanto, cada tipo exige un enfoque diferente para la evaluación de la amenaza y un conjunto diferente de medidas de mitigación. Esta sección presenta una clasificación sencilla de los tipos de deslizamientos e identifica los que se pueden mitigar por un proyecto MoSSaIC, a saber: deslizamientos rotacionales y traslacionales desencadenados por la lluvia, en materiales del talud meteorizados por exposición a la intemperie y que afectan a numerosos hogares o a comunidades urbanas enteras.

La UCM y los equipos de trabajo deberían usar esta sección para identificar las amenazas de deslizamientos dominantes en el área del proyecto según:

- tipos de movimiento y material involucrado,
- geometría,
- mecanismos desencadenantes y
- estabilidad de taludes a lo largo del tiempo.

#### 3.3.1 Tipos de movimientos de taludes y materiales de deslizamiento

Aunque hay muchos tipos de movimiento de masas que se designan como deslizamiento, el uso técnico del término se aplica únicamente a movimientos de masas en que existe una

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Los miembros de la UCM familiarizados con los procesos de deslizamientos y las medidas de reducción de amenaza	Sin educación en los procesos de deslizamientos o experiencia previa en proyectos de reducción de amenaza de deslizamiento	Algunos miembros de la UCM tienen fundamentos básicos en los procesos de deslizamientos o alguna experiencia con proyectos de reducción de amenaza de deslizamiento	Dos o más miembros de la UCM tienen educación sólida en procesos de deslizamientos y experiencia en la implementación de proyectos de reducción de amenaza de deslizamiento
Formación disponible en los procesos de deslizamientos y en reducción de amenazas	No hay formación local disponible	Localmente existen cursos en algunos aspectos de los procesos de deslizamientos y reducción de amenaza	Localmente existen cursos de formación en procesos de deslizamiento y reducción de amenazas.
Disponibilidad del software y experiencia para analizar la estabilidad de la pendiente	No hay software de análisis de estabilidad de pendiente ni experiencia disponible	Existe bien sea software de análisis de estabilidad de pendiente o experiencia disponible en el gobierno, pero no ambos	Se dispone de software de análisis de estabilidad de pendiente y experiencia dentro del gobierno, ambos utilizados en proyectos
Capacidad del gobierno para apoyar los proyectos de mitigación (reducción de amenaza) de deslizamientos	Capacidad limitada en el gobierno para dar apoyo e implementar los proyectos de mitigación de deslizamientos	Un solo proyecto de mitigación de deslizamientos puntualmente emprendido por el gobierno	Departamentos del gobierno que gestionan rutinariamente obras de mitigación de deslizamientos
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas disponibles en todas las agencias relevantes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
1. Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda	<p>La UCM necesita fortalecer su capacidad de comprensión de los procesos de deslizamientos y usar el software de análisis relevante. Esto puede involucrar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar con socios comerciales locales o de educación superior para compartir y aprender de su experiencia en el análisis de estabilidad de pendientes</li> <li>• Buscar colegas en el gobierno con experiencia relevante en la estabilidad de pendientes y considerar su nombramiento en la UCM</li> <li>• Dirigirse a laboratorios y consultores de materiales apropiados para datos sobre propiedades de material del suelo</li> </ul>
2. Algunos elementos de este capítulo reflejan las prácticas actuales; lea los elementos restantes a fondo y utilícelos para fortalecer adicionalmente la capacidad	<p>La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben de Nivel 1 se deben abordar como se describe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Donde no hay software de análisis de estabilidad de pendientes, buscar formación en el uso y aplicación de tal software</li> <li>• Donde hay coordinación limitada del gobierno en la evaluación de amenaza de deslizamiento, aunar la experiencia relevante y los datos de diferentes ministerios y agencias</li> <li>• Donde hay una comprensión limitada o incompleta de las causas de deslizamientos, proporcionar un sesión técnica informativa para no expertos basada en el material de este capítulo</li> </ul>
3. Utilizar este capítulo como una lista de verificación	<p>Es posible que la UCM pueda continuar utilizando la capacidad probada existente. Lo siguiente, sin embargo, sería una buena práctica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar experiencias previas relevantes en evaluación de amenaza de deslizamiento y los documentos de salvaguardas relacionados</li> <li>• Avalar tal documento en una reunión de la UCM anterior al inicio de las obras</li> </ul>



**TABLA 3.2 Clasificación de la inestabilidad de la pendiente**

TIPO DE MOVIMIENTO	TIPO DE MATERIAL		
	LECHO DE ROCA	SUELO NO CONSOLIDADO	
		Grueso	Fino
Caídas	Caída de roca	Caída de derrubios	Caída de tierra
Derrumbes	Derrumbe de roca	Derrumbe de derrubios	Derrumbe de tierra
Deslizamientos	Rotacional	Deslizamiento de roca	Deslizamiento de derrubios
	Traslacional		
Flujos	Flujo de roca	Flujo de derrubios	Flujo de tierra
Complejos	Combinación de dos o más tipos		

**Fuente:** Cruden y Varnes, 1996. © National Academy of Sciences, Washington, DC, 1996. Reproducido con la autorización de la Junta de Investigación de Transporte.

**Nota:** Se destacan los tipos de movimiento de pendientes y materiales asociados que MoSSaiC aborda.

marcada zona de debilidad que separa el material de deslizamiento del material subyacente más estable. Para una guía útil y bien ilustrada de los diferentes tipos y geometrías de los deslizamientos, ver USGS (2004).

Varnes (1978) estableció cinco tipos principales de movimiento de masas en tres tipos de material de taludes (tabla 3.2). Tal como se destaca en la tabla, MoSSaiC se ha diseñado para abordar deslizamientos rotacionales y traslacionales en materiales altamente meteorizados (suelos finos no consolidados), desencadenados principalmente por lluvia.

- **Deslizamiento rotacional.** La superficie de ruptura tiene una curvatura cóncava hacia arriba y el movimiento del deslizamiento es aproximadamente rotacional (figura 3.1a).
- **Deslizamiento traslacional.** La masa del deslizamiento se mueve a lo largo de una superficie

más o menos plana con poca rotación o inclinación hacia atrás. Un deslizamiento en bloque es un deslizamiento traslacional en el cual la masa en movimiento tiene una sola unidad o unas pocas unidades estrechamente relacionadas que se mueven cuesta abajo como una masa relativamente coherente.

### 3.3.2 Geometría y características de los deslizamientos

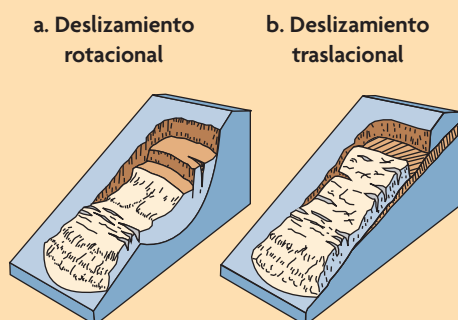
Los diferentes tipos de deslizamientos se pueden reconocer por su geometría y sus características (figura 3.2). Los procesos tipo que se muestran en las figuras 3.1 y 3.2 no siempre son fáciles de identificar en campo si el deslizamiento está oculto por una cubierta de vegetación o si el deslizamiento es antiguo. Es probable que solo los deslizamientos que sean comparativamente recientes exhiban una zona de falla identificable en la cabecera de la masa desplazada.

Al hacer mapas de los sitios de deslizamientos deben identificarse y trazarse tantas de estas características como sea posible (de conformidad con la figura 3.2).

La escala de deslizamientos en comunidades vulnerables en los trópicos generalmente estará determinada por la profundidad del suelo, ya que la superficie de deslizamiento usualmente se encuentra en la interfaz entre el suelo y el lecho de roca (o en un cambio del grado de meteorización del suelo). La profundidad típica de la superficie de deslizamiento está entre 1 y 10 metros.

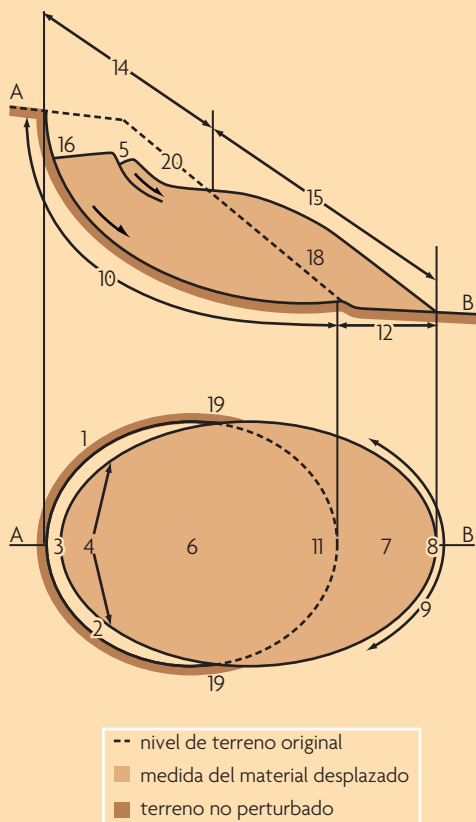
La extensión lateral de los deslizamientos en tales sitios a menudo es controlada

**FIGURA 3.1 Características de deslizamiento rotacional y traslacional en materiales predominantemente erosionados**



**Fuente:** USGS, 2004; reproducido con autorización

**FIGURA 3.2 Características que definen un deslizamiento**



1. **Corona:** El material no desplazado adyacente a las partes más altas del escarpe principal.
2. **Declive principal:** La superficie escarpada del terreno no perturbado en el borde superior del deslizamiento causado por el movimiento de material desplazado fuera del terreno no perturbado; la parte visible de la superficie de ruptura.
3. **Cima:** El punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal.
4. **Cabeza:** Las partes superiores del deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y el escarpe principal.
5. **Escarpe secundario:** Una superficie escarpada encima del material desplazado del deslizamiento producido por movimientos diferenciales en el material desplazado.
6. **Cuerpo principal:** La parte del material desplazado del deslizamiento que se superpone a la superficie de ruptura entre el escarpe principal y la punta de la superficie de ruptura.
7. **Pie:** La parte del deslizamiento que se ha desplazado más allá de la punta de la superficie de ruptura y se superpone a la superficie del terreno original.
8. **Punta:** El punto más alejado de la cima del deslizamiento.
9. **Borde:** El margen más bajo, generalmente curvado, del material desplazado del deslizamiento; es el más distante del declive principal.
10. **Superficie de ruptura:** La superficie que forma el límite más bajo del material desplazado por debajo de la superficie del terreno original.
11. **Borde inferior de la superficie de ruptura:** La intersección (generalmente enterrada) entre la parte más baja de la superficie de la ruptura de un deslizamiento y la superficie del terreno original.
12. **Superficie de separación:** La parte de la superficie del terreno superpuesta por el pie del deslizamiento.
13. **Material desplazado:** El material desplazado desde su posición original en la pendiente por el movimiento en el deslizamiento. Este forma tanto la masa desplazada y la acumulación.
14. **Zona de vaciado:** El área del deslizamiento dentro de la cual se posiciona el material desplazado por debajo de la superficie del terreno original.
15. **Zona de acumulación:** El área del deslizamiento dentro de la cual se posiciona el material desplazado por encima de la superficie del terreno original.
16. **Vaciado:** El volumen delimitado por el escarpe principal, la masa desplazada y la superficie del terreno original.
17. **Masa desplazada:** El volumen del material desplazado que se superpone en la superficie de la ruptura, pero subyace a la superficie original del terreno.
18. **Acumulación:** El volumen del material desplazado posicionado encima de la superficie original del terreno.
19. **Flanco:** El material no desplazado adyacente a los lados de la superficie de la ruptura. Se prefieren las indicaciones de una brújula para describir los flancos, pero si se usan la izquierda y la derecha, estas se refieren a los flancos visualizados desde la corona.
20. **Superficie original del terreno:** La superficie de la pendiente que existía antes de producirse el deslizamiento.

*Fuente:* Grupo de Trabajo de UNESCO de las Sociedades Geotécnicas Internacionales sobre Inventario de Deslizamientos Mundiales, 1993.

por características topográficas tales como zonas de convergencia de drenaje y suelos más profundos. Cuando actúan factores más localizados para desestabilizar el talud, el deslizamiento puede ser menos extenso. El ancho máximo típico del cuerpo principal de los deslizamientos (número 6 de la figura 3.2) puede estar en el rango de 10 a 50 metros o más.

Los deslizamientos rotacionales en suelos no tienen tanta movilidad como otros tipos de deslizamientos (tal como el de derrubios). Usualmente la superficie de separación de los deslizamientos rotacionales (número 12 de la figura 3.2) puede estar en el rango de unos pocos metros hasta unos 100 metros, dependiendo

del volumen del material involucrado y del ángulo del talud.

### 3.3.3 Eventos que desencadenan deslizamientos: lluvias y terremotos

Todo talud tiene fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras. En la sección 3.4 se detallan los diversos factores preparatorios y agravantes que determinan la susceptibilidad relativa de un talud a los deslizamientos. Un talud que sea relativamente susceptible a deslizamientos puede permanecer en un estado de estabilidad marginal por un largo período hasta que algún evento haga decrecer las fuerzas estabilizadoras y/o haga crecer las fuerzas desestabilizadoras desencadenando un deslizamiento. Los

factores desencadenantes más comunes son los eventos de lluvia y los eventos sísmicos (terremotos). Debido a que estos factores actúan sobre un talud de diferentes formas, es importante distinguir entre los deslizamientos desencadenados por lluvia y los desencadenados por sismos, con el fin de que se puedan identificar medidas apropiadas de mitigación de riesgo.

La mayoría de los deslizamientos en las zonas húmedas de los trópicos son desencadenados por lluvia (Crosta, 2004; Lumb, 1975). El objetivo específico de MoSSaiC es abordar este tipo de amenaza de deslizamientos mediante la construcción de una red de drenaje de agua superficial.

### Lluvia, hidrología de taludes y deslizamientos

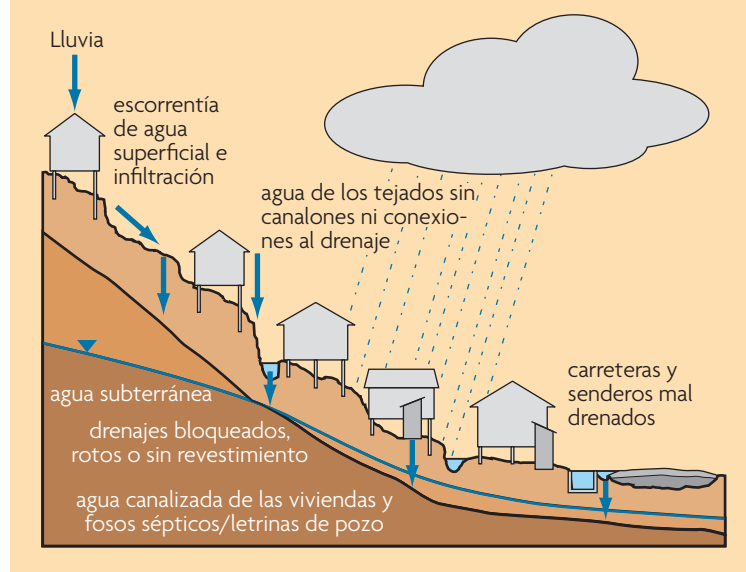
Los deslizamientos desencadenados por lluvia ocurren en la mayoría de los parajes montañosos y pueden tener un impacto enorme sobre el paisaje, la propiedad y las personas. La lluvia intensa o prolongada se infiltra en la superficie del talud, causando un incremento en la presión de agua sobre el poro del suelo y consecuentemente una disminución de la resistencia de los materiales del talud. Así, las fuerzas que actúan para estabilizar el talud se reducen y el talud falla a lo largo de la zona en la cual las fuerzas desestabilizadoras (gravedad y carga) superan a las fuerzas estabilizadoras.

El desarrollo urbano puede alterar los factores preparatorios que afectan a la estabilidad de taludes cambiando su geometría, carga, cubierta de superficie y su hidrología. Es importante anotar que el desarrollo urbano puede aumentar la eficacia de la lluvia para desencadenar deslizamientos al modificar las rutas naturales de drenaje, concentrar los flujos de agua superficial, modificar la cubierta de vegetación de la superficie (que normalmente interceptaría y almacenaría las aguas lluvias y extraería el agua del suelo), aumentar la escorrentía de aguas lluvias en superficies impermeables y acrecentar la infiltración de agua superficial en otras áreas (figura 3.3). Las comunidades más vulnerables en los países en desarrollo probablemente no tengan un drenaje de agua superficial suficiente, pero pueden tener suministro público de agua corriente, lo cual aumenta aún más la cantidad de agua en el talud. Por lo tanto, la urbanización a menudo acrecienta la amenaza de deslizamientos desencadenados por lluvia.

Como ya se mencionó, en los países en vías de desarrollo ubicados en el trópico húmedo, la mayoría de víctimas mortales y de pérdidas físicas ocurren en áreas urbanas (Petley, 2009). A nivel local, incluso los eventos de pequeños deslizamientos en áreas densamente pobladas pueden resultar en pérdidas significativas de vidas y propiedades y detener el desarrollo económico. Las casas se pueden perder o quedar en riesgo y se podría destruir la infraestructura (figuras 3.4a y b). Puede haber varios deslizamientos a lo largo y ancho del área (figura 3.4c).

Los deslizamientos, tanto los de poca profundidad como los de bases profundas, pueden ser desencadenados por la lluvia. Los registros de deslizamientos y de los factores desencadenantes asociados a la lluvia (caracterizados por intensidad, duración y frecuencia) se pueden usar para predecir cuándo ocurrirán eventos futuros de deslizamientos desencadenados por lluvia. Se han realizado extensas investigaciones para identificar tanto los terrenos propensos a deslizamientos (Hansen, 1984; Soeters y van Westen, 1996) como la intensidad y la duración de la lluvia que causan fallas de los taludes (Larsen y Simon, 1993). Estos dos temas se presentan en más detalle en la sección 3.4; De Vita et al. (1997) ofrece una extensa bibliografía sobre los deslizamientos desencadenados por lluvia.

**FIGURA 3.3 Fuentes típicas de agua superficial y subsuperficial y vías de flujo asociadas con construcción no autorizada en laderas**



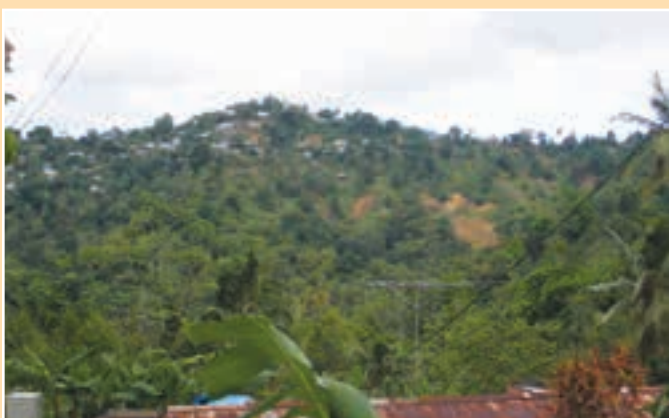
**FIGURA 3.4 Deslizamientos rotacionales y traslacionales**



a. Deslizamiento rotacional en Santa Lucía desencadenado por lluvia durante el huracán Dean (2007) que provocó la pérdida de tres casas.



b. Deslizamiento traslacional en Santa Lucía desencadenado por 500 mm de lluvia en 24 horas asociado con el huracán Tomás (2010); el deslizamiento causó la pérdida de un camino (centro) y dañó considerablemente las casas en la cresta del deslizamiento.



c. Deslizamientos traslacionales en toda la ladera en Santa Lucía desencadenados por el huracán Tomás.

### Eventos sísmicos

La actividad sísmica también puede afectar las fuerzas que actúan sobre un talud y desencadenar deslizamientos. MoSSaiC actualmente no aborda los mecanismos de deslizamiento asociados con dicho proceso desencadenante. No obstante, la UCM debería tener algún grado de familiaridad con el riesgo sísmico cuando éste coexiste con el potencial de deslizamientos desencadenados por lluvia. En tales casos, de ser posible debe adoptarse un enfoque holístico para la reducción del riesgo de desastres. Por ejemplo, el enfoque de MoSSaiC para redes de drenaje de taludes a escala comunitaria, más la instalación casa por casa de canalones en los tejados y de conexiones de aguas grises a los drenajes, podría combinarse con directrices para el diseño de propiedades resilientes a los terremotos en tales comunidades (Build Change, 2011).

A nivel global, muchos sitios tienen laderas demasiado escarpadas y altamente descompuestas por exposición a la intemperie, en las cuales los deslizamientos grandes podrían causar daños significativos a comunidades locales, muchas de las cuales ya son vulnerables debido a la estructura de las viviendas y la pobreza. Los terremotos de 2001 en El Salvador (figura 3.5) son un ejemplo notorio al respecto, ya que causaron más de 600 deslizamientos que produjeron cientos de víctimas mortales, de las cuales hubo 585 solo en la comunidad de Las Colinas (figura 3.6).

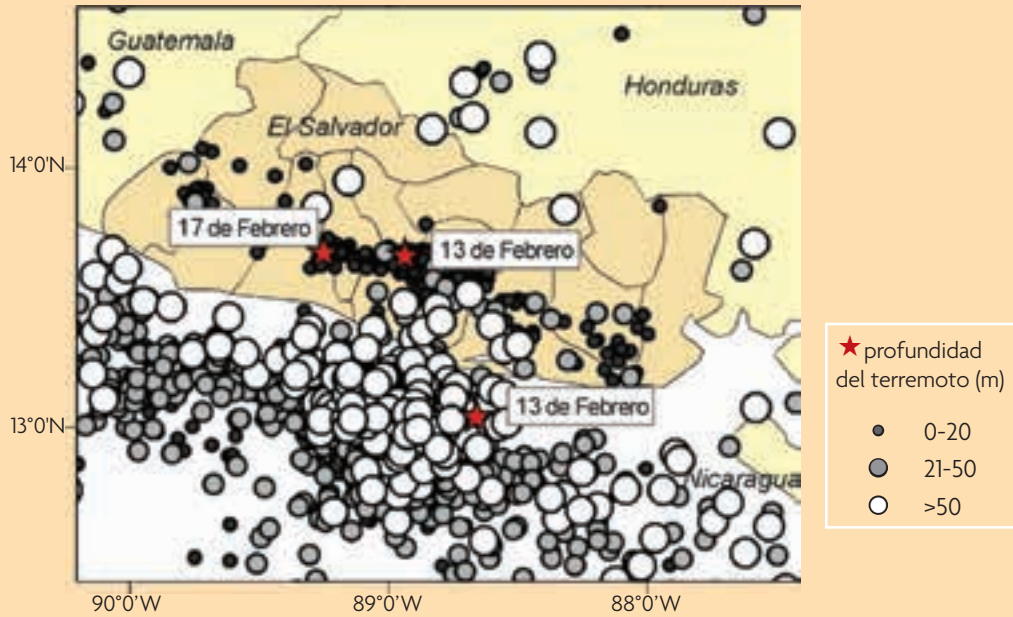
La evidencia empírica que vincula a la actividad sísmica; los factores preparatorios tales como el ángulo, la geología y los suelos de los taludes y los eventos de deslizamientos se pueden formalizar con mediciones de intensidad sísmica. Una medición de intensidad sísmica usando instrumentos que fue desarrollada por Arias (1970) se utilizó por primera vez por Wilson y Keefer (1985) para analizar la ocurrencia de deslizamientos y desde entonces su uso para tal propósito se ha vuelto relativamente común. La intensidad de Arias para cualquier registro de movimiento fuerte se expresa como:

$$I_a = \pi / 2g \int_0^{T_d} [a(t)^2] dt$$

en la cual:

$I_a$  = Intensidad de Arias en unidades de velocidad  
 $t$  = tiempo

**FIGURA 3.5** Distribución de la actividad sísmica durante los terremotos de 2001 en El Salvador



*Fuente:* García-Rodríguez et al., 2008.

*Nota:* Los datos fueron registrados y reubicados por la Red de Periodo Corto Salvadoreña del Centro de Investigaciones Geotécnicas. Se observan los terremotos del 13 de Enero, 13 de Febrero y 17 de Febrero de 2001 y sus réplicas. El terremoto del 13 de Enero desencadenó 600 deslizamientos incluido el de Las Colinas que fue localizado en la zona de subducción entre las placas de Cocos y el Caribe, con una magnitud de 7.7 (magnitud del momento) y una profundidad del epicentro de 40 km.

**FIGURA 3.6** Vista aérea del deslizamiento que desencadenó el terremoto en Las Colinas, El Salvador, el 13 de enero de 2001



*Fuente:* García-Rodríguez et al., 2008.

$a(t)$  = aceleración sísmica en función del tiempo  
 $Td$  = duración total del registro del movimiento fuerte  
 $g$  = aceleración debida a la gravedad

La Intensidad de Arias es un parámetro de movimiento de la tierra que captura el potencial de destrucción de un terremoto como la integral del cuadrado de la aceleración a lo largo del tiempo. Tiene buena correlación con varias

medidas que se usan frecuentemente de la estabilidad sísmica de los taludes, la licuefacción y el desempeño estructural (Travasarou, Bray y Abrahamson, 2003). Según consideraciones teóricas, análisis estadístico de la atenuación de movimientos fuertes y datos empíricos sobre los límites de los deslizamientos por terremotos históricos, los umbrales de la intensidad de Arias se pueden relacionar con los tipos de deslizamientos (tabla 3.3) (Keefer, 2002; Keefer y Wilson, 1989; Wilson y Keefer, 1985).

Keefer (2002, 504) señala que aunque los deslizamientos inducidos por terremotos se

**TABLA 3.3** Intensidad de Arias y categorías de deslizamiento asociado

UMBRALES DE LOS VALORES DE LA INTENSIDAD DE ARIAS	CATEGORÍA DE DESLIZAMIENTO RESULTANTE
0,11 m/s <sup>-1</sup>	Deslizamientos alterados
0,32 m/s <sup>-1</sup>	Deslizamientos coherentes, esparcimientos laterales y flujos
0,54 m/s <sup>-1</sup>	Esparcimientos laterales y flujos

*Fuente:* Keefer y Wilson, 1989.

**FIGURA 3.7 Deslizamiento progresivo**



a. En 2005, la lluvia desencadenó un deslizamiento progresivo rotacional en una comunidad vulnerable en Santa Lucía.



b. La misma casa en 2008 muestra el movimiento lento progresivo de la falla rotacional.



c. La misma casa en 2010 muestra el cuasi colapso de la estructura después de cinco años de haberse producido la falla de la pendiente de forma lenta y progresiva.

han documentado durante más de 3.700 años, está claro que se necesitan más datos sísmicos:

...el número de terremotos con datos relativamente completos de ocurrencia de deslizamientos es aún muy pequeño y una de las

más urgentes necesidades de investigación es tener inventarios completos de deslizamientos de muchos más eventos en un mayor rango de ambientes.

Estos datos empíricos, al ser combinados con herramientas analíticas como los sistemas

**TABLA 3.4 Escala de velocidad del deslizamiento**

CLASE DE VELOCIDAD	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD (mm/s)	VELOCIDAD TÍPICA	PROBABLE IMPACTO DESTRUCTIVO
7	Extremadamente rápido	$5 \times 10^3$	5 m/s	Catástrofe de violencia considerable; destrucción de edificios por impacto de los materiales desplazados; muchas muertes; poca posibilidad de escapar
6	Muy rápido	$5 \times 10^1$	3 m/min	Pérdida de algunas vidas; velocidad demasiado alta para permitir el escape de todas las personas
5	Rápido	$5 \times 10^1$	1,8 m/h	Posible evacuación; destrucción de estructuras, bienes y equipos
4	Moderado	$5 \times 10^3$	13 m/mes	Algunas estructuras temporales y resistentes se pueden mantener temporalmente
3	Lento	$5 \times 10^5$	1,6 m/año	Se puede reparar la construcción durante el movimiento, las estructuras más resistentes se pueden mantener con obras de mantenimiento frecuente si el movimiento total no es de larga duración durante una fase de aceleración determinada
2	Muy lento	$5 \times 10^7$	15 mm/año	Algunas estructuras permanentes no dañadas por el movimiento
	Extremadamente lento			Imperceptible sin instrumentos; construcción posible con precauciones

**Fuente:** Cruden y Varnes, 1996. © National Academy of Sciences, Washington, DC, 1996. Reproducido con la autorización de la Junta de Investigación de Transporte.

de información geográfica (SIG), podrían llevar a considerables refinamientos adicionales de modelos con métodos físicos que relacionen los movimientos sísmicos y las condiciones geológicas con la falla de un talud.

### 3.3.4 Estabilidad de taludes a lo largo del tiempo

La velocidad de los deslizamientos puede variar significativamente dependiendo del tipo, el material, el factor desencadenante y otras propiedades de los taludes. La tabla 3.4 muestra la escala de velocidad de deslizamientos propuesta por Cruden y Varnes (1996).

En los trópicos, el movimiento por deslizamientos desencadenados por lluvia suele durar desde unos pocos minutos hasta unas pocas horas. Los deslizamientos progresivos y el subsiguiente asentamiento del talud pueden continuar por períodos de hasta un año o más. La figura 3.7 muestra un deslizamiento rotacional que se mueve periódicamente a lo largo de cinco años, causando daños crecientes a la propiedad.

La magnitud de un deslizamiento determinará los daños causados a las personas y a la propiedad. La magnitud de un deslizamiento se define por su velocidad y por el tamaño del área afectada, según el área de falla y de la distancia que recorrió el material desplazado (la zona de acumulación).

La estabilidad del talud después de la falla también puede contribuir al impacto general del deslizamiento. Dependiendo de la geometría del deslizamiento y de la geometría resultante del talud, puede haber ya sea un aumento relativo de la estabilidad general (reducción de amenaza) o una disminución de la estabilidad debido a un terraplén inestable creado por el deslizamiento (figura 3.8).

En un área en que hay deslizamientos, la estabilidad después de la falla se debería valorar con el fin de identificar posibles amenazas futuras, que podrían aumentar o disminuir por la ocurrencia de una falla del talud.

## 3.4 ESTABILIDAD DE PENDIENTES: PROCESOS Y EVALUACIÓN

Esta sección introduce diversos factores y variables que pueden determinar la estabilidad de un talud y algunos de los principales

**FIGURA 3.8 Estabilidad de la pendiente posterior a la falla**



a. Deslizamiento causado por convergencia de agua en el suelo de la zona de la falla e inmediatamente encima de ella; su impacto sirve para reducir el riesgo de deslizamiento subsecuente ya que el ángulo de inclinación local se ha reducido como consecuencia de la falla.



b. Deslizamiento producido debajo de casas no autorizadas por la descarga de agua proveniente de arriba de la pendiente que causa un empinamiento pronunciado en la cresta del deslizamiento y consecuentemente un aumento de amenaza de deslizamiento.

métodos para evaluarla. Hay más información sobre procesos y valoración de estabilidad de taludes en las siguientes dos secciones:

- La sección 3.5 describe cómo cada una de las variables de estabilidad de taludes se puede identificar, medir e interpretar en el campo.
- La sección 3.6 detalla el sistema con métodos físicos para valorar la estabilidad

de un talud que son especialmente relevantes para MoSSaiC.

### 3.4.1 Factores preparatorios y mecanismos desencadenantes de deslizamientos

Los factores que determinan la estabilidad de un talud se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **factores preparatorios**, que determinan la estabilidad de un talud a lo largo de un período de tiempo,
- **mecanismos desencadenantes**, los eventos dinámicos que provocan un deslizamiento y
- **factores agravantes**, las numerosas actividades humanas que pueden reducir la estabilidad de un talud sin que necesariamente desencadenen un deslizamiento (tabla 3.5).

Estos diversos factores actúan e interactúan a través de un talud específico para determinar su condición de estabilidad en cualquier momento en el tiempo. Para entender la estabilidad de un talud, debe tenerse en cuenta cada factor y debe valorarse la influencia conjunta de ellos.

Los factores que causan deslizamientos a menudo son de naturaleza muy localizada. El

extenso trabajo realizado en la Región Administrativa Especial de Hong Kong, China ha demostrado que, para un número elevado de deslizamientos, el principal factor desencadenante por lluvia actúa en conjunto con factores preparatorios locales altamente específicos (GCO, 1984). La tabla 3.6 presenta un resumen del rango de escalas en las cuales se esperaría que operen los diferentes factores preparatorios y desencadenantes. Para poder identificar medidas de reducción de amenaza de deslizamientos a escala comunitaria (el objetivo de MoSSaiC), los procesos relevantes de los taludes se deben evaluar a escala 1-100 m.

### 3.4.2 Visión general de métodos de evaluación de estabilidad de taludes

Al hablar de los métodos y logros de la evaluación de la estabilidad de un talud, es necesario entender la diferencia entre la susceptibilidad a deslizamientos y la amenaza de deslizamientos.

- **Susceptibilidad a deslizamientos** está relacionada con el tipo y la distribución espacial de deslizamientos existentes o potenciales en un área. La evaluación de la susceptibilidad se basa en la evaluación cualitativa o

**TABLA 3.5 Factores que determinan la estabilidad de la pendiente y métodos de evaluación asociados**

FACTOR DETERMINANTE DE ESTABILIDAD DE LA PENDIENTE		MÉTODO DE EVALUACIÓN
Preparatorio	Agravante	
Ángulo de la pendiente	Construcción: aumentar la pendiente del talud	SIG, mapas, levantamientos topográficos, nivel Abney
Hidrología de la pendiente	Drenaje de pendiente pobre o alterado —fugas o drenajes incompletos; suelos saturados; agua de los tejados, cocinas y baños de las casas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convergencia topográfica en mapas/ levantamientos topográficos</li> <li>• Nivel freático de los registros de piezómetros</li> <li>• Estudios detallados de drenaje en el sitio</li> </ul>
Profundidad, estructura y tipo de material de la pendiente	Relleno pobremente compactado o material que ha fallado anteriormente	Tamaño del material, medidas directas de la caja de corte
Vegetación	Cambio o remoción de la vegetación debido a cultivos o construcción	Observación en campo
Carga	Sobrecarga —vivienda, tanques de agua o infraestructura densos, no planificados	Estudios de densidad de las viviendas y material de construcción
Deslizamientos previos	Movimiento progresivo y continuo de la pendiente	Estudios y registros de fallas conocidas
MECANISMOS DE DESENCADENAMIENTO DINÁMICOS		
Eventos de lluvia (ej., tormentas, huracanes, periodos prolongados de lluvia)		Análisis de datos y frecuencia de lluvia
Eventos sísmicos (no incorporados actualmente en la metodología MoSSaiC)		Análisis de datos y frecuencia sísmográfica



**TABLA 3.6 Escalas espaciales de mecanismos desencadenantes de deslizamientos, factores preparatorios e influencias antropogénicas**

MECANISMO/FACTOR/INFLUENCIA	ESCALA ESPACIAL EN LA CUAL OCURREN VARIACIONES				
	Local/Viviendas		Ladera		Región
	1 m	10 m	100 m	1.000 m	100 km
Mecanismos desencadenantes					
Lluvia					
Actividad sísmica					
Factores preparatorios					
Geometría de la pendiente					
Suelos y geología					
Hidrología de la pendiente					
Vegetación					
Influencias antropogénicas (agravantes)					
Agua superficial					
Nivel del agua subterránea					
Ángulo de pendiente (corte)					
Carga (edificios)					
Vegetación					

Fuente: Holcombe y Anderson.

cuantitativa del papel de los factores **preparatorios** para determinar la estabilidad relativa de diferentes taludes o zonas. La magnitud y velocidad de deslizamientos existentes o potenciales se pueden tener en cuenta, pero la frecuencia o el momento de ocurrencia no se especificarán.

- **Amenaza de deslizamientos** es la probabilidad (evaluada en forma cualitativa o cuantitativa) de que un deslizamiento de cierto tipo, magnitud y velocidad ocurra en un sitio específico. La evaluación cuantitativa de la amenaza tiene en cuenta el papel de un evento **desencadenante** (de probabilidad conocida) como causa del deslizamiento.

Se pueden usar varios enfoques diferentes para evaluar la susceptibilidad y la amenaza de deslizamientos, entre ellos la cartografía geomorfológica directa, la valoración cartográfica y heurística (experta) basada en índices, el modelado empírico basado en inventarios y el modelado estadístico de los parámetros del talud y el modelado determinista (con métodos físicos) y probabilístico de los procesos de talud (Aleotti y Chowdhury, 1999; Dai, Lee y Ngai, 2002 y

Huabin et al., 2005; éstos también contienen resúmenes de los métodos). La tabla 3.7 describe las respectivas ventajas y desventajas de cada uno de los enfoques principales.

La selección del método más adecuado para un estudio dado debe considerar la escala espacial para la cual es más apropiado, los requisitos de datos y el nivel de cuantificación que ofrece (van Westen et al., 2006; van Westen et al., 2008). En las secciones 3.4.3 a 3.4.6 se hace un breve análisis de cuatro métodos relevantes a MoSSaiC:

- Cartografía de la susceptibilidad a deslizamientos con distribución espacial usando métodos SIG —útil para la identificación y priorización inicial de las áreas con susceptibilidad relativamente alta a deslizamientos (como se describe en el capítulo 4)
- Cartografía directa de la amenaza de deslizamientos —también es útil para identificar áreas de taludes inestables y para confirmar el tipo de amenaza de deslizamientos
- Modelado empírico del umbral de lluvia —de haber suficientes datos empíricos

**TABLA 3.7 Ventajas y desventajas de las diferentes formas de evaluación de susceptibilidad y amenaza de deslizamiento**

MÉTODO	VENTAJA	DESVENTAJA	ESCALA		
			P	M	G
Análisis geomorfológico de campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite la evaluación rápida teniendo en cuenta un gran número de factores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metodología totalmente subjetiva</li> <li>Uso de reglas implícitas que impiden el análisis crítico de resultados</li> </ul>	R	Sí	Sí
Combinación de mapas de índice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soluciona los problemas de reglas ocultas</li> <li>Total automatización de los pasos</li> <li>Estandarización de la gestión de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subjetividad al atribuir valores ponderados a las clases individuales de cada parámetro</li> </ul>	R	Sí	Sí
Modelos analíticos lógicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite la comparación de diferentes pendientes</li> <li>Matemáticamente riguroso y perfeccionable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere el control de datos, preferiblemente desde instrumentos instalados, aplicables principalmente a deslizamientos de velocidad lenta</li> </ul>	R	R	Sí
Análisis estadísticos (bivariable y multivariable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metodología objetiva</li> <li>Total automatización de los pasos</li> <li>Estandarización de la gestión de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección y análisis sistemático de datos concerniente a diferentes factores bastante engorrosos</li> </ul>	Sí	Sí	R
Enfoques deterministas del factor de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance y metodología objetiva</li> <li>Alcance cuantitativo</li> <li>Motiva la investigación y medida de los parámetros geotécnicos en detalle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de conocimiento detallado del área</li> <li>Usar el modelo geotécnico apropiado requiere gran experiencia</li> <li>No toma en cuenta varias incertidumbres</li> </ul>	R	R	Sí
Enfoques probabilísticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite considerar diferentes incertidumbres</li> <li>Alcance cuantitativo</li> <li>Alcance y metodología objetiva</li> <li>Proporciona una nueva visión no posible en los métodos deterministas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere datos extensos, de lo contrario se requieren probabilidades subjetivas</li> <li>Difícil distribución de probabilidad, especialmente para nivel bajo de amenaza y riesgo</li> </ul>	Sí	R	R
Redes neurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metodología objetiva</li> <li>No requiere conocimiento teórico de los aspectos físicos del problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dificultad para verificar los resultados cuando no se dispone de datos instrumentales</li> </ul>	R	Sí	Sí

Fuente: Aleotti y Chowdhury, 1999.

Nota: P = Pequeña; M = Mediana; G = Grande; R = uso restringido; S = Sí

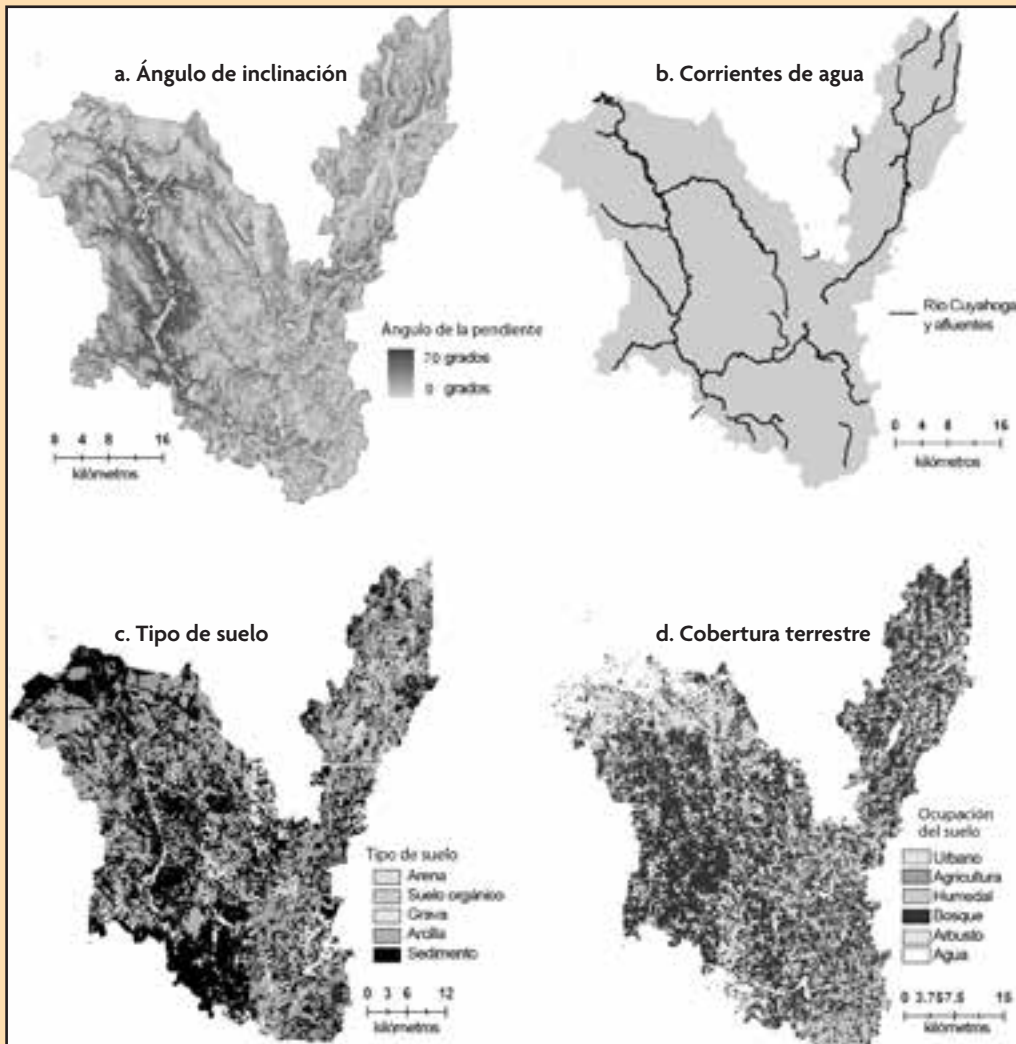
disponibles, este método se puede usar junto con los mapas de susceptibilidad para señalar el momento y la distribución espacial posibles de varios eventos de deslizamientos

- Modelado según el terreno de estabilidad de taludes —el enfoque más relevante para MoSSaiC, ya que permite investigar los procesos de estabilidad de taludes y los factores desencadenantes de deslizamientos a una escala que facilita la identificación de medidas apropiadas de reducción del riesgo de amenazas (1–100m<sup>2</sup>).

### 3.4.3 Cartografía de susceptibilidad a deslizamientos usando SIG

Muchas valoraciones de deslizamientos de área extensa y con distribución espacial usan software SIG como plataforma para realizar mapas digitales de variables preparatorias tales como topografía, suelos y geología, patrones de drenaje y uso del suelo. Los datos se pueden aumentar y el análisis se puede extender si hay un registro de la ubicación de deslizamientos anteriores, Un inventario de deslizamientos permite identificar precedentes en los cuales se determina la influencia de cada variable

**FIGURA 3.9 Datos clasificados de factores espaciales**



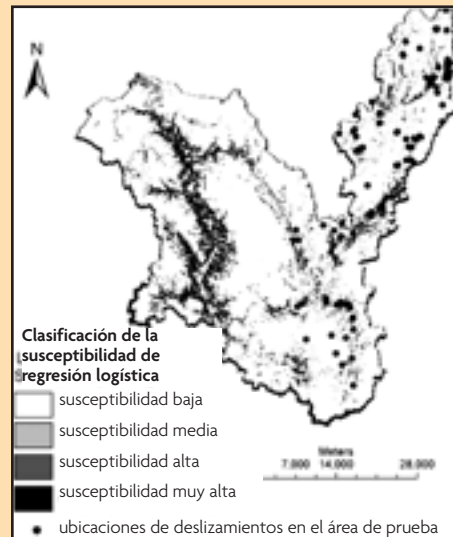
Fuente: Nandi y Shakoor, 2010.

preparatoria respecto a la estabilidad del talud y se le asigna un peso. Como alternativa, se pueden asignar pesos siguiendo el criterio y la experiencia de expertos. Los mapas resultantes de superposición de índices definen la susceptibilidad de cada unidad de terreno. Por sí solos, estos mapas de susceptibilidad usando SIG no se pueden usar para predecir con exactitud el momento y el sitio de deslizamientos individuales, pero sí proporcionan una herramienta esencial para la planificación y gestión en para zonas extensas de relativa susceptibilidad a deslizamientos.

Nandi y Shakkor (2010) presentan un ejemplo de la facilidad que ofrecen los programas SIG para desarrollar mapas de susceptibilidad a deslizamientos. Usando SIG, desarrollaron relaciones entre los deslizamientos y los

diversos factores de inestabilidad que contribuyen a que ocurran. Se preparó un mapa inventario de deslizamientos usando ubicaciones identificadas por fotos aéreas, revisiones en campo y documentación existente. Posteriormente, se seleccionaron siete factores de inestabilidad: ángulo de talud, tipo de suelo, susceptibilidad del suelo a la meteorización, índice de plasticidad del suelo, uso del suelo, precipitación y proximidad a una corriente de agua, los cuales se consideraron significativos en cuanto a la ocurrencia de deslizamientos. Se importaron al SIG como capas de datos raster y se clasificaron usando una escala numérica correspondiente a las condiciones físicas de la región. La figura 3.9 ilustra los datos espaciales para cuatro variables que se presumen de control e independientes.

**FIGURA 3.10** Mapa de susceptibilidad a deslizamientos



*Fuente:* Nandi y Shakoor, 2010.

*Nota:* Los deslizamientos del área de prueba se superponen en el mapa.

Se usó análisis de regresión para asociar la ocurrencia de deslizamientos conocidos con las variables de talud independientes dentro de una subárea de la cuenca (un proceso conocido como formación del modelo). Al asumir que en toda la cuenca existían condiciones similares relacionadas con la inestabilidad del talud, los resultados del área de formación se pudieron extrapolar usando el modelo de regresión. El proceso produjo un mapa de susceptibilidad a deslizamientos (figura 3.10).

Los métodos básicos de regresión para la evaluación de la susceptibilidad a deslizamientos se pueden refinar calculando combinaciones ponderadas de factores significativos y excluyendo factores insignificantes; este tipo de cartografía SIG ha sido investigada extensamente (Lee, 2005; Nefeslioglu, Gokceoglu y Sonmez, 2008; Van Den Eeckhaut et al., 2006; Van Westen, 2004).

Un programa SIG también se puede usar como plataforma para el modelado determinista simplificado de zonas de amenaza de deslizamientos o la combinación con pronósticos de lluvia. Esta forma de modelado exige datos precisos y detallados de la distribución espacial de los parámetros de los taludes y un alto nivel de pericia.

### 3.4.4 Cartografía directa de deslizamientos

La cartografía en el terreno de deslizamientos existentes en áreas de inestabilidad de taludes conocida genera mapas que podrían usarse para el ordenamiento territorial, para orientar las estrategias de gestión del riesgo de deslizamientos y para crear inventarios de deslizamientos que se puedan incluir en los análisis de amenazas de deslizamientos con SIG. Un equipo de cartografía experimentado puede dibujar características visibles de deslizamientos así como posibles ubicaciones de deslizamientos históricos, cuyas características relevantes podrían estar enmascaradas por cambios posteriores en el uso del suelo.

Incluso a escala de ladera y comunidad, la cartografía directa de la amenaza a deslizamientos es propensa a errores significativos. Ardizzoni et al. (2002) describen el posible alcance de tales errores al comparar los resultados de los mapas de amenazas realizada por tres equipos de cartografía independientes en una zona de Italia proclive a deslizamientos. Hallaron grandes diferencias entre los mapas de amenaza de deslizamientos por errores de localización (55 a 65%), los cuales aumentaron significativamente cuando los tres mapas fueron superpuestos (una disparidad espacial cercana al 85%). La figura 3.11 ilustra las diferencias de interpretación de los equipos respecto a la ubicación de los deslizamientos ocurridos.

Falta información respecto a la incertidumbre asociada con los mapas de inventario de deslizamientos (Gallie et al., 2008). En lugar de solo trazar mapas de deslizamientos existentes, hay estudios que sugieren que puede ser apropiado que los equipos expertos en cartografía identifiquen la topografía y otros factores preparatorios que podrían llegar a estar asociados con la falla, tanto existente como futura, de taludes. De esta forma, la cartografía directa de las características de las pendientes podría usarse para orientar el diseño de medidas de mitigación de deslizamientos que aborden las causas de deslizamientos potenciales.

### 3.4.5 Modelado empírico del umbral de lluvia

Los datos históricos de deslizamientos y sus eventos de lluvia asociados se pueden usar para establecer la probabilidad de deslizamientos

**FIGURA 3.11 Tres mapas de inventario de deslizamientos**



Fuente: Ardizzoni et al., 2002.

Nota: Estos mapas fueron levantados por tres equipos independientes en los Apeninos, Italia. El área cartografiada comprende laderas en los alrededores de tres pequeños pueblos. El margen de error general del posicionamiento es aproximadamente del 85%.

según la probabilidad de la lluvia que los desencadenan. Con datos suficientes, se pueden establecer las características críticas de la lluvia necesaria para desencadenar deslizamientos en una región en particular. Esto se conoce como un análisis de umbral y se puede usar para predecir el número esperado de deslizamientos para un pronóstico particular de lluvia. Aunque se trata de una herramienta de planificación útil, no se puede usar por sí sola para identificar la amenaza de deslizamientos que afecta a un talud específico.

Las ecuaciones de umbrales empíricos pueden tener varias formas dependiendo de qué parámetros de lluvia se elijan (IRPI, 2012). Una forma común es una ecuación de intensidad-duración, que se obtiene al representar la intensidad de la lluvia ( $I$ ) con respecto a su duración ( $D$ ) e identificar el umbral por encima del cual se desencadenarán deslizamientos. Los umbrales  $I$ - $D$  tienen la forma general:

$$I = c + \alpha D^{-\beta}$$

en la cual:

$I$  = intensidad de la lluvia

$D$  = duración de la lluvia

$c \geq 0$

$\alpha > 0$

$\beta > 0$

Es común que la intensidad se encuentre entre 1 y 100 mm/seg; la duración entre 1 y 200 horas,  $\beta$  entre 2,00 y 0,19 y  $c = 0$  (Guzzetti et al., 2007; figura 3.12). Cuando  $c = 0$ , la relación de umbral es una ley de potencia simple. Esta ley de potencia negativa se mantiene para cuatro órdenes de magnitud de duración de la lluvia (duración de hasta 500 horas), lo cual sugiere un comportamiento de escala auto-similar de la lluvia que desencadena deslizamientos (Guzzetti et al., 2007).

Las relaciones específicas de umbral de intensidad-duración de la lluvia se deben calcular para regiones o países individuales. Por ejemplo, para Puerto Rico,  $I = 91,46 D^{-0,82}$  (Larsen y Simon, 1993).

### 3.4.6 Modelado de la estabilidad de taludes con métodos físicos

Para determinar la amenaza de deslizamientos que afecta a un talud específico, es necesario tener en cuenta los mecanismos preparatorios y desencadenantes que son únicos para ese talud. Esto se puede realizar por expertos dibujando la cartografía directa de las características del talud en campo (enfoque heurístico; ver sección 3.4.4). En forma inversa, se puede aplicar un enfoque de modelado cuantitativo analítico o numérico en el cual se usan ecuaciones geotécnicas para representar procesos de deslizamientos.

Como esos, hay muchos enfoques cuantitativos que expresan la estabilidad de un talud según su factor de seguridad ( $F$ ), que es la relación entre la resistencia al corte total disponible del talud (fuerzas de resistencia) y los esfuerzos cortantes (fuerzas desestabilizadoras).

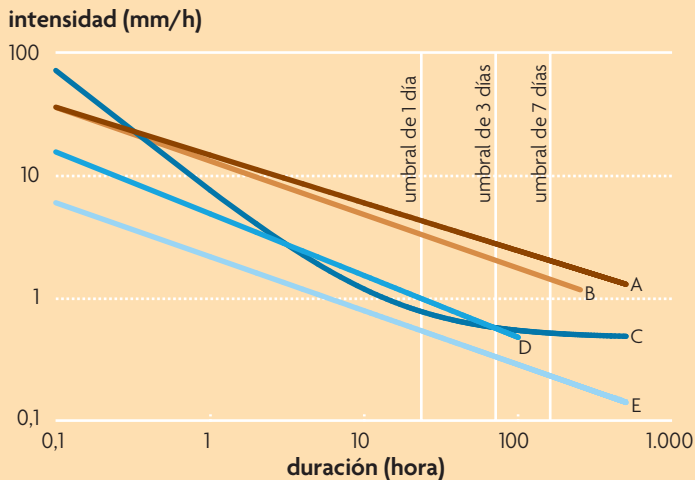
$$F = \frac{\text{resistencia al corte disponible del talud}}{\text{esfuerzo cortante que desestabiliza el talud}}$$

$F = 1$ : talud marginalmente estable

$F < 1$ : talud inestable

$F > 1$ : talud estable

**FIGURA 3.12 Umbrales globales de intensidad-duración de lluvia**



Fuente: Kirschbaum et al., 2009.

Nota: A = Caine, 1980; B = Hong, Adler y Huffman, 2006; C=Crosta y Fratini, 2001=Innes, 1983; E = Guzzetti et al., 2008.

Existen tres grandes tipos de modelado con métodos físicos que se pueden usar para determinar la estabilidad de un talud; por orden creciente de complejidad, son los siguientes:

- Métodos analíticos para calcular el factor de seguridad (métodos estáticos de equilibrio límite)
- Modelos numéricos que relacionan el análisis dinámico hidrológico con el del equilibrio límite

- Modelos numéricos que representan el material del talud según su comportamiento esfuerzo-deformación (modelos continuos) o como partículas (modelos de elementos discretos).

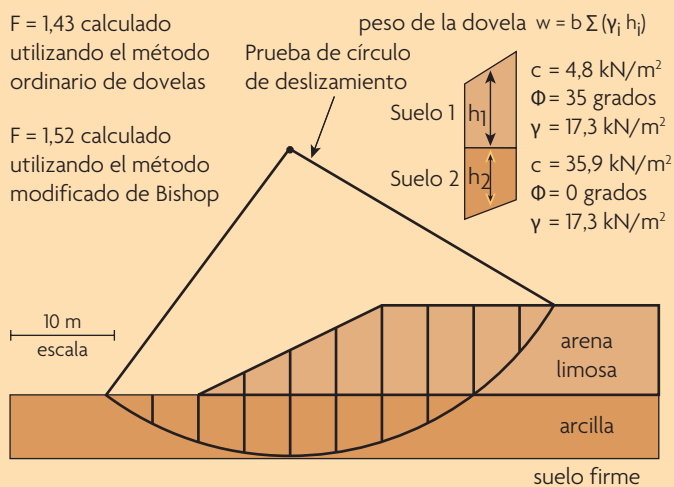
### Métodos analíticos para determinar el factor de seguridad

Los métodos estáticos de equilibrio límite (enfoque analítico o de masa concentrada) evalúan las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que afectan a una masa de material en una superficie de falla potencial que se observa o se supone (conocida como la superficie de deslizamiento o superficie de corte). El talud se analiza como una sección transversal de dos dimensiones y el material que está encima de la superficie de deslizamiento usualmente se divide (se separa en elementos discretos) en láminas o dovelas verticales. Las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúan en la base de cada dovela (en la superficie de deslizamiento) se calculan para un momento único en el tiempo y tienen en cuenta el ángulo de la superficie de deslizamiento en la base de la dovela, el peso del material de la dovela, la carga sobre la dovela (como edificios o vegetación), el efecto de la presión de poro de agua y la resistencia al corte del material (cohesión y ángulo de rozamiento interno). Posteriormente, se calcula  $F$  para toda la superficie de deslizamiento.

Se emplean diferentes métodos de equilibrio límite de acuerdo con la geometría supuesta de la superficie de falla de deslizamiento:

- **Plano único (o ligeramente curvo)**, usualmente dovelas en traslación de poca profundidad en taludes escarpados
- **Circular**, estratos uniformes o suelos profundos y deslizamientos rotacionales de pequeño a mediano tamaño (figura 3.13)
- **Cuñas dobles o triples**, deslizamientos de traslación de tamaño mediano a grande.

**FIGURA 3.13 Elementos discretos de un talud en dovelas para facilitar los cálculos de estabilidad del talud**



Fuente: Turner y Schuster, 1996; Academia Nacional de Ciencias, Washington, DC., 1996. Reproducido con la autorización de la Junta de Investigación de Transporte.

La figura 3.13 muestra el método de dovelas (Métodos Ordinario y de Bishop), representado en un talud de muestra en el cual se asume que la falla ocurrirá por la rotación de un bloque de suelo sobre una superficie de deslizamiento cilíndrica (para un análisis de los diferentes métodos de equilibrio límite, ver Nash, 1987).

El análisis de equilibrio límite requiere hacer varios supuestos simplificadores para calcular  $F$ :

- Un talud fallará como una masa coherente de material que se desliza a lo largo de una superficie de deslizamiento específica de dos dimensiones definida por el usuario (no se representan las relaciones de esfuerzo-deformación y los efectos tridimensionales presentes en la mecánica de la falla).
- A lo largo de la superficie de deslizamiento, el material presentará una falla de acuerdo con los criterios específicos elegidos para representar la resistencia al corte (para suelos, normalmente se usa el criterio de Mohr-Coulomb para fallas elastoplásticas).
- Durante la falla, la resistencia al corte se moviliza totalmente a lo largo de la superficie de deslizamiento.
- La ubicación del nivel freático (y por consiguiente, el gradiente de presión de poro de agua) es estática y se define por el usuario.
- Dependiendo del método, se hacen diferentes supuestos sobre las fuerzas entre las dovelas.
- No se considera el comportamiento del material del talud una vez ha ocurrido la falla.

Los resultados del análisis del factor de seguridad son de valor limitado por sí solos ya que dependen de los supuestos simplificadores de método adoptado, de los valores de los parámetros elegidos, de la ubicación del nivel freático, de la geometría y la ubicación de la superficie de deslizamiento y de cómo se ha dividido en elementos discretos el talud. Por ejemplo, en la figura 3.13, el método de Bishop da una  $F$  de 1,52, mientras que el método Ordinario de dovelas da una  $F$  de 1,43. Es de notar que un factor de seguridad de 1 no necesariamente indica que la falla del talud es inminente. Es más, muchas variables que no necesariamente están representadas en el modelo de estabilidad del talud, tales como detalles menores de la geología o del suelo y la falla progresiva del talud, entre muchas otras, influyen sobre el verdadero factor de seguridad (Nash, 1987).

#### Modelos hidrológicos dinámico y del equilibrio límite de taludes

El segundo tipo de modelo de estabilidad de taludes representa un avance significativo de los métodos de análisis estático al integrar en

forma dinámica variables externas “forzantes” (factores desencadenantes de deslizamientos) tales como lluvia e hidrología del talud, de tal forma que la estabilidad de los taludes se puede analizar a lo largo de un período. Aunque en el mercado hay disponibles menos modelos integrados hidrológicos dinámicos y de equilibrio límite que modelos estáticos de equilibrio límite, los primeros ofrecen las siguientes mejoras sobre el método clásico de equilibrio límite:

- Las condiciones de las aguas subterráneas se modelan en forma dinámica a lo largo del tiempo en términos de flujo saturado e insaturado, de presión positiva y negativa de poro de agua y de la lluvia. Estos procesos dinámicos son especialmente influyentes en suelos residuales tropicales profundos.
- Los métodos de equilibrio límite, tales como los de Bishop y Janbu para fallas circulares o no circulares, se aplican usando un método de búsqueda para identificar la superficie  $F$  mínima en instantes específicos de las simulaciones hidrológicas dinámicas.

Algunas de las limitaciones de los modelos hidrológicos dinámicos están relacionadas con los supuestos simplificadores que se usan en el cálculo del flujo de aguas subterráneas, lo cual significa que dichos modelos no pueden representar suelos con patrones de flujo complejos o altamente variables en el espacio. Las limitaciones del componente de estabilidad están relacionadas con las inherentes al análisis de equilibrio límite.

El beneficio de este tipo de modelo dinámico de estabilidad de taludes es que permite explorar los procesos que dominan la estabilidad de un talud en particular.

#### Modelos de elementos continuos y discretos

Los modelos continuos usan fórmulas reológicas específicas que se conocen como ecuaciones constitutivas para describir el comportamiento de un tipo particular de suelo bajo condiciones dinámicas de esfuerzo y deformación. Por lo tanto, en estos modelos, la zona de corte “evoluciona” (en lugar de ser impuesta artificialmente según su geometría o ubicación) según la geometría del talud, las condiciones iniciales aplicadas y la reología específica del material.

Existen modelos de análisis de deformaciones discontinuas a gran escala que están

relacionados con el enfoque del medio continuo, los cuales tienen en cuenta la deformación local de las zonas de corte y del talud en general, a la vez que consideran discontinuidades fuertes y el desprendimiento de elementos de malla. En forma inversa, los métodos de elementos distintos (o discretos) representan el movimiento de elementos rígidos (en una escala de bloques a granos) usando un enfoque basado en la fuerza.

Aunque algunos de estos modelos están disponibles en el mercado, sus requisitos de datos, su sensibilidad y su complejidad pueden plantear retos significativos al ser aplicados.

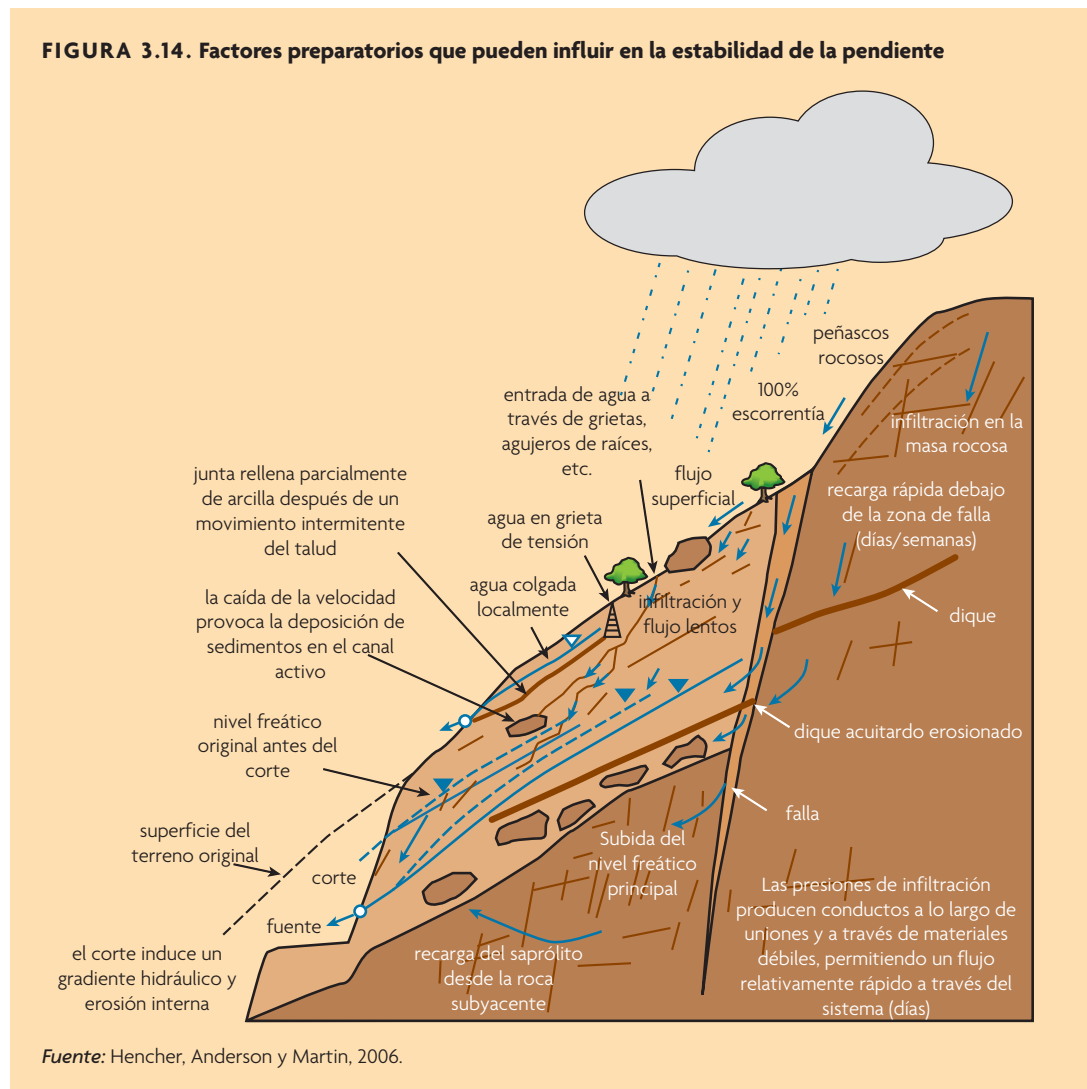
### 3.5 VARIABLES DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Esta sección ofrece una descripción más detallada de las principales variables de estabilidad de taludes que se presentaron en la sección 3.41

—factores preparatorios, mecanismos desencadenantes y factores antropogénicos (agravantes)— en cuanto a su identificación y medición y su influencia en la estabilidad de los taludes. Esta información es la base del proceso de elaboración de mapas de características de taludes en comunidades, de la evaluación de la amenaza de deslizamientos y del diseño de las medidas de reducción de amenazas detalladas en los capítulos 5 y 6.

Diversas variables de talud pueden contribuir a su resistencia al corte (fuerzas estabilizadoras) o a los esfuerzos cortantes que actúan sobre el talud (fuerzas desestabilizadoras). Algunas variables pueden contribuir tanto a la resistencia al corte como al esfuerzo cortante. La forma en que opera cada variable puede ser compleja y puede variar a lo largo del tiempo debido a procesos naturales (como variaciones hidrológicas) o actividades humanas. Por ejemplo, la figura 3.14 muestra factores preparatorios que podrían jugar un papel en la inestabilidad

**FIGURA 3.14. Factores preparatorios que pueden influir en la estabilidad de la pendiente**





de los taludes, al ilustrar varias rutas subterráneas que puede tomar al infiltrarse el agua superficial. Las diferencias en las trayectorias de flujo de agua del suelo pueden llevar a que el talud dé respuestas de inestabilidad demoradas o rápidas a la lluvia.

El papel de estas variables que afectan la estabilidad de los taludes se puede evaluar cualitativamente o se puede medir y utilizar como dato para una evaluación cuantitativa de la estabilidad de un talud.

### 3.5.1 Eventos de lluvia

Los deslizamientos desencadenados por lluvia son el resultado de la infiltración de agua superficial, de un aumento en la presión de poro de agua y de una reducción de la resistencia al corte del material del talud. La combinación específica de las variables preparatorias y de las características de la lluvia determinará cuáles serán los taludes que fallen.

No todos los eventos de lluvia desencadenan deslizamientos y no todos los taludes fallan como resultado de un evento particular. La intensidad y la duración del evento de lluvia

determinarán su efecto sobre un talud específico. Un evento de lluvia breve e intenso puede tener menos impacto que un evento de mayor duración y menos intenso, si la conductividad hidráulica del talud es baja. La conductividad hidráulica del talud es la que determina cuánta lluvia se infiltra y cuánta se retiene en forma de escorrentía superficial. A la inversa, una lluvia prolongada de muy baja intensidad puede tener poco efecto sobre un talud con alta conductividad hidráulica, ya que el agua infiltrada será conducida rápidamente a través de la subsuperficie sin saturar el suelo.

#### Evaluación de eventos de lluvia: resumen

- Los eventos de lluvia se deben describir según su intensidad (mm/h) o volumen total (mm) y de su duración (h).
- Los datos de lluvia se pueden registrar con medidores manuales o automáticos.
- Los ministerios del gobierno y los organismos de meteorología usualmente recogen algún tipo de datos de lluvia ya sea en forma diaria u horaria.

FIGURA 3.15 Huracán Tomás en el Caribe oriental, 2010



Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.

- Los datos de satélite y radar se pueden interpretar para determinar la intensidad de lluvia.

Se deben obtener registros de todos los grandes eventos de lluvia, en particular, de la lluvia generalmente fuerte que está asociada con huracanes, tormentas tropicales y ondas tropicales (figura 3.15).

### 3.5.2 Ángulo de talud

El ángulo de talud es uno de los determinantes clave de la estabilidad del talud. Cuanto mayor sea el ángulo de talud, mayores serán los esfuerzos cortantes que actúan sobre él. Sin embargo, la relación entre el ángulo y la estabilidad del talud no es simple, ya que las fuerzas estabilizadoras (la resistencia al corte del talud) serán determinadas por variables tales como el tipo y la resistencia del material, la altura del nivel freático y la influencia de la carga y de la vegetación. Por lo tanto, los taludes poco escarpados con suelos profundos y débiles pueden ser menos estables que los taludes más abruptos compuestos de suelos menos profundos o lecho de roca expuesto.

Al valorar ángulos de talud desde mapas topográficos existentes, se debe tener en cuenta la exactitud y la precisión de las curvas de nivel ya que éstas pueden

- estar interpoladas y, por lo tanto, inexactos respecto a la topografía real (en especial, en áreas de convergencia y divergencia en el plano del talud) y/o
- no ser lo suficientemente precisas para determinar ángulos de talud en distancias cortas.

El ángulo de talud se puede medir de manera eficiente con un instrumento de bajo costo como un nivel Abney (figura 3.16a), que consta de un visor acimutal fijo, un nivel de burbuja móvil conectado a una aguja indicadora y una escala angular. El instrumento se sostiene a nivel del ojo para “ver” a un colega de la misma altura ya sea pendiente arriba o pendiente abajo; como alternativa, se puede marcar una mira a la altura del ojo (figura 3.16b).

Determinar el ángulo de talud en forma exacta es más difícil en comunidades donde hay una alta densidad de vivienda o de vegetación (figura 3.17), o donde hayan ocurrido deslizamientos previos (que pueden resultar en una perturbación significativa de la tierra). En tales casos, se requiere especial cuidado para garantizar que se hayan identificado

**FIGURA 3.16 Nivel Abney y su uso**



a. Nivel Abney.



b. Nivel Abney utilizado para medir el ángulo de inclinación de la pendiente.

los segmentos más escarpados del talud. En una etapa más avanzada del proyecto, es posible que se requiera un levantamiento topográfico más detallado para confirmar ángulos de talud, distancias y gradientes de drenaje (ver capítulo 6).

#### Valoración del ángulo de talud: resumen

- Es probable que la estimación de los ángulos de talud locales a partir de mapas topográficos sea impreciso.
- Se recomienda usar un nivel Abney, un teodolito, una estación total o un instrumento similar para medir los ángulos de talud.
- La vegetación densa puede enmascarar la topografía real.

### 3.5.3 Tipo y propiedades del material

El tipo de material juega un papel significativo al determinar cuáles son los taludes susceptibles

**FIGURA 3.17 Pendiente escalonada por un residente para construir una casa**



La densa vegetación encima de la pendiente cortada y una falla considerable bajo la propiedad pueden hacer más difícil estimar los ángulos de inclinación del segmento de la ladera.

a deslizamientos. Al valorar la influencia del material del talud sobre la estabilidad, es necesario determinar tres características generales:

- La profundidad y ubicación (estratos) de los diferentes tipos de material del talud

- La dureza de los materiales
- Las propiedades hidrológicas de los materiales

#### Formación del suelo

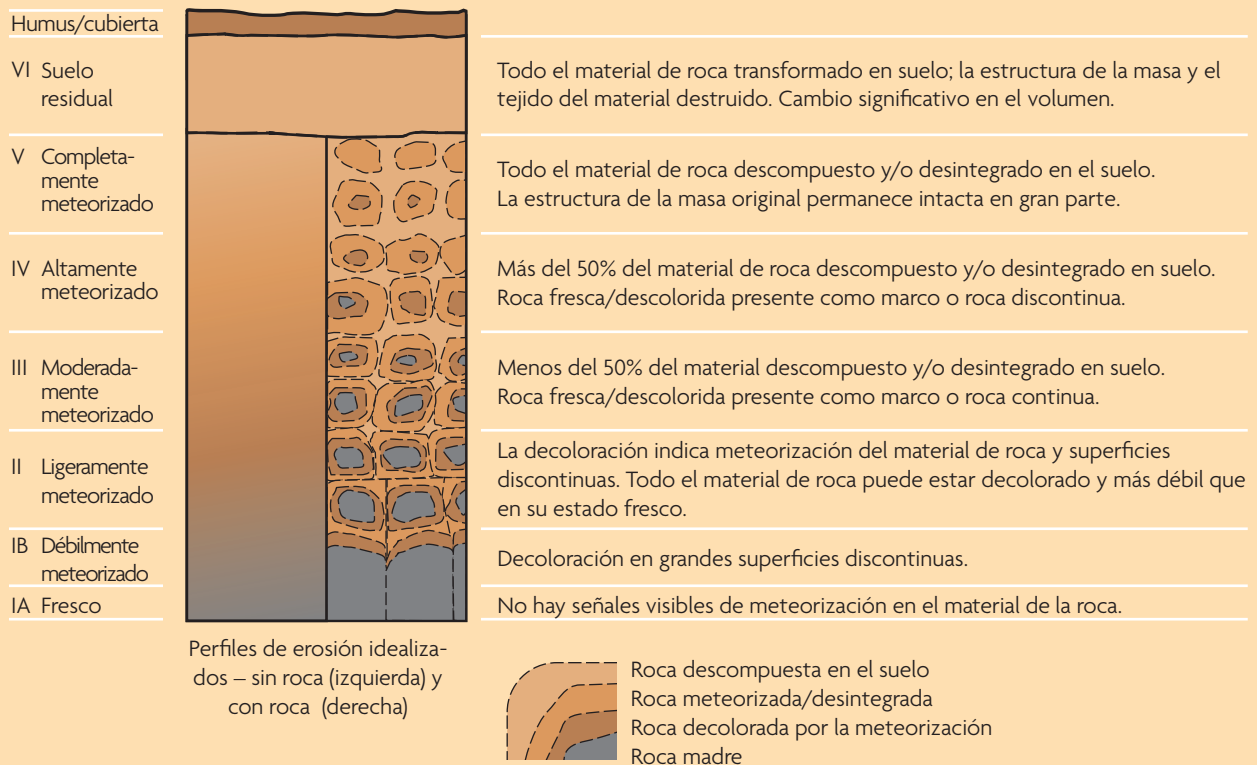
En el trópico, la roca se descompone de forma relativamente rápida debido a las altas temperaturas y a la humedad, lo cual puede resultar en la formación de suelos profundos sobre un lecho de roca meteorizada. Por lo tanto, el primer paso para valorar la influencia de los materiales sobre la estabilidad del talud es estimar la profundidad aproximada del suelo y del material meteorizado. La metodología MoS-SaiC aborda taludes en los cuales el material de superficie dominante es el material residual.

#### Meteorización por exposición a la intemperie y dureza

El perfil típico de meteorización de los suelos tropicales se expresa habitualmente según seis grados de meteorización (figuras 3.18 y 3.19).

El grado de meteorización del material de un talud se puede considerar como un sustituto de la dureza; en general, cuanto mayor sea la meteorización de la roca a suelo, más

**FIGURA 3.18 Perfiles típicos de erosión en suelos tropicales**



**Fuente:** Fookes, 1997, reproducido con autorización de la Sociedad Geológica de Londres. Los grados de meteorización se basan en la clasificación de Fookes, 1997 usada comúnmente. Komoo y Mogana, 1988 y Little, 1969.

**FIGURA 3.19** Perfiles de meteorización



a. Material en grado II transformándose en grado III.



b. Indicación de cambio abrupto en grados de meteorización de V a VI.

débil será el material. La dureza de los materiales residuales puede tener grandes variaciones dependiendo de su material de origen (composición). Los suelos se pueden caracterizar según: tamaño, distribución y estructura de las partículas; densidad aparente; relación de arena, limo y arcilla y composición química de la arcilla. Estas características se pueden utilizar para representar las propiedades de resistencia e hidrológicas atendiendo a relaciones empíricas (Carter y Bentley, 1991).

En el análisis de estabilidad del talud, una medida más precisa de la dureza del suelo conlleva una evaluación en laboratorio de las propiedades geotécnicas de muestras del suelo del talud (figura 3.20). La resistencia al corte de un

suelo específico se puede describir entonces según la cohesión del suelo ( $c$ , kPa) y el ángulo de rozamiento interno ( $\Phi$ , grados), que son los parámetros que se deben precisar en los modelos analíticos y numéricos de estabilidad de taludes (Nash, 1987).

En áreas donde ya hayan ocurrido deslizamientos, el material del talud tendrá una dureza mucho menor que la intacta original, es decir su dureza residual.

#### Propiedades hidrológicas

La resistencia de suelos y de materiales meteorizados se verá afectada por el contenido de humedad. Un aumento en el contenido de humedad del material de un talud causa aumentos en la presión de poro, lo cual reduce la resistencia al corte. En forma inversa, el secado del material de un talud puede causar presiones negativas de poro (tensión matricial), las cuales aumentan la resistencia al corte (Fredlund 1980; Fredlund y Rahardjo, 1993). La magnitud de las presiones de poro asociadas con el humedecimiento y secado se rigen por propiedades del material tales como el tamaño y la química de los poros. Por ejemplo, las partículas de arcilla llevan una carga negativa, lo cual influye en la retención de humedad en los poros. Por lo tanto, los suelos arenosos porosos pueden sufrir poca variación en su dureza, mientras que la dureza de suelos arcillosos puede variar significativamente con el contenido de humedad.

Los suelos residuales profundos del trópico húmedo a menudo pueden tener una conductividad hidráulica relativamente alta, lo que permite que la lluvia se infiltre rápidamente. Los

**FIGURA 3.20** Caja de corte utilizada para determinar los parámetros de dureza del suelo



**FIGURA 3.21** conducto subterráneo expuesto a unos 30 cm de la superficie



períodos de lluvia pueden dar lugar a la formación de zonas saturadas dentro de los estratos del suelo más cercanos a la superficie. Cuando están saturados, los diferentes tipos de material exhibirán conductividades hidráulicas diferentes dependiendo de su estructura y composición. En condiciones insaturadas, la conductividad hidráulica variará en función del contenido de humedad.

Los flujos de agua subsuperficial en los poros del suelo pueden aumentar con el desarrollo de una red de conductos de gran diámetro en el suelo (figura 3.21). Estos conductos pueden ser un factor que contribuya a deslizamientos al dar lugar a altas presiones locales de poro de agua (Brand, Dale y Nash 1986; Pierson 1983; Uchida, 2004). El efecto del caudal en los conductos también es espacialmente complejo: reduce la presión de poro en la zona aguas arriba que está cubierta por la tubería, a la vez que aumenta la presión de poro aguas abajo, en especial si la red de conductos está bloqueada. Sharma, Konietzky y Kosugi (2009) han informado de resultados de modelos numéricos que resumen esta compleja relación.

#### Valoración de tipos y de propiedades del material de taludes: resumen

- El tipo de material dominante de un talud a menudo se puede determinar consultando los estudios geológicos o de suelos disponibles en los departamentos gubernamentales de ingeniería o en organismos similares.
- Es posible hacer evaluaciones de campo más precisas de tipos y estratos del material por medio de observación directa, barrenos o calicatas.

- La dureza del material se puede inferir de su grado de meteorización.
- La descripción básica de las características del material se puede usar para inferir propiedades de resistencia e hidrológicas, usando los resultados de numerosos estudios disponibles en la literatura científica y de ingeniería.
- Las áreas en que ha habido deslizamientos previos tendrán una resistencia de material más baja (residual).
- Las propiedades geotécnicas específicas ( $c$ ,  $\Phi$ ) de un material se pueden medir con pruebas triaxiales o de caja de corte.
- Las propiedades hidrológicas del material se pueden medir usando equipos como un permeámetro o un infiltrómetro.
- Se pueden medir las presiones de poro y los niveles de aguas subsuperficiales en campo utilizando un piezómetro.

#### 3.5.4 Hidrología y drenaje de taludes

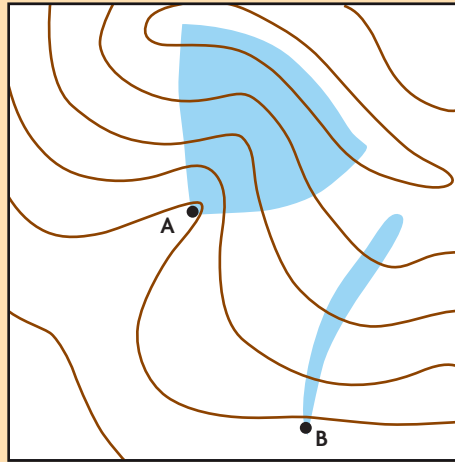
La naturaleza dinámica de la respuesta de un talud a la infiltración de agua superficial y a flujos subsuperficiales hace indispensable entender la hidrología general de un talud para conocer más sobre su estabilidad.

##### Zonas de convergencia

Es importante identificar zonas de convergencia topográfica —elementos del talud que son cóncavos en el plano. Las zonas de convergencia concentran flujos de agua superficial y tienen una fuerte influencia sobre los flujos de agua subsuperficial.

El agua se mueve a través de los suelos de acuerdo su potencial total en el suelo, que es la suma del potencial gravitatorio (la elevación del punto en el suelo por encima de algún dato de referencia) y el potencial de presión (presión positiva o negativa del agua del suelo). Excepto para el caso de los taludes menos profundos, las curvas de nivel topográficas se pueden considerar como una aproximación de las líneas de potencial total (en que el potencial gravitatorio domina la ecuación —Anderson y Kneale, 1982). Dado que el agua en el suelo fluye en ángulo recto respecto a las líneas de potencial total, las líneas de flujo del agua del suelo pueden —también como aproximación— trazarse en ángulo recto respecto a las curvas de nivel topográficas. Esta lógica es la que da lugar a la construcción

**FIGURA 3.22** Definición del área planimétrica de contribución de dos ubicaciones en un panorama hipotético



Fuente: Iverson, 2000.

Nota: Azul= las áreas planimétricas contribuyentes; líneas marrones=curvas de nivel con las más bajas elevaciones en la parte inferior izquierda.

de zonas potenciales de convergencia y divergencia del agua del suelo en una ladera, ver figura 3.22. Los dos puntos A y B representan zonas de convergencia y divergencia respectivamente; en el primer caso, se anticipan presiones de poro de agua mucho más altas (debido a la concentración de flujo), con presiones de poro de agua menores (pueden ser condiciones insaturadas) en la zona de divergencia.

Es importante localizar rasgos topográficos sutiles en forma de hondonadas (zonas de convergencia) en la ladera, ya que representan áreas de inestabilidad potencial del talud, debido a presiones de poro de agua relativamente más altas, lo cual a su vez sirve para reducir la resistencia al corte del suelo. Esto significa que pueden ocurrir fallas de taludes de relativamente poca profundidad, las cuales son desencadenadas por la convergencia de agua del suelo aguas arriba. La figura 3.23 muestra un ejemplo de una falla de un talud de 18 grados; los taludes de arriba, con ángulos de talud de hasta 45 grados, permanecieron estables ya que carecían del mismo grado de convergencia topográfica y por ende, mantuvieron presiones de poro menores.

#### Drenaje de taludes urbanos

El aumento de la población, la urbanización y la pobreza han llevado al desarrollo de grandes comunidades vulnerables en

**FIGURA 3.23** Deslizamiento superficial rotacional en una inclinación de 18° al pie de una ladera extensa



taludes escarpados en muchas áreas de los trópicos. Si hay suministro público de agua corriente pero no hay drenaje, la descarga de agua de las casas al talud puede ser significativa, especialmente cuando la densidad de vivienda es alta.

Las fuentes de agua de las propiedades incluyen aguas grises de cocinas y baños, pérdidas de la tubería de agua corriente y descargas de los pozos sépticos.

La construcción de casas, senderos y drenajes puede modificar los patrones de flujo del agua superficial y subsuperficial en el talud —concentrándolos usualmente en ciertos puntos o dando como resultado zonas de saturación constante. La figura 3.24 ilustra una gama de condiciones comunes que se deben identificar y cuyo impacto se debe valorar. Posteriormente se pueden diseñar medidas de gestión del agua superficial para mejorar la estabilidad del talud. El proceso se explica en los capítulos 5 a 7.

#### Valoración de la hidrología y del drenaje de taludes: resumen

- Los taludes menos profundos en la base de las laderas pueden ser igual de susceptibles (o incluso más) a deslizamientos que los taludes más escarpados que se encuentran más arriba, debido a la convergencia de agua superficial y subsuperficial.
- La alta densidad de vegetación puede ocultar rasgos topográficos.
- Puede haber mapas de curvas de nivel que representen en forma incorrecta la topografía detallada de un talud.

**FIGURA 3.24 Problemas de drenaje comunes en comunidades no autorizadas**



a. La vivienda no autorizada a menudo recibe el suministro de agua por medio de tuberías plásticas.



b. Falla en la pendiente causada por falta de gestión del agua de las viviendas no autorizadas en la parte superior de la pendiente.



c. Tanque de agua construido con una sola pared de bloques que ha fallado y causado daños considerables pendiente abajo. Tales estructuras pueden desencadenar inestabilidad en la pendiente.



d. Un drenaje que está incompleto y puede por lo tanto causar inestabilidad pendiente abajo.



e. Pequeño drenaje sobre sendero que se convierte en completamente inefectivo al tener tuberías de suministro de agua a lo largo de su trayectoria.



f. Canalones del tejado dañados que descargan sobre un drenaje deficientemente diseñado al pie de un muro de contención.



g. Tanque séptico de vivienda descargando directamente a la pendiente.



h. Descargas de alto volumen de lavadoras.



i. Descargas del agua de la ducha y lavamanos a la pendiente produciendo saturación del suelo y agua estancada.

También se deben tener en cuenta los siguientes efectos que tienen las comunidades vulnerables no autorizadas sobre el drenaje:

- La adición de agua al talud por parte de los hogares (fuentes puntuales de agua)
- Patrones de drenaje alterados, drenajes incompletos o flujos no controlados
- Zonas de saturación creadas por estructuras de vivienda, ángulos de talud modificados y esquemas de acceso tales como senderos o carreteras.

### 3.5.5 Vegetación

Aunque en general la vegetación puede tener un efecto positivo sobre la estabilidad de un talud, en algunos casos la puede reducir.

#### Efectos benéficos y adversos

La vegetación puede influir sobre los mecanismos de estabilidad, tanto hidrológicos como mecánicos, de un talud.

En comunidades urbanas vulnerables, la estabilidad de un talud puede ser afectada por cambios en la vegetación del talud tales como:

- La eliminación de vegetación de raíces profundas, la cual pudo haber tenido un efecto estabilizador sobre el material del talud mediante el refuerzo de las raíces y la absorción de agua del suelo
- El cultivo de plantas que exigen agua (tales como el ñame; figura 3.25a) y requieren irrigación o retención intencional de agua en el talud en zanjas o terrazas; esto aumenta la infiltración y las presiones de poro de agua, reduciendo así la resistencia al corte del suelo
- El cultivo de plantas con raíces poco profundas (tales como el banano y el plátano) que añaden carga al talud y perturban la estructura del suelo (aumentando su permeabilidad) sin agregar tensión de rotura por las raíces
- La siembra de ciertas especies de vegetación con el propósito específico de estabilizar taludes (bioingeniería); por ejemplo, el pasto vetiver se usa extensamente debido a su extensa red de raíces y sus propiedades estabilizadoras de taludes (figura 3.25b).

Por lo tanto, los efectos de la vegetación sobre la estabilidad de un talud son

**FIGURA 3.25 Ejemplos de los efectos beneficiosos y adversos de la vegetación en las pendientes**



a. Las plantas que necesitan mucha agua, como el ñame, las plantas de hoja grande a la derecha, se pueden cultivar en áreas saturadas naturalmente o se puede retener agua en las pendientes con este propósito.



b. Las raíces de la hierba vetiver pueden crecer hasta 3 m.



**TABLA 3.8 Influencias de la vegetación en la estabilidad de la pendiente**

MECANISMO DE ESTABILIDAD	EFEECTO DE LA VEGETACIÓN	DESCRIPCIÓN
Hidrológica	Beneficioso	Interceptación de lluvia en el follaje incrementa las pérdidas por evaporación y reduce la infiltración en el material de la pendiente
		La captación del agua del suelo por las raíces reduce el contenido de agua del material de la pendiente reduciendo por lo tanto las presiones de poro de agua
	Adverso	Las raíces incrementan la permeabilidad del suelo
		El agotamiento de la humedad del suelo puede causar agrietamiento por desecación e incrementar la permeabilidad del suelo
Mecánica	Beneficioso	Las raíces pueden proporcionar refuerzo al suelo e incrementar la dureza de corte del suelo
		Las raíces de los árboles pueden anclarse en material firme en profundidad y tener un efecto de refuerzo para resistir el movimiento superficial del suelo
	Adverso	Los árboles pueden ser "derrribados por el viento" lo que ejerce una fuerza sobre la pendiente durante vientos fuertes
		Los árboles grandes incrementarán considerablemente la carga en la pendiente

complejos, al depender de la naturaleza del talud y de las especies de vegetación. Por tal razón, la influencia relativa de cada uno de los factores de la tabla 3.8 variará de un talud a otro. En consecuencia, “no es suficiente simplemente clasificar cada mecanismo; se deben cuantificar. Solo así se podrá aclarar la influencia neta de la vegetación y definir su efecto sobre la estabilidad”. (Greenway, 1987, 192).

#### La vegetación como indicador de deslizamientos anteriores

La sucesión de plantas en una parte específica de un talud puede indicar la ubicación de una perturbación anterior del talud —una zona de cultivo abandonada, un incendio o un deslizamiento. En el trópico, las marcas y los derrubios de un deslizamiento se revegetarán en poco tiempo si la profundidad del suelo es suficiente y hay nutrientes disponibles (por ejemplo, por descomposición de la vegetación y su mezcla con los derrubios o por meteorización). La figura 3.26 presenta un modelo de sucesión de vegetación post-deslizamiento para el Caribe que muestra la relación entre la estabilidad del talud, la materia orgánica del suelo y la revegetación del talud.

#### Valoración de la cubierta de vegetación: resumen

- Conversar con especialistas botánicos locales puede ayudar a establecer la influencia neta de la vegetación y las prácticas locales de siembra sobre la estabilidad de taludes.
- La presencia de ciertas especies en los taludes puede indicar condiciones de saturación naturales o causadas por el hombre.
- La sucesión de plantas en una parte específica de un talud puede indicar la localización de un deslizamiento anterior.

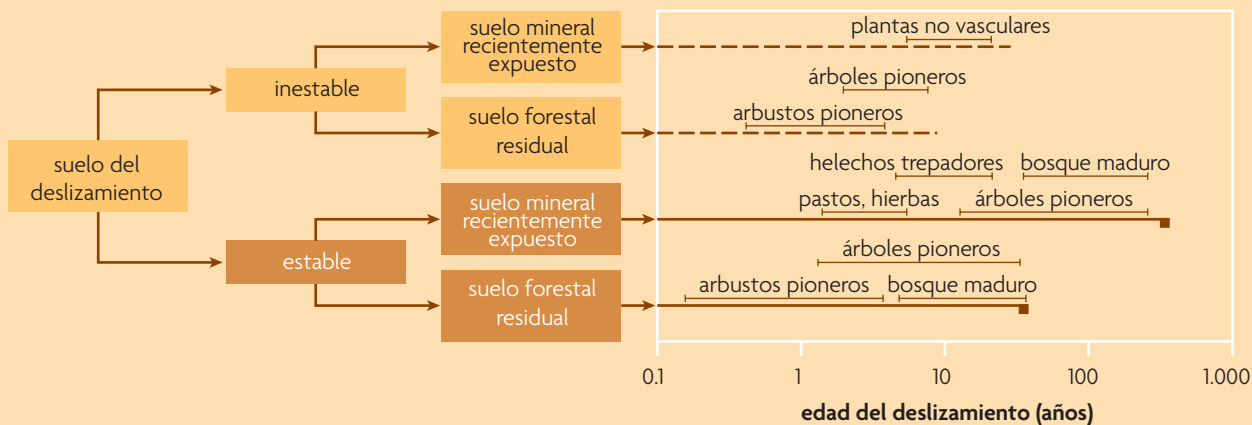
#### 3.5.6 Carga

La construcción le agrega carga al talud, aumenta los esfuerzos cortantes que actúan sobre el talud contribuyendo a las fuerzas desestabilizadoras.

#### Materiales de construcción y carga

En comunidades vulnerables, las casas no autorizadas usualmente se amplían en forma incremental. A menudo hay una progresión de estructuras tradicionales de madera a construcción de cemento más pesada (figura 3.27). Esta construcción incremental aumenta la carga sobre el talud según el peso del material de construcción.

**FIGURA 3.26 Modelo de sucesión de la vegetación después del deslizamiento en el Caribe**



Fuente: Walker et al., 1996.

**Nota:** Cuatro rutas que muestran la sucesión de plantas en deslizamientos en un bosque de baja elevación en Puerto Rico. En suelos inestables, la erosión constantemente reinicia la sucesión (líneas punteadas). En suelos estables, los cuadros rellenos indican la edad en la cual la vegetación anterior al deslizamiento se puede restablecer.

### Construcción en zonas de deslizamientos anteriores

Un deslizamiento reduce significativamente la resistencia del material de un talud que haya fallado —no solo a lo largo de la superficie de deslizamiento, sino también dentro de la masa de la falla. En zonas urbanas no autorizadas

en rápido desarrollo en el trópico, es común la construcción sobre el material de una falla previa y puede ocurrir inmediatamente o varios años después de un deslizamiento (figura 3.28). La reconstrucción rápida en el sitio de un deslizamiento refleja la severa presión por vivienda que puede llevar a los residentes a

**FIGURA 3.27 Ejemplos de una construcción incremental**



a. Una carga adicional en una pendiente de 55 grados que soporta ya una alta densidad de viviendas incrementa el riesgo de deslizamiento.



b. Propiedad extendida mediante construcción adicional externa a los muros existentes.

**FIGURA 3.28 Ejemplos de reconstrucción sobre sitios con deslizamientos anteriores**



a. Viviendas no autorizadas construidas sobre un deslizamiento preexistente en el año siguiente a la producción de la falla.



b. Casas construidas en el lugar de un deslizamiento que afectó a toda la ladera aproximadamente 90 años antes.

ignorar la amenaza, con pleno conocimiento de la falla anterior. En el caso de deslizamientos antiguos, la mayoría de la comunidad puede no ser consciente de la historia anterior del talud y de la amenaza potencial asociada. En ambos casos, el efecto de construir en tales sitios es reducir la estabilidad del talud en todas las formas aquí descritas, con lo cual es posible que se reactive un deslizamiento o se desencadenen nuevos.

#### Valoración de carga y de deslizamientos anteriores: resumen

- La densidad de vivienda y el tipo de construcción se pueden evaluar rápidamente a partir de fotografías aéreas.
- Estudios más detallados del sitio revelarán la interacción entre el material del talud y la carga.
- Las áreas de deslizamientos muy antiguos pueden haber sido enmascaradas por el crecimiento de vegetación densa y por construcción posterior.
- Una interpretación integrada de la geología local, de la topografía, de las variaciones en la profundidad del suelo, de la ubicación de masas de roca y de la vegetación, puede ayudar a identificar deslizamientos que ocurrieron antes de que se recuerde.

### 3.6 MÉTODOS CIENTÍFICOS PARA EVALUAR LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS

Para evaluar la amenaza de deslizamientos sobre una comunidad ubicada en una ladera, se requiere un método que pueda tener en cuenta el papel de las diferentes variables de estabilidad de taludes descritas en la sección anterior, a la escala correcta y a lo largo del tiempo. Esta evaluación puede señalar estrategias de mitigación de la amenaza potencial de deslizamientos tales como la gestión de agua superficial para interceptar las aguas domésticas y la escorrentía de aguas lluvias y para reducir la infiltración (el enfoque adoptado por MoSSaiC).

En la sección 3.4, los modelos con métodos físicos de estabilidad de taludes que fueron señalados como especialmente relevantes para MoSSaiC, fueron los que representan procesos mecánicos y procesos hidrológicos dinámicos de talud a escalas de ladera local/comunidad. Muchas de las variables descritas en la sección 3.5 se usan como datos para modelos con métodos físicos, lo cual permite analizar su papel relativo en la determinación de la estabilidad de un talud. La cartografía y la medición de estas variables en la comunidad se describen en el capítulo 5.

Esta sección introduce tres métodos físicos (científicos) para evaluar la amenaza de deslizamientos.

- **Combinación de modelos hidrológicos dinámicos y de estabilidad de taludes**

para simular procesos físicos que afectan la estabilidad de un talud a lo largo del tiempo (incluye hidrología dinámica), identificar causas dominantes de deslizamiento y predecir amenazas de deslizamientos (probabilidad, magnitud, ubicación)

- **Cálculos de la envolvente de resistencia** para determinar si se requieren o no presiones negativas de poro para mantener la estabilidad de un talud
- **Análisis estático de muros de contención** para determinar su estabilidad.

Lo anterior no pretende ser una lista exhaustiva de los métodos de evaluación de amenaza de deslizamientos, sino más bien mostrar cuál es el nivel de representación de procesos requerido y que se puede lograr en forma realista en el contexto de MoSSaiC.

### 3.6.1 Combinación de modelos hidrológicos dinámicos y de estabilidad de taludes

La combinación de modelos hidrológicos dinámicos y de estabilidad de taludes permite la identificación de aquellos procesos que dominan la estabilidad de un talud en particular. Si la infiltración de agua superficial de lluvia y de agua corriente es el principal factor de falla de

un talud, este tipo de simulación permite investigar la eficacia potencial del drenaje superficial. El uso de modelos combinados hidrológicos de estabilidad es una parte importante del diseño y de la justificación científica de cualquier medida de drenaje que busca reducir la amenaza de deslizamientos. Al estimar el impacto de la infiltración de agua superficial —y por ende, la eficacia de potenciales medidas de drenaje— se requiere un modelo numérico que incorpore la hidrología dinámica de tal forma que se pueda simular la respuesta de estabilidad del talud a lo largo del tiempo.

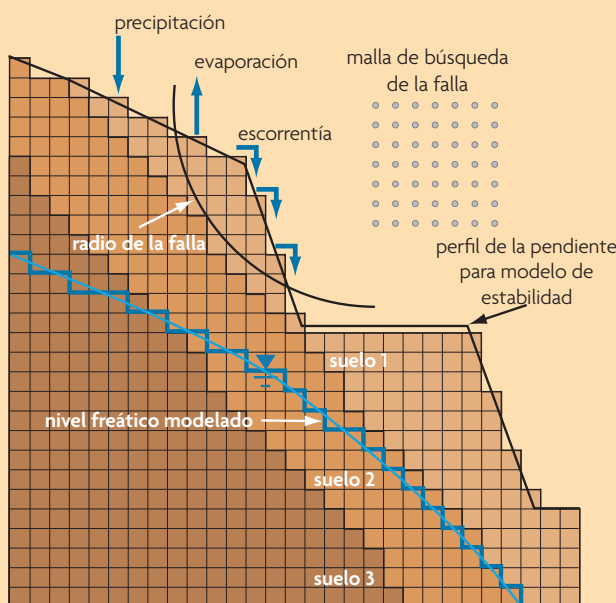
Hay varios modelos numéricos disponibles que permitirían tal análisis (ver <http://www.ggsd.com>). Un ejemplo es el Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes (CHASM, por sus siglas en inglés), un software desarrollado por los autores que a la fecha se ha usado en numerosas aplicaciones prácticas y de investigación, entre las cuales está MoSSaiC. La siguiente visión general de la estructura y de las capacidades de CHASM se basa en esta experiencia y de ninguna manera pretende servir de aprobación. El resumen puede ayudar a la UCM en las discusiones relacionadas con la selección de modelos apropiados de estabilidad de taludes. Está más allá del alcance de este texto analizar la idoneidad de todos los modelos potenciales para aplicaciones específicas. En cualquier caso, es probable que los ingenieros locales estén familiarizados con modelos de estabilidad de taludes y tengan acceso a otros que pueden ser idóneos para intervenciones con MoSSaiC.

#### Configuración del modelo

Las características principales de CHASM se describen en Anderson et al. (1996, 1997) y Wilkinson, Brooks y Anderson (1998, 2000), entre otros. La figura 3.29 muestra cómo se representa la sección transversal de un talud en CHASM; el conjunto principal de ecuaciones se presenta en la sección 3.7.4. La simulación se configura de la siguiente manera:

- El talud se divide en columnas y celdas regulares, cuyos centros forman puntos computacionales para resolver ecuaciones de hidrología de taludes.
- A cada celda se le asigna un tipo de material y se especifica la resistencia y las propiedades

**FIGURA 3.29 Representación de la sección transversal de una pendiente para análisis con el software CHASM**



hidráulicas de este material (en este ejemplo, hay tres tipos de material).

- Se puede definir la vegetación, la carga sobre el talud y las fuentes puntuales de agua para celdas específicas de la superficie.
- Se definen condiciones hidrológicas de borde —la posición inicial estimada del nivel freático, el contenido inicial de humedad de cada celda, la tensión superficial inicial y las condiciones dinámicas de la lluvia— para cada hora de la simulación.
- También se define el modo de búsqueda de la superficie de deslizamiento, buscando la ubicación de una superficie de deslizamiento, circular o no circular, con el factor de seguridad menor.

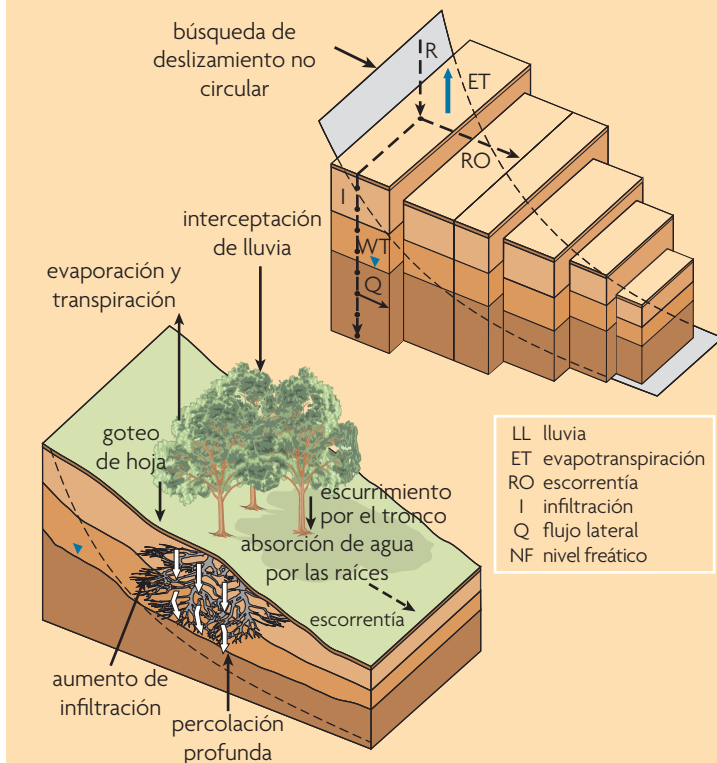
### Componente hidrológico dinámico

En CHASM, la infiltración durante la lluvia se calcula usando la Ley de Darcy; el flujo vertical en la zona insaturada se calcula usando la ecuación de Richards resuelta en su forma explícita en columnas verticales. Dentro de la estructura del modelo integrado, el esquema hidrológico representa la curvatura (convexidad y concavidad) del plano del talud al variar el ancho de las columnas (figura 3.30). Así, se puede investigar el pseudo-efecto de la topografía tridimensional sobre los flujos de agua y estimar el impacto de la misma sobre la estabilidad (GCO, 1984).

### Componente de estabilidad del talud

Al final de cada hora de simulación, el gradiente de presión de poro generado por el componente hidrológico se usa como dato para los análisis estándar de estabilidad en dos dimensiones, en los cuales la superficie de deslizamiento se ubica dentro del plano medio de la estructura tridimensional. CHASM usa el método circular simplificado de Bishop (1955), con un procedimiento automatizado de búsqueda (Wilkinson, Brooks y Anderson, 2000) o el método no circular de Janbu, para estimar el factor de seguridad del talud (Nash, 1987). Las presiones de poro, tanto negativas como positivas, se incorporan directamente en la determinación del esfuerzo efectivo de la ecuación de Mohr-Coulomb para la resistencia al corte del suelo. Esto permite obtener el factor de seguridad mínimo con variaciones temporales que surgen de respuestas y

**FIGURA 3.30 Representación CHASM de una ladera natural**



Fuente: Adaptado de Wilkinson et al., 2002.

cambios hidrodinámicos en la posición de la superficie de deslizamiento crítica (Wilkinson, 2001).

### Otras características útiles para identificar factores generadores de amenazas

El esquema numérico de CHASM incluye un modelo de cubierta superficial que permite investigar los efectos hidrológicos y geotécnicos de la vegetación sobre la estabilidad de un talud. La vegetación afecta la estabilidad del talud mediante la interceptación de la lluvia, la evapotranspiración, los cambios en la conductividad hidráulica, el reforzamiento por raíces y la carga superficial —todos los cuales están incluidos en el modelo (Collison, 1993; Wilkinson, Brooks y Anderson, 1998; Wu, McKinnell y Swanston, 1979).

A las comunidades de ladera a menudo se les suministra agua corriente. En comunidades no autorizadas, usualmente no se provee drenaje ni alcantarillado; por lo tanto, las aguas grises de lavamanos y baños se descargan directamente al talud. El desagüe de aguas negras va a una fosa séptica o a una letrina que usualmente está ubicada a pocos metros de cada

propiedad y la descarga retorna directamente al talud. Con CHASM se puede asignar escapes en puntos definidos de la superficie del talud, con tasas de caudal específicas, mediante el aumento de la lluvia efectiva en las columnas de la malla en las cuales se hayan identificado escapes de agua al talud.

La densidad de vivienda no autorizada puede estar cercana al 70% del área superficial de los taludes, lo cual añade una carga significativa. Es necesario tener en cuenta las cargas por construcción al establecer la influencia comparativa sobre la estabilidad de los taludes. En el método de Bishop, se incorpora la carga aumentando el peso de las dovelas sobre las cuales están ubicadas las construcciones.

#### Interpretación de los resultados de simulación

Para cada incremento de tiempo del cálculo de la simulación, los resultados típicos de modelos tales como CHASM incluyen:

- ubicación prevista de la superficie de deslizamiento,
- gradientes de presión de poro de agua y de humedad del suelo a lo largo del talud y
- factor de seguridad.

Estos resultados a menudo se pueden ver en la interfaz gráfica del usuario del modelo o simplemente pueden estar en forma de archivos de texto. Los resultados en archivo de texto se pueden ver en forma gráfica mediante programas estándar tales como R, Matlab o IDL. La figura 3.31 muestra la representación gráfica de los resultados de CHASM usando software de código abierto desarrollado por voluntarios en el evento *Random Hacks of Kindness* en Washington D.C. en 2010. El incremento de tiempo de la simulación que se muestra aquí es hacia el final de un evento de de los 100 años de 24 horas, en el cual el

factor de seguridad ha caído de aproximadamente 1,32 a 1,28. Se pueden ver niveles freáticos colgados que aparecen en la interfaz entre los dos estratos superiores de suelo. Al final de la tormenta, se pronostica que  $F$  será aproximadamente 1,25 antes de recuperarse a medida que desciende el nivel freático. Aunque no se pronostica un deslizamiento ( $F > 1$ ), sí se puede identificar la parte más débil del talud a partir de la ubicación del círculo de deslizamiento.

Los modelos de estabilidad de taludes con características similares a las descritas arriba y que incluyen el modelado dinámico de condiciones de presión de poro (tanto positivas como negativas), permiten determinar el impacto de la lluvia como mecanismo desencadenante de deslizamientos. Al usar un modelo con dichos atributos, se puede hacer una evaluación del impacto probable que puede tener la gestión de agua superficial en la mejora de la estabilidad del talud.

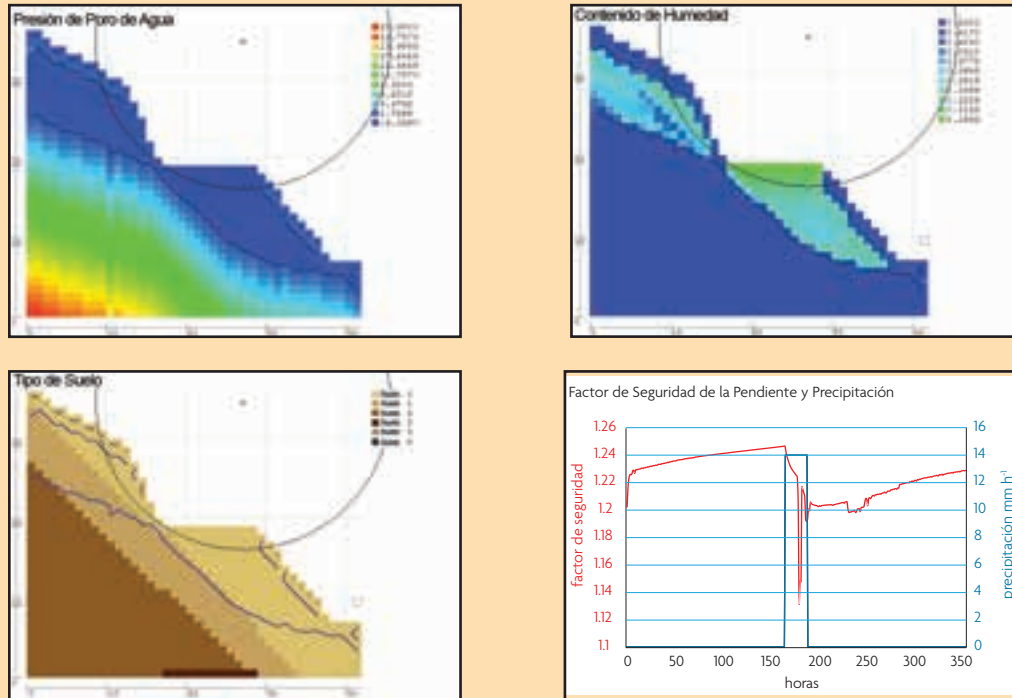
#### 3.6.2 Método de la envolvente de resistencia para determinar el control de tensión

El método de la envolvente de resistencia se puede usar para determinar si se requieren o no presiones de poro negativas para mantener la estabilidad de un talud. La importancia aparente del drenaje del talud se puede corroborar usando envolventes de resistencia para identificar los controles de la estabilidad del talud (Chowdhury, Flentje y Bhattacharya, 2010; Fredlund, 1980; Janbu, 1977; Kenny, 1967). Los cálculos de la envolvente de resistencia se pueden usar para mostrar ya sea la presión de poro negativa promedio que se requiere para mantener la estabilidad o, a la inversa, las condiciones saturadas bajo las cuales se puede esperar que el talud se mantenga estable (Anderson, Kemp y Shen, 1987).

#### MODELOS FÍSICOS DE ESTABILIDAD DE PENDIENTES

<b>USO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de los procesos físicos que afectan la estabilidad de la pendiente</li> <li>• Identificación de las causas de deslizamiento dominante</li> <li>• Predicción de la amenaza de deslizamiento (probabilidad, magnitud, ubicación)</li> </ul>
<b>FUENTE</b>	Ver <a href="http://www.ggsd.com">http://www.ggsd.com</a> para una lista íntegra del software de estabilidad de pendientes
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>	Ver la sección 5.6.3 para la aplicación de CHASM

**FIGURA 3.31 Datos de salida de una simulación CHASM**



Fuente: Software de visualización de prototipos creado en el evento Random Hacks of Kindness, 2010.

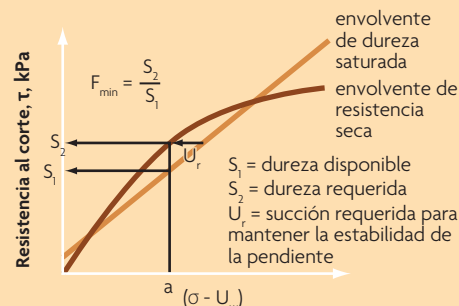
En el método de la envolvente de resistencia, se asumen varias superficies de deslizamiento y se determina la resistencia al corte promedio requerida para el equilibrio (usando un método apropiado de análisis, tal como Bishop, 1955) a lo largo de cada una de las superficies, junto con el esfuerzo normal promedio correspondiente. Posteriormente, se representa la resistencia al corte movilizada media con respecto al esfuerzo normal efectivo medio, donde cada punto de la gráfica representa una superficie crítica de deslizamiento. La unión de todos estos puntos forma la envolvente de resistencia, sobre la cual se puede superponer el trazado de la resistencia al corte del suelo (Chowdhury, Flentje y Bhattacharya, 2010). La metodología asume que las presiones de poro negativas actúan directamente como esfuerzo efectivo. La figura 3.32 ofrece una ilustración generalizada de la superposición de la envolvente de resistencia y la envolvente de resistencia del suelo determinada en laboratorio, para un caso en el cual la estabilidad del talud depende de la retención del suelo (presiones de poro negativas).

En la figura 3.33 se ilustra la aplicación del método en el Caribe oriental. Usando dos

pares diferentes de valores de propiedades geotécnicas (cohesión efectiva,  $c'$  y ángulo efectivo de rozamiento interno,  $\Phi$ ), obtenidos de dos diferentes puntos del talud, los resultados sugieren que el talud debe mantenerse **ya sea debido a:**

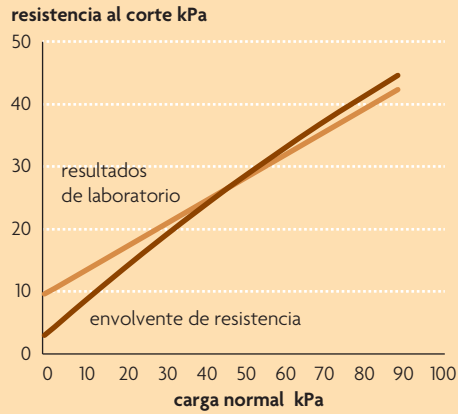
- presión de poro negativa marginal (figura 3.33a;  $c' = 10$  kPa,  $\Phi = 20$  kPa), ya que, para cargas normales superiores a 50 kPa, la envolvente de resistencia muestra que para que se mantenga estable se requiere una resistencia al corte marginalmente superior a la que puede ser movilizada por el material

**FIGURA 3.32 Superposición de las envolventes de resistencia y dureza**

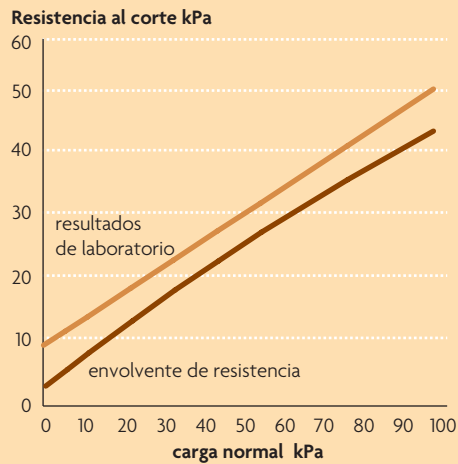


Fuente: Anderson, Kemp y Shen, 1987.

**FIGURA 3.33 Gráficas de la envolvente de resistencia**



a. La gráfica muestra que se requiere succión negativa para igualar la resistencia al corte movilizada a la envolvente de resistencia (para cargas normales >50 kPa y propiedades de material  $c' = 10$  kPa,  $\Phi' = 20$  kPa).



b. Solamente se necesita un incremento modesto en la presión de poro para disminuir la resistencia al corte movilizada a la de la envolvente de resistencia (propiedades del material,  $c' = 10$  kPa,  $\Phi' = 25$  kPa).

Fuente: Anderson, Kemp y Shen, 1987.

del talud (como lo indican los valores de resistencia al corte que se utilizan en laboratorio) o

- presiones positivas muy bajas (figura 3.33b;  $c' = 10$  kPa,  $\Phi' = 25$  kPa).

Se puede inferir que, debido a la falta de drenaje en el talud, los temporales de lluvia significativos aumentarán las presiones de poro más allá de dichos límites, lo cual sugiere que es razonable atribuir la inestabilidad al control por infiltración.

**FIGURA 3.34 Diseño inadecuado de muro de contención**



a. Falla típica de un modesto muro de contención construido por un residente.



b. Muro de contención que ha fallado, construido por un residente, con la parte más baja del muro movido en la parte posterior de la propiedad.

### 3.6.3 Modelado del impacto de pequeños muros de contención

Muchos residentes de comunidades vulnerables buscan reducir el riesgo de deslizamientos construyendo muros de contención con una sola capa de bloques reforzados (figura 3.34). Tales muros son comunes porque se pueden construir a nivel doméstico, no requieren consenso de la comunidad ni permiso del gobierno y se pueden construir progresivamente a medida que el residente acumula los fondos para comprar materiales. Pero aún si tales estructuras son convenientes, ¿son eficaces? Dado el número de fallas de tales muros de contención, es importante valorar la estabilidad de una estructura típica para poder dar una orientación más clara a los residentes de la comunidad.

Para tal fin, se puede realizar un análisis de estabilidad estándar de un muro de contención con hidrología estática (ver p.ej., BSI, 1994;



### MÉTODO DE LA ENVOLVENTE DE RESISTENCIA

<b>USO</b>	Para determinar si se requieren presiones de poro negativas para mantener la estabilidad de la pendiente
<b>FUENTE</b>	Cálculo de la envolvente de resistencia en Anderson et al., 1997
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>	Ver la sección 5.6.4

Craig, 1997 y USACE, 1989). Los hallazgos de tal análisis, que se describen en la sección 3.7.5, sugieren que es improbable que las estructuras simples de una sola capa que los residentes utilizan en la construcción cumplan con los criterios de estabilidad —y es igualmente improbable que ofrezcan una medida eficaz de reducción del riesgo de deslizamientos. Los requisitos generales y esenciales de estabilidad para tales estructuras parecerían ser tanto el drenaje para garantizar que se mantengan las condiciones insaturadas detrás del muro, como evitar sobrecargar el talud ubicado inmediatamente detrás del muro. En la realidad, es probable que en comunidades con viviendas no autorizadas no se cumplan estas dos condiciones. Otros diseños de muros que incorporan características para contrarrestar la falla por vuelco, tales como la inclinación hacia atrás del muro y un pie de muro extendido, también parecerían poco prácticos en este contexto, dado que su costo es mayor que el de los muros simples y requieren un mayor control de su construcción para garantizar la integridad estructural.

#### Métodos de evaluación de la amenaza de deslizamientos: resumen

- Examinar el software de estabilidad de taludes que esté disponible ya sea a nivel local o en línea.
- Usar el método de la envolvente de resistencia para evaluar el papel de las presiones de poro negativas solo en casos en que haya un soporte técnico adecuado para el análisis y la interpretación y las circunstancias justifiquen tal diferenciación.
- Usar software de análisis de muros de contención para generar casos de estudio locales que confirmen el tipo de estructura que se necesitaría para aumentar la estabilidad del talud. Evaluar si dichas estructuras serían asequibles y deseables a nivel de la comunidad.

#### HITO 3:

**Presentación realizada a los equipos de MoSSaiC sobre los procesos de deslizamientos y el software de estabilidad de taludes**

## 3.7 RECURSOS

### 3.7.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de formular políticas	Conocer el tipo de deslizamientos que MoSSaiC aborda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con los tipos específicos de deslizamientos que MoSSaiC busca abordar</li> </ul>	3.3
	Coordinar con la UCM cualquier información técnica requerida		
UCM	Entender los tipos de deslizamientos que MoSSaiC aborda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con los tipos específicos de deslizamientos que MoSSaiC busca abordar</li> </ul>	3.3
	Entender los factores determinantes de la estabilidad de pendientes y los métodos de evaluación asociados		3.4; 3.5
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno cualquier información técnica requerida		
Equipos de trabajo del gobierno	Entender los tipos de deslizamiento que MoSSaiC aborda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarse con los tipos específicos de deslizamientos que MoSSaiC busca abordar</li> </ul>	3.3
	Entender los factores que determinan la estabilidad de pendientes y los métodos de evaluación asociados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mirar este capítulo, sitios en campo, e informes locales de deslizamientos para evaluar todos los mecanismos desencadenantes posibles</li> </ul> <p><b>Consejo Útil:</b> Realizar visitas de campo a los sitios de deslizamientos e identificar los tipos y causas localizadas potenciales</p>	3.4; 3.5
	Familiarizarse con los métodos científicos y seleccionar el apropiado para evaluar las amenazas de deslizamiento local	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar los métodos de evaluación de estabilidad de pendientes relevantes relacionados con el software, experiencia y datos que probablemente están localmente disponibles</li> </ul>	3.6
	Informar a la UCM sobre todos los equipos de trabajo en (1) el alcance de MoSSaiC con respecto a los tipos de deslizamiento local; (2) los factores de preparación, agravación y desencadenamiento de deslizamiento y (3) la base científica para evaluar la estabilidad de la pendiente, especialmente con respecto a la experiencia y software disponible localmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe preparar y realizar la presentación</li> </ul>	Todo el capítulo
	Coordinar con los equipos de trabajo de la comunidad cuando sean nombrados		
Equipos de trabajo de la comunidad	Cuando sean nombrados, entender las variables que afectan la estabilidad de pendientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mirar este capítulo, visitar los sitios de campo (esto es especialmente importante) y revisar los informes locales de deslizamientos para apreciar todos los posibles mecanismos preparatorios, de agravación y desencadenantes</li> </ul>	3.5
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		

### 3.7.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Se ha adquirido el conocimiento del subconjunto de los tipos de deslizamientos que MoSSaiC busca abordar				3.3
✓ Se ha adquirido conocimiento de los procesos de estabilidad de pendientes pertinentes				3.4; 3.5
✓ Se han realizado las visitas del campo a sitios de deslizamientos conocidos y potenciales para examinar los mecanismos desencadenantes potenciales y se ha realizado la adecuación del enfoque MoSSaiC				3.3; 3.4; 3.5
✓ Se han examinado las herramientas científicas potenciales para evaluar la amenaza de deslizamiento				3.6
✓ <b>Hito 3:</b> Presentación realizada a los equipos de MoSSaiC sobre los procesos de deslizamientos y el software de estabilidad de taludes				
✓ Se ha cumplido con todas las salvaguardas necesarias				1.5.3; 2.3.2

### 3.7.3 Umbrales de lluvia que desencadenan deslizamientos

En el sitio web desarrollado por el *Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI)* de Italia se encuentra un extenso listado mundial de las relaciones desencadenantes del umbral de lluvia ([http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/rainfall\\_thresholds/thresholds\\_all.php?lingua=it](http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/rainfall_thresholds/thresholds_all.php?lingua=it)).

### 3.7.4 Conjunto de ecuaciones de principios de CHASM

Los siguientes conjuntos de ecuaciones son de Wilkinson et al. (2002). Ver la tabla 3.9.

#### Ecuación de Richards (Richards, 1931)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial z} D \frac{\partial \theta}{\partial z} - \frac{\partial K}{\partial z}$$

$\theta$  = contenido volumétrico de humedad ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )

$t$  = tiempo (s)

$z$  = profundidad vertical (m)

$D$  = difusividad hidráulica ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ )

#### Ecuación de Millington-Quirk (Millington y Quirk, 1959)

$$K_i = K_s \left( \theta_i / \theta_s \right)^p \frac{\sum_{j=i}^m \left( (2j+1-2i) \psi_j^{-2} \right)}{\sum_{j=1}^m \left( (2j-1) \psi_j^{-2} \right)}$$

$p$  = término de interacción de poros

$K_i$  = conductividad insaturada ( $\text{m s}^{-1}$ )

$K_s$  = conductividad saturada ( $\text{m s}^{-1}$ )

$\theta_i$  = contenido de humedad insaturado ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )

$\theta_s$  = contenido de humedad saturado ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )

$\psi_i$  = valor de succión en el contenido de humedad  $\theta_i$  (m)

$m$  = número de incrementos iguales de  $\theta$  desde

$\theta = 0$  hasta  $\theta = \theta_s$

$j, i$  = índices de sumatoria

#### Ecuación de Mohr-Coulomb (Coulomb, 1776)

$$s = c' + (\sigma - u) \text{tg} \phi'$$

$s$  = resistencia al corte del suelo (kPa)

$c'$  = cohesión efectiva del suelo (kPa)

$\phi'$  = ángulo efectivo de rozamiento interno (grados)

$\sigma$  = esfuerzo normal total (kPa)

$u$  = presión de poro de agua (kPa)

### Ecuaciones de estabilidad de Bishop (Bishop, 1955)

$$FS = \frac{\sum_{i=0}^n (c'l + (P - ul \operatorname{tg} \phi' \operatorname{sen} \alpha))}{\sum_{i=0}^n W}$$

en la cual:

$$P = \left[ W - \frac{1}{FS_0} (c'l \operatorname{sen} \alpha - ul \operatorname{tg} \phi' \operatorname{sen} \alpha) \right] / m_\alpha$$

y

$$m_\alpha = \cos \alpha \left( 1 + \operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \phi'}{FS_0} \right)$$

$n$  = número de dovelas

$FS$  = factor de seguridad

$c'$  = cohesión efectiva del suelo (kPa)

$l$  = longitud de la dovela (m)

$\alpha$  = ángulo de la dovela (grados)

$u$  = presión de poro de agua (kPa)

$\Phi$  = ángulo efectivo de rozamiento interno (grados)

$W$  = peso del suelo (kPa)

### Ecuación de Penman-Monteith (Monteith, 1973)

$$E_p = \frac{R_n + \rho c_p VPD / r_a}{\lambda [\Delta + \gamma (1 + r_c / r_a)]}$$

$E_p$  = tasa de evapotranspiración potencial ( $\text{m s}^{-1}$ )

$r_a$  = resistencia aerodinámica ( $\text{s m}^{-1}$ )

$r_c$  = resistencia de dosel ( $\text{s m}^{-1}$ )

$\Delta$  = gradiente de la curva de presión-temperatura del vapor de saturación ( $\text{kg m}^{-3} \text{K}^{-1}$ )

$\lambda$  = calor latente de vaporización del agua ( $\approx 2,47 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ )

$\rho$  = densidad del aire ( $\approx 1,2 \text{ kg m}^{-3}$ )

$\gamma$  = constante psicrométrica ( $\gamma \approx 66 \text{ Pa K}^{-1}$ )

$VPD$  = déficit de presión de vapor ( $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$ )

$c_p$  = calor específico del aire ( $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ )

$R_n$  = radiación neta ( $\text{W m}^{-2}$ )

### Ecuación de refuerzo por raíces (Wu, McKinnell y Swanston, 1979; Wu, 1995)

$$\Delta c' = c'R = tR (\cos \theta \tan \Phi + \sin \theta)$$

$c'$  = cohesión efectiva (kPa)

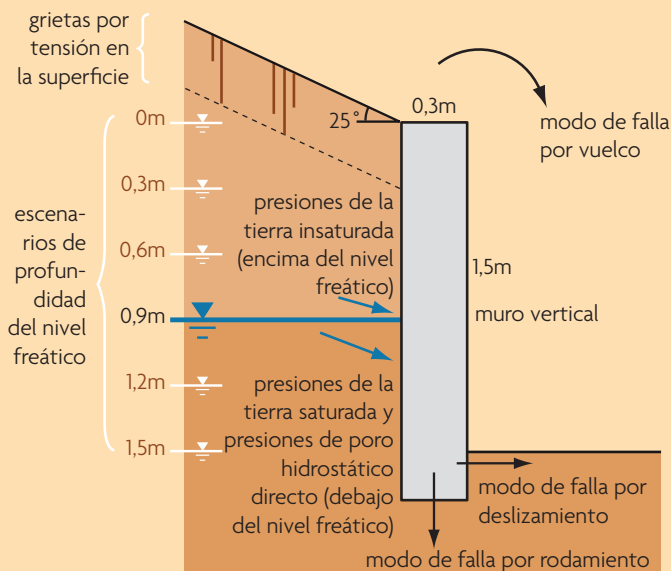
$c'^R$  = cohesión efectiva atribuida a la red de raíces (kPa)

$\theta$  = ángulo de rotación de corte (grados)

$\Phi$  = ángulo de rozamiento interno (grados)

$t^R$  = tensión de rotura promedio de las raíces por área unitaria de suelo (kPa)

**FIGURA 3.35 Geometría simple de un muro de contención utilizada para el análisis de muro de contención**



Fuente: Anderson et al., 2011.

### 3.7.5 Análisis de estabilidad de muros de contención con hidrología estática

La siguiente es la descripción del análisis de estabilidad simple de un muro de contención, realizado por Anderson et al. (2011).

Se definió una geometría de muro simple (figura 3.35), con las siguientes especificaciones: presión activa del suelo actuando sobre la parte posterior del muro, agua subterránea incluida como un nivel freático horizontal en una posición específica, presiones del suelo insaturadas actuando por encima del nivel de agua subterránea saturada y presiones del suelo saturadas y de poro de agua hidrostáticas directas actuando por debajo. Los detalles de la metodología específica se pueden encontrar en Blake (2003).

No se consideró ninguna fuerza de sustentación para el agua sobre la base o en el frente del muro. La presión activa del suelo se calculó usando el método del coeficiente de Coulomb. Se determinaron los factores de seguridad contra los siguientes modos de falla de estabilidad

**TABLA 3.9 Unidades para los parámetros utilizados en CHASM**

GRUPO DE PARÁMETRO	NOMBRE DEL PARÁMETRO	SÍMBOLO/UNIDAD
Geometría de la característica	Altura de inclinación	$H$ (m)
	Ángulo de pendiente	$\alpha$ (grados)
	Convergencia del plano/radio de divergencia de la pendiente	$C$ (m)
Numérico	Resolución de malla (anchura, profundidad, envergadura) <sup>a</sup>	$w, d, b$ (m)
	Periodo de iteración <sup>a</sup>	$t$ (s)
Hidrológico	Lluvia	$p$ (m s <sup>-1</sup> )
	Conductividad hidráulica saturada	$K_s$ (m s <sup>-1</sup> )
	Tensión superficial inicial <sup>b</sup>	$\psi_{i0}$ (m)
	Altura del nivel freático inicial <sup>b</sup>	$wt$ (% altura de pendiente)
	Curva de retención de humedad	$\psi$ (m) $-\theta$ (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
Geotécnico	Ángulo efectivo de fricción interno	$\Phi'$ (grados)
	Densidad aparente insaturada/saturada	$\gamma_{us}, \gamma_s$ (kN m <sup>-3</sup> )
	Cohesión efectiva	$c'$ (kN m <sup>-2</sup> )
Vegetación	Resistencia a la tracción de la raíz	$\tau_r$ (kN m <sup>-2</sup> )
	Cubierta/espaciado de la vegetación	$v_c$ (%), $v_s$ (m)
	Índice de área de hoja (leaf area index)	$lai$ (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )
	Resistencia aerodinámica	$r_a$ (s m <sup>-1</sup> )
	Resistencia de la copa de los árboles	$r_c$ (s m <sup>-1</sup> )
	Capacidad de almacenamiento de la copa/tronco	$c_s, t_s$ (m)
	Profundidad de la raíz/extensión lateral	$R_d, R_l$ (m)
	Sobrecarga de la vegetación	$S_w$ (kN m <sup>-2</sup> )
Atmosférico	Radiación neta	$R_n$ (W m <sup>-2</sup> )
	Humedad relativa	$R_h$ (%)
	Temperatura	$T$ (°C)

a. Determinada de acuerdo con Beven (1985) para mantener la estabilidad numérica en la ecuación de Richards.

b. La tensión superficial inicial y las alturas del nivel freático (definidas como un porcentaje de la altura de la pendiente medida desde el pie de la pendiente) se asignan de acuerdo con las condiciones del campo medido o el escenario hipotético. La ecuación de Richards luego es iterada hasta que se logran unas condiciones estables o se logran las condiciones de humedad del suelo requeridas.

c. Las variables atmosféricas y la resistencia de las copas/aerodinámica se requieren si el usuario desea determinar la evaporación y la evapotranspiración del suelo usando la ecuación de Penman-Monteith. Si no existe esta información se usa una función sinusoidal con la tasa de evaporación máxima definida al medio día. La función sinusoidal opera entre las 06:00 y las 18:00 horas. Durante el tiempo restante, la tasa de evaporación respectiva se establece en 1/100 del máximo al medio día.

del muro de contención: deslizamiento, vuelco y estado límite de tolerancia.

Es necesario considerar tanto la presión del suelo frente a los muros de contención como la posibilidad de grietas por tensión en el material contenido. No se incluyeron en este análisis presiones pasivas del suelo actuando frente al muro, lo cual es una suposición conservadora frecuente. En realidad, la estabilidad del muro aumentará ligeramente por esta fuerza, aunque no es confiable, debido a excavaciones no planificadas frente al muro. Las grietas por tensión resultantes de las propiedades cohesivas del

material contenido fueron incluidas en el análisis y se calculó la profundidad de dichas grietas usando el método presentado en Craig (1997).

El efecto de las grietas es reducir los beneficios de estabilidad del elemento cohesivo del material contenido. Asimismo, no se tuvo en cuenta que hubiera agua que llenara dichas grietas y ejerciera una presión hidrostática adicional perjudicial sobre el muro. La cohesión reduce el componente horizontal de la presión activa total del suelo en la parte posterior del muro (un efecto estabilizador), a la vez que produce adhesión entre el muro y el material

**TABLA 3.10 Resultados ilustrativos de un análisis de estabilidad de muro de contención de hidrología estática estándar**

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO BAJO LA SUPERFICIE (m)	SIN SOBRECARGA			10 kNm <sup>-1</sup> DE SOBRECARGA		
	Falla por vuelco	Falla por deslizamiento <sup>a</sup>	Falla por hundimiento	Falla por vuelco	Falla por deslizamiento	Falla por hundimiento
1,50	1,79	-1,74	4,47	0,22	0,55	0,58
1,20	1,72	-1,90	4,38	0,22	0,54	0,58
0,90	1,39	-2,65	3,89	0,21	0,50	0,57
0,60	0,90	-8,13	3,00	0,20	0,44	0,55
0,30	0,51	4,03	2,09	0,17	0,38	0,51
0,00	0,28	1,33	1,40	0,15	0,32	0,45

Fuente: Anderson et al., 2011.

a. En el factor de cálculo de seguridad, mientras que los valores negativos son posibles, tales soluciones no tienen significado físico.

**Nota:** Valores de los parámetros usados en el análisis:

Peso del muro por unidad:	23 kN m <sup>-3</sup> (bloques de hormigón)
Peso del material retenido no saturado por unidad:	15 kN m <sup>-3</sup>
Peso del material retenido saturado por unidad:	19 kN m <sup>-3</sup>
Cohesión efectiva:	10 kPa
Adhesión del muro:	5 kPa (supuesto estándar de cohesión +2)
Ángulo efectivo de rozamiento interno ( $\phi$ ):	25°
Ángulo de rozamiento del relleno del muro:	13° (supuesto estándar de $\phi +2$ )
Ángulo de rozamiento de los cimientos del muro:	17° (supuesto estándar de $2 \times \phi +3$ )
Capacidad de soporte de los cimientos:	400 kN m <sup>-2</sup>
Sobrecarga	0 o 10 kN m <sup>-2</sup> (es usual tener un supuesto conservador mínimo de 10 kN m <sup>-2</sup> para dar un margen de seguridad contra cargas no planificadas, movimientos de vehículos, etc)

contenido. Por lo tanto, el efecto de la cohesión es reducir la efectividad del peso del muro (un efecto desestabilizador).

Usando estas especificaciones, se realizó un análisis para las siguientes profundidades de nivel freático horizontal (con distribución de presión de poro de agua hidrostática) por debajo de la superficie de la tierra: 1,50 m (en la base del muro —material contenido totalmente insaturado), 1,20 m, 0,90 m, 0,60 m, 0,30 m, 0,00 m (en la parte superior del muro —material contenido totalmente saturado).

Los parámetros y resultados del análisis de estabilidad se presentan en la tabla 3.10. Los resultados muestran que si hay una sobrecarga modesta (10 kN m<sup>-2</sup>), el muro será inestable para todos los modos de falla y escenarios de nivel freático. Una comparación con el factor de umbral de estabilidad crítico de los valores de seguridad de la Oficina de Control Geotécnico (GCO, 1984) de la Región administrativa especial de Hong Kong, China (vuelco:

1,50, deslizamiento: 1,25, tolerancia: 3,00) muestra que el muro cumplirá estos umbrales de diseño siempre y cuando el material detrás del muro permanezca insaturado. Se observa que el modo de falla por vuelco es crítico, lo cual concuerda con los resultados de campo sobre muros de contención con exceso de inclinación. Esto se explica en parte por el hecho de que la cohesión del suelo (benéfica) tiene un efecto menor sobre el momento de vuelco del muro, ya que las grietas por tensión reducen la altura a la cual se asume que actúa la fuerza y así se explica por qué el talud puede tener estabilidad contra el deslizamiento, pero no contra el vuelco.

En este análisis estático, las condiciones modeladas son representativas solo de los eventos de subida de agua subterránea y no se tiene en cuenta el efecto del aumento de la resistencia al corte del material por la retención de la humedad del suelo. Sin embargo, no se considera que esto afecte las conclusiones generales presentadas en la tabla 3.10.

### 3.7.6 Referencias

- Aleotti, P. y R. Chowdhury. 1999. "Landslide Hazard Assessment: Summary Review and New Perspectives." *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 58: 21-44.
- Anderson, M. G., A. J. C. Collison, J. Hartshorne, D. M. Lloyd y A. Park. 1996. "Developments in Slope Hydrology—Stability Modelling for Tropical Slopes." In *Advances in Hillslope Processes*, ed. M. G. Anderson y S. M. Brooks, 799–821. Chichester, UK: Wiley.
- Anderson, M. G., E. A. Holcombe, J. Blake, F. Ghesquiere, N. Holm-Nielsen y T. Fisseha. 2011. "Reducing Landslide Risk in Communities: Evidence from the Eastern Caribbean." *Applied Geography* 31 (2): 590-99.
- Anderson, M. G., M. J. Kemp y D. M. Lloyd. 1997. "Instruction 2.1: Procedure for the Construction of a Resistance Envelope for a Slope." En *Hydrological Design Manual for Slope Stability in the Tropics*, 14–20. Crowthorne, UK: Transport Research Laboratory. [http://www.transport-links.org/transport\\_links/filearea/publications/1\\_711\\_ORN%2014.pdf](http://www.transport-links.org/transport_links/filearea/publications/1_711_ORN%2014.pdf).
- Anderson, M. G., M. J. Kemp y M. Shen. 1987. "On the Use of Resistance Envelopes to Identify the Controls on Slope Stability in the Tropics." *Earth Surface Processes and Landforms* 12 (6): 637-48.
- Anderson, M. G. y P. E. Kneale. 1982. "The Influence of Low-Angled Topography on Hillslope Soil-Water Convergence and Stream Discharge." *Journal of Hydrology* 57 (1-2): 65-80.
- Ardizzone, F., M. Cardinali, A. Carrara, F. Guzzetti y P. Reichenbach. 2002. "Impact of Mapping Errors on the Reliability of Landslide Hazard Maps." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 2 (1-2): 3-14.
- Arias, A. 1970. "A Measure of Earthquake Intensity." *Seismic Design for Nuclear Powerplants*, ed. R. J. Hansen, 438–83. Cambridge, MA: MIT Press.
- Benson, C. y J. Twigg. 2007. "Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations." ProVention Consortium, Ginebra.
- Beven, K. J. 1985. "Distributed Models." En *Hydrological Forecasting*, ed. M. G. Anderson y T. B. Burt, 405–35. New York: Wiley.
- Bishop, A. W. 1955. "The Use of the Slip Circle in the Stability analysis of Slopes." *Geotechnique* 5 (1): 7-77.
- Blake, J. R. 2003. "Modelling the Dynamic Interaction between Hillslope Hydrology and Retaining Structures (Hydrology and Retaining Walls Model: HYDRET)." PhD thesis, University of Bristol.
- Brand, E. W., M. J. Dale y J. M. Nash. 1986. "Soil Pipes and Slope Stability in Hong Kong." *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* 19 (3): 301-03.
- BSI (British Standards Institution). 1994. *BS8002: Code of Practice for Earth Retaining Structures*. London: BSI.
- Build Change. 2009. "You Can Keep Your Family Safe from Earthquakes—How to Build Strong and Sturdy Homes." <http://www.buildchange.org/resources.php>.
- Caine, N. 1980. "The Rainfall Intensity Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows." *Geographica Annaler* 62 (1): 23-27.
- Carter, M. y S. P. Bentley. 1991. *Correlations of Soil Properties*. Chichester, UK: Wiley.
- Charveriat, C. 2000. "Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk." Working Paper No. 434, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Chowdhury, R., P. Flentje y G. Bhattacharya. 2010. *Geotechnical Slope Analysis*. New York: CRC Press.
- Collison, A. 1993. "Assessing the Influence of Vegetation on Slope Stability in the Tropics." PhD thesis, University of Bristol.
- Cooper, R. G. 2007. *Mass Movements in Great Britain*. Geological Conservation Review Series 33. Peterborough, UK: Joint Nature Conservation Committee.
- Coulomb, C. A. 1776. "Essai sur une application des règles des maximis à quelques problèmes de statique relatifs à l'architecture." *Memorandum Académie de Royal des Sciences par divers Savans* 7, 343–82.
- Craig, R. F. 1997. *Soil Mechanics*. 6a. ed. London: E & FN Spon.
- Crosta, G. B. 2004. "Introduction to the Special Issue on Rainfall-Triggered Landslides and Debris Flows." *Engineering Geology* 73: 191-92.
- Crosta, G. B. y P. Frattini. 2001. "Rainfall Thresholds for Triggering Soil Slips and Debris Flow." *Mediterranean Storms 2000*, ed. A. Mugnai, F. Guzzetti y G. Roth. Proceedings of the 2nd EGS Plinius Conference on Mediterranean Storms, 2000. Siena, Italia.
- Crozier, M. y T. Glade. 2005. "Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach." En

- Landslide Hazard and Risk*, ed. T. Glade, M. G. Anderson y M. Crozier, 1–40. Chichester, UK: Wiley.
- Cruden, D. M. y D. J. Varnes. 1996. “Landslide Types and Processes.” In *Landslides: Transportation*. Research Board Special Report 247, ed. A. K. Turner y R. L. Shuster, 36–75. Washington, DC: National Academies Press.
- Dai, F. C., C. F. Lee y Y. Y. Ngai. 2002. “Landslide Risk Assessment and Management: An Overview.” *Engineering Geology* 64: 65–87.
- De Vita, P., P. Reichenbach, J. C. Bathurst, M. Borga, G. Crosta, M. Crozier, T. F. Glade, A. Hansen y J. Wasowski. 1997. “Rainfall-Triggered Landslides: A Reference List.” *Environmental Geology* 35: 219–33.
- Fookes, P. G. 1997. *Tropical Residual Soils*. London: Geological Society.
- Fredlund, D. G. 1980. “The Shear Strength of Unsaturated Soil and Its Relationship to Slope Stability Problems in Hong Kong.” *Hong Kong Engineer* 8: 57–59.
- Fredlund, D. G. y H. Rahardjo. 1993. *Soil Mechanics for Unsaturated Soils*. Chichester, UK: Wiley.
- Galli, M., F. Ardizzone, M. Cardinali, F. Guzzetti y P. Reichenbach. 2008. “Comparing Landslide Inventory Maps.” *Geomorphology* 94: 268–89.
- García Rodríguez, M. J., J. A. Malpica, B. Benito y M. Diaz. 2008. “Susceptibility Assessment of Earthquake-Triggered Landslides in El Salvador Using Logistic Regression.” *Geomorphology* 95 (3–4): 175–91.
- GCO (Oficina de Control Geotécnico). 1984. *Geotechnical Manual for Slopes*. 2a. ed. Government of Hong Kong Special Administrative Region.
- Greenway, D. R. 1987. “Vegetation and Slope Stability.” En *Slope Stability: Geotechnical Engineering and Geomorphology*, ed. M. G. Anderson y K. S. Richards, 187–230. Chichester: Wiley.
- Guzzetti, F., S. Peruccacci, M. Rossi y C. P. Stark. 2007. “Rainfall Thresholds for the Initiation of Landslides in Central and Southern Europe.” *Meteorology and Atmospheric Physics* 98: 239–67.
- . 2008. “The Rainfall Intensity-Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows: An Update.” *Landslides* 5: 3–8.
- Hansen, A. 1984. “Landslide Hazard Analysis.” In *Slope Instability*, ed. D. Brunsten y D. B. Prior, 523–604. New York: Wiley.
- Hencher, S. R., M. G. Anderson y R. P. Martin. 2006. “Hydrogeology of Landslides in Weathered Profiles.” In *Proceedings of the International Conference on Slopes*, 463–74. Kuala Lumpur.
- Holcombe, E. A. y M. G. Anderson. 2010. “Implementation of Community-Based Landslide Hazard Mitigation Measures: The Role of Stakeholder Engagement in Sustainable Project Scale-Up.” *Sustainable Development* 18 (6): 331–49.
- Hong, Y., R. Adler y G. Huffman. 2006. “Evaluation of the Potential of NASA Multi-Satellite Precipitation Analysis in Global Landslide Hazard Assessment.” *Geophysical Research Letters* 33: L22402. doi:10.1029/2006GL028010.
- Huabin, W., L. Gangjun, X. Weiya y W. Conghu. 2005. “GIS-Based Landslide Hazard Assessment: An Overview.” *Progress in Physical Geography* 29: 548–67. doi:10.1191/0309133305pp462ra.
- Innes, J. L. 1983. “Debris Flows.” *Progress in Physical Geography* 7: 469–501.
- International Geotechnical Societies UNESCO Working Party on World Landslide Inventory. 1993. “A Suggested Method for Describing the Activity of a Landslide.” *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* 47: 53–57.
- IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica). 2012. “Rainfall Thresholds for the Initiation of Landslides.” <http://rainfallthresholds.irpi.cnr.it/>.
- Iverson, R. M. 2000. “Landslide Triggering by Rain Infiltration.” *Water Resources Research* 36 (7): 1897–1910.
- Janbu, N. 1977. “Slope and Excavations in Normally and Lightly Consolidated Clays.” En *Proceedings of the Ninth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, vol. 2, 549–66. Tokio.
- Keefer, D. K. 2002. “Investigating Landslides Caused by Earthquakes—A Historical Review.” *Surveys in Geophysics* 23 (6): 473–510.
- Keefer, D. K. y M. C. Larsen. 2007. “Assessing Landslide Hazards.” *Science* 316: 1136–38.
- Keefer, D. K. y R. C. Wilson. 1989. “Predicting Earthquake-induced Landslides, with Emphasis on Arid and Semi-Arid Environments.” En *Landslides in a Semiarid Environment*, vol. 2, ed. P. M. Sadler y D. M. Morton, 118–49. Riverside, CA: Inland Geological Society of Southern California Publications.
- Kenny, T. C. 1967. “Slide Behaviour and Shear Resistance of a Quick Clay Determined from a Study of the Landslide at Selnes, Norway.” En



- Proceedings of the Geotechnical Conference on Shear Strength Properties of Natural Soils and Rock*, vol. 1, 57–64. Oslo.
- Kirschbaum, D. B., R. Adler, Y. Hong y A. Lerner-Lam. 2009. "Evaluation of a Preliminary Satellite-Based Landslide Hazard Algorithm Using Global Landslide Inventories." *Natural Hazards Earth System Science* 9: 673-86.
- Komoo, I. y S. N. Mogana. 1988. "Physical Characterization of Weathering Profiles of Clastic Metasediments in Peninsular Malaysia." En *Proceedings of the 2nd Conference on Geomechanics in Tropical Soils, Singapore 1*, 37–42.
- Larsen, M. C. y A. Simon. 1993. "A Rainfall Intensity-Duration Threshold for Landslides in a Humid-Tropical Environment, Puerto Rico." *Geografiska Annaler Series A-Physical Geography* 75 (1–2): 13-23.
- Lee, S. 2005. "Application of Logistic Regression Model and Its Validation for Landslide Susceptibility Mapping Using GIS and Remote Sensing Data." *International Journal of Remote Sensing* 26 (7): 1477-91.
- Little, A. L. 1969. "The Engineering Classification of Residual Tropical Soils." En *Proceedings of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico*. 1, 110.
- Lumb, P. 1975. "Slope Failures in Hong Kong." *Quarterly Journal of Engineering Geology* 8: 31-65.
- Mechler, R. 2005. *Cost-Benefit Analysis of Natural Disaster Risk Management in Developing Countries: Manual*. Bonn: Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Millington, R. J. y J. P. Quirk. 1959. "Permeability of Porous Media." *Nature* 183: 387-88.
- Monteith, J. L. 1973. *Principles of Environmental Physics*. London: Edward Arnold.
- Nandi, A. y A. Shakoor. 2010. "A GIS-Based Landslide Susceptibility Evaluation Using Bivariate and Multivariate Statistical Analyses." *Engineering Geology* 110 (1–2): 11-20.
- Nash, D. 1987. "A Comparative Review of Limit Equilibrium Methods of Stability Analysis." En *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, ed. M. G. Anderson y K. S. Richards, 11–73.26 Chichester, UK: Wiley.
- Nefeslioglu, H. A., C. Gokceoglu y H. Sonmez. 2008. "An Assessment on the Use of Logistic Regression and Artificial Neural Networks with Different Sampling Strategies for the Preparation of Landslide Susceptibility Maps." *Engineering Geology* 97: 171-91.
- Opadeyi, S., S. Ali y F. Chin. 2005. "Status of Hazard Maps, Vulnerability Assessments and Digital Maps in the Caribbean." Informe final. Caribbean Disaster Emergency Response Agency.
- Petley, D. N. 2009. "On the Impact of Urban Landslides." *Geological Society Engineering Geology Special Publications* 22: 83-99.
- Pierson, T. C. 1983. "Soil Pipes and Slope Stability." *Quarterly Journal of Engineering Geology* 16: 1-11.
- Richards, L. A. 1931. "Capillary Conduction of Liquids in Porous Mediums." *Physics* 1: 318-33.
- Sharma, R. H., H. Konietzky y K. Kosugi. 2009. "Numerical Analysis of Soil Pipe Effects on Hillslope Water Dynamics." *Acta Geotechnica* 5 (1): 33-42.
- Soeters, R. y C. J. van Westen. 1996. "Slope Instability Recognition, Analysis and Zonation." En *Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board Special Report 247, ed. A. K. Turner y R. L. Shuster, 129–77. Washington, DC: National Academies Press.
- Travasaru, T., J. D. Bray y N. A. Abrahamson. 2003. "Empirical Attenuation Relationship for Arias Intensity." *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 32: 1133-55.
- Turner, A. K. y R. L. Schuster, eds. 1996. *Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board Special Report 247. Washington, DC: National Academies Press.
- Uchida, T. 2004. "Clarifying the Role of Pipe Flow on Shallow Landslide Initiation." *Hydrological Processes* 18: 375-78.
- United Nations. 2006. "State of the World's Cities 2006/7." United Nations Human Settlement Programme (UN-Habitat), Nairobi, Kenya.
- . 2009. "Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive: Policy and Practical Guidelines." Geneva: UN.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2004. *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. New York: UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery.
- USACE (U.S. Army Corps of Engineers). 1989. *U.S. Army Corps of Engineers Engineering Manual: Engineering and Design - Retaining and Flood Walls*. <http://140.194.76.129/publications/engineering-manuals/em1110-2-2502/toc.htm>.
- USGS (U.S. Geological Survey). 2004. "Landslide Types and Processes." Fact sheet 2004-3072. <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>.

- Van Den Eeckhaut, M., T. Vanwalleghem, J. Poesen, G. Govers, G. Verstraeten y L. Vanderkerckhove. 2006. "Prediction of Landslide Susceptibility Using Rare Events Logistic Regression: A Case-Study in Flemish Ardennes (Belgium)." *Geomorphology* 76: 392-410.
- Van Westen, C. J. 2004. "Geo-Information Tools for Landslide Risk Assessment: An Overview of Recent Developments." En *Landslide Evaluation and Stabilization*, ed. W. A. Lacerda, M. Ehrlich, S. A. B. Fountoura y A. S. F. Sayao, 39-56. Rotterdam: Balkema.
- Varnes, D. J. 1978. "Slope Movement Types and Processes." En *Landslides: Analysis and Control*, Transportation Research Board Special Report 176, ed. R. L. Schuster y R. J. Krizek, 11-33. Washington, DC: National Academies Press.
- Walker, L. R., D. J. Zarin, N. Fetcher, R. W. Myster y A. H. Johnson. 1996. "Ecosystem Development and Plant Succession on Landslides in the Caribbean." *Biotropica* 28: 566-76.
- Wamsler, C. 2007. "Bridging the Gaps: Stakeholder-Based Strategies for Risk Reduction and Financing for the Urban Poor." *Environment and Urbanization* 19: 115.
- Wilkinson, P. L. 2001. "Investigating the Hydrological and Geotechnical Effects of Vegetation on Slope Stability: Development of a Fully Integrated Numerical Model." PhD thesis, University of Bristol.
- Wilkinson, P. L., M. G. Anderson, D. M. Lloyd y J. P. Renaud. 2002. "Landslide Hazard and Bioengineering: Towards Providing Improved Decision Support through Integrated Model Development." *Environmental Modelling and Software* 7: 333-44.
- Wilkinson, P. L., S. M. Brooks y M. G. Anderson. 1998. "Investigating the Effect of Moisture Extraction by Vegetation upon Slope Stability: Further Developments of a Combined Hydrology and Stability Model (CHASM)." En *Hydrology in a Changing Environment*, ed. H. Wheater y C. Kirby, 65-78. Proceedings of the British Hydrological Society International Symposium, Exeter, UK, July 6-10.
- . 2000. "Design and Application of an Automated Non-Circular Slip Surface Search within a Combined Hydrology and Stability Model (CHASM)." *Hydrological Processes* 14: 2003-17.
- Wilson, R. C. y D. K. Keefer. 1985. "Predicting Areal Limits of Earthquake-Induced Landsliding." En *Earthquake Hazards in the Los Angeles Region—An Earth-Science Perspective*, U.S. Geological Survey Professional Paper 1360. Washington, DC: Government Printing Office.
- Wu, W. y R. C. Sidle. 1995. "A Distributed Slope Stability Model for Steep Forested Basins." *Water Resources Research* 31: 2097-110.
- Wu, T. H., W. P. McKinnell y D. N. Swanston. 1979. "Strength of Tree Roots and Landslides on Prince of Wales Island, Alaska." *Canadian Geotechnical Journal* 16: 19-33.
- Zaitchik, B. F. y H. M. van Es. 2003. "Applying a GIS Slope-Stability Model to Site-Specific Landslide Prevention in Honduras." *Journal of Soil and Water Conservation* 58: 45-53.





**“¿Cómo podemos estimular a los países en vías de desarrollo para invertir más en la reducción del riesgo de desastres? Necesitamos ayudar a los gobiernos a decidir dónde deben invertir”.**

—Departamento para el Desarrollo Internacional,  
“Preguntas frecuentes sobre la Reducción del riesgo de Desastres” (2006)

## CAPÍTULO 4

# Selección de comunidades



### 4.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

#### 4.1.1 Alcance

Este capítulo presenta el proceso de identificación de comunidades con mayor riesgo de deslizamientos, para que se les pueda dar prioridad

para los proyectos MoSSaiC de Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades. Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓		Principios para comparar el riesgo de deslizamiento en varios lugares; datos y experiencia requerida; cómo diseñar un proceso apropiado de priorización de comunidades	4.1, 4.2, 4.3
	✓	✓		¿Cómo comparar la susceptibilidad o amenaza de deslizamiento en varias ubicaciones?	4.4
	✓	✓	✓	¿Cómo comparar la vulnerabilidad de comunidades expuestas?	4.5
	✓	✓		¿Cómo crear una lista de prioridades de comunidades en riesgo?	4.6
		✓		¿Cómo crear un mapa base para cada comunidad seleccionada?	4.7

**F** = financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

#### 4.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Informe sobre el proceso de toma de decisiones, roles y responsabilidades en la selección de comunidades	4.1, 4.2, 4.3
Informe sobre los resultados de la susceptibilidad/amenaza de deslizamiento y la evaluación de vulnerabilidad concluyendo con una lista de comunidades priorizadas para involucrar en un proyecto MoSSaiC	4.4, 4.5, 4.6
Mapas base de las comunidades seleccionadas	4.7

### 4.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Definir el proceso de selección de comunidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a los expertos disponibles en el gobierno</li> <li>• Determinar la disponibilidad de software y datos</li> <li>• Solicitar permiso para usar los datos, si es necesario</li> <li>• Diseñar el método adecuado para seleccionar las comunidades</li> </ul>	Acordados el método y criterios de selección, las funciones y responsabilidades y el calendario
2. Evaluar la amenaza de deslizamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir datos: topografía, suelos, geología, uso del suelo, deslizamientos anteriores</li> <li>• Analizar los datos: susceptibilidad o amenaza de deslizamiento dentro del área de estudio</li> </ul>	Lista o mapa de susceptibilidad relativa a deslizamientos de diferentes áreas
3. Evaluar la exposición y la vulnerabilidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir datos: lugares de la comunidad, huellas de edificios, densidad de viviendas/población, datos de censo o datos de pobreza</li> <li>• Analizar datos: vulnerabilidad de las comunidades expuestas a impactos de deslizamientos en términos de daño físico, pobreza y otros criterios</li> </ul>	Lista o mapa de vulnerabilidad relativa de las comunidades expuestas
4. Evaluar el riesgo de deslizamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos: datos de susceptibilidad/amenaza, exposición y vulnerabilidad a deslizamientos combinados para determinar el riesgo general de deslizamientos para el área de estudio</li> <li>• Analizar datos: identificar las comunidades expuestas a los niveles más altos del riesgo de deslizamiento</li> </ul>	Lista o mapa y lista de las comunidades con mayor riesgo para posibles medidas de reducción del riesgo
5. Seleccionar las comunidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo visitas breves al sitio de comunidades preseleccionados para confirmar los resultados</li> <li>• Consultar al equipo de trabajo de enlace con la comunidad y otras partes interesadas locales pertinentes para revisar la lista</li> <li>• Confirmar la lista preseleccionada de comunidades de acuerdo con los criterios de selección</li> </ul>	Preselección priorizada de comunidades
6. Preparar un mapa de información del sitio para las comunidades seleccionadas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir datos: los mapas más detallados y fotografías aéreas de las comunidades seleccionadas</li> <li>• Preparación de mapas: reunir los mapas comunitarios/fotografías e imprimirlos</li> </ul>	Impresión del mapa y fotografía aérea para su uso en el sitio

### 4.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Una parte importante del proceso de selección de los equipos de trabajo del gobierno es visitar las comunidades preseleccionadas, con el fin de confirmar el probable riesgo de deslizamientos y la conveniencia de un proyecto MoSSaiC. Los representantes de la comunidad pueden informar sobre deslizamientos anteriores, vulnerabilidad socio-económica y la percepción de la comunidad en cuanto al riesgo; por lo tanto, se les debe consultar durante estas visitas.

## 4.2 INICIO

### 4.2.1 Nota informativa

El objetivo de este capítulo es proporcionar un marco para definir una lista de comunidades prioritarias en las que se deben implementar medidas de reducción de amenaza de deslizamientos utilizando MoSSaiC. Este proceso de selección de comunidades identifica (1) áreas donde los taludes son susceptibles a deslizamientos, (2) la exposición y la vulnerabilidad de comunidades a esos potenciales eventos de deslizamientos, (3) el riesgo general de deslizamientos y (4) la conveniencia de un proyecto MoSSaiC para comunidades en riesgo.

La sofisticación de los métodos que se utilicen dependerá de la disponibilidad de datos locales y de software y del nivel de experiencia de los equipos de trabajo gubernamentales. Los logros pueden variar desde una simple lista priorizada de comunidades hasta un mapa detallado del riesgo de deslizamientos de una región o país. Para realizar esta tarea, se pueden adoptar diferentes enfoques. Cualquiera que sea el método utilizado, la selección de la comunidad se debe justificar en términos científicos para dar fundamento a la evaluación del riesgo de deslizamientos.

Una vez que las comunidades hayan sido seleccionadas, el equipo de trabajo a cargo de cartografía reúne los mapas más detallados disponibles de estas comunidades. Estos mapas constituyen la base para el ejercicio de cartografía (descrito en el capítulo 5) de la amenaza de deslizamientos y del sistema de drenaje de la comunidad y la subsecuente implementación de medidas adecuadas de reducción de la amenaza.

#### ¿Por qué es necesario un proceso de selección de comunidades?

El objetivo de una intervención MoSSaiC es reducir la amenaza de deslizamientos en las comunidades más vulnerables.

En cualquier país o región puede haber muchas comunidades en riesgo y el conocimiento gubernamental de esas comunidades puede variar. La Unidad Central MoSSaiC (UCM) debe acordar un proceso mediante el cual se seleccionen comunidades para este tipo de proyectos de reducción del riesgo de deslizamientos.

Tener un enfoque estructurado de selección de comunidades también garantiza que la inclusión, exclusión y priorización de comunidades se puede justificar ante las comunidades mismas, el gobierno y las agencias donantes. Por lo tanto, el proceso de selección debe usar cualquier dato cuantitativo relevante relacionado con la susceptibilidad/amenaza de deslizamientos y la vulnerabilidad de comunidades. Este proceso también debe poder incorporar datos cualitativos como el conocimiento local, informes de comunidades e información de los ministerios del gobierno (obras, desarrollo social, gestión de emergencias).

#### Actividades clave, recursos y equipos

El proceso de selección de comunidades incluye en primer lugar la adquisición y el análisis de los datos. Éstos se pueden encontrar en mapas

y listas de deslizamientos conocidos o sospechosos; mapas digitales de ordenación territorial, topografía, drenaje, suelos y geología; e información relativa a la vulnerabilidad (como datos de censos a nivel de distrito de empadronamiento o más detallados). Dependiendo del alcance del estudio y la disponibilidad de datos y experiencia, se puede llevar a cabo el análisis utilizando una hoja de cálculo o software de base de datos (para compilar y comparar los datos en una lista de comunidades) o un sistema de información geográfica (SIG) (para la cartografía y el análisis de riesgo espacialmente distribuido en áreas extensas).

La UCM debe supervisar el desarrollo del método de selección de comunidades y debe ser responsable de la decisión de llegar a una lista de preselección de comunidades prioritarias. Se debe seleccionar un jefe investigador que coordine el proceso multidisciplinario de adquisición y análisis de datos. Los diferentes equipos de trabajo deben actuar conjuntamente para intercambiar sus percepciones de procesos del talud y amenaza de deslizamientos, su experiencia técnica en gestión de datos y/o en cartografía SIG y su experiencia en la evaluación de vulnerabilidad o pobreza.

#### 4.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican en la selección de comunidades para las intervenciones del proyecto MoSSaiC:

- Ser realista acerca de los datos, tiempo y experiencia disponibles para el proceso de selección de comunidades. Es preferible diseñar un proceso de toma de decisión simple y de baja tecnología pero alcanzable, que tratar de utilizar un software y unas técnicas para las cuales no hay suficiente experiencia y ni calidad de datos.
- El proceso de selección de comunidades debe ser transparente, independientemente de la calidad de los datos o de la sofisticación de los métodos de evaluación de la amenaza de deslizamientos y de la vulnerabilidad; así, las prioridades y decisiones se pueden justificar ante todas las partes interesadas del proyecto. Esta transparencia ayuda a explicar las decisiones a los residentes de las comunidades que podrían no haber sido seleccionadas, evitando prejuicios de determinados individuos o motivaciones en la toma de decisiones y permitiendo auditar y evaluar más fácilmente el proyecto.

### 4.2.3 Riesgos y desafíos

#### Datos disponibles limitados

El proceso de selección de la comunidad requiere comparar el riesgo de deslizamientos que afecta a múltiples comunidades. Este proceso se puede realizar como una búsqueda de comunidades en riesgo en un área extensa (sin previo conocimiento de cuáles comunidades se puedan identificar) o puede consistir en la comparación de comunidades que se sabe están en riesgo. Ambos enfoques requieren datos –cuyo tipo, calidad y disponibilidad determinarán el método de selección utilizado.

Cualesquiera que sean los datos utilizados en el proceso de selección de la comunidad, éstos deben ser transparentes en sus fuentes y calidad al presentar los resultados a los responsables de la toma de decisiones y a las comunidades.

#### Interpretar los mapas de amenaza de deslizamientos

Al utilizar mapas preexistentes de amenaza de deslizamientos, se debe conocer su fuente y cómo fueron éstos generados, porque esto afectará su interpretación.

Como se describió en el capítulo 3, muchos factores diferentes pueden actuar conjuntamente como causa de deslizamientos. Estos factores pueden variar en distancias cortas y también con el paso del tiempo. Los mejores mapas de amenaza de deslizamientos se basan en una combinación de mapas digitales precisos y de alta resolución de estos factores y registros de anteriores deslizamientos. Desarrollar tales mapas requiere una buena comprensión de los procesos causantes de deslizamientos y experiencia en el uso de SIG y de conjuntos de datos espaciales. Un mapa de amenaza de deslizamientos basado en información imprecisa, incompleta, de baja resolución o en hipótesis científicas incorrectas puede inducir al error.

La procedencia y utilidad de mapas preexistentes de amenaza de deslizamientos se evalúa en función de lo siguiente:

- Los datos utilizados para compilar el mapa y su calidad y resolución. Estos datos pueden incluir factores medioambientales (preliminar), factores detonadores y deslizamientos anteriores.
- El tipo de deslizamiento de tierra representado. MoSSaiC está dirigido a deslizamientos

rotacionales y traslacionales de materiales meteorizados.

- La experiencia del cartógrafo y el método utilizado. Los métodos incluyen cartografía directa de deslizamientos, métodos de superposición de índices semi-cuantitativos y modelado espacialmente distribuido del factor de seguridad de la pendiente.
- La información sobre la estabilidad de la pendiente transmitida por el mapa. Los mapas de susceptibilidad a deslizamientos muestran la posibilidad espacial relativa del inicio del deslizamiento; adicionalmente, los mapas de amenaza transmiten la probabilidad temporal del inicio del deslizamiento.

Comprobar la procedencia y utilidad de otros tipos de datos, como la información sobre vulnerabilidad de la comunidad, de una forma similar a la anterior, antes de incluirla en el análisis de riesgo.

### 4.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Utilizar la siguiente matriz para determinar la disponibilidad de los datos físicos (relativos a los deslizamientos), los datos de vulnerabilidad, software y la experiencia del equipo del gobierno.

1. Asignar una puntuación de capacidad de 1 a 3 (bajo a alto) para reflejar la capacidad existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver la guía al final de la página siguiente).

## 4.3 DEFINIR EL PROCESO DE SELECCIÓN DE LA COMUNIDAD

El proceso para seleccionar la comunidad comprende dos métodos integrados: una evaluación del riesgo de deslizamientos en diferentes lugares y una aplicación del criterio de toma de decisiones para seleccionar comunidades. El proceso de selección estará limitado por la capacidad técnica para evaluar el riesgo de deslizamientos



CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Experiencia geotécnica local	No hay expertos geotécnicos locales ni conocimiento local de los procesos de deslizamiento o evaluación de amenazas	Ingenieros geotécnicos o académicos con cierta experiencia en evaluación de amenaza de deslizamiento en campo o mediante el uso de SIG	Ingenieros geotécnicos o académicos con experiencia en la evaluación de amenaza de deslizamiento en campo y mediante el uso de SIG
Disponibilidad de un mapa digital	No hay mapas digitales	Algunos mapas digitales disponibles o de baja resolución	Mapas digitales de alta resolución disponibles
Mapas preexistentes de susceptibilidad, amenaza o riesgo de deslizamiento	No existen mapas de (o son de mala calidad) susceptibilidad/ amenaza de deslizamiento	Mapa relevante de susceptibilidad a deslizamiento disponible, con suficiente resolución y calidad	Disponibles mapas de susceptibilidad/ amenaza de deslizamiento de buena calidad y alta resolución
Experiencia en software SIG	No hay software ni personal capacitado	Software SIG disponible y experiencias en análisis sencillo con SIG	Disponibilidad de software SIG y personal experimentado
Registros de deslizamientos	No existen registros de deslizamientos	Algunos registros de deslizamientos se mantienen separados en diferentes agencias y en diferentes formatos para distintos propósitos	Registros de deslizamientos completos geo-referenciados, integrados y asequibles a través de múltiples agencias
Disponibilidad de datos de vulnerabilidad	No existen datos sobre la vulnerabilidad de la comunidad	Datos representativos de vulnerabilidad (p. ej. datos de censos para calcular indicadores de pobreza)	Métodos y datos para evaluar la vulnerabilidad establecidos
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Documentos existentes para algunas salvaguardas	Disponibles salvaguardas documentadas en todas las agencias pertinentes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
1. Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias	<p>A menos que se pueda obtener externamente experiencia y datos en SIG, el proceso de selección de comunidades se debe fundamentar en informes y conocimiento local (de boca en boca) de las áreas propensas a deslizamientos y comunidades vulnerables. El resultado será una lista refinada de comunidades basadas solamente en fuentes de información cualitativa. La UCM necesita fortalecer su capacidad para la selección de comunidades; esto puede involucrar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar este libro/capítulo para comprender los tipos de métodos disponibles para seleccionar comunidades</li> <li>• Identificar colegas en el gobierno o en la educación superior que sepan de deslizamientos y evaluación de vulnerabilidad en comunidades y considerar su nombramiento como el principal investigador en el proceso de selección de comunidades</li> <li>• Trabajar con socios comerciales o de educación superior locales para tener acceso a mapas digitales o a experiencia SIG</li> </ul>
2. Algunos elementos de este capítulo reflejan la práctica actual; leer los elementos restantes a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad	<p>Se puede usar datos SIG para indicar el riesgo relativo en un área extensa; esto se puede refinar con conocimiento local. El logro esperado a este nivel será un mapa de riesgo de baja resolución y una lista de comunidades prioritarias. La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben como de Nivel 1 se deben abordar como se describe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir asistencia o formación en el uso y aplicación del software SIG</li> <li>• Integrar esos datos y conocimientos en los ministerios</li> </ul>
3. Utilice este capítulo como una lista de verificación	<p>Es posible que la UCM pueda producir e implementar la selección de comunidades utilizando la capacidad existente. Se puede cartografiar en detalle el riesgo de deslizamiento con SIG sin formación adicional y se puede refinar con datos de deslizamientos anteriores. El resultado esperado es un mapa de riesgos de deslizamiento de alta resolución y una lista de preselección de comunidades verificada a través de visitas de campo. Lo siguiente sería una buena práctica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar la metodología de selección de la comunidad para futuras consultas</li> <li>• Establecer una base de datos de riesgo de deslizamiento y una herramienta de planificación de gestión del riesgo</li> </ul>

y por el alcance del proyecto definido por las agencias de financiación y el gobierno.

Dada una capacidad técnica y alcance del proyecto, utilizar la guía en esta sección para identificar:

- El enfoque adecuado para comparar niveles del riesgo de deslizamientos en varios lugares.
- El criterio para seleccionar la comunidad.
- Los datos necesarios para el proceso de selección de la comunidad.
- Las funciones de la UCM y de los equipos de trabajo.

#### 4.3.1 Enfoques de comparación de niveles del riesgo de deslizamientos en varios lugares

El proceso de selección de la comunidad se basa en la adquisición y el análisis de datos e incluye una combinación de trabajo de campo y trabajo en el computador para obtener una clasificación relativa del riesgo de deslizamientos. El objetivo es obtener una adecuada forma de evaluación del riesgo de deslizamientos para identificar las comunidades que tienen más alto riesgo. A continuación, se presentan dos enfoques posibles para esta tarea de evaluación de riesgo. La forma exacta que tomará la evaluación del riesgo de deslizamientos depende de la capacidad y de los datos locales. Las secciones 4.4 a 4.6 proporcionan mayor información sobre la amenaza específica de deslizamientos, vulnerabilidad y métodos de evaluación del riesgo asociados con estos dos enfoques.

##### Reconocimiento de campo y clasificación de riesgos

Un enfoque de tecnología poco avanzada para comparar el riesgo de deslizamientos entre comunidades es realizar una evaluación cualitativa de la amenaza y vulnerabilidad relativa de una lista existente de comunidades, utilizando métodos rápidos de reconocimiento de campo. Este enfoque implica tener un equipo de expertos en deslizamientos, ingenieros o geotécnicos y expertos en evaluación de vulnerabilidad visitando cada una de las comunidades de la lista. Este equipo describe la amenaza de deslizamientos, la exposición, vulnerabilidad y el riesgo en términos relativos o mediante la utilización de un sistema de

puntuación numérico. De esta manera, se establece un inventario de taludes peligrosos y se puede clasificar el riesgo relativo de deslizamientos de comunidades.

##### Información digital y análisis SIG

Un enfoque técnicamente más exigente es la utilización de datos digitales espaciales y SIG. Este enfoque puede ser útil para que el reconocimiento de campo sea práctico cuando hay demasiadas comunidades y/o poco conocimiento previo sobre qué comunidades están afectadas por deslizamientos. Si las informaciones digitales espaciales son de suficiente calidad, se pueden evaluar áreas extensas utilizando este enfoque.

Hay cuatro clases principales de evaluación de amenaza de deslizamientos utilizando SIG:

- **Métodos heurísticos** (usando conocimiento de expertos) para combinar mapas digitales de factores causales potenciales de deslizamientos e identificar zonas de relativa susceptibilidad a deslizamientos.
- **Métodos probabilísticos** (usando inventarios de deslizamientos) para determinar la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos derivada de sucesos previos.
- **Enfoques estadísticos bivariantes y multivariantes** (requieren también información histórica de deslizamientos) para identificar indirectamente los factores causales de deslizamientos.
- **Modelo determinista espacialmente distribuido** de procesos físicos de estabilidad de los taludes (esto no es igual a utilizar modelos específicos de sitios tales como CHASM [Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes], sección 3.6).

El SIG también se puede utilizar para determinar la exposición de diferentes elementos (personas, viviendas, edificios públicos, servicios públicos, etc.) a la amenaza de deslizamientos y para evaluar la vulnerabilidad física, económica y social de estos elementos. Las fuentes de información sobre exposición y vulnerabilidad, incluyen mapas de uso de tierras, mapas de valores de tierras y activos y datos de censos referenciados geográficamente que contienen información socioeconómica.

La tabla 4.1 indica los principales tipos de datos distribuidos espacialmente que se

**TABLA 4.1 Representación esquemática de los conjuntos de datos básicos para evaluación de susceptibilidad, amenaza y riesgo de deslizamiento**

Tipo Principal	DATOS Capa	FRECUENCIA IDEAL ACTUALIZADA (AÑOS) 10.....1.....0.002(DÍA)	RS <sup>a</sup>	ESCALA <sup>b</sup>				MODELO DE AMENAZA <sup>c</sup>				MÉTODO DE RIESGO <sup>d</sup>			
				S	M	G	D	H	E	D	P	S	Q		
Inventario de deslizamientos	Inventario de deslizamientos	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Requiere resultado del análisis probabilístico de amenazas	Requiere resultados del análisis de amenaza heurístico, estadístico o determinista	
	Actividad de deslizamientos	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Supervisión de deslizamientos	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Factores medio ambientales	Modelo de elevación digital	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Ángulo/aspectos, etc. de pendiente	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Alivio interno	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Acumulación de caudal	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Litología	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Estructura	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Fallas	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Tipos de suelo	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Profundidad del suelo	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Hidrología del suelo	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Unidades geomórficas principales	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Unidades geomórficas detalladas	→	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Tipos de uso del suelo	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Cambios en el uso del suelo	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Factores desencadenantes	Lluvia	←	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
		Temperatura/evapotranspiración	←	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Catálogo de terremotos		↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Aceleración de la tierra		↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Elementos en riesgo	Edificios	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Red de transporte	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Servicios vitales	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Instalaciones esenciales	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Datos de población	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Datos de agricultura	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Datos económicos	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Datos ecológicos	↔	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			

Fuente: van Westen, Castellanos Abella y Sekhar, 2008.

Nota: ■ = crítico; ■ = muy importante; ■ = moderadamente importante; ■ = menos importante; □ = sin importancia.

a. Utilidad de sensores remotos para la adquisición de datos.

b. La importancia de la capa de datos a escalas pequeña (P), mediana (M), grande (G) o detallada (D), relacionados con la factibilidad de obtener datos en ese lugar específico.

c. La importancia de los datos establecidos para modelos heurísticos (H), estadísticos (E), deterministas (D), o probabilístico (P).

d. La importancia de la capa de datos para análisis de riesgo y vulnerabilidad (semi-) cuantitativo (S) o cualitativo (Q).

pueden utilizar para evaluar y cartografiar el riesgo de deslizamientos a diferentes escalas espaciales. Estos datos van desde información sobre anteriores deslizamientos a factores ambientales y desencadenantes o información relacionada con los elementos en riesgo. En muchos casos, la información completa sobre deslizamientos anteriores puede no estar disponible o puede referirse a tipos de amenaza de deslizamientos no pertinentes para MoSSaiC (tales como derrumbes o deslizamientos de derrubios). Igualmente, no todos los factores medioambientales y desencadenantes, ni los elementos en riesgo en esta tabla serán necesariamente aplicables (como litología, datos sísmicos y mapas de redes de transporte).

Si previamente se han llevado a cabo ejercicios de cartografía de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo como parte de otro estudio o proyecto, puede ser adecuado incorporar tales mapas dentro del proceso de selección de comunidades. Revisar estos mapas para confirmar que tienen una base sólida y se refieren a los tipos de amenaza de deslizamientos pertinentes a MoSSaiC.

#### Seleccionar un enfoque de comparación de riesgo

Ser pragmático al decidir qué enfoque utilizar para analizar y comparar el riesgo de deslizamientos en comunidades. Utilizar esta sección para identificar los datos generales necesarios para los diferentes enfoques de análisis del riesgo de deslizamientos. Las secciones 4.4 a 4.6 proporcionan descripciones más detalladas de métodos específicos y los datos necesarios. El método escogido debe ser:

- no demasiado ambicioso,
- que requiera habilidades, software, datos y tiempo más allá de la capacidad razonable de los equipos de trabajo del gobierno,
- diseñado para proporcionar suficiente información y cumplir el objetivo del proyecto, pero no necesariamente un análisis de riesgo cuantitativo completo. En muchos casos, los responsables de la toma de decisiones simplemente necesitarán un proceso de selección para la identificación y la priorización de comunidades y
- riguroso en el sentido de que, sin tener en cuenta la capacidad técnica del gobierno, debe haber un método transparente de selección de comunidades que justifique la selección.

#### 4.3.2 Métodos de selección de comunidades

Para crear un proceso integrado de selección de comunidades, combine el enfoque seleccionado de evaluación del riesgo de deslizamientos con los criterios específicos del proyecto para la selección de comunidades.

Al seleccionar el enfoque de evaluación del riesgo de deslizamientos y definir el criterio de selección de comunidades, tenga en cuenta la influencia de los siguientes aspectos:

- Las obligaciones derivadas de la financiación de préstamos o contratos de subvención para trabajar en lugares específicos o sometidos a ciertos criterios y salvaguardas
- Las peticiones de la comunidad para solucionar los problemas de deslizamientos
- El interés científico/técnico para utilizar ciertos métodos de evaluación de riesgo
- El conocimiento y disponibilidad (o su carencia) de datos digitales, SIG o métodos cartográficos
- Las motivaciones políticas.

#### Criterio de selección

Comience por definir las preguntas cuyas respuestas se convierten en criterios de selección. Cada país hará estas preguntas y definirá los criterios diferentemente, dependiendo de su experiencia, prioridades y enfoque hacia la tarea. Sin embargo, siempre se debe cumplir con dos criterios generales para seleccionar la comunidad: El alto nivel del riesgo de deslizamientos que tiene una comunidad (amenaza, exposición y vulnerabilidad) relacionado con otras comunidades y la conveniencia de MoSSaiC como medio para abordar ese riesgo.

Si no hay un uso uniforme de datos de área extensa para cartografiar el riesgo de deslizamientos o si hay ya una larga lista de comunidades solicitando ayuda, puede ser adecuado un enfoque de abajo a arriba o dirigido por una lista. Este enfoque se puede vulnerar al incluir ciertas comunidades en la lista debido a motivaciones políticas. Por otro lado, los usuarios experimentados en mapas digitales de grandes área y software SIG podrían formular preguntas con el enfoque de arriba a abajo para obtener una lista de comunidades. Tal enfoque es quizás más objetivo políticamente, pero

requiere una considerable experiencia técnica y un buen conjunto de datos. En realidad, se puede utilizar una combinación de estos dos métodos para confirmar las comunidades de la lista.

• **Ejemplo 1: Preguntas a priori para seleccionar la lista de abajo a arriba**

1. ¿Dónde han ocurrido ya los deslizamientos?
2. ¿Cuántas viviendas están expuestas y es su densidad moderada o alta?
3. ¿Están las familias expuestas física y socio-económicamente vulnerables?
4. Según lo anterior, ¿cuáles comunidades tienen mayor riesgo de deslizamiento?
5. ¿Podría una intervención ser eficiente en costos y encajar con el alcance del proyecto?

• **Ejemplo 2: Enfoque mediante SIG para grandes áreas o selección de arriba a abajo**

1. ¿Dónde están las áreas con mayor susceptibilidad o amenaza de deslizamientos?
2. ¿Dentro de estas zonas de deslizamiento, dónde están las comunidades más expuestas?
3. ¿Dentro de estas comunidades expuestas, dónde se encuentra la mayor vulnerabilidad física y socio-económica?
4. ¿Con base en lo anterior, cuáles comunidades tienen el mayor riesgo de deslizamiento?
5. ¿Dónde una intervención tendría una mejor eficiencia en costos y sería más apropiada?

La figura 4.1 muestra cómo se pueden utilizar estos dos tipos de enfoque, bien sea separadamente o en conjunto.

**FIGURA 4.1 Métodos de selección de comunidades de arriba a abajo y de abajo a arriba**

Criterio de evaluación	Método: Búsqueda nacional de arriba a abajo (área extensa utilizando SIG)	Método: Búsqueda de abajo a arriba (utilizando listas y reconocimiento)
Amenaza	Mapa de susceptibilidad a deslizamientos o zonificación de amenazas de acuerdo con <ul style="list-style-type: none"> <li>• ángulo de la pendiente</li> <li>• tipo de suelos</li> <li>• densidad del drenaje</li> <li>• topografía</li> <li>• deslizamientos rotacionales y traslacionales anteriores desencadenados por lluvias</li> </ul>	Pregunta ¿Dónde han ocurrido ya deslizamientos? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslizamientos conocidos</li> <li>• Áreas de inestabilidad de pendiente</li> <li>• Sospecha de deslizamientos futuros</li> <li>• Ocurren durante o después de lluvia</li> <li>• En suelos y no en roca</li> <li>• Rotacional o traslacional</li> </ul>
Exposición	Mapa de ubicación de casas y de densidad de asentamientos que muestran <ul style="list-style-type: none"> <li>• ubicación o huellas de casas</li> <li>• densidad y agrupamiento de viviendas (áreas de huellas de casas en proporción a la superficie del terreno)</li> <li>• densidad de población</li> </ul>	Pregunta: ¿Cuántas casas están afectadas y, es la densidad moderada o alta? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Más de 10 casas en una área potencial de deslizamiento</li> <li>• Casas agrupadas en área de deslizamiento potencial (densidad de vivienda &gt;30% de cobertura del terreno)</li> </ul>
Vulnerabilidad	Mapa de vulnerabilidad económica que muestra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• tipo de asentamiento (autorizado, no autorizado, asentamientos ilegales)</li> <li>• tipo de construcción (hormigón/madera, alto/bajo, etc.)</li> <li>• pobreza (indicadores, datos relacionados)</li> </ul>	Pregunta: ¿Son las viviendas afectadas de bajos ingresos? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeñas casas de madera o de hormigón en pequeñas parcelas</li> <li>• Falta de infraestructura (camino/carreteras asfaltadas, drenaje, alumbrado, etc.)</li> <li>• Alto índice de desempleo</li> </ul>
Riesgo de deslizamiento en comunidades	<b>Crear una lista nacional y refinar usando búsqueda local de abajo a arriba</b>	<b>Confirmar una búsqueda de arriba a abajo y/o crear una lista de preselección de comunidades</b>

**TABLA 4.2 Marco de los datos potenciales y métodos de análisis**

FUENTE DE INFORMACIÓN	FORMATO (LISTA/HEURÍSTICO A MAPA DIGITAL)	POSIBLE MÉTODO DE ANÁLISIS (CUALITATIVO A CUANTITATIVO)
Lista previa de comunidades solicitando asistencia		
Residentes que notifican problemas al gobierno	Lista	Evaluación cualitativa
Ministerios o agencias del gobierno que notifican problemas	Lista	Evaluación cualitativa
Evaluación de susceptibilidad y amenazas de deslizamiento		
Registros de ubicaciones de deslizamientos anteriores	Lista	Evaluación cualitativa
	Mapa/fotografías aéreas en formato impreso	Evaluación cualitativa
	Mapa digital	Incorporar dentro de un análisis de susceptibilidad o amenaza de deslizamiento cualitativa o semi-cualitativa basado en SIG
Factores preparatorios de deslizamientos en un área amplia (ángulos de pendientes, tipos de suelo, uso del suelo, drenaje, etc.)	Conocimiento experto local	Evaluación cualitativa
	Mapa impreso	Evaluación cualitativa
	Mapa digital	Basado en SIG: análisis de susceptibilidad de deslizamientos SIG mas modelo de pendiente infinita: análisis de amenaza cuantitativo
Datos de pendiente específicos del sitio y experto o ingeniero de deslizamientos <sup>a</sup>	Observaciones expertas	Evaluación de amenaza cualitativa o semi-cualitativa con criterios de expertos
	Parámetros físicos	Modelado mediante métodos físicos (cuantitativo)
Evaluación de exposición y vulnerabilidad		
Exposición: información de tipo y densidad de vivienda	Visitas al sitio por un oficial de la comunidad y un ingeniero <sup>a</sup>	Evaluación cualitativa
	Fotografías aéreas y mapas de uso de tierra	Evaluación cualitativa
	Mapas de propiedad de la tierra	Evaluación semi-cuantitativa
Vulnerabilidad física de los elementos en riesgo de sufrir daños por deslizamientos	Visitas al sitio por un ingeniero <sup>a</sup>	Evaluación cualitativa
	Registros de daños anteriores	Evaluación semi-cuantitativa
	Valor de los elementos en riesgo	Evaluación cuantitativa
Vulnerabilidad socioeconómica	Visitas al sitio de un sociólogo o funcionario de la comunidad	Evaluación cualitativa
	Datos de los censos	Evaluación de pobreza semi-cuantitativa o cuantitativa
	Datos de censos geo-referenciados	Evaluación de pobreza semi-cuantitativa fundada en SIG
	Encuesta de pobreza	Varios métodos
	Encuesta de pobreza geo-referenciada	Mapa directamente de SIG

a. Se pueden recopilar estos datos en el campo como parte de la revisión de la lista de preselección de comunidades o para confirmar una evaluación más amplia del riesgo de deslizamiento.

Las intervenciones MoSSaiC incluyen la construcción de redes de drenaje de agua superficial estratégicamente alineadas. Por lo tanto, cuanto más alta sea la densidad de viviendas en las áreas con red de drenajes, mayor será la eficiencia en costos en términos del número de viviendas beneficiarias por la intervención. Para estimar la eficiencia en costos de una intervención

MoSSaiC, tome en consideración el número y la densidad de las viviendas expuestas a la amenaza de deslizamientos, así como el daño potencial y los costos que podrían evitarse reduciendo la probabilidad de ocurrencia del deslizamiento. Otros factores de costo a tener en cuenta pueden ser los costos potenciales de construcción en esa ubicación (determinados por factores tales

como transporte de materiales y facilidad de excavación del material de la pendiente).

Independientemente de con qué palabras se expresen los criterios de selección, el objetivo debe ser evaluar la susceptibilidad/amenaza de deslizamientos, la exposición y la vulnerabilidad de comunidades a esa amenaza, el riesgo general de deslizamientos y la conveniencia de MoSSaiC. Los criterios específicos del proyecto se pueden utilizar para refinar y priorizar la lista de preselección de comunidades.

#### Fuentes de datos y métodos de análisis

Una vez que han sido identificados el enfoque general de la evaluación del riesgo de deslizamientos y los criterios de selección de la comunidad, considerar las fuentes específicas de información que pueden ayudar a responder estas preguntas. Confirme cómo se analizará la información, bien sea por métodos simples de reconocimiento cualitativo de campo para clasificar o calificar el riesgo de deslizamientos en comunidades o con métodos cualitativos, semicualitativos o cuantitativos, utilizando mapas digitales y Software SIG.

La tabla 4.2 proporciona una lista extensa, aunque no exhaustiva, de datos potenciales y métodos de análisis. Generalmente, cuantas más fuentes de información y de mejor calidad y análisis, más completo será el análisis del riesgo de deslizamientos. Sin embargo, no se espera, ni se requiere, que cada país tenga todos los datos aquí listados.

#### Acordar el proceso de selección de la comunidad

Cada etapa en el proceso de selección de comunidades debe ser definida y acordada por la UCM. Se debe establecer el cronograma, las funciones y las responsabilidades para realizar el análisis.

Para los ejemplos mencionados anteriormente, las principales etapas en el proceso de selección de la comunidad se pueden definir así:

- **Ejemplo 1: Proceso a priori de selección de lista de abajo a arriba**

- **Formato principal de datos:** Los datos no verificados consistentes en listas de lugares conocidos como críticos por deslizamientos y áreas donde hay preocupación (que requieren la participación de

ingenieros, técnicos de campo, funcionarios de desarrollo de comunidades, funcionarios de censos).

- **Pasos Principales:**

1. Llevar a cabo un reconocimiento de las comunidades listadas, finalizando los formularios de inventarios de taludes para captar los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad a deslizamientos.
2. Clasificar cualitativamente la amenaza, exposición y vulnerabilidad a deslizamientos, usando términos tales como bajo, medio, alto o utilizar un sistema numérico de puntuación.
3. Confirmar las clasificaciones utilizando cualquier fuente secundaria disponible de datos de amenaza (conocimiento de previos deslizamientos, fotografías aéreas, mapas relacionados con las características del talud), exposición (densidad de viviendas y tipos de construcción) e información de vulnerabilidad (encuestas de pobreza, datos de censos).
4. Priorizar comunidades sobre la base de la clasificación o la puntuación de riesgo.

- **Ejemplo 2: Proceso mediante SIG para selección de grandes áreas o de arriba a abajo**

- **Formato principal de datos:** Los datos espaciales digitales relacionados con factores de preparación y desencadenamiento de deslizamientos, antiguos deslizamientos y exposición/vulnerabilidad de comunidades

- **Pasos principales:**

1. Llevar a cabo el análisis SIG del riesgo de deslizamiento:
  - a. Mediante un análisis básico semicuantitativo de mapas SIG y la superposición de índices para indicar áreas de relativa susceptibilidad a exposición, vulnerabilidad y riesgo de deslizamientos (realizado por técnicos SIG e ingenieros geotécnicos) o
  - b. Mediante un análisis avanzado cuantitativo de mapas SIG junto

con modelos numéricos espacialmente distribuidos de estabilidad de taludes, para cuantificar la amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de deslizamientos que afecte diferentes áreas (con la participación de analistas experimentados en SIG y especialistas en modelos numéricos de deslizamientos)

3. Comparar los resultados obtenidos con una lista anterior de comunidades en riesgo o generar una nueva lista.
4. Confirmar la lista de preselección de comunidades y las prioridades de intervención utilizando métodos de reconocimiento de campo como en el ejemplo 1, basado en un juicio experto.

Acordar el método de evaluación de riesgo relativo de deslizamientos y posteriormente acordar criterios adicionales para seleccionar comunidades. Estos criterios deben responder a si una intervención tipo MoSSaiC sería adecuada, si ésta encajaría en el alcance del proyecto o en los requisitos específicos de las agencias financiadoras o del gobierno y si ésta sería eficiente en costos. Para que el proceso de toma de decisiones sea transparente, estos criterios se deben establecer antes de la generación de la lista priorizada de comunidades.

Una vez generada y confirmada la lista de comunidades elegibles mediante un recorrido breve de los lugares, los equipos de trabajo deberán realizar mapas detallados en cada comunidad para identificar las causas específicas de deslizamientos. Estos procesos específicos de taludes no se pueden identificar a distancia a partir de mapas, puesto que éstos ocurren típicamente a escalas de 1-10 m y están afectados por las actividades humanas (construcción, agricultura, etc.). El método de cartografía de acuerdo con la comunidad es el tema del capítulo 5 y es la base para el diseño de las medidas físicas de reducción del riesgo de deslizamientos del capítulo 6.

#### 4.3.3 Funciones y responsabilidades en la selección de comunidades

El proceso de selección de comunidades abarca una amplia gama de disciplinas e intereses de los participantes del proyecto. Utilizar las siguientes descripciones generales de funciones y responsabilidades para garantizar que el

proceso tiene un fundamento científico, es riguroso y transparente.

#### Unidad Central MoSSaiC

La UCM tiene las siguientes responsabilidades:

- Acordar el proceso para seleccionar comunidades quién estará involucrado en la toma de decisiones y cómo se gestionará el proceso.
- Acordar los criterios o umbrales para incluir comunidades.
- Identificar un jefe de investigación para la adquisición y análisis de datos del riesgo de deslizamientos.
- Garantizar que se cumplen los protocolos y procesos gubernamentales existentes (ej., relativos al acceso y uso de información confidencial).
- Revisar los resultados de la adquisición de datos y del proceso de análisis del riesgo de deslizamientos.
- Acordar la lista de comunidades prioritarias para una cartografía detallada y los proyectos MoSSaiC.

Para efectos de seleccionar comunidades, la UCM se puede ampliar para incluir expertos en evaluación del riesgo de deslizamientos provenientes de instituciones de educación superior locales y representantes de ministerios y entidades de servicios públicos (agua, electricidad) y datos de censos. Estas partes interesadas deben realizar lo siguiente:

- Asesorar en los aspectos técnicos para evaluar el riesgo de deslizamientos
- Proporcionar información procedente de sus instituciones o ministerios
- Asesorar en la fiabilidad de la información
- Contribuir al proceso de toma de decisiones

#### Equipos de trabajo

Los miembros de los equipos de evaluación de amenaza de deslizamientos e ingeniería, de cartografía, de enlace con la comunidad y de soporte técnico pueden estar todos incluidos en el análisis y la adquisición de datos del riesgo de deslizamientos. Las funciones básicas incluyen lo siguiente:

- Revisar los datos adquiridos y realizar la comprobación preliminar de errores.
- Procesar los datos en los formatos adecuados.



- Dirigir el reconocimiento de campo o analizar los datos para determinar la amenaza de deslizamientos y la exposición y vulnerabilidad de comunidades.
- Combinar los resultados de las evaluaciones de amenaza y vulnerabilidad para determinar el riesgo general de deslizamientos.
- Presentar los resultados de comparación del riesgo en un formato adecuado para la toma de decisiones.
- Mantener y actualizar los datos de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo para una futura utilización (si se requiere como parte del proyecto).
- Para las comunidades seleccionadas, generar mapas de base para utilizar en la cartografía de la amenaza de deslizamientos y drenaje de acuerdo con la comunidad (ver capítulo 5).

#### 4.4 MÉTODOS PARA EVALUAR LA SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS

Se pueden utilizar diferentes enfoques para evaluar la susceptibilidad o amenaza de deslizamientos relativo dependiendo de los datos, experiencia y recursos disponibles (ver lo anterior y la sección 3.4). A continuación, se encuentra una breve descripción de algunos métodos de evaluación comúnmente utilizados; estos se presentan en orden ascendente de necesidad de datos, complejidad y nivel de cuantificación:

- Reconocimiento de campo y clasificación/puntuación heurística (experto) de las amenazas de deslizamientos (resultados cualitativos a escala detallada)
- Superposición de índices obtenidos por SIG de mapas digitales utilizando un enfoque heurístico para obtener la susceptibilidad al deslizamiento (resultados cualitativos a escalas medias a regionales)
- Evaluación de la susceptibilidad y amenaza de deslizamientos según SIG utilizando métodos probabilísticos, estadísticos o deterministas (resultados semicuantitativos y cuantitativos particularmente apropiados para escalas grandes y medianas).

Independientemente de que el método utilizado sea el cualitativo simple o el cuantitativo

complejo, es importante distinguir entre la susceptibilidad a deslizamientos y la amenaza de deslizamientos:

- **La susceptibilidad a deslizamientos** se relaciona con el tipo y la distribución espacial de deslizamientos existentes o potenciales en el área. La evaluación de susceptibilidad está basada en la evaluación cualitativa o cuantitativa del rol que los factores preparatorios tienen en la estabilidad relativa de diferentes taludes o zonas. Se pueden tener en cuenta la magnitud y la velocidad de deslizamientos existentes o potenciales, pero no se especificará la frecuencia, ni el momento exacto.
- **La amenaza de deslizamientos** es la probabilidad de un deslizamiento (evaluada cualitativa o cuantitativamente) de un cierto tipo, magnitud y velocidad ocurrido en un lugar determinado. La evaluación cuantitativa de la amenaza tiene en cuenta el rol del acontecimiento desencadenante (de una probabilidad conocida) causante del deslizamiento.

La tabla 4.3 presenta una lista exhaustiva de todos los datos potenciales sobre factores ambientales relacionados con la estabilidad de taludes. Se describe la relevancia de estos datos de evaluación de susceptibilidad y amenaza de deslizamientos y se indica su aplicabilidad a diferentes escalas. No se espera que todos estos datos estén disponibles ni sean relevantes para el proceso de selección de comunidades.

La mayoría de estos métodos presentados en esta sección se pueden aplicar tanto a las evaluaciones de susceptibilidad como de amenaza de deslizamientos; la principal diferencia es si la estimación de la probabilidad de deslizamientos es específica para un lugar determinado.

##### 4.4.1 Evaluación cualitativa de amenaza de deslizamientos: Reconocimiento de campo y métodos de clasificación de amenazas

Los métodos cualitativos de evaluación de estabilidad de taludes implican su clasificación sistemática en términos relativos tales como amenaza de deslizamientos alta, media o baja o la utilización de un índice relativo derivado de un sistema de puntuación numérica. Estos métodos usualmente se basan en una combinación de juicio experto y evidencia empírica (conocimiento local o registros de anteriores deslizamientos). Éstos se pueden

**TABLA 4.3 Generalidades de los factores medioambientales y su relevancia a la susceptibilidad y evaluación de amenaza de deslizamiento**

GRUPO	CAPA Y TIPO DE DATOS	RELEVANCIA	ESCALA DE ANÁLISIS			
			R	M	G	D
Modelos de elevación digital	Gradiente de la pendiente	El factor más importante en movimientos gravitacionales	■	■	■	■
	Dirección de la pendiente	Podrían reflejar las diferencias en la humedad y vegetación del suelo	■	■	■	■
	Longitud/forma de la pendiente	Indicador para hidrología de pendiente	■	■	■	■
	Dirección del flujo	Usado en modelaje de hidrología de pendiente	■	■	■	■
	Acumulación del flujo	Usado en modelaje de hidrología de pendiente	■	■	■	■
	Alivio interno	Usado en evaluación a escala pequeña como indicador del tipo de terreno	■	■	■	■
	Densidad del drenaje	Usado en evaluación a escala pequeña como indicador del tipo de terreno	■	■	■	■
Geología	Tipos de rocas	Mapa litológico fundado en características de ingeniería en vez de en clasificación estratigráfica	■	■	■	■
	Meteorización	Profundidad del perfil de meteorización es un factor importante para deslizamientos	■	■	■	■
	Discontinuidades	Conjuntos y características de discontinuidad para deslizamientos de rocas	■	■	■	■
	Aspectos estructurales	La estructura geológica en relación con el ángulo y la dirección es pertinente para predecir deslizamientos de rocas	■	■	■	■
	Fallas	La distancia de fallas activas o el ancho de zonas de fallas es un factor importante para predecir la cartografía	■	■	■	■
Suelos	Tipos de suelos	Tipos de ingeniería de suelos fundados en clasificación genética o geotécnica	■	■	■	■
	Profundidad del suelo	Profundidad del suelo basada en perforaciones, geofísica y afloramientos son datos de capas decisivos para analizar la estabilidad	■	■	■	■
	Propiedades geotécnicas	La distribución, cohesión, ángulo de rozamiento y la densidad de masa son parámetros decisivos para analizar la estabilidad de la pendiente	■	■	■	■
	Propiedades hidrológicas	El volumen de poro, la conductividad saturada y la curva PF son los parámetros principales usados en el modelado del agua subterránea	■	■	■	■
Hidrología	Nivel freático	Profundidad espacial y temporal variable del nivel freático	■	■	■	■
	Humedad del suelo	El contenido variable espacial y temporal de humedad en el suelo es el componente principal para analizar la estabilidad	■	■	■	■
	Componentes hidrológicos	Interceptación, evapotranspiración por caída, flujo terrestre, infiltración, percolación, etc.	■	■	■	■
	Red de arroyos	Zonas de amortiguación alrededor de arroyos de primer orden o amortiguación alrededor de ríos que erosionan	■	■	■	■
Geomorfología	Unidades fisiográficas	Provee una primera subdivisión del terreno en zonas, lo cual es importante para cartografiar a escala menor	■	■	■	■
	Unidades de cartografía del terreno	Homogéneo con respecto a la litología, la morfografía y los procesos	■	■	■	■
	Unidades geomorfológicas	Clasificación genética de los principales procesos de construcción de relieves	■	■	■	■
	(Sub) unidades geomorfológicas	Subdivisión geomorfológica de un terreno en unidades más pequeñas, también llamados facetas de una pendiente	■	■	■	■
Uso del suelo	Mapa del uso del suelo	El tipo de uso del suelo/cobertura del suelo es un componente principal para analizar la estabilidad	■	■	■	■
	Cambios en el uso del terreno	La variación temporal del uso del suelo/cobertura del suelo es un componente principal para analizar la estabilidad	■	■	■	■
	Características de la vegetación	El tipo de vegetación, la cobertura vegetal, la profundidad del enraizamiento, la cohesión de las raíces, peso, etc.	■	■	■	■
	Carreteras	La amortiguación alrededor de carreteras en áreas de pendientes con cortes para carreteras a menudo se usan como mapas de factores	■	■	■	■
	Edificios	Áreas con cortes en las pendientes hechos para levantar construcciones se usan a veces como mapas de factores	■	■	■	■

Fuente: van Westen, Castellanos Abella y Sekhar, 2008.

Nota: R = regional; M = media; G= grande; D = detallada; ■ = muy aplicable; ■ = moderadamente aplicable; ■ = menos aplicable.

utilizar como un medio de evaluación inicial de estabilidad de taludes en campo o en combinación con sensores remotos, SIG y métodos de cartografía.

El reconocimiento de campo y los métodos de clasificación de amenazas se pueden utilizar para seleccionar comunidades de dos maneras:

- Como método principal, con un enfoque de abajo a arriba (lista), cuando las comunidades solicitan ayuda y las agencias del gobierno y/o representantes de la comunidad las incluyen en la lista y cuando hay datos de mapas digitales insuficientes para una evaluación de la susceptibilidad o amenaza de deslizamientos, de arriba a abajo/área extensa.
- Como segundo paso en un enfoque de arriba a abajo, como medio de verificación y priorización de comunidades identificadas a través de la cartografía de susceptibilidad o amenaza para áreas extensas mediante SIG.

Una vez se ha seleccionado la comunidad para la intervención MoSSaiC, se utilizan métodos similares para la cartografía de taludes de características detalladas de acuerdo con la comunidad. Este proceso de cartografía detallado se describe en el capítulo 5.

Estos métodos se aplican usualmente junto con una evaluación de la exposición y la vulnerabilidad de los elementos en riesgo (ver sección 4.5) para llegar a un índice general del riesgo de deslizamientos (sección 4.6). El reconocimiento de campo y los métodos de clasificación de amenazas también se utilizan en el desarrollo de una base de datos nacional de estabilidad de taludes (o registro de riesgo) para usar en la gestión de deslizamientos.

Una limitación de este tipo de enfoques es la dificultad para lograr evaluaciones consistentes de amenaza de deslizamientos. Es inevitable que profesionales diferentes establezcan criterios distintos sobre el mismo talud y clasifiquen de forma diferente las amenazas que se observan en áreas extensas. En muchos países, los sistemas de puntuación numérica han sido desarrollados para permitir inclusive a geólogos e ingenieros con poca experiencia llevar a cabo evaluaciones de taludes consistentes y repetitivas. Al final de esta subsección se describen ejemplos de sistemas de puntuación numérica.

**FIGURA 4.2 Reconocimiento de campo**



#### Procedimiento general de reconocimiento de campo de amenaza de deslizamientos

1. Obtener cualquier mapa existente del área y, si es necesario, garantizar el derecho de acceso al lugar. Atravesar el área a pie (figura 4.2) e identificar cualquier característica que indique una amenaza de deslizamientos. Considerar el ángulo de talud, tipo de material y propiedades (formación del suelo, meteorización y dureza, permeabilidad), hidrología y drenaje del talud (zonas de convergencia, rutas de drenaje), vegetación, carga y deslizamientos existentes o anteriores (como están descritos en el capítulo 3).
2. Identificar cualquier elemento expuesto a una amenaza potencial o existente y determinar su vulnerabilidad (grado del daño) a tal evento (ver sección 4.5 sobre evaluación de la vulnerabilidad).
3. Registrar clara y consistentemente las observaciones en el formulario de reconocimiento de taludes diseñado para este propósito. Dibujar o tomar fotografías de las características clave de los taludes y, si hay información para adicionar al mapa digital, utilizar un receptor manual de sistema de posicionamiento global (GPS) para registrar su localización. En esta etapa, no es necesaria la cartografía detallada de la comunidad o medir los parámetros del talud; esto se

llevará a cabo si se selecciona la comunidad para una intervención de mitigación de deslizamientos (ver capítulo 5).

4. Definir un criterio para el nivel de susceptibilidad a deslizamientos —alto, medio, bajo— y la probabilidad de ocurrencia de la amenaza o utilizar un sistema de calificación numérico para obtener una puntuación para la amenaza. A continuación se describen diferentes métodos para ello.

#### Marcos para clasificar la amenaza de deslizamientos

Debido a la inherente subjetividad de los métodos cualitativos, es importante realizar un proceso de evaluación de taludes lo más transparente posible, registrando clara y sistemáticamente las observaciones y los criterios. Los formularios básicos actúan simplemente como registro de observaciones; los métodos más sofisticados permiten calificar numéricamente diferentes características de taludes, sobre la base de su posible contribución a la estabilidad/inestabilidad de los taludes. Para ello, se debe desarrollar un formulario estándar de reconocimiento del talud (cuadro 4.4). Éste se puede adaptar de los utilizados en otros países.

Una vez se han registrado las características del talud en el formulario previamente acordado, se debe evaluar la amenaza de deslizamientos en términos de tipo, probabilidad y magnitud de deslizamientos potenciales. La probabilidad de un deslizamiento se describe usualmente en términos de la frecuencia esperada o el periodo de retorno o en términos cualitativos con respecto a otros taludes. La tabla 4.5 ofrece un ejemplo de sistemas de clasificación de probabilidad de deslizamientos.

La magnitud del potencial de deslizamiento contiene al menos dos componentes: una estimación del tamaño potencial del área de la falla (o el volumen del terreno desplazado; ver la siguiente ecuación dada por Cruden y Varnes (1996) y alguna descripción de lo que ocurrirá al material que ha fallado, tal como la distancia/profundidad/velocidad/volumen de desviación.

Volumen de terreno desplazado =  $1/6\pi \times D \times W \times L$   
En la cual:

$D$  = Máxima profundidad de la superficie de deslizamiento por debajo de la superficie del terreno original

$W$  = Máxima anchura entre los flancos de deslizamiento perpendicular a la longitud,  $L$

$L$  = Mínima distancia desde la corona hasta la punta del deslizamiento

Los métodos empíricos para la estimación de la distancia de desplazamiento y la profundidad del material que ha fallado, requieren pocos parámetros medibles. Si el tipo de deslizamiento se identifica correctamente y se usan las ecuaciones apropiadas, Wong y Ho (1996, 419) aseguran que tal enfoque da como resultado una “evaluación rápida y realista del rango probable” de las distancias y profundidades de la desviación.

Un enfoque como el de Finlay, Mostyn y Fell (1999) requiere tres parámetros que se pueden estimar o modelar fácilmente en el terreno: el ángulo del talud inicial, la profundidad máxima de la superficie del deslizamiento potencial y la altura de la cresta del deslizamiento por encima de la base de la pendiente. Ver sección 3.3.2 para una definición de estas características del deslizamiento.

Si se ha utilizado un sistema de puntuación numérica, los valores de la probabilidad y magnitud del deslizamiento se deben sumar para obtener una puntuación total de la amenaza. De lo contrario, se debe describir el nivel de amenaza con relación a otros taludes utilizando términos tales como alto, moderado o bajo y proveer la justificación lógica para su evaluación. Una vez que se ha evaluado la vulnerabilidad de la comunidad a deslizamientos (sección 4.5), la puntuación o la clasificación de la amenaza se combinan con la puntuación o la clasificación de la vulnerabilidad para proveer una indicación del riesgo general de deslizamientos previsto para cada comunidad.

#### Ejemplos

Los detalles de los métodos de evaluación de lugares específicos de los taludes y los inventarios de taludes resultantes, raramente se publican por los gobiernos. En particular, no existen buenos ejemplos de métodos sistemáticos de campo para evaluaciones cualitativas de la

**TABLA 4.4 Secciones típicas de un formulario de reconocimiento de pendiente**

CARACTERÍSTICAS DE PENDIENTE	DESCRIPCIÓN
Ángulo de pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poco pronunciada (&lt;15°) a muy escarpada (&gt; 45°)</li> </ul>
Topografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cóncava/convexa/plana/montículos/compleja/abancalada</li> </ul>
Material que forma la pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de meteorización como indicador de dureza (de lecho de roca a suelos residuales y coluvión)</li> <li>Profundidad del suelo al lecho de roca</li> </ul>
Meteorización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo: indistinto/arroyuelo/cárcava/tubería/lavado</li> <li>Extensión: aislado o en áreas pequeñas/múltiples características/casi un área continua</li> </ul>
Características geológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afloramiento del lecho de roca</li> <li>Presencia de diaclasas</li> <li>Espacios de las diaclasas: anchas (masivas)/medianas (en bloque)/cercanas (fracturadas)</li> </ul>
Humedad en la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión: aislada/substantial</li> <li>Ubicación: base de pendiente/media pendiente/zona de convergencia/interfaz de estratos/otros</li> <li>Ocurrencia: únicamente después de lluvia/época de lluvia/todo el año</li> </ul>
Filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión: aislada/sustancial</li> <li>Ubicación: planos de estratificación/diaclasas/zona de cizalla/interfaz de estratos</li> <li>Agua: clara/turbia</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo (%): hierba/arbusto/bosque/cultivado/otro</li> <li>Densidad: escasa/moderada/densa</li> </ul>
Estabilidad del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocido: actividad anterior de deslizamientos/áreas propensas a deslizamientos</li> <li>Indicadores: basculación de árboles o estructuras/tierra en montículos/grietas de tensión/otros</li> </ul>
Impacto humano adverso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excavación de pendiente/carga/eliminación de vegetación/irrigación/minería/filtración de agua/fallos en el drenaje</li> </ul>
Boceto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sección transversal de pendiente indicando geometría, estrato, características geológicas, filtración, humedad en tierra, vegetación, indicadores de estabilidad en el sitio, impactos humanos adversos y ubicación de cualquier elemento en riesgo</li> <li>Plano de pendiente indicando las características anteriores y la ubicación de deslizamientos anteriores</li> </ul>
Amenaza de deslizamiento (ver capítulo 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de deslizamiento: caída/vuelco/deslizamiento/flujo/complejo</li> <li>Material de pendiente: lecho de roca/material no consolidado</li> <li>Posibilidad de deslizamientos (ver tabla 4.5)</li> <li>Magnitud de deslizamientos: tamaño estimado de una falla potencial y la distancia potencial de desviación (Finlay, Mostyn y Fell, 1999)</li> <li>Puntuación de amenaza (si se usa un sistema de puntaje numérico)</li> </ul>

estabilidad de taludes en comunidades urbanas de países en vías de desarrollo.

Sin embargo, se presentan a continuación tres casos de estudio para ejemplificar los principios generales de esta clase de evaluación de estabilidad de taludes. Estos principios son los siguientes:

- Se debe definir claramente el objetivo del estudio de campo, en primer lugar para desarrollar una lista priorizada de taludes en comunidades específicas, pero también para liderar potencialmente el establecimiento de una base de datos nacional de taludes, de deslizamientos observados y de obras de estabilización del talud.

**TABLA 4.5 Ejemplo de un sistema de clasificación de deslizamientos probables**

PUNTAJE TOTAL	DESCRIPCIÓN DE LA PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ANUAL INDICATIVA	NIVEL DE AMENAZA
5	Se espera que el evento ocurra y puede ser desencadenado por condiciones esperadas en un periodo de 2 años	0,5	Muy Alta
4	Se espera que el evento ocurra y puede ser desencadenado por condiciones esperadas en un periodo de 2 a 5 años	0,5–0,2	Alta
3	El evento probablemente ocurrirá bajo condiciones adversas esperadas en un periodo de 5 a 50 años	0,2–0,02	Moderada
2	El evento posiblemente podría ocurrir bajo condiciones adversas esperadas en un periodo de 50 a 500 años	0,02–0,002	Baja
1	Es poco probable que el evento ocurra bajo condiciones adversas esperadas en periodo de 500 a 5.000 años	0,002–0,0002	Muy baja

*Fuente:* Medidas indicativas de amenaza de deslizamiento según la Sociedad Australiana de Geomecánica, 2000 y Ko Ko, Flentje y Chowdhury, 2004.

- Los requisitos de información y métodos de evaluación se deben adaptar a las condiciones locales (tipo de talud, tipo de deslizamientos, conocimiento local de deslizamientos).
- El método de evaluación se debe formalizar para permitir la formación de los técnicos de campo y la consistencia en la recolección de datos de diferentes equipos de campo a lo largo del tiempo.

Los siguientes tres casos de estudios ejemplifican esos principios que se han extraído de Hong Kong SAR, China; Australia y Estados Unidos.

- **Ejemplo 1: Oficina de Ingeniería Geotécnica, Hong Kong SAR, China.** Hong Kong SAR, China, es un líder mundial en términos del establecimiento de una amplia base de datos de taludes y deslizamientos, evaluación de amenaza y riesgo de deslizamientos y la gestión de las pendientes naturales y las artificiales. El Nuevo Sistema de Clasificación de Prioridades se utiliza para la evaluación de taludes de corte de suelos, taludes de corte de roca, muros de contención y taludes de relleno. Para cada tipo de talud, un equipo de campo registra la geometría detallada de la pendiente, los materiales de la pendiente expuestos, la protección y drenaje de la pendiente, los signos de inestabilidad, los criterios de ingeniería en cuanto a la peligrosidad y la ubicación de las instalaciones (edificios

y vías) con respecto a la pendiente. Los técnicos e ingenieros utilizan hojas de cálculo para asignar puntuaciones numéricas a cada característica de la pendiente y obtener las puntuaciones de inestabilidad y sus consecuencias. Las pendientes pueden, por lo tanto, ser priorizadas para las medidas de mantenimiento y supervisión de remediación (Cheng, 2009).

- **Ejemplo 2: Universidad de Wollongong, Australia.** Ko Ko, Flentje y Chowdhury (2004) reportan un método para evaluar la estabilidad de las cuatro clases de taludes: taludes naturales, terraplenes, taludes de roca o detritos y cortes de suelo. Ellos incluyen una ficha técnica de campo de muestra para registrar las características de las pendientes naturales y asignar puntuaciones numéricas para describir su influencia en la amenaza de deslizamientos. Se definen cinco categorías de amenaza relativa (desde muy alta a muy baja) que se relacionan con la puntuación total. Se identifica entonces, una probabilidad de deslizamiento basada en la puntuación y el criterio de expertos. Este índice de amenaza se puede combinar con una puntuación de la consecuencia (vulnerabilidad, también descrita en el documento) para indicar el riesgo de deslizamientos relativo asociado a una pendiente determinada. Los autores concluyen que, mediante el uso de estos métodos, la observación cuidadosa

y el criterio experto de las características de la pendiente pueden proporcionar medios rápidos de priorización de las pendientes para una evaluación y reducción del riesgo de deslizamientos más detallada.

- **Ejemplo 3: Administración Federal de Carreteras de EE.UU.** Varios estados de EE.UU., han desarrollado métodos de evaluación de pendientes basados en el terreno, enfocándose en el riesgo de las carreteras y sus usuarios. Liang (2007) ofrece una crítica útil de varios de estos métodos y del marco de gestión de taludes desarrollado en Hong Kong SAR, China (ver más arriba). Se incluyen en los apéndices de los informes los formularios de reconocimiento de la amenaza de deslizamientos utilizados por el Departamento de Transporte de Ohio. Si bien esto no es directamente aplicable a los deslizamientos urbanos en los países en vías de desarrollo, este informe demuestra los principios de la evaluación según el sitio de las pendientes y el uso de esta información en la priorización del gasto en la reducción del riesgo de deslizamientos.

#### 4.4.2 Cartografía cualitativa de susceptibilidad a deslizamientos: Métodos de superposición de índices SIG

La estabilidad de un talud está relacionada con factores medioambientales como el ángulo de la pendiente, topografía, drenaje (en la superficie y en la tierra), tipo de suelo, características geológicas, uso del suelo, cubierta vegetal. En muchos países, hay disponibilidad de mapas digitalizados de estos factores medioambientales a escalas pequeñas (regional) de 1:250.000 a 1:100.000, a escalas medias de 1:50.000 a 1:25.000 y a veces a grandes escalas de 1:10.000. Si el software SIG y el conocimiento también están disponibles, es posible analizar los mapas digitales y producir mapas de susceptibilidad, amenaza o riesgo de deslizamientos a estas escalas. Las cuatro clases principales de evaluación de deslizamientos mediante SIG son heurísticos (expertos), probabilísticos, estadísticos y deterministas.

Esta sub-sección describe los principios básicos de los métodos heurísticos mediante SIG para la cartografía de susceptibilidad al deslizamiento y presenta los casos de estudio relacionados. Estos métodos están estrechamente relacionados con el enfoque de

puntuación numérica, de uso frecuente en el reconocimiento de campo, donde se asignan puntuaciones (un índice) a las diferentes características de la pendiente, suelo, geología, drenaje y uso del suelo. Estas capas se superponen y se pondera la influencia de los diversos factores medioambientales para reflejar su importancia en la determinación de la estabilidad de la pendiente. Este procedimiento comúnmente se llama análisis de superposición de índices. Los métodos mediante cartografía SIG permiten evaluar la estabilidad de taludes en grandes áreas continuas, en vez de solo considerar sitios aislados. Dado que el entorno SIG permite que se añadan muchas capas de información, un mapa de susceptibilidad/amenaza de deslizamientos se puede añadir a un mapa de vulnerabilidad para obtener un mapa general de riesgos.

Con el enfoque de mapas heurísticos es esencial el conocimiento experto de los factores medioambientales locales de deslizamientos. Idealmente, si se conocen las ubicaciones y tipos de deslizamientos anteriores y existe cartografía, esta información se puede utilizar directamente para calcular las ponderaciones apropiadas para los factores medioambientales en cada capa del mapa de amenaza de deslizamientos. En muchos países, no siempre se mantiene un registro de deslizamientos o si existe, puede que no sea muy completo. En ausencia de un inventario de deslizamientos, el analista debe aplicar el conocimiento local y el criterio de expertos en la ponderación de los diferentes factores ambientales. Esto se traduce en un mapa cualitativo que indique la susceptibilidad relativa a deslizamientos.

Las limitaciones de los enfoques mediante SIG están relacionadas con la disponibilidad, calidad y escala de los datos digitales y la experiencia del analista. Tener en cuenta que los procesos de deslizamiento tienden a estar altamente localizados y usualmente no se pueden capturar a una escala de área extensa.

Observe que un **mapa de susceptibilidad a deslizamientos** simplemente identifica la variación espacial de los diferentes conjuntos de características de la pendiente y cómo la propensión al deslizamiento en estas pendientes se relaciona entre sí. Un **mapa de amenaza de deslizamientos** contiene más información al indicar tanto la probabilidad espacial como la temporal de ocurrencia de un deslizamiento,

es decir la ubicación y el tiempo de los eventos potenciales de deslizamiento.

#### Procedimiento general para la superposición de índices SIG

1. Adquirir los datos digitales disponibles de los factores medioambientales asociados con la estabilidad de taludes, incluyendo los datos de elevación (por ejemplo, mapas de curvas de nivel), geología, suelos y mapas de uso del suelo. Si los datos importantes relativos a un factor medioambiental particular no están disponibles en formato digital, pero sí en papel, éstos pueden tener que ser digitalizados. Existen numerosos métodos de campo y de detección remota para la generación de datos espaciales digitales; estos no se revisarán aquí ya que pueden representar una inversión financiera o tiempo significativo que podrían no estar dentro del alcance del proyecto.
2. Convertir las capas de datos digitales al formato correcto para la plataforma SIG elegida. Puede ser necesario para referencias geográficas, transformar o re-proyectar los datos de manera que todas las capas estén en el mismo sistema de coordenadas y proyección geográfica. Verificar la exactitud e integridad de los datos y hacer las correcciones necesarias.
3. Utilizar los datos de elevación para generar un modelo de elevación digital en formato raster o vectorial (basado en red o en red irregular triangular). Utilizar las herramientas del entorno SIG para obtener los factores clave de estabilidad de la pendiente a partir del modelo digital de elevación, tales como ángulo de la pendiente, aspecto y longitud; diferencia máxima de alturas y rutas de drenaje.
4. Procesar otras capas de mapas para obtener información útil. Los mapas geológicos se pueden reinterpretar en términos de clasificaciones de ingeniería geológica (en relación con la composición y dureza de la roca). Las profundidades y durezas del suelo a veces se pueden inferir o aproximar partiendo de mapas de meteorización o tipo de suelo. A pesar de la importancia de las propiedades del suelo para predecir la estabilidad de la pendiente, a menudo hay muy pocos datos directos sobre la resistencia del suelo, hidrología o profundidad en áreas extensas. En muchos casos, los datos limitados sobre suelos se deberán aumentar por medio del conocimiento local y mediante la verificación de las características del suelo en sitios seleccionados.
5. Para cada factor medioambiental, convertir el rango de valores de los datos en esa capa en un índice que describe la contribución relativa a la estabilidad de la pendiente. Los valores de índice bajos se pueden asignar a características de la variable medioambiental asociadas con pendientes estables (como un suelo o lecho de roca sólida); los valores de índice altos indican una correlación con pendientes menos estables (por ejemplo, suelos débiles). Ordenar así cada factor de índice (capa SIG) desde suelo llano a pendientes escarpadas, suelos superficiales a suelos profundos, suelos resistentes a suelos débiles, vegetación establecida de raíces profundas a suelo yermo, etc. Este proceso es similar a los sistemas de puntuación numéricos aplicados en los métodos de reconocimiento de pendientes. Dentro de cada factor medioambiental o capa, normalizar los valores de índice de 0 a 1.
6. Aplicar una ponderación a cada una de las capas normalizadas indexadas y superponerlas combinándolas para obtener un mapa general de susceptibilidad a deslizamiento. Cuanto mayor sea la puntuación total, más susceptible es la unidad de terreno o celda de cuadrícula a deslizamientos. Utilizar la experiencia y el conocimiento local para determinar cuánto influye cada tipo de factor ambiental en la estabilidad de la pendiente y por lo tanto, asignar la ponderación correspondiente a cada capa. Se han desarrollado varios métodos para la ponderación sistemática. Éstos incluyen los siguientes:
  - **Métodos directos**, basados en la opinión de expertos y la experiencia de campo.
  - **Comparación entre pares**, utiliza una matriz de comparación en la cual se toma cada factor medioambiental y se compara con cada otro factor para evaluar, dentro de cada par, cuál es el factor que contribuye



más significativamente a la estabilidad de la pendiente.

- **Clasificación**, ordena los factores medioambientales de acuerdo con su influencia esperada sobre la estabilidad de la pendiente y luego normaliza la lista clasificada entre 0 y 1.
- **Métodos indirectos**, utiliza métodos estadísticos para ponderar según datos de anteriores deslizamientos y de los factores causales inferidos.

El mapa de superposición de índices resultante presenta la susceptibilidad a deslizamientos relativa de las diferentes unidades de terreno (en el caso de los mapas vectoriales) o células de la cuadrícula (mapa raster) en una resolución determinada, para los datos digitales originales y cualquier transformación SIG de esos datos.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos, ambos de Cuba, ilustran una evaluación de la susceptibilidad a deslizamientos mediante SIG.

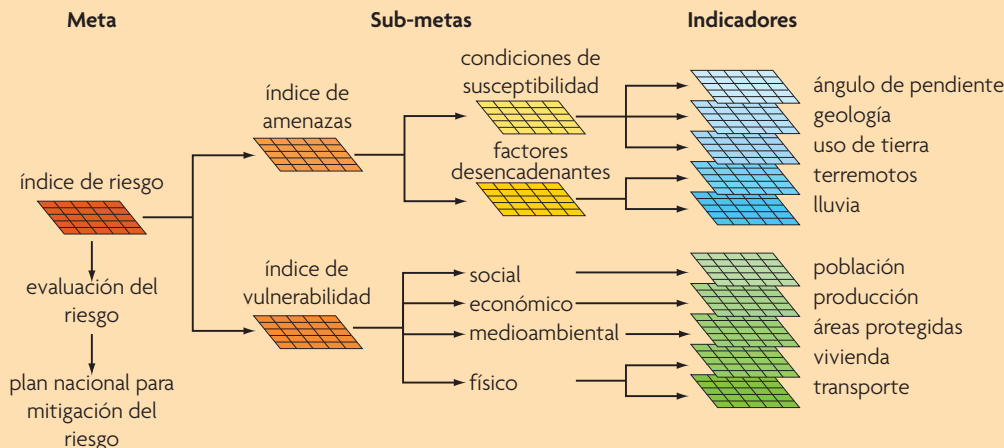
- **Cuba: Proyecto Nacional de Evaluación del riesgo de deslizamientos.** Cuba es reconocida por tener una estrategia más amplia de gestión de riesgo a nivel nacional que muchos otros países en la región del Caribe. Sin embargo, debido a que las pérdidas por deslizamiento siguen siendo altas, en 2004 la organización Defensa Civil Nacional de Cuba y el Instituto de Geología y Paleontología iniciaron un nuevo proyecto de evaluación de riesgos de deslizamiento nacional.

En ausencia de un inventario nacional de deslizamientos suficiente, se tomó un enfoque cualitativo: la aplicación de las técnicas de evaluación de múltiples criterios espaciales en un entorno SIG para desarrollar un mapa de índice de riesgo de deslizamientos nacional. Castellanos Abella y van Westen (2007) reportan el desarrollo y aplicación de este enfoque que se resume brevemente a continuación.

Se realizó la cartografía digital de cinco indicadores de susceptibilidad a deslizamiento y cinco indicadores de vulnerabilidad en un tamaño de celda de 90 x 90m. Los expertos estandarizaron y ponderaron cada indicador en función de su contribución a la susceptibilidad o vulnerabilidad a deslizamiento con el fin de producir una medida del riesgo de deslizamientos. Se utilizaron tres métodos de ponderación (ponderación directa, comparación por pares y clasificación) y los valores asignados combinados para producir un índice del riesgo de deslizamientos. Las autoridades locales utilizan los mapas resultantes para identificar las zonas de alto riesgo que requieren una investigación del deslizamiento más detallada a fin de identificar las estrategias adecuadas de gestión del riesgo de deslizamientos (figura 4.3).

- **Cuba: Evaluación cualitativa a escala media de susceptibilidad al deslizamiento.** Un segundo ejemplo útil de Cuba es la evaluación cualitativa de la susceptibilidad a deslizamientos en San Antonio del

**FIGURA 4.3 Métodos para desarrollar un mapa índice nacional de riesgo de deslizamiento para Cuba**



Fuente: Castellanos Abellá y van Westen, 2007.

Sur, Guantánamo, a una escala de 1:50.000. La primera etapa del análisis fue la preparación de un mapa geomorfológico a partir de fotografías aéreas y trabajo de campo. El proyecto identificó 603 unidades de cartografía de terreno de origen homogéneo geomorfológico, fisiografía, litología, morfometría y tipo de suelo.

La observación resultante de los factores locales que contribuyen a los deslizamientos permitió el desarrollo de valores de ponderación para la cartografía de la susceptibilidad al deslizamiento. Una vez más, se utilizaron tres métodos de ponderación —ponderación directa, comparación entre pares y orden de clasificación. Esta identificación heurística de unidades de cartografía del terreno local y de observaciones relacionadas con la estabilidad de la pendiente permitieron la realización de un mapa cualitativo de susceptibilidad al deslizamiento con una resolución más detallada de lo que hubiera sido posible con el método convencional de superposición de índices aplicado a escala nacional (Castellanos Abella y van Westen, 2008).

#### **4.4.3 Susceptibilidad a deslizamientos semicuantitativa y cuantitativa y métodos de cartografía de amenazas.**

El tercer grupo de los métodos de cartografía del riesgo de deslizamientos basado en el sistema SIG comprende datos más complejos y requiere niveles más altos de experiencia científica que los enfoques cualitativos descritos anteriormente. Los modelos probabilístico, estadístico y determinista pueden arrojar medidas cuantitativas o semicuantitativas del riesgo de deslizamientos que incluyen predicciones indicativas o numéricas de probabilidad de deslizamientos. A continuación presentamos un breve resumen de estos métodos; se presume que los equipos con los niveles de experiencia requeridos ya tienen conocimiento de estos métodos y de los requisitos de estos datos.

##### **Enfoques probabilísticos**

Los enfoques probabilísticos requieren un inventario exhaustivo de anteriores deslizamientos, es decir, su ubicación relacionada con factores medioambientales (topografía, geología, tierra, drenaje, etc.) y su ocurrencia en el tiempo relacionada con los efectos desencadenantes (tales

como lluvias). En muchos casos también incluyen la información sobre los daños causados, lo cual permite deducir la vulnerabilidad de los elementos que están en riesgo. Algunos de los mejores ejemplos de bases de datos sobre deslizamientos de tierra a nivel de países se pueden encontrar en Canadá; Colombia; Francia; Hong Kong SAR, China; Italia y Suiza. El análisis de estos datos, dentro del escenario SIG (y a menudo en combinación con métodos heurísticos) puede permitir la predicción y cartografía de deslizamientos futuros en términos del intervalo medio de recurrencia, la densidad del deslizamiento y la probabilidad de rebasar las previsiones.

##### **Métodos estadísticos**

Los métodos estadísticos también requieren datos de los anteriores deslizamientos. En este caso, se evalúa estadísticamente la influencia de los factores medioambientales individuales o la combinación de factores que contribuye a las fallas en las pendientes. Por lo tanto, se puede deducir indirectamente la susceptibilidad a deslizamientos mediante la aplicación de estas relaciones de causalidad en zonas extensas. Los enfoques estadísticos bivariantes, tales como los métodos de ponderación de las pruebas, consideran cada mapa causal separadamente, con el propósito de obtener valores ponderados de dicho factor medioambiental. Estos métodos se utilizan ampliamente junto con métodos heurísticos. Los enfoques multivariantes utilizan métodos tales como regresión logística, redes neurales artificiales y una lógica difusa para establecer la contribución relativa de todos los factores medioambientales causativos y poder determinar el riesgo de deslizamiento de una determinada unidad de tierra.

Los métodos estadísticos tienen limitaciones como la inherente generalización de los factores causativos de los deslizamientos, es decir, la suposición de que la misma combinación de factores producirá deslizamientos en toda el área de estudio. Esta limitación se magnifica si los datos de los anteriores deslizamientos no diferencian los tipos de deslizamientos, si los datos de los deslizamientos son incompletos o si los mapas del factor medioambiental no son lo suficientemente detallados como para captar las variaciones locales.

### Enfoques deterministas

Los enfoques deterministas asumen el riesgo de deslizamientos en términos de los procesos físicos subyacentes. Para las aplicaciones de ingeniería y geotecnia, el modelo determinista generalmente se lleva a cabo a escala de las secciones transversales de cada pendiente. Sin embargo, en un entorno SIG la capacidad para representar los parámetros de una pendiente sobre una zona extensa permite un modelo determinista espacialmente distribuido de estabilidad de la pendiente. Estos métodos se aplican más apropiadamente sobre áreas pequeñas tales como las cuencas o subcuencas de ríos y a escalas detalladas ya que requieren grandes cantidades de datos de buena calidad espacialmente distribuidos y relacionados con la topografía, la profundidad y dureza del suelo y las propiedades hidrológicas. Se utiliza un modelo de elevación digital para determinar la infiltración de la lluvia y del agua de la superficie, los niveles de agua subterránea y las presiones de poro del agua. Un modelo típicamente determinista distribuido utiliza una ecuación simple de estabilidad de laderas infinitas junto con cálculos hidrológicos bidimensionales de las laderas para determinar el factor de seguridad de cada unidad cartográfica o célula de red.

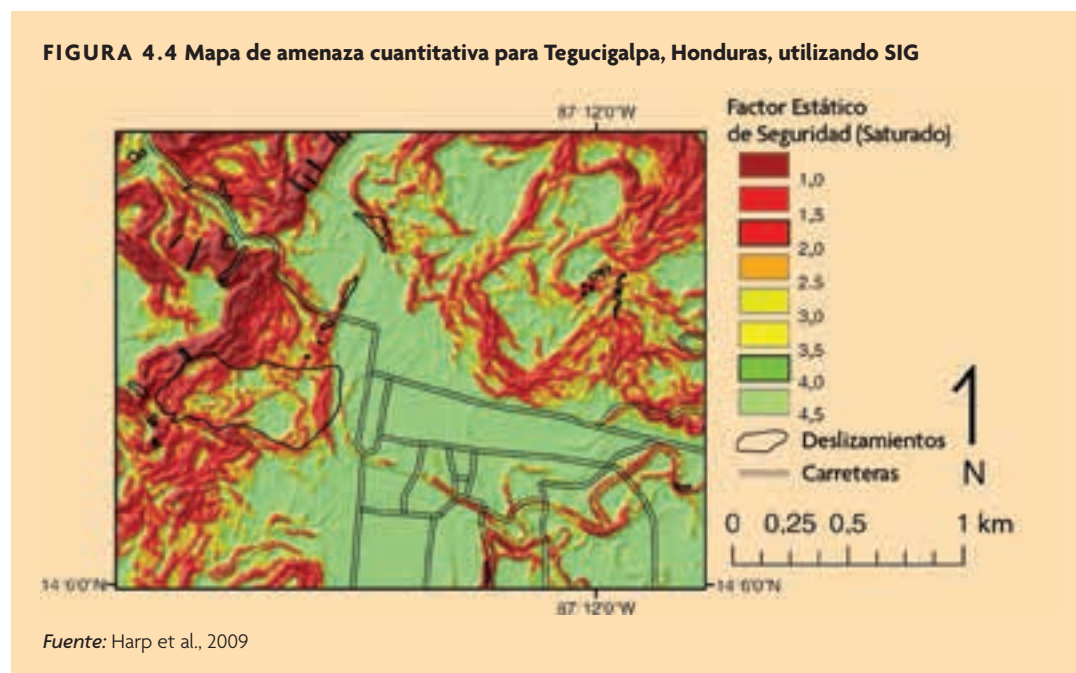
Los ejemplos de modelos deterministas incluyen el modelo de deslizamiento poco profundo (SHALSTAB) desarrollado por

Montgomery y Dietrich (1994) y disponible como ArcScript para su uso en ArcView SIG y el modelo Mapa de Índices de Estabilidad –*Stability Index Mapping* (SINMAP, por sus siglas en inglés)– desarrollado por Pack, Tarboton y Goodwin (1998), el cual también está disponible en formato para ArcView SIG.

El gráfico 4.4 muestra los resultados de tal análisis para la evaluación del riesgo del flujo de derrubios en Tegucigalpa, Honduras. Los datos espaciales para este estudio de Harp et al. (2009) incluyeron un modelo de elevación digital (para obtener el ángulo de la pendiente), un mapa geológico (para derivar la dureza material) y un inventario del flujo de derrubios desencadenado por el huracán Mitch en 1998. Un modelo de estabilidad de laderas infinitas (basado en el enfoque del equilibrio límite como se describe en el capítulo 3) fue utilizado para predecir el factor de seguridad de la pendiente y por lo tanto, para determinar el riesgo del flujo de derrubios en las diferentes laderas.

Los métodos deterministas también se pueden aplicar para predecir la desviación del deslizamiento, la distancia de su trayectoria, la velocidad y la profundidad de los derrubios del deslizamiento. El desarrollo y la aplicación de tales enfoques requieren datos exhaustivos y una experiencia importante y por lo tanto, no son necesariamente apropiados para la selección de una comunidad.

**FIGURA 4.4** Mapa de amenaza cuantitativa para Tegucigalpa, Honduras, utilizando SIG



#### 4.5 EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE COMUNIDADES FRENTE A DESLIZAMIENTOS

Una vez identificada la susceptibilidad o el riesgo de deslizamientos para un cierto número de comunidades o quizá a una escala espacial más extensa, utilizando métodos de sistemas SIG, el siguiente paso es considerar cuáles son las consecuencias de un deslizamiento en términos de exposición y vulnerabilidad de los diferentes elementos (personas y propiedad) a dicho riesgo. El riesgo general de deslizamientos es la combinación de amenaza, exposición y vulnerabilidad.

**La exposición** describe la ubicación de un elemento particular con respecto al deslizamiento potencial, bien sea en los márgenes superiores o laterales de la pendiente, dentro de la masa que ha fallado o en la trayectoria de los derrubios. En la selección de comunidades para una potencial intervención de MoSSaiC, se debe tener en cuenta tanto el número de viviendas expuestas a cada amenaza de deslizamientos, como la densidad de las viviendas dentro de esa zona de riesgo (normalmente expresada como la proporción de tierra cubierta por viviendas). La densidad de las viviendas es especialmente importante ya que los proyectos MoSSaiC involucran la construcción de una red de drenaje en la superficie para mejorar la estabilidad de la pendiente y reducir el riesgo para varias viviendas. Cuanto mayor sea la densidad de viviendas, más hogares se beneficiarán de la construcción del drenaje.

**La vulnerabilidad** de los elementos expuestos se expresa en términos de grados de daños (o pérdidas) potenciales con respecto a la magnitud (o intensidad) de un determinado deslizamiento. Los proyectos MoSSaiC están dirigidos a comunidades tanto física como socioeconómicamente más vulnerables. Al igual que con la evaluación del riesgo de deslizamientos, la escala de esta evaluación puede variar de un nivel concreto de vivienda a un nivel regional y, en consecuencia, los requisitos de los datos, la metodología y los resultados variarán. La exposición a menudo se considera conjuntamente o como parte integral de la vulnerabilidad (Crozier y Glade, 2005).

En la Tabla 4.6 se identifican las formas en las cuales la exposición y la vulnerabilidad de

los diferentes elementos en riesgo podrían estar representadas a diferentes escalas espaciales. Los datos sobre edificios, población y factores económicos que describen la exposición y vulnerabilidad al deslizamiento tanto física como socioeconómica de comunidades urbanas son de particular importancia para MoSSaiC.

A escalas medianas de cartografía, la exposición y vulnerabilidad **física** de la comunidad se puede describir simplemente en términos de cómo muchos edificios (viviendas) se podrían afectar por la ocurrencia de un deslizamiento. A una escala más detallada, para una determinada ubicación y magnitud del deslizamiento, la exposición y vulnerabilidad física de una vivienda se puede describir en términos de qué tan fácilmente ésta podría sufrir daños. Por ejemplo, si es golpeada por un deslizamiento de tierra pequeño, una vivienda de hormigón con buenos cimientos puede tener menos probabilidad de ser derrumbada, que una estructura de madera con cimientos débiles. La vulnerabilidad física de personas dentro de una comunidad está relacionada con el grado de lesiones o pérdida de vidas; éste es un aspecto de la vulnerabilidad muy difícil de evaluar ya que requiere una predicción espacial y temporal combinada, tanto del deslizamiento como de la exposición de las personas a tal evento.

La vulnerabilidad **socioeconómica** de una comunidad a deslizamientos está relacionada con la capacidad de recuperación de las viviendas frente a los deslizamientos. Esta recuperación puede involucrar la reconstrucción total o parcial de una vivienda, la restitución de la posesión, encontrar otros medios de vida (si las herramientas de trabajo o los elementos se han perdido) o el traslado a una ubicación diferente. Si bien no es sinónimo de pobreza, la vulnerabilidad socioeconómica está relacionada muy de cerca con el nivel de pobreza ya que es más difícil la recuperación en los hogares pobres. La vulnerabilidad socioeconómica está relacionada de cerca y en varias formas con la exposición y la vulnerabilidad física de una comunidad ya que es más probable que los hogares pobres se encuentren en áreas más propensas a deslizamientos y en casas menos resistentes al impacto físico de un deslizamiento, que los hogares más adinerados. Las evaluaciones de pobreza a veces pueden dar una indicación de la vulnerabilidad de una comunidad.

**TABLA 4.6 Principales elementos en riesgo utilizados en los estudios de evaluación del riesgo de deslizamiento y su representación espacial en cuatro escalas cartográficas**

ELEMENTO	ESCALA DE ANÁLISIS			
	Pequeña	Mediana	Grande	Detallada
Edificios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por municipalidad</li> <li>• Número de edificios</li> </ul>	Unidades cartográficas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso predominante de la tierra</li> <li>• Número de edificios</li> </ul>	Huellas de edificios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso ordinario</li> <li>• Altura</li> <li>• Tipos de edificios</li> </ul>	Huellas de edificios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso detallado</li> <li>• Altura</li> <li>• Tipos de edificios</li> <li>• Tipos de construcción</li> <li>• Calidad/edad</li> <li>• Cimientos</li> </ul>
Redes de transporte	Ubicación general de las redes de transporte	Redes de carreteras y de ferrocarriles con información general de la densidad de tráfico	Todas las redes de transporte con una clasificación detallada incluyendo viaductos, etc. y datos de tráfico	Todas las redes de transporte con obras de ingeniería detallada y los datos de tráfico dinámico
Servicios vitales	Cables principales de alta tensión	Únicamente redes principales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro de agua potable</li> <li>• Electricidad</li> </ul>	Redes detalladas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro de agua potable</li> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Electricidad</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Gas</li> </ul>	Redes detalladas e instalaciones relacionadas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro de agua potable</li> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Electricidad</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Gas</li> </ul>
Instalaciones esenciales	Por municipalidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de instalaciones esenciales</li> </ul>	En sus lugares <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales</li> <li>• Edificios en grupos</li> </ul>	Huellas individuales de los edificios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización normal</li> <li>• Edificios en grupos</li> </ul>	Huellas individuales de los edificios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización detallada</li> <li>• Cada edificio separadamente</li> </ul>
Datos de población	Por municipalidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de población</li> <li>• Género</li> <li>• Edad</li> </ul>	Por distrito electoral <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de población</li> <li>• Género</li> <li>• Edad</li> </ul>	Por unidad cartográfica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de población</li> <li>• Diurna/nocturna</li> <li>• Género</li> <li>• Edad</li> </ul>	Habitantes por edificio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diurna/nocturna</li> <li>• Género</li> <li>• Edad</li> <li>• Educación académica recibida</li> </ul>
Datos de agricultura	Por municipalidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de cultivos</li> <li>• Información de producción</li> </ul>	Por unidad homogénea <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de cultivos</li> <li>• Información de producción</li> </ul>	Por parcela catastral <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de cultivos</li> <li>• Rotación de cultivos</li> <li>• Información de producción</li> <li>• Edificios agrícolas</li> </ul>	Por parcela catastral durante un periodo determinado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de cultivos</li> <li>• Rotación de cultivos y duración de rotación</li> <li>• Información de producción</li> </ul>
Datos económicos	Por región <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción económica</li> <li>• Importación/exportación</li> <li>• Tipo de actividades económicas</li> </ul>	Por municipalidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción económica</li> <li>• Importación/exportación</li> <li>• Tipo de actividades económicas</li> </ul>	Por unidad cartográfica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de empleo</li> <li>• Nivel socioeconómico</li> <li>• Tipos de ingresos principales más datos a escalas mayores</li> </ul>	Por edificio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo</li> <li>• Ingresos</li> <li>• Tipos de negocios más datos a escalas mayores</li> </ul>
Datos ecológicos	Áreas naturales protegidas con aprobación internacional	Áreas naturales protegidas con relevancia nacional	Datos generales de flora y fauna por parcela catastral	Datos detallados de flora y fauna por parcela catastral

*Fuente:* van Westen, Catellanos Abellá y Sekhar, 2008.

Los siguientes apartados describen dos enfoques generales para evaluar las consecuencias potenciales de los deslizamientos con vistas a determinar cuáles comunidades tienen mayor exposición y vulnerabilidad.

- El reconocimiento de campo y la clasificación/puntuación heurística (por expertos) de la exposición y vulnerabilidad de una comunidad y sus hogares a deslizamientos.
- Los métodos basados en sistemas SIG que utilizan los mapas de uso de suelo para determinar la exposición de una comunidad y los datos del censo para evaluar su vulnerabilidad (resultados cualitativos a semicualitativos a escalas media a regional).

Utilizar estas directrices para identificar una metodología compatible con los datos y experiencia disponibles y que se puede utilizar como interfaz con la información de amenaza de deslizamientos en términos de su formato (lista o mapa) y su escala espacial.

#### 4.5.1 Métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de la vulnerabilidad

Los métodos de reconocimiento de campo y de clasificación se presentaron en la sección 4.4.1 como un medio de evaluación rápida de la amenaza de deslizamientos por parte de un equipo de expertos. Se pueden aplicar métodos similares para evaluar la exposición y vulnerabilidad de comunidades —bien sea cualitativamente (ej. alto, moderado o bajo) o cuantitativamente (utilizando un sistema de puntuación numérico). Las medidas frente a la amenaza, exposición y vulnerabilidad se pueden combinar para clasificar el riesgo de deslizamiento general.

##### Procedimiento general para el reconocimiento de la vulnerabilidad en campo

Se destacan aquí los procedimientos específicos relacionados con la evaluación de la exposición y vulnerabilidad de la comunidad a las amenazas de deslizamientos; ver la sección 4.4.1 para el procedimiento general de reconocimiento de campo.

Si se ha identificado una amenaza de deslizamientos, el equipo deberá ya haber estimado la extensión espacial del área propensa a deslizamientos y la extensión potencial pendiente abajo del material fallado. Sobre la base de esta evaluación, se realiza una

**FIGURA 4.5 Resiliencia de estructuras dependiendo del tipo de construcción**



a. Deslizamiento menor donde el impacto de los derrubios ha dañado una casa de hormigón.



b. Deslizamiento menor donde el impacto de los derrubios ha destruido una casa de madera.

estimación de la exposición física y la vulnerabilidad en:

- El número de casas y personas que puedan estar expuestas a deslizamientos y derrubios
- La densidad de las viviendas (esto ayuda en la evaluación de la posible eficiencia en costos de construir una red de drenaje)
- El potencial daño físico a las casas por su tipo de construcción (si hay suficiente conocimiento de los impactos de deslizamientos anteriores y la resiliencia de las estructuras a dichos impactos; figura 4.5)
- El costo de los daños de un potencial deslizamiento (si se conoce el valor aproximado de los elementos en riesgo)

Considerar la vulnerabilidad socioeconómica general de la comunidad usando indicadores localmente relevantes, tales como

- el tamaño de casas y parcelas, el tipo de construcción de las casas y la propiedad de vehículos;
- la presencia o ausencia de infraestructuras básicas, como red pública de agua corriente, instalaciones para saneamiento y eliminación de aguas residuales, electricidad y carreteras pavimentadas y caminos y
- evidencia de desempleo, bajos niveles de logros educacionales, hacinamiento en las viviendas y grupos aislados o marginados (como ancianos o discapacitados).

En la sección 4.5.2 se describen medidas semicuantitativas de la vulnerabilidad socioeconómica (basadas en datos censales o en cuestionarios comunitarios). En esta etapa, la aplicación de estos métodos a nivel de viviendas consumiría mucho tiempo y podría ser más apropiado hacerlo una vez que se ha confirmado la selección de comunidades.

#### Marcos para clasificar la vulnerabilidad a deslizamientos

Dada la subjetividad inherente de los métodos cuantitativos, es muy importante hacer el proceso de evaluación de la pendiente lo más transparente posible mediante el registro de observaciones y siguiendo criterios claros y sistemáticos. Se pueden utilizar formularios básicos para registrar observaciones; con herramientas más sofisticadas se pueden puntuar numéricamente las características de diferentes comunidades y hogares sobre la base de su posible contribución a la exposición y vulnerabilidad. Para este propósito, el equipo de trabajo debe desarrollar un formulario de reconocimiento estándar para la comunidad. En la tabla 4.7 se presentan las secciones típicas de un formulario de reconocimiento de la pendiente relacionadas con la evaluación de vulnerabilidad.

Basándose en estas observaciones, se clasifica la vulnerabilidad física a la amenaza potencial de deslizamiento calculando cuánto daño físico podría causar. Esto se puede hacer cuantitativamente (alto, moderado o bajo) o cualitativamente (de 0, ninguna pérdida, a 1, pérdida

**TABLA 4.7 Secciones típicas de un formulario de reconocimiento de pendiente para evaluación de vulnerabilidad**

COMPONENTE DE LA VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
Exposición de elementos a amenaza de deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de casas en áreas propensas a deslizamientos</li> <li>• Número de casas en zonas potenciales de desviación de deslizamientos</li> <li>• Densidad de casas expuestas a amenazas de deslizamiento</li> </ul>
Vulnerabilidad física de elementos a amenaza de deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de casas que potencialmente serán derrumbadas</li> <li>• Número de casas que potencialmente sufrirán daños</li> <li>• Número de casas que potencialmente necesitarán reparaciones menores</li> <li>• Número de casas que potencialmente necesitarán ser reubicadas</li> </ul>
Vulnerabilidad socioeconómica	<p>Varias medidas posibles que incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos financieros/nivel de pobreza (calidad de la vivienda, propietario de los bienes)</li> <li>• Existencia/carencia de infraestructura básica</li> <li>• Nivel de desempleo (adultos sin trabajo)</li> <li>• Nivel de educación académica (niños que no asisten al colegio)</li> <li>• Nivel de viviendas hacinadas</li> <li>• Presencia de grupos marginales</li> </ul>

**TABLA 4.8 Ejemplo de un sistema de puntuación numérico para calificar el daño a las casas por deslizamientos**

ESCALA DE DESLIZAMIENTO (m <sup>3</sup> )	DISTANCIA (m)		
	< 10	10–50	> 50
< 10 <sup>2</sup>	0,3	0,2	0,1
10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>	0,4	0,3	0,2
10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>	0,6	0,5	0,4
> 10 <sup>4</sup>	1,0	0,9	0,8

*Fuente:* Dai, Lee y Ngai, 2002.

*Nota:* Se indica el daño a escala de 0 (sin pérdidas) a 1 (pérdida total) dependiendo de la escala y proximidad del deslizamiento.

total), utilizando un sistema de puntuación como se muestra en la tabla 4.8.

De igual manera, para las zonas de la comunidad potencialmente expuestas a la amenaza de deslizamientos, desarrollar un sistema de puntuación cualitativo o cuantitativo para indicar la vulnerabilidad socioeconómica.

#### 4.5.2 Métodos de cartografía mediante SIG para evaluar la vulnerabilidad

El software SIG está diseñado para superponer datos espaciales, analizar dichos datos y realizar mapas combinados. Por lo tanto, si hay disponibilidad de mapas digitales con la ubicación de las comunidades, esta información se puede usar junto con mapas de susceptibilidad o amenaza de deslizamientos para determinar la exposición a los mismos. El número o densidad de edificios dentro de estas zonas de deslizamiento se puede usar como medida de la vulnerabilidad física de comunidades y de la posible eficiencia en costos de la intervención de drenaje. La vulnerabilidad socioeconómica (o resiliencia) de comunidades se puede representar mediante alguna medida de la pobreza.

La vulnerabilidad se puede expresar en términos cualitativos (alto, medio o bajo), en términos semicuantitativos (utilizando un índice de pobreza) o en términos cuantitativos (como el número de viviendas susceptibles a sufrir daños y el valor estimado de dicho daño). Las medidas cuantitativas se usan con frecuencia para indicar daños directos, pero es más difícil cuantificar daños indirectos, tales como los sociales, emocionales, daños económicos a largo plazo a las personas y a la comunidad en

general. Por lo tanto, con frecuencia se usan indicadores de pobreza semicuantitativos como medidas de vulnerabilidad para los daños directos e indirectos.

Para poder calcular el riesgo general de deslizamiento, es útil que la escala espacial y el nivel de cuantificación de la evaluación de vulnerabilidad coincidan con la escala y el formato de los logros de la cartografía de amenazas.

#### Fuentes de datos

A escalas medias y regionales, con la información de censos o mapas de uso del suelo, se puede establecer el número de edificios por área (donde se identifican áreas residenciales urbanas y semiurbanas) y a escalas mayores se pueden indicar los espacios ocupados por cada edificio. Dado que las comunidades más vulnerables son con frecuencia asentamientos no autorizados o informales, es probable que los mapas de edificios estén desactualizados. En estos casos, se pueden utilizar fotografías aéreas para complementar esta información. A las escalas requeridas para seleccionar comunidades, la vulnerabilidad física de éstas se puede obtener simplemente como un número probable de edificios que se verá afectado por un deslizamiento (y suponiendo que el daño es igual).

Para seleccionar comunidades, puede ser útil utilizar la pobreza como un indicador para comparar la vulnerabilidad socioeconómica relativa (aunque se reconoce que la pobreza y la vulnerabilidad no son sinónimas). En muchos países, los indicadores de pobreza o de bienestar provienen de información extraída de encuestas o censos nacionales. Las encuestas sobre pobreza y los datos censales con frecuencia son referenciados geográficamente para permitir cartografiar diferentes niveles de agregación, como a nivel de distritos municipales y de empadronamiento. A veces es posible la cartografía de esta información a escalas comunitarias y de calle –la de la amenaza potencial de deslizamiento y de las medidas de mitigación.

#### Marcos para evaluar la pobreza

Las medidas de pobreza más sencillas simplemente toman en cuenta los ingresos de los hogares y los gastos de consumo como indicadores del nivel de bienestar. Hay medidas más sofisticadas que incorporan otros indicadores. Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas



**TABLA 4.9 Componentes típicos de un índice de pobreza obtenido localmente**

ÍTEM	CLASIFICACIÓN	PUNTAJE	PUNTAJE MÁXIMO POR CADA ÍTEM
Tipo de muro	Ladrillo/bloque/hormigón	3	3
	Madera y hormigón	2	
	Madera	1	
	Zarzo/tapia/improvisado	0	
Tipo de inodoro	Inodoro a la alcantarilla/pozo negro	1	1
	Letrina de pozo/ninguna	0	
Fuente de luz	Electricidad/gas	1	1
	Queroseno/ninguna	0	
Bienes	TV, teléfono, video, estufa, refrigerador, lavadora	0,5 each	4
	Carro, furgoneta	1	
Nº de personas por habitación	< 1	3	3
	1-1,99	2	
	2-3	1	
	3,01 o más	0	
Educación académica del cabeza de familia	Enseñanza superior/universidad	5	5
	Enseñanza secundaria completa	4	
	Enseñanza secundaria incompleta	3	
	Enseñanza primaria completa	2	
	Enseñanza primaria incompleta	1	
	Ninguna	0	
Nº de personas trabajando con respecto al nº total de personas	1	3	3
	0,49-1	2	
	0,25-0,5	1	
	< 0,25	0	
<b>Puntaje máximo</b>			<b>20</b>

Fuente: Gobierno de Santa Lucía, 2004.

para el Desarrollo es un componente de ingresos, educación y medidas de salud diseñado para facilitar la comparación de los niveles de privación y desarrollo nacionales y globales. Los indicadores de pobreza derivados localmente también pueden estar disponibles ya que se han hecho a la medida de las características específicas de una región o país en particular. La Tabla 4.9 ilustra los componentes típicos de un índice de pobreza obtenido localmente.

Estas medidas se pueden aplicar tanto en campo (mediante un cuestionario de hogar) como utilizando SIG (mediante la adquisición de datos censales referenciados geográficamente al nivel más detallado y menos agregado posible). Inicialmente, las variables de

los censos requeridos se pueden procesar en el software de las bases de datos de los censos mediante protocolos disponibles de búsqueda y consulta. Para un análisis más detallado, transferir los datos a una hoja de cálculo. Por último, ordenar la lista de comunidades de acuerdo con la vulnerabilidad socioeconómica (pobreza en este caso) y presentarla como una lista o transferirla a SIG para crear un mapa.

## 4.6 EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS Y CONFIRMAR LA SELECCIÓN DE COMUNIDADES

El riesgo de deslizamientos es un producto del nivel de susceptibilidad o amenaza de deslizamientos y la vulnerabilidad de los elementos expuestos al daño por esta amenaza (las consecuencias potenciales de deslizamientos). Las dos secciones anteriores han esbozado una serie de métodos para obtener la susceptibilidad o amenaza, exposición y vulnerabilidad a deslizamientos en términos cualitativos, semicualitativos y cuantitativos; en formatos de lista o mapas y usando reconocimiento de campo o procesamiento SIG de datos espaciales digitales. Esta sección reúne estos logros para obtener una evaluación del riesgo de deslizamientos que permita seleccionar las comunidades más apropiadas en las cuales iniciar los proyectos MoSSaIC.

### 4.6.1 Combinar la información de amenaza y vulnerabilidad

Dependiendo del enfoque adoptado para evaluar la amenaza, exposición y vulnerabilidad al deslizamiento, utilizar uno de los siguientes métodos para combinar estas evaluaciones y obtener el riesgo general de deslizamiento en comunidades.

#### Métodos para reconocimiento de campo

Rellenar los formularios de reconocimiento y evaluar el riesgo general de deslizamientos cuando se visite cada comunidad —asignando clasificaciones tanto de amenaza como de vulnerabilidad en términos cuantitativos o de acuerdo con un sistema numérico de puntuación. Combinar estas clasificaciones o puntuaciones para lograr una clasificación de riesgo

utilizando una matriz como la que se expone en la tabla 4.10.

Una vez que se han visitado y evaluado así todas las comunidades de la lista, revisar todos los formularios de reconocimiento completados y clasificar las comunidades ordenadas de acuerdo a su riesgo de deslizamientos.

#### Métodos con uso de SIG

Una alternativa a la matriz de calificación de riesgo es superponer mapas de amenaza y vulnerabilidad generados a través de SIG para producir un mapa de riesgo de deslizamientos compuesto. Se pueden asignar pesos diferentes a los mapas de amenaza y vulnerabilidad de acuerdo con el criterio de selección de la comunidad.

Para identificar una lista de preselección de comunidades, revisar los atributos del mapa de riesgo y clasificar las comunidades por riesgo general. Comparar la evaluación de riesgo con el conocimiento local, con los deslizamientos conocidos y eventos anteriores y preguntar si los resultados son reales y razonables o si el método se debe refinar. Definir una lista de preselección de comunidades con alto riesgo de acuerdo a SIG para una verificación final.

Un equipo de expertos/ingenieros o geotécnicos en deslizamientos y un sociólogo o un profesional en desarrollo comunitario deben visitar cada una de las comunidades preseleccionadas y utilizar un reconocimiento rápido de campo para confirmar la selección.

### 4.6.2 Confirmar las comunidades seleccionadas

Para apoyar el proceso de la toma de decisiones, el equipo de trabajo debe presentar a la UCM los resultados de comparar y analizar el riesgo con la siguiente información:

- Resumen ejecutivo
  - Una lista o tabla de comunidades en riesgo de deslizamientos en orden de clasificación junto con las clasificaciones o puntuaciones de amenaza, exposición y vulnerabilidad (obtenida de los resultados del reconocimiento de campo o los mapas SIG)
  - Mapas de amenaza, exposición, vulnerabilidad a deslizamientos y evaluación de riesgo si se han aplicado métodos SIG
- Apéndices

**TABLA 4.10 Ejemplo de una matriz de clasificación de riesgo**

CLASIFICACIÓN DE RIESGO	CLASIFICACIÓN GENERAL DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y SOCIOECONÓMICA				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Muy alta	5	5	4	3	2
Alta	5	4	4	3	2
Media	4	4	3	2	1
Baja	3	3	2	1	1
Muy baja	2	2	1	1	1

**TABLA 4.11 Ejemplo de justificación para la selección de la comunidad**

COMUNIDAD	JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN		
	APROPIADO PARA MOSSAIC	EFICAZ EN COSTOS	NOTAS
A	Sí	Sí	<p>Seleccionada para MoSSaiC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una comunidad con muchas viviendas expuestas a amenazas de deslizamiento (deslizamientos rotacionales o traslacionales de materiales meteorizados)</li> <li>Una intervención de drenaje de acuerdo con la comunidad es potencialmente apropiada para reducir la amenaza</li> <li>La densidad de vivienda es alta, lo que da lugar a una longitud de drenaje y costo de construcción bajo por casa</li> </ul>
B	Sí. Si se combina con intervención de drenajes en las carreteras	Sí	<p>Seleccionada para MoSSaiC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una comunidad vulnerable expuesta a amenazas de deslizamiento (deslizamientos rotacionales o traslacionales por materiales meteorizados) como resultado de escorrentía de agua superficial de las carreteras arriba de la comunidad y de las viviendas</li> <li>Una ubicación apropiada para una intervención de drenaje en carretera que protegería las casas adyacentes y la carretera, combinada con una intervención de drenaje en toda la comunidad</li> <li>El costo por cada casa posiblemente sería alto, pero compensaría al evitar la pérdida de la carretera (un evento de alto costo)</li> </ul>
C	Sí	No	<p>No seleccionada para MoSSaiC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Una comunidad moderadamente acomodada expuesta a amenazas múltiples de deslizamientos menores (deslizamientos rotacionales o traslacionales por materiales meteorizados) en pendientes cortadas detrás de las casas</li> <li>Densidad de vivienda baja, por lo tanto, una intervención de drenaje en toda la comunidad tendría un alto costo por casa</li> <li>Una solución más eficaz en costos sería la enseñanza y la aplicación de la reglamentación sobre pendientes cortadas, drenajes y estructuras de contención a nivel de vivienda</li> </ul>
D	No	No	<p>No seleccionada para MoSSaiC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La amenaza de deslizamiento es causada por una casa y solo afecta a esta casa (baja exposición)</li> <li>La amenaza de deslizamiento se relaciona con procesos físicos que no son objetivo del enfoque MoSSaiC</li> <li>Un enfoque apropiado para la reducción del riesgo sería la reubicación de la vivienda o una intervención de ingeniería local como un muro de contención; no una intervención de drenaje MoSSaiC de acuerdo con la comunidad, ni en toda la comunidad</li> </ul>

- Materiales de apoyo detallando la obtención de datos y el proceso de análisis y proporcionando el razonamiento que respalda los criterios heurísticos (expertos) cualitativos.
- Hojas de cálculo principales de reconocimiento o mapas complementarios desarrollados como parte del proceso de evaluación de riesgo.

La UCM debe revisar la lista y decidir en qué medida cada una de las comunidades prioritarias cumple con el criterio de selección y si están dentro del alcance del proyecto.

Algunos de los aspectos más técnicos de esta revisión pueden exigir debates adicionales con los expertos del equipo de trabajo. Cualquier otra información (o presiones) de las comunidades y sus representantes políticos se debe contrastar con los resultados del análisis de riesgo, para justificar la lista final de preselección de comunidades priorizadas.

Para cada una de las comunidades en la lista de prioridad, la UCM debe proporcionar un breve resumen para justificar la conveniencia de una intervención MoSSaiC de acuerdo con los criterios decididos en la sección 4.3.2 (tabla 4.11).

Finalmente, la UCM debe informar, acordar y cerrar la lista de preselección de comunidades con el gobierno y las agencias financieras del proyecto.

**HITO 4:**  
**Proceso de selección de  
comunidades acordado y  
comunidades seleccionadas**

#### **4.7 PREPARAR EL MAPA BASE PARA UNA CARTOGRAFÍA DETALLADA DE LA COMUNIDAD**

Una vez que se ha confirmado la lista de comunidades priorizadas, el equipo de trabajo de cartografía debe recopilar todos los datos espaciales disponibles para producir un mapa base compuesto para cada comunidad. Estos mapas se utilizarán para identificar los procesos localizados de pendiente y los mecanismos desencadenantes que contribuyen a la amenaza de deslizamientos en cada comunidad. Esta cartografía detallada de la comunidad se lleva a cabo en la siguiente etapa del proyecto (capítulo 5).

El mapa base se utiliza tanto como guía para ubicar y entender estos procesos de las pendientes como de plantilla a la cual el equipo de cartografía de la comunidad y los residentes pueden añadir observaciones detalladas. El mapa base con notas es por lo tanto un documento de trabajo para identificar las causas de deslizamientos y sus soluciones potenciales. Se puede utilizar como una contribución para un análisis físico de estabilidad de la pendiente y para comunicar los conceptos de estabilidad de la pendiente y los objetivos del proyecto a la comunidad. Después de muchas revisiones, proporcionará la plantilla para el diseño detallado del drenaje y las partidas de obra para su construcción.

##### **4.7.1 Características útiles**

Es útil trabajar en un mapa de la comunidad referenciado geográficamente. Será más fácil analizar con dicho mapa las relaciones causa/efecto entre las características de la pendiente, los procesos y los mecanismos que desencadenan los deslizamientos y permitirá tomar mediciones, superponer otros mapas e identificar las ubicaciones GPS.

Los mapas base deben tener la resolución más detallada posible para permitir identificar

(o más tarde adicionar) las características individuales tales como casas, caminos y patrones de drenaje (figura 4.6a). El área cubierta por cada mapa base debe incorporar la unidad topográfica en la cual reside la comunidad (por ejemplo, la ladera o sub-cuenca de drenaje) ya que ésta es el área más grande sobre la cual operan los mecanismos de deslizamientos potenciales y los factores medioambientales asociados.

Los mapas topográficos o de curvas de nivel suministran un punto útil de partida para preparar el mapa base ya que se conocen la escala y el sistema de coordenadas y se reconocen las unidades topográficas. Muchos mapas topográficos también incluyen información acerca del uso del suelo y la ubicación de casas, carreteras, caminos y líneas de drenaje —de esta manera proporcionando un adelanto de la cartografía detallada de la comunidad (figura 4.6b). Un mapa base que incluye estas características como vectores (puntos, líneas y polígonos) es generalmente bastante claro y fácil de interpretar; en este documento también es muy fácil añadir notas.

##### **4.7.2 Datos de apoyo**

Los mapas de geología, litología y suelos pueden proporcionar datos útiles adicionales para apoyar las observaciones de campo y los cálculos de estabilidad de las pendientes. Sin embargo, por lo general, no se deben incluir en el mapa base debido a la gran cantidad de información que éstos podrían agregar. Las fotografías aéreas y de satélite igualmente pueden complementar el mapa base, dando información sobre la ubicación de casas, caminos y en algunos casos de rutas de drenaje; pero la densidad de esta información y la coloración sólida de estas imágenes raster pueden dificultar la colocación de notas (figura 4.6c). Por otro lado, las fotografías aéreas son una herramienta muy útil para involucrar a los residentes en las conversaciones sobre deslizamientos y drenaje.

Si los formularios de reconocimiento de campo se han utilizado para una evaluación rápida de amenaza y vulnerabilidad de deslizamientos (como se describen en este capítulo), dicha información se debe añadir al mapa base o incluida en el material adicional.

##### **4.7.3 Fuentes de datos espaciales**

Si el reconocimiento de campo fue la metodología principal para seleccionar comunidades y no hay mapas digitales se debe fotocopiar y ampliar

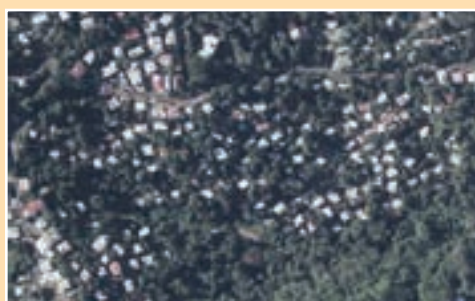
**FIGURA 4.6 Generar el mapa base a partir de un mapa topográfico y una fotografía aérea**



a. Un mapa de acuerdo con la comunidad realizado con mapa topográfico original (b) y actualizado usando una fotografía aérea (c).



b. Puede estar disponible un mapa topográfico. En este ejemplo se pueden observar las carreteras principales y algunas de las casas de la comunidad.



c. Se puede usar una fotografía aérea de la comunidad para actualizar los mapas digitales existentes y crear un mapa base y como un recurso adicional para el proceso de cartografía de la comunidad.

*Fuente:* Reproducido con autorización del Jefe de Topografía, Ministerio de Planificación Física, Santa Lucía.

cualquier mapa disponible en copia impresa para cada comunidad, según sea necesario.

Donde se utilizó cartografía mediante SIG en la selección de la comunidad, imprimir un mapa base de alta resolución para cada comunidad. Idealmente, el mapa base debe incluir capas SIG con datos vectoriales (puntos, líneas y polígonos) en los cuales se ven las curvas de nivel, carreteras, caminos, drenajes y casas. Tratar de no incluir capas raster, como fotografías aéreas o modelos digitales de elevación o capas con suelos, geología y litología. Estos datos se pueden proporcionar como mapas adicionales.

Una fuente final de información para el mapa base puede ser encuestas y planos generados por los proyectos comunitarios anteriores, como la construcción de caminos y otras infraestructuras.

Dependiendo de la calidad de la encuesta realizada y si los planos son referenciados geográficamente, dicha información puede ser de utilidad para el mapa base. Sin embargo, los mapas y la información consolidada de fuentes gubernamentales y de otras fuentes no necesariamente estarán actualizados. Antes de que éstas se puedan adicionar, puede necesitarse verificarlas en campo y mayor nivel de detalle. Este proceso se expone en la sección 5.4.

## 4.8 RECURSOS

### 4.8.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de la toma de decisiones	Acordar el proceso de selección de comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los enfoques de criterios para seleccionar comunidades potenciales</li> </ul>	4.3.2; 4.6
	Coordinar con la UCM y el equipo de trabajo del gobierno		
	Acordar la lista de comunidades prioritarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el informe del equipo de selección de comunidades</li> </ul>	
UCM	Crear el equipo de selección de comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los miembros de los equipos de trabajo de los ministerios y otras agencias pertinentes</li> </ul>	4.2; 4.3
	Coordinar con el equipo de trabajo del gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el software disponible y datos existentes sobre susceptibilidad o amenazas de deslizamiento y vulnerabilidad de la comunidad</li> </ul>	4.3
	Acordar y comunicar el proceso de selección de comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar un método apropiado de evaluación</li> <li>Modificar la plantilla de los pasos del proyecto (sección 2.6)</li> </ul>	
	Finalizar la lista de comunidades prioritarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el informe del equipo de trabajo</li> <li>Finalizar la selección de comunidades conforme al criterio acordado e informar al gobierno, financiadores y responsables de formular políticas</li> </ul>	4.6
	Coordinar con los financiadores y responsables de formular políticas		
Equipos de trabajo del gobierno	Acordar y comunicar el proceso de selección de comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el software disponible y datos existentes sobre susceptibilidad o amenazas de deslizamiento y vulnerabilidad de la comunidad</li> <li>Identificar un método apropiado de evaluación</li> <li>Modificar la plantilla de los pasos del proyecto (sección 2.6)</li> </ul>	4.4; 4.5
	Evaluar la susceptibilidad o amenaza de deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición y aplicación de datos de metodologías seleccionadas</li> </ul>	4.4
	Evaluar la exposición y vulnerabilidad de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición y aplicación de datos de metodologías seleccionadas</li> </ul>	4.5
	Elaborar una lista de comunidades en riesgo prioritarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combinar los datos de amenaza y vulnerabilidad para indicar el riesgo relativo</li> <li>Confirmar la lista con una visita de campo y un reconocimiento rápido</li> <li>Escribir un informe para la UCM</li> </ul>	4.6
	Informar a la UCM		
	Preparar el mapa base de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtener todos los datos espaciales pertinentes para ayudar en la cartografía de las comunidades seleccionadas</li> </ul>	4.7

## 4.8.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Se han identificado las capacidades, personal, datos y software				4.3
✓ Se ha especificado el método apropiado para seleccionar comunidades				4.3.2
✓ Se han identificado y clasificado las zonas de amenaza de deslizamiento				4.4
✓ Se han identificado y clasificado las comunidades más vulnerables				4.5
✓ Se ha determinado el riesgo general de deslizamientos en las comunidades y se han identificado las comunidades prioritarias				4.6
✓ <b>Hito 4:</b> Proceso de selección de comunidades acordado y comunidades seleccionadas				4.3.2; 4.6.2
✓ Se han preparado los mapas base para la lista de preselección de comunidades				4.7
✓ Se ha cumplido con todas las salvaguardas				1.5.3; 2.3.2

## 4.8.3 Referencias

- Australian Geomechanics Society. 2000. "Landslide Risk Management Concepts and Guidelines." <http://australiangeomechanics.org/admin/wp-content/uploads/2010/11/LRM2000-Concepts.pdf>.
- Castellanos Abella, E. A. y C. J. van Westen. 2007. "Generation of a Landslide Risk Index Map for Cuba Using Spatial Multi-Criteria Evaluation." *Landslides* 4: 311–25.
- . 2008. "Qualitative Landslide Susceptibility Assessment by Multicriteria Analysis: A Case Study from San Antonio del Sur, Guantánamo, Cuba." *Geomorphology* 94 (3–4): 453–66.
- Cheng, P. F. K. 2009. "The New Priority Ranking System for Man-Made Slopes and Retaining Walls." Special Project Report SPR4/2009, Geotechnical Engineering Office, Government of Hong Kong Special Administrative Region. [http://hkss.cedd.gov.hk/hkss/eng/download/SIS/cnprs/SPR%204\\_2009.pdf](http://hkss.cedd.gov.hk/hkss/eng/download/SIS/cnprs/SPR%204_2009.pdf).
- Crozier, M. y T. Glade. 2005. "Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach." In *Landslide Hazard and Risk*, ed. T. Glade, M. G. Anderson y M. Crozier, 1–40. Chichester, UK: Wiley.
- Cruden, D. M. y D. J. Varnes. 1996. "Landslide Types and Processes." In *Landslides: Investigation and Mitigation*, Transportation Research Board Special Report 247, ed. A. K. Turner and R. L. Shuster, 36–75. Washington, DC: National Academies Press.
- Dai, F. C., C. F. Lee y Y. Y. Ngai. 2002. "Landslide Risk Assessment and Management: An Overview." *Engineering Geology* 64: 65–87.
- Department for International Development. 2006. "Frequently Asked Questions on Disaster Risk Reduction." [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dfid.gov.uk/Media-Room/News-Stories/2006-to-do/Frequently-Asked-Questions-on-Disaster-Risk-Reduction/-/](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dfid.gov.uk/Media-Room/News-Stories/2006-to-do/Frequently-Asked-Questions-on-Disaster-Risk-Reduction/).
- Finlay, P. J., G. R. Mostyn y R. Fell. 1999. "Landslide Risk Assessment: Prediction of Travel Distance." *Canadian Geotechnical Journal* 36 (3): 556–62.
- Harp, E. L., M. E. Reid, J. P. McKenna y J. A. Michael. 2009. "Mapping of Hazard from Rainfall-Triggered Landslides in Developing Countries: Examples from Honduras and Micronesia." *Engineering Geology* 104 (3–4): 295–311.
- Ko Ko, C., P. Flentje y F. Chowdhury. 2004. "Landslides Qualitative Hazard and Risk Assessment Method and Its Reliability." *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 63: 149–65. DOI 10.1007/s10064-004-0231-z <http://www.springerlink.com/content/eqa4jf2jq95p7mfa/fulltext.pdf>.
- Liang, R. Y., 2007. "Landslide Hazard Rating Matrix and Database." Final report, FHWA/OH-2007/18, U.S. Federal Highways

- Administration and Ohio Department of Transportation.
- Montgomery, D. R. y W. E. Dietrich. 1994. "A Physically-Based Model for the Topographic Control on Shallow Landsliding." *Water Resources Research* 30: 1153-71.
- Pack, R. T., D. G. Tarboton y C. N. Goodwin. 1998. "The SINMAP Approach to Terrain Stability Mapping." Paper submitted to 8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, September 21-25. <http://hydrology.usu.edu/sinmap/>.
- van Westen, C. J., E. A. Abella y L. K. Sekhar. 2008. "Spatial Data for Landslide Susceptibility, Hazards and Vulnerability Assessment: An Overview." *Engineering Geology* 102 (3-4): 112-31.
- Wong, H. N. y K. K. S. Ho. 1996. "Travel Distance of Landslide Debris." In *Landslides*, vol. 1, ed. K. Sennest, 417-22. Rotterdam: Balkema.







**“La participación de la comunidad se ha reconocido como un elemento adicional necesario en la gestión de desastres para revertir la tendencia mundial del incremento exponencial de su ocurrencia y las pérdidas resultantes de desastres a escalas pequeñas y medianas”**

—Lorna P. Victoria, Director del Centro de Preparación frente a Desastres, Filipinas (2009, 1)

## CAPÍTULO 5

# Cartografía de la evaluación de amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad



## 5.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 5.1.1 Alcance

Este capítulo ilustra cómo trabajar con las comunidades en el desarrollo de un mapa de drenaje de taludes y amenazas de deslizamientos para utilizar en el proceso MoSSaiC

(Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades). Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓	✓	El proceso de cartografía de la comunidad	5.4
	✓	✓		Cómo evaluar si la intervención de MoSSaiC es adecuada	5.5, 5.6
	✓	✓	✓	Cómo desarrollar un plan inicial de drenaje para la reducción de amenaza de deslizamiento	5.7

**F** = financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 5.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Mapa de características de la pendiente comunitaria	5.4
Mapa de zona de procesos de pendiente	5.5
Plano de drenaje inicial	5.7
Matriz de prioridad de zonas de pendientes e intervenciones de drenaje propuestas	5.7

### 5.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGRO
1. Identificar la mejor forma de involucrar y movilizar la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y determinar la forma más apropiada para lograr la participación de la comunidad</li> <li>• Identificar los expertos en enlaces con la comunidad disponibles en el gobierno</li> </ul>	UCM acuerda la estrategia apropiada para involucrar la comunidad
2. Incluir los miembros claves de la comunidad en el equipo del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los representantes de la comunidad actuales o nuevos</li> <li>• Mantener conversaciones iniciales con los representantes de la comunidad para informales sobre la cartografía y la justificación del proyecto</li> </ul>	Se incluyen los miembros claves de la comunidad
3. Planificar y mantener una reunión con la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir el consejo de los representantes del gobierno y la comunidad sobre el lugar y el estilo de la reunión</li> <li>• Compilar un mapa base comunitario a partir de los mapas, planes y fotografías aéreas existentes (ver sección 4.7) para traer a la reunión</li> </ul>	Se realiza la primera reunión de la comunidad
4. Realizar el ejercicio de cartografía de acuerdo con la comunidad. Esto supondrá una cantidad considerable de tiempo en la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hablar con los residentes de cada casa para comenzar el proceso de involucrar la comunidad, compartir el conocimiento y que ésta se apropie del proyecto</li> <li>• Observar y conversar a escala amplia y localizada acerca de las características de pendiente y la amenaza de deslizamiento</li> <li>• Agregar el conocimiento local y la información de características de pendiente al mapa base</li> </ul>	Mapa de características de la pendiente comunitaria
5. Evaluar cuantitativamente la amenaza de deslizamiento y las causas potenciales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el mapa de características de pendiente de la comunidad para identificar las zonas con diferentes procesos de pendiente y amenaza de deslizamiento</li> <li>• Evaluar el papel de la infiltración de agua superficial en la contribución a la amenaza de deslizamiento</li> </ul>	Mapa de zona de proceso de pendiente (amenaza relativa de deslizamiento)
6. Evaluar cuantitativamente la amenaza de deslizamiento y la efectividad de gestión del agua superficial para reducir la amenaza <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar software con métodos físicos o un medio más simple para evaluar la posible contribución de agua superficial a la amenaza de deslizamiento</li> <li>• Evaluar si es probable que la reducción de agua superficial reduzca la amenaza de deslizamiento</li> </ul>	Determinada la viabilidad del enfoque MoSSaiC
7. Identificar las posibles ubicaciones de los drenajes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada zona de proceso de pendiente, determinar el enfoque más apropiado de gestión del agua superficial</li> <li>• Priorizar las zonas de acuerdo con la amenaza relativa de deslizamientos</li> </ul>	Plan inicial de drenaje y matriz de prioridades
8. Cerrar el plan inicial de drenaje: organizar un caminata de inspección y una reunión combinada con la UCM y la comunidad para acordar el plan de drenaje inicial	Cierre del plan inicial de drenaje

Este capítulo ofrece las directrices para involucrar y comprometer la comunidad. Es una descripción paso a paso de cómo desarrollar un mapa de las características del talud de la comunidad; los principios para identificar las zonas de procesos de taludes y evaluar la amenaza de deslizamientos; ejemplos de métodos

cuantitativos con métodos físicos para confirmar los procesos de amenaza de deslizamientos y drenaje de pendientes. El Hito 5 se alcanza al final de este capítulo con la aprobación del plano de drenaje inicial. En el capítulo 6 se diseña el plan final de drenaje para la reducción de amenaza de deslizamientos.

### 5.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo esboza los diferentes procesos de la participación de la comunidad y cómo trabajar con los miembros de la misma para elaborar un mapa del drenaje de la pendiente y de amenaza de deslizamientos.

## 5.2 INICIO

### 5.2.1 Nota informativa

#### ¿Qué es la cartografía de la evaluación de amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad?

La cartografía de acuerdo con la comunidad es un elemento central de MoSSaiC. Permite la identificación de las causas naturales y humanas de inestabilidad de los taludes a una escala suficientemente detallada para determinar las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos.

El punto de partida es la cartografía detallada de las características de la pendiente (en escalas de 10 a 50m) y su historial de estabilidad basándose en el conocimiento de los residentes de la comunidad y la observación cuidadosa de los ingenieros o expertos en deslizamientos. La cartografía de las características de taludes a esta escala, permite identificar las zonas de los diferentes procesos de estabilidad de taludes y amenaza relativa de deslizamientos. Se lleva a cabo entonces una evaluación inicial del papel que juega la infiltración de agua superficial en la amenaza de deslizamientos, permitiendo evaluar la eficiencia potencial del drenaje de agua superficial para reducir la amenaza de deslizamientos. Se utilizan métodos científicos para confirmar y refinar la evaluación de amenaza de deslizamientos. Por último, se acuerdan con la comunidad las posibles ubicaciones de los nuevos drenajes superficiales y una parte interesada autorizada firma la aprobación y cierre del acuerdo sobre las zonas priorizadas y el plano de drenaje inicial.

La cartografía de amenaza de deslizamientos según la comunidad es un proceso de aprendizaje recíproco. Involucrar a las personas de la comunidad permite la síntesis del conocimiento local detallado de la pendiente, con el conocimiento científico y la ingeniería de procesos de pendiente. Estas conversaciones contribuirán a acrecentar la sensibilidad de la comunidad

frente a los procesos de pendiente y las buenas o malas prácticas de gestión de taludes.

#### ¿Por qué es necesario un mapa tan detallado?

La cartografía de amenaza de deslizamientos en la comunidad es un componente vital del proceso de reducción de amenaza de deslizamientos descrito en la sección 1.2.

La cartografía según la comunidad es una parte importante del inicio del proceso MoSSaiC en una comunidad particular y la introducción para el desarrollo de las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos. El mapa inicial de características de la pendiente de la comunidad eventualmente será desarrollado dentro del plano de drenaje formal (capítulo 6) que detalla las alineaciones del drenaje, las conexiones de las viviendas y otras obras relacionadas para reducir la amenaza de deslizamientos.

Por el contrario, los enfoques tradicionales de cartografía de amenaza de deslizamientos según la comunidad (participativo) se utilizan normalmente para informar a los residentes y las autoridades de manera que se limite la construcción en lugares peligrosos, se mejore la preparación frente al desastre y se reduzca la vulnerabilidad.

Estos mapas de amenaza de deslizamientos usualmente se ven más como un logro del ejercicio que como una contribución al diseño de medidas de reducción de amenazas.

Del mismo modo, los mapas de amenaza de deslizamientos a gran escala (regional o por países) usualmente solo ofrecen orientación general en cuanto a las áreas de susceptibilidad o amenaza de deslizamientos. Estos mapas efectivamente tienen un papel que desempeñar en MoSSaiC y el capítulo 4 explica cómo se pueden generar y utilizar en la selección de comunidades donde los proyectos MoSSaiC podrían ser relevantes. Sin embargo, la información contenida en esos mapas no tiene la resolución suficientemente detallada para captar las causas o factores desencadenantes de deslizamientos potenciales (según se describió en el capítulo 3). Por lo tanto, no pueden proporcionar suficiente información para diseñar medidas físicas de mitigación de amenaza de deslizamientos en comunidades.

#### Procesos de deslizamientos a escala comunitaria

La comprensión de los mecanismos que desencadenan deslizamientos y la escala a la cual operan, proporciona la base científica para

la mitigación de la amenaza de deslizamientos. Como se esboza en el capítulo 3, la amenaza de deslizamientos resulta de una combinación de factores preparatorios relativos a la geometría de la pendiente, el suelo y la geología, la vegetación, los regímenes de aguas superficiales y subterráneas y los mecanismos desencadenantes tales como lluvia y eventos sísmicos. Las regiones tropicales son especialmente susceptibles a deslizamientos de tierra debido a eventos de precipitación de alta intensidad y larga duración, la rápida tasa de meteorización y los suelos profundos resultantes (a menudo en pendientes escarpadas). La lluvia es el principal desencadenante de deslizamientos en los trópicos y la evidencia preliminar sugiere que el cambio climático podría producir precipitaciones más intensas en regiones como el Caribe, incrementando por lo tanto la probabilidad de deslizamientos (Knutson et al., 2010).

Incluso sin cambio climático, las actividades antropogénicas están aumentando el riesgo de deslizamientos en algunas de las comunidades más vulnerables. Estas actividades incluyen la alteración de la geometría de la pendiente debido a movimientos de tierra (desmante y relleno), cambios en la vegetación de la pendiente, carga de la pendiente con construcciones e infraestructuras; todo lo cual puede causar variaciones en los regímenes de aguas superficiales y subterráneas. La presión del desarrollo tanto sobre la tierra como sobre la población da como resultado que los sectores más pobres y vulnerables de la sociedad vivan en las laderas más marginales y propensas a los deslizamientos.

El capítulo 3 (tabla 3.6) resume las escalas a las cuales operan los factores preparatorios y antropogénicos. A escala de ladera (100–1.000 m) se pueden utilizar las técnicas cartográficas basadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para **identificar** las zonas con mayor susceptibilidad o amenaza de deslizamientos mediante la superposición e indexación de mapas topográficos de suelos/geología y vegetación. **Predecir** la amenaza de deslizamientos con el fin de informar la estrategia para reducir el riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad, requiere que ciertos parámetros se resuelvan a escala de viviendas (1–10 m). En las comunidades densamente pobladas es vital identificar los efectos de los regímenes de agua superficial altamente localizados, las estructuras hechas por el hombre y el

corte de taludes. Los regímenes de aguas superficiales y subterráneas en estas ubicaciones varían a escalas de tiempo cortas, en respuesta a los eventos de precipitación y la adición de aguas domésticas a la pendiente. Estos parámetros físicos se deben modelar de una forma totalmente dinámica (es decir, con el tiempo) para revelar los mecanismos precisos que determinan la estabilidad de la pendiente y por lo tanto, cómo se puede mejorar.

#### ¿Qué información debe incluirse en el mapa?

La cartografía detallada de las características de la pendiente según la comunidad proporciona información para determinar los mecanismos de desestabilización de pendientes locales y la posibilidad de deslizamientos desencadenados por precipitaciones. Un buen mapa de características de la pendiente:

- identifica las zonas de amenaza de deslizamientos pasadas, presentes y potencialmente futuras;
- proporciona información sobre la topografía local (escala ~30m) y los mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de la pendiente como drenajes y prácticas de construcción deficientes (escala ~10 m);
- contiene suficiente información para permitir una evaluación científica de la amenaza de deslizamientos (utilizando los datos de ángulo de la pendiente, características básicas del suelo, cubierta vegetal y fuentes de agua de las viviendas como datos para los modelos de estabilidad de la pendiente);
- tiene la precisión suficiente para permitir el trazado provisional de alineación de nuevos drenajes;
- tiene una visión integral para incorporar la información de los residentes y las medidas tomadas sobre el terreno y
- es claro, de modo que los residentes, ingenieros y responsables de las decisiones pueden entenderlo e interpretarlo correctamente.

Para cumplir estos criterios la cartografía y la evaluación de la amenaza de deslizamientos se debe llevar a cabo de manera cuidadosa y rigurosa.

#### 5.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican a la cartografía de acuerdo con la comunidad y a la evaluación de la amenaza de deslizamientos:

- Reconocer la importancia de la consulta y conversación completas y repetidas con los residentes de la comunidad; reconocer el valor de su conocimiento de las características y procesos de laderas y ser conscientes de las diferentes preocupaciones, percepciones de riesgo y las diferentes motivaciones que intervienen.
- Garantizar que se identifican controles topográficos sobre el drenaje, la profundidad del suelo y la estabilidad de laderas en todo el área; tomar conciencia de la conexión potencial entre las características de una parte de la pendiente y la amenaza de deslizamientos que se deriva de ellas en otra.
- Al considerar la inestabilidad a pequeña escala que afecta a casas individuales, estar alerta a la posible presión de los propietarios para que se resuelvan sus problemas específicos sin descuidar la búsqueda de causas y soluciones más generales.
- Construir mapas cuidadosa y claramente para asegurar que toda la información relevante se obtiene y está disponible para futuras consultas. Cada etapa en la cartografía se construye sobre la información del mapa previo para desarrollar un plan de construcción de drenaje y de partidas de obra preciso.
- Llevar a cabo caminatas de reconocimiento repetidas en la comunidad para asegurar su adherencia a los anteriores principios.
- Asegurar que se abordan todas las salvaguardas pertinentes.

### 5.2.3 Riesgos y desafíos

#### Cartografiar las características topográficas a la resolución necesaria

Identificar las principales características topográficas es un elemento fundamental de los procesos de reconocimiento y estudios de campo. Es probable que los planos y mapas existentes incorporados en el mapa base de la comunidad (como se describe en la sección 4.7) no tengan la resolución suficientemente detallada para indicar de manera fiable las zonas de convergencia o divergencia de agua en la pendiente. La identificación de depresiones topográficas a una escala de ~30m es parte integral del proceso de cartografía MoSSaiC y se debe dedicar el tiempo necesario para identificar cuidadosamente dichas características, ya que éstas probablemente controlen el flujo de agua del suelo

y los cambios de presión de los poros y por lo tanto, la amenaza de deslizamientos.

#### Pasar suficiente tiempo en la comunidad

Los miembros de la comunidad pueden proporcionar una cantidad importante de información acerca de las condiciones de drenaje que prevalecen en la pendiente durante las lluvias fuertes. Se debe hablar con el mayor número de residentes y cuantas veces sea posible. Elegir momentos en que la mayoría de los residentes están en casa, como temprano en la noche, fines de semana y días festivos. Tratar de visitar la comunidad durante las lluvias fuertes para observar los patrones y problemas de drenaje y comentarlos con los residentes.

Involucrar a la comunidad en la ciencia de reducción del riesgo de deslizamientos desde el comienzo del proyecto utilizando ilustraciones para ayudar a explicar los procesos de la pendiente y las buenas prácticas de gestión de las mismas. Esto genera confianza y motiva a los residentes de la comunidad a participar en las licitaciones de las posibles obras.

El mapa de las características de la pendiente debe ser el resultado de varias visitas a la comunidad, no solamente una visita de dos o tres días. Las visitas repetidas ponen a prueba los pensamientos iniciales, motivan la participación de un mayor número de residentes de la comunidad y ofrecen la mejor oportunidad para obtener información crítica para la formulación de las medidas de mitigación de deslizamientos.

#### Aprender haciendo

Los procesos de cartografía según la comunidad son una parte integral de la formación de la comunidad y el gobierno en las buenas prácticas para reducir el riesgo de deslizamientos. Los equipos de trabajo del gobierno tendrán que estar abiertos a todo lo que se pueda aprender de los residentes de la comunidad y unos de otros. Los miembros del equipo con formación técnica o de ingeniería tendrán que adaptar sus enfoques típicos de adquisición de datos y cartografía para incorporar el conocimiento de la comunidad. Los gerentes de proyecto y supervisores de obras de construcción posiblemente deben identificar nuevas formas para involucrar a los residentes y contratistas de la comunidad. Por otra parte, los miembros del equipo con funciones de desarrollo de

la comunidad tendrán que familiarizarse con algunos de los aspectos más técnicos del proceso de cartografía.

#### Relacionarse con los miembros clave de la comunidad

Pasar tiempo en la comunidad durante el proceso anima a los miembros comunitarios clave a apropiarse del proyecto y más importante, a tomar la metodología como propia. Así, su participación se convierte en una oportunidad de formación importante, en la que ellos pueden convertirse en promotores de MoSSaiC y potenciales formadores. Identificar los residentes más respetados en la comunidad para defender MoSSaiC.

#### Desafíos de la participación de la comunidad

No se debe ver a las comunidades como entidades idealizadas con puntos de vista, habilidades o vulnerabilidades homogéneas. Se debe reconocer que algunos de sus miembros tienen ideas y conceptos diferentes.

Las actitudes de los residentes hacia la participación en un ejercicio de cartografía de amenazas de acuerdo con la comunidad probablemente estarán influenciadas por su percepción del riesgo (capítulo 8). En las comunidades donde se han producido deslizamientos, los residentes a veces pueden ser menos receptivos a las medidas de mitigación que el público en general, ya que es probable que tengan un sentimiento de impotencia (Lin et al., 2008).

Aunque los residentes pueden identificar correctamente los procesos y características de la superficie de la pendiente, su interpretación de la importancia de éstos para determinar la estabilidad de taludes puede ser incompleta. El conocimiento local, por lo tanto, debe estar integrado con el conocimiento científico y de expertos.

#### 5.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Utilice la matriz opuesta para evaluar la calidad de los datos cartográficos básicos (el mapa base) para cada comunidad y la capacidad del gobierno para combinar conocimiento científico y conocimiento de la comunidad de los procesos de deslizamientos locales. Esta información va a orientar el proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad para la evaluación de la amenaza de deslizamientos.

1. Asignar una puntuación de 1 a 3 (baja a alta) a la capacidad, para reflejar la capacidad existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo con el nivel general de capacidad (ver la guía en la parte inferior de la página opuesta).

### 5.3 DECIDIR CÓMO TRABAJAR DENTRO DE UNA COMUNIDAD

Antes de motivar la participación de la comunidad, la Unidad Central MoSSaiC (UCM) y los equipos de trabajo del gobierno deben entender las diferentes formas de participación comunitaria y los fundamentos establecidos según la comunidad que son la base de los proyectos MoSSaiC (sección 1.4.3).

Esta sección presenta algunos principios generales de participación comunitaria e identifica los principios y prácticas específicos relacionadas con MoSSaiC. Las directrices integrales sobre participación comunitaria en el desarrollo y reducción del riesgo de desastres, están a menudo disponibles en las agencias de desarrollo internacional, tales como organizaciones no gubernamentales (ONG).

#### 5.3.1 Participación de la comunidad: Principios

Un objetivo importante del proyecto MoSSaiC es lograr un cambio de comportamiento de todas las partes interesadas en la reducción del riesgo de deslizamientos en comunidades. Con este fin, los residentes de la comunidad deben poder participar en el proceso completo de cartografía, diseño del drenaje, contratación, construcción y mantenimiento y los equipos de trabajo del gobierno deben estar preparados para dedicar una gran cantidad de tiempo en la comunidad. Los pasos del proyecto MoSSaiC y perfiles del gasto deben demostrar el compromiso del gobierno frente a un alto nivel de participación de la comunidad. Las experiencias anteriores muestran que la mayor parte del gasto total del proyecto puede estar en la comunidad en forma de materiales y costos de mano de obra.



ELEMENTOS DE CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Recursos de la Unidad Central MoSSaiC (UCM) y el gobierno para desarrollar los mapas base de la comunidad a escala de vivienda	No existen planos o mapas de las comunidades seleccionadas	Existen algunos planos o mapas disponibles pero están incompletos o sus datos son de baja resolución	Se dispone de planes o mapas digitales geo-referenciados con toda la información necesaria (curvas de nivel, ubicación de las casas, caminos, carreteras, líneas de drenaje)
Capacidad del gobierno para involucrar a las comunidades en desarrollo o gestión del riesgo de desastres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad del gobierno limitada en desarrollo comunitario o en gestión del riesgo de desastres</li> <li>No existen agencias del gobierno con mandato para trabajar en/con comunidades</li> </ul>	Existe un buen número de proyectos realizados de acuerdo con la comunidad, pero ninguna agencia formal tiene la responsabilidad general	Enlaces entre la comunidad y gobierno establecidos y trayectoria de proyectos exitosa
Capacidad y estructura de las comunidades	No existe una estructura formal comunitaria u organizaciones de acuerdo con la comunidad	Hay representantes electos de la comunidad u organizaciones comunitarias, pero generalmente inactivas o con influencia limitada	Organizaciones comunitarias activas con miembros electos y con buena aceptación dentro de la comunidad y por el gobierno
Experiencia de la UCM y los equipos de trabajo del gobierno en la evaluación de amenaza de deslizamiento y gestión de agua superficial	Ninguna experiencia en cartografía directa o evaluación de procesos de pendiente relacionados con amenazas de deslizamiento	Alguna experiencia en cartografía directa de los procesos de pendiente pero limitada o sin experiencia en evaluación de amenazas de deslizamiento	Experiencia previa en cartografía directa de procesos de pendiente y el uso de métodos/modelos científicos para evaluar la amenaza de deslizamiento
Salvaguardas del proyecto	Se deben ubicar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas disponibles de todas las agencias relevantes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
<b>1:</b> Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda	<p>La Unidad Central de MoSSaiC necesita fortalecer sus recursos antes de iniciar el proceso de cartografía de la comunidad y la evaluación de amenaza de deslizamiento. Esto podría involucrar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener conversaciones con el equipo de trabajo de enlace de la comunidad para identificar cualquier proyecto comunitario anterior en el área que podría ayudar a establecer un diálogo con la comunidad</li> <li>Hablar con la comunidad para ver si hay un portavoz natural de la comunidad que pueda ser el foco del proceso de participación, teniendo en cuenta los riesgos y retos mencionados anteriormente al involucrar la comunidad</li> <li>Hablar con socios comerciales o académicos para tener certeza sobre su voluntad de compartir o colaborar en el análisis de estabilidad de la pendiente</li> <li>Acercarse a todas las agencias pertinentes para adquirir sus documentos de salvaguarda y preparar un documento de trabajo coherente para lograr involucrar a la comunidad</li> </ul>
<b>2:</b> Algunos elementos de este capítulo reflejan la práctica actual; leer el resto de elementos a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad	<p>La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben de Nivel 1 deben abordarse según lo explicado anteriormente. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Si el conocimiento en la generación de mapas/planos es limitado se puede buscar la asesoría de un socio comercial o académico o una agencia relevante</li> <li>Si los documentos de salvaguarda relevantes están disponibles pero no clasificados, la UCM debe integrarlos sistemáticamente</li> <li>Si hay conocimiento limitado en torno a cómo involucrar la comunidad, buscar consejo en organizaciones no gubernamentales u otras agencias con experiencia en esta área.</li> </ul>
<b>3:</b> Utilizar este capítulo como una lista de verificación	Es probable que la UCM pueda proceder usando la capacidad probada existente. Sin embargo, sería una buena práctica documentar su experiencia relevante en proyectos comunitarios y sus salvaguardas relacionadas.

### Determinar la forma más adecuada de participación

Los enfoques de la participación comunitaria se pueden definir como instrumentales, de colaboración o de apoyo. La Red Activa de Aprendizaje para la Rendición de Cuentas y Desempeño en Acciones Humanitarias (ALNAP, por sus siglas en inglés) describe estos enfoques como se indica a continuación (ALNAP, 2003):

- **Enfoques instrumentales** en relación con la participación de la comunidad como un medio de lograr los objetivos del proyecto; si bien estos enfoques pueden desarrollar la capacidad de la comunidad, éste no es un objetivo del proyecto en sí mismo.
- **Enfoques colaborativos**, enfoque cuya base es el intercambio de recursos durante el ciclo del proyecto para lograr un objetivo compartido. Con este tipo de enfoque, el gobierno o la agencia tienen como objetivo fortalecer la capacidad de la comunidad y aprender de ella. No se espera que haya estructuras comunitarias (liderazgo formal u organizaciones comunitarias) y la colaboración para tareas específicas puede ser a través de la delegación informal o el desarrollo de alianzas formales.
- **Enfoques de apoyo** reconocen la capacidad existente o potencial dentro de una comunidad; el gobierno o agencia proporciona apoyo técnico, financiero o material para que la comunidad inicie y lleve a cabo su propio proyecto.

MoSSaiC está más estrechamente alineada con la estrategia de colaboración, pero la UCM y el equipo de trabajo de enlace con la comunidad deben buscar y apoyar la capacidad existente de la comunidad siempre que sea posible.

Implantar un enfoque participativo en la práctica implica una serie de actividades. La escalera de participación (tabla 5.1), originalmente desarrollada por Arnstein (1969), es una manera útil de describir el tipo de participación y el papel de los residentes de la comunidad en las actividades del proyecto.

La UCM y el equipo de trabajo de enlace de la comunidad deben decidir sobre una estrategia de participación que permita un adecuado (y realista) balance entre

- el conocimiento de la comunidad y el conocimiento experto,
- el alcance del proyecto y las percepciones del riesgo de la comunidad y
- las limitaciones de las políticas y el poder de decisión de la comunidad

### Considerar la cultura y organización social

Las Naciones Unidas señalan que “Los proyectos, políticas y programas de reducción del riesgo de desastres tendrán sentido y éxito si se tienen en cuenta los intereses de toda la comunidad” (ONU, 2008, v). Diferentes culturas y comunidades tendrán diferentes experiencias y expectativas de participación en los proyectos

**TABLA 5.1 Tipos de participación comunitaria**

TIPO DE PARTICIPACIÓN	PAPEL DE LA COMUNIDAD
Iniciativas locales	Concibe, inicia y gestiona el proyecto independientemente; la agencia participa en los proyectos de la comunidad
Interactiva	Participa en el análisis de necesidades, la concepción del programa y tiene poder de decisión
Por medio del suministro de materiales, dinero o trabajo	Suministra materiales y/o trabajo necesario en la operativa de una intervención o la co-financia; ayuda a decidir cómo se utilizan estos recursos
Por medio de incentivos materiales	Recibe dinero o pagos en especie de la agencia
Por consultas	Se le pregunta su punto de vista sobre determinados temas, pero no tiene poder de decisión
Por medio del suministro de información	Provee información a la agencia en respuesta a preguntas, pero no influye sobre el proceso
Pasivo	Se le informa de lo que va ocurrir
Manipulativo	Su participación es simplemente por apariencia

Fuentes: Pretty, 1995; Banco Mundial, 2010.

de acuerdo con la comunidad. Considerar el potencial efecto en la participación de las creencias locales, el idioma y la historia y aspectos de organización social tales como composición étnica, relaciones de género, relaciones entre las diferentes generaciones y jerarquías sociales.

También considerar la participación de los grupos menos prominentes o vocales (que pueden incluir a mujeres, ancianos, niños y jóvenes, personas con discapacidad y residentes más pobres) y diversos niveles de participación dentro de la comunidad debido a los diferentes niveles de interés o conocimiento.

Garantizar que la estrategia de participación es cultural y socialmente apropiada y que los grupos menos prominentes se empoderan y se incluyen en el proyecto.

### Considerar las relaciones de género

Incluir verdaderamente las consideraciones en torno al género probablemente dará lugar a proyectos más sostenibles (UNISDR, 2008). En términos generales, la igualdad es ampliamente considerada como esencial para alcanzar el objetivo último del desarrollo: el bienestar de todas las personas (Klasen, 1999). En este sentido, es útil para entender y aplicar una estrategia de incorporación de la perspectiva de género. El Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas define la incorporación de la perspectiva de género como

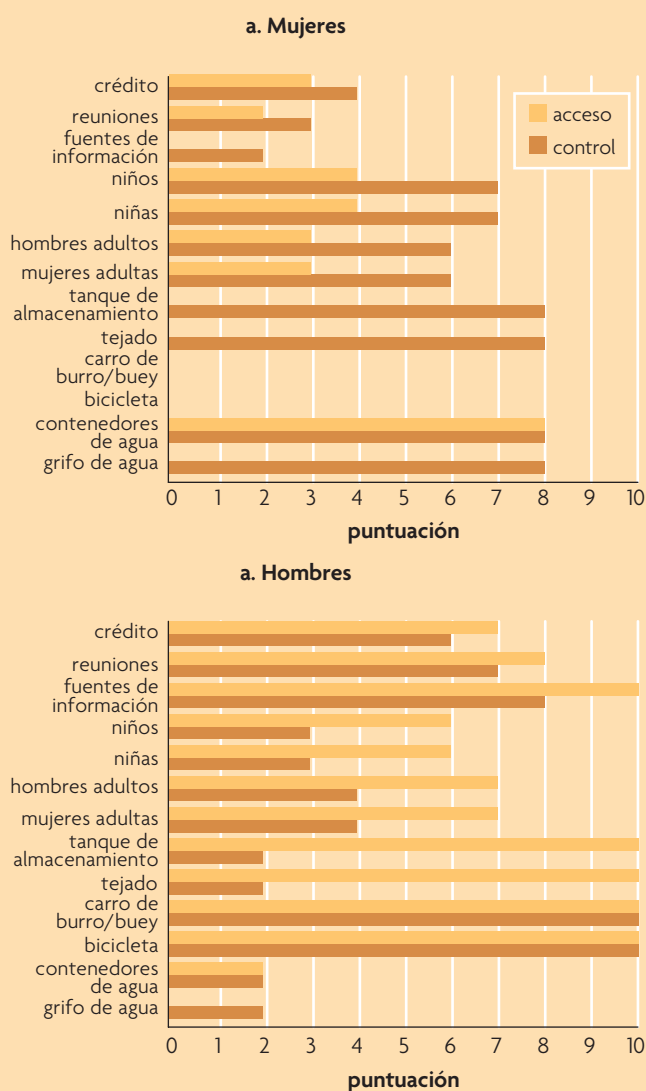
...el proceso de evaluación de las implicaciones para mujeres y hombres de cualquier actividad planificada, incluyendo la legislación, políticas o programas, en todas las áreas y a todos los niveles. Es una estrategia para hacer de las preocupaciones y experiencias de las mujeres, así como de los hombres, una dimensión integral del diseño, implementación, monitoreo y evaluación de las políticas y programas en todas las esferas políticas, económicas y sociales, de forma que las mujeres y hombres se beneficien por igual y no se perpetúe la desigualdad. El objetivo último es lograr la igualdad de género (UNECOSOC, 1997).

Las mujeres tienen un papel fundamental que desempeñar en todos los aspectos de los proyectos según la comunidad. Las mujeres aportan diferentes habilidades y experiencias, como observó un participante en un caso de estudio de una comunidad del Pacífico:

Las mujeres son muy buenas en implementar y organizar y aconsejar a los jefes. Las mujeres son una parte muy fuerte de la aldea, ya que se ocupan de sus familias. Se aseguran de que los niños estén a salvo y de que el agua esté limpia (Gero, Meheux y Dominey-Howes, 2010, 36).

Con frecuencia sin embargo, los hombres dominan dado el control que tienen de casi todos los recursos disponibles a nivel de los hogares (Universidad de Warwick, 2002) (figura 5.1).

**FIGURA 5.1 Acceso y control de los recursos en Etiopía por mujeres y hombres**



Fuente: Universidad de Warwick, 2002.

Nota: Se asignó un máximo de 10 puntos divididos entre mujeres y hombres para representar su acceso relativo a cada recurso listado y el control los mismos. Un puntaje de 10 indica que el género respectivo tiene acceso o control único sobre un recurso en particular; un puntaje de 5:5 indicaría que hombres y mujeres tendrían igual acceso o control.

La experiencia ha demostrado que a menudo es difícil incorporar el enfoque de género (ONU, 2002) y no se puede lograr sin el compromiso explícito con una estrategia y esfuerzos sistemáticos para implementarla.

La UCM y el equipo de trabajo de enlace con la comunidad deben incorporar en la estrategia de participación una política sensible y positiva de inclusión y empoderamiento de todos los residentes, incluidas las mujeres. Tal inclusión debe ir más allá de un enfoque “simbólico” que por ejemplo, simplemente establezca que

un cierto número de mujeres participen en un comité particular.

La tabla 5.2 proporciona una lista práctica de verificación para evaluar la posibilidad del riesgo de género (ONU, 2009), mucho de lo cual es importante en un enfoque MoSSaIC de acuerdo con la comunidad para reducir el riesgo de deslizamientos.

Considerar la posibilidad de adoptar esta lista e incorporarla en los procesos de cartografía y evaluación de amenaza de deslizamientos en este capítulo.

**TABLA 5.2 Lista de verificación para evaluar el riesgo desde la perspectiva del género**

PASO	ACCIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DEL GÉNERO
1. Identificar los riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e implementar estrategias social y culturalmente sensibles dentro del contexto del género para involucrar a mujeres y hombres de las comunidades en la identificación de riesgos locales</li> <li>• Elaborar una lista de las organizaciones de la comunidad que pueden asegurar la participación de hombres y mujeres e involucrarlos en consultas sobre amenazas, incluyendo recolectar y compartir información y evaluar el riesgo</li> <li>• Determinar los riesgos a que se enfrentan hombres y mujeres por separado en cada región o comunidad</li> <li>• Incluir el conocimiento y percepción tradicional de las mujeres para analizar y evaluar las características de los riesgos principales</li> <li>• Involucrar a mujeres y hombres por partes iguales para revisar y actualizar cada año los datos de los riesgos e incluir información sobre riesgos nuevos o emergentes</li> </ul>
2. Determinar la vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar el compromiso activo de hombres y mujeres en el análisis de vulnerabilidad (involucrar las organizaciones de hombres y mujeres y establecer calendarios que permitan su participación)</li> <li>• Llevar a cabo un análisis desde la perspectiva del género para identificar las desigualdades entre hombres y mujeres</li> <li>• Elaborar y documentar las vulnerabilidades diferenciales de género entre hombres y mujeres (físicas, sociales, económicas, culturales, políticas y medioambientales)</li> <li>• Asegurar que se incluyen los aspectos según el género de edad, discapacidad, acceso a información, movilidad y acceso a ingresos y otros recursos determinantes claves en la identificación de la vulnerabilidad</li> <li>• Identificar e incluir las necesidades, inquietudes y conocimiento de las mujeres en las evaluaciones de vulnerabilidad de la comunidad realizadas para todas las amenazas naturales relevantes</li> </ul>
3. Identificar capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer y evaluar el conocimiento tradicional de hombres y mujeres</li> <li>• Asegurar que se evalúan la capacidades de todos los grupos, organizaciones o instituciones de mujeres y hombres</li> <li>• Identificar las funciones, roles y responsabilidades específicos llevados a cabo por mujeres y hombres e incluirlas en el análisis</li> <li>• Identificar los mecanismos de apoyo específicos del género para que las mujeres se involucren en programas y acciones de gestión del riesgo (p. ej. problemas de movilidad y cuidado de niños)</li> <li>• Identificar mecanismos para realzar las capacidades de hombres y mujeres y asegurar que los programas de desarrollo de capacidades incorporan medidas para permitir la participación de las mujeres</li> <li>• Reconocer la importancia igual de las capacidades y autoridad de mujeres y hombres empoderados para dirigir programas de evaluación de riesgos o formar a otros miembros de la comunidad</li> <li>• Involucrar activamente a las organizaciones de mujeres para ayudar en el desarrollo de capacidades</li> <li>• Identificar modelos de roles femeninos para promover la evaluación del riesgo desde la perspectiva del género</li> </ul>
4. Determinar los niveles de riesgo aceptables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucrar a hombres y mujeres en el desarrollo de los mapas de amenazas y riesgos</li> <li>• Recolectar y analizar datos de diferencias de género para evaluar niveles aceptables de riesgo</li> <li>• Asegurar que los mapas de amenazas incluyen los impactos de los riesgos asociados con las diferencias de género</li> <li>• Asegurar que los mapas de amenazas incluyen la vulnerabilidad y capacidad asociadas a las diferencias de género</li> </ul>

Fuente: ONU, 2009.

### 5.3.2 Participación de la comunidad: prácticas

Las prácticas típicas de la participación comunitaria en la iniciación y diseño del proyecto pueden incluir comunicaciones formales e informales tales como reuniones, grupos temáticos y entrevistas y actividades prácticas tales como cartografía, caminatas de reconocimiento comunitario y la creación de matrices de clasificación prioritarias.

Esta subsección describe algunas de las prácticas para iniciar y mantener la participación de la comunidad en los proyectos MoSSaiC. La Sección 5.3.3 describe los puntos específicos de participación durante el proceso de cartografía según la comunidad.

El equipo de trabajo de enlace entre la UCM y la comunidad debe utilizar esta guía para trasladar sus principios y estrategias y poner en práctica la participación de la comunidad. Todos los equipos de trabajo del gobierno deben estar informados sobre los principios y prácticas de participación antes de interactuar con la comunidad.

#### Sensibilizar comunidades y equipos de trabajo del gobierno

El proceso de cartografía MoSSaiC de acuerdo con la comunidad comienza con conversaciones entre dos equipos de trabajo del gobierno (el equipo de trabajo de enlace de la comunidad y el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería) y los residentes de la comunidad. Los equipos del gobierno tienen que escuchar y entender las preocupaciones de los residentes con respecto a los deslizamientos y conocer todo aquello que los residentes consideran como las principales causas del riesgo de deslizamientos (figura 5.2). Deben permitir a los residentes discutir libremente los problemas relacionados con el mantenimiento de los drenajes y la práctica de descargar el agua lluvia y las aguas grises a las pendientes. De esta manera, ellos se sensibilizan con las características específicas de la comunidad, así como con la amenaza de deslizamientos.

Por otro lado, el proceso de cartografía permite a los equipos de trabajo del gobierno aumentar la sensibilización de la comunidad acerca de las posibles causas de los deslizamientos y por lo tanto, acerca de cuáles pueden ser las posibles soluciones. Este proceso se debe llevar a cabo de tal forma que el mapa

**FIGURA 5.2** Es importante escuchar a los residentes de la comunidad



resultante de las características de la pendiente comunitaria puede utilizarse para identificar zonas de amenazas de deslizamientos relativamente altas e indicar las principales líneas de drenaje superficial durante la estación húmeda. Por lo tanto se concientiza a los residentes de la comunidad en relación con los controles altamente localizados que existen con respecto a la amenaza de deslizamientos.

#### Involucrar a los líderes de la comunidad

Identificar aquellos residentes que desempeñan papeles de liderazgo en la comunidad puede requerir repetir las visitas a la comunidad. Si bien algunos de estos líderes son electos y por lo tanto, inmediatamente conocidos, otros pueden ejercer un liderazgo que emana únicamente de las redes sociales informales dentro de la comunidad y entender esto puede requerir un poco de tiempo. El compromiso de la comunidad tiene desafíos muy específicos. En algunos lugares, las comunidades pueden estar relativamente bien organizadas con personas electas que representan los intereses de la comunidad frente a los fondos locales sociales de intervención, agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Incluso con estructuras relativamente claras estos roles de liderazgo y las personas que los ejercen pueden cambiar a medida que los proyectos avanzan del concepto a la implementación y ejecución.

#### Entender la percepción de riesgo y las motivaciones de la comunidad

Los representantes de la comunidad pueden ayudar enormemente proporcionando información sobre las características de pendiente relativas a la amenaza de deslizamientos. Sin

embargo, puede ser un desafío garantizar que el asesoramiento recibido de estos representantes sea verdaderamente objetivo sobre todo porque las medidas para reducir la amenaza de deslizamientos (tales como drenajes), encaminadas a proteger a la comunidad en su conjunto, se pueden interpretar como que benefician más a ciertas propiedades individuales que a otras. La información comunitaria debe ser evaluada y moderada a través de una serie de mecanismos previos a cualquier decisión final sobre las intervenciones de drenaje que se están realizando. Para asegurar que se tomen en cuenta los intereses de todos los grupos dentro de la comunidad y que se comparta la información, utilizar una variedad de actividades participativas tales como las siguientes:

- Conversaciones informales con los residentes de la comunidad mientras se hace la cartografía en un descanso a la hora del almuerzo o caminando por la comunidad.
- Reuniones formales que incluyan a toda la comunidad.
- Grupos temáticos separados por intereses (por género, edad, grupos étnicos) o una mezcla de participantes.
- Conversaciones con los representantes del gobierno de la comunidad (y otros políticos).

#### Involucrar a la comunidad en la comprensión de la reducción de amenaza de deslizamientos

Mantener la participación de la comunidad a través de los proyectos desarrolla confianza y es fundamental para desarrollar en los residentes la comprensión de las causas y soluciones a la amenaza de deslizamientos.

Asegurar que el proceso de cartografía es interactivo y se lleva a cabo mediante una serie de visitas para presentar los equipos de trabajo del gobierno a los residentes y darles la oportunidad de comprender y contribuir con lo siguiente:

- Evaluar las diferentes zonas de procesos y amenazas de deslizamientos de taludes.
- Identificar los diferentes tipos de intervención con drenajes en diferentes zonas con amenaza de deslizamientos.
- Instalar canalones en los tejados y conectar las tuberías de aguas residuales de las casas a la red de drenaje.

### 5.3.3 Conocimiento y participación de la comunidad en el proceso de cartografía

#### Identificar los miembros de la comunidad que guíen la caminata de reconocimiento.

Ganar la aceptación en las comunidades es un proceso fundamental. En una primera etapa de la participación comunitaria identificar uno o dos miembros respetados de la comunidad que estén dispuestos a acompañar a los equipos de trabajo del gobierno durante la cartografía de la comunidad y actúen como guías (figura 5.3). Pida a los guías que en primer lugar, muestren al equipo de trabajo la distribución de la comunidad y la ladera y que indiquen cualquier área que conozcan con problemas de deslizamientos y drenajes.

Seleccionar personas que hayan vivido durante un tiempo en la comunidad y estén familiarizados con su distribución e historia, que sean respetados y generen confianza en otros miembros de la comunidad. Un buen punto de partida es preguntar a los líderes de las organizaciones comunitarias a quiénes recomendarían como guías. También buscar miembros de la comunidad que hayan tenido experiencia trabajando junto a ministerios del gobierno o agencias en otros proyectos. Estas personas pueden ser un eslabón fundamental para facilitar la rápida aceptación y ejecución del proyecto.

#### Visitar cada casa

Con la asistencia de los representantes o guías de la comunidad, el siguiente paso es conversar casa por casa con la mayoría de residentes posible. Se debe utilizar el mapa base comunitario (preparado en la sección 4.7) y cualquier

**FIGURA 5.3** Involucrar a los representantes y guías de la comunidad para identificar las características de pendientes y problemas de deslizamientos



otro mapa adicional o fotografías aéreas para permitir a los residentes agregar las características e historia de la pendiente que ellos conocen. Las fotografías aéreas en particular son un punto de referencia útil. En la sección 5.4 se presentan los detalles técnicos completos del proceso de cartografía.

Las visitas casa por casa son una parte fundamental del proceso de cartografía MoSSaiC por las siguientes razones:

- Las conversaciones permiten a los residentes expresar sus prioridades, explicando con sus propias palabras y a su manera los riesgos a los que se enfrentan con los deslizamientos.
- La ciencia del problema se puede explicar y hablar con los residentes (figura 5.4) refiriéndose directamente a las características visibles de la pendiente (en oposición a una reunión celebrada en un local distante).
- Las conversaciones generan confianza y permiten que se explique y se aprecie completamente el proyecto.
- Los residentes tienen la oportunidad de expresar su deseo de participar en el proyecto (o no), sin las dinámicas de presión de sus compañeros de la comunidad que podrían inhibir a los grupos vulnerables en una reunión comunitaria o más formal.
- El tiempo utilizado en las conversaciones permite obtener los detalles de contacto cuando se ofrece, por ejemplo, el intercambio de números de teléfono. Esta información es valiosa, ya que permite el seguimiento de la gestión y responsabilidad del proyecto a través de un flujo bidireccional de información.

**FIGURA 5.4 Conversar sobre las amenazas a la estabilidad de la pendiente y al drenaje en los alrededores de las casas de los residentes**



- Las conversaciones informales revelan el funcionamiento de la comunidad y proporcionan un contexto importante para que la UCM considere varios aspectos al llevar a cabo el proceso de licitación e implementación del proyecto.
- Las conversaciones proporcionan un medio de concientizar a los residentes de buenas prácticas de drenajes, independientemente de que las intervenciones particulares finalmente formen parte del proyecto.
- Estas interacciones dan información sobre el mejor momento para celebrar reuniones comunitarias.
- Ser invitados a las casas de los residentes permite a los miembros del equipo aprender más acerca del contexto real de riesgo, tal como se percibe y se experimenta en el hogar.

Por lo tanto, los equipos de trabajo del gobierno deben dedicar mucho tiempo en la comunidad, hablando con los residentes. Esta parte del proceso puede tomar por lo menos dos o tres semanas e incluir visitas en las tardes y los fines de semanas.

#### Crear grupos temáticos informales

Las conversaciones en grupos informales se realizan junto con las visitas casa por casa (figura 5.5), tal vez con un grupo de residentes que haya expresado su interés particular en el proyecto o con miembros comunitarios que, de otra manera, estarían marginados o tendrían menos voz en las reuniones formales comunitarias.

Para las reuniones de los grupos temáticos, seleccionar algunos mapas base y fotografías aéreas de la comunidad. Estos materiales permitirán a los residentes identificar sus casas e

**FIGURA 5.5 Conversaciones informales en grupo mantenidas en lugares accesibles**



indicar cualquier zona de inestabilidad que ellos puedan recordar. Un cartel que explique la parte científica de la gestión de agua superficial para reducir la amenaza de deslizamientos puede ayudar en las conversaciones.

#### Mantener reuniones formales en la comunidad o cerca de ella

Las reuniones comunitarias se deben llevar a cabo en varias etapas durante el proyecto (figura 5.6). Éstas se pueden programar:

- antes de comenzar el proceso de cartografía para dar a conocer el proyecto y qué se espera de él;
- después del periodo inicial de conversaciones con los residentes, una vez que se ha desarrollado la versión preliminar del mapa de características de la pendiente comunitaria (utilizando el método descrito en la sección 5.4);
- después de la evaluación cualitativa de amenaza de deslizamientos basándose en la interpretación de las zonas del proceso de taludes (sección 5.5) y
- después de la evaluación cuantitativa de amenaza de deslizamientos para discutir y acordar un plan de drenaje inicial para reducir esta amenaza (secciones 5.6 y 5.7).

Las reuniones comunitarias proporcionan una oportunidad para que todos expresen sus puntos de vista, para compartir información y para que las dinámicas comunitarias se aprecien de forma más integral. Por lo tanto, los representantes electos, los representantes comunitarios, la UCM, los equipos de trabajo del gobierno y los medios de comunicación, todos incluidos, deben asistir. Considerar

anunciar las reuniones con diferentes enfoques, que incluyan comunicaciones informales dentro de la comunidad (generalmente las más efectivas en comunidades vulnerables) y folletos.

Las reuniones iniciales de la comunidad deben incluir:

- una bienvenida apropiada;
- una breve introducción al proyecto por parte de la UCM o el jefe de proyecto del gobierno esbozando el alcance del mismo (es decir, reducir la amenaza de deslizamientos), el proceso y el cronograma previsto para su implementación;
- una oportunidad para escuchar los puntos de vista de los representantes de la comunidad y residentes y
- una sesión de preguntas y respuestas.

Durante estas reuniones ser claro acerca del proceso del proyecto, lo que se puede y no se puede lograr y proporcionar cualquier cronograma que se conozca. Esta información y su precisión son fundamentales, ya que establecen expectativas apropiadas para la entrega del proyecto. A menudo, la comunidad habrá tenido experiencia con proyectos anteriores que fallaron en este sentido, con promesas que no se cumplieron. Los programas MoSSaiC tienen que establecer expectativas precisas dado el nivel de participación que se busca en la comunidad.

## 5.4 CARTOGRAFÍA DE CARACTERÍSTICAS DE TALUDES COMUNITARIOS

Esta sección describe los aspectos técnicos del proceso de cartografía de la comunidad, qué preguntas hacer a los residentes y cuáles características de la pendiente se deben buscar y registrar. Comenzar por identificar los procesos de pendiente a escala de laderas, luego recorrer casa por casa para entender y cartografiar controles de estabilidad de la pendiente localizados. Investigar y comprender los procesos de pendiente a escala de hogar es un elemento esencial en la cartografía y evaluación de la amenaza de deslizamientos.

Utilizar la siguiente lista de verificación para registrar y luego aumentar características clave

**FIGURA 5.6** Salón comunal local utilizado como sede para intercambiar y escuchar los puntos de vista de los residentes





de la pendiente y la relativa ubicación de las estructuras de las viviendas.

- Artículos esenciales
  - Mapa base (de la sección 4.7)
  - Rotuladores y lápices
  - Cámara
  - Brújula
  - Cinta de medición topográfica
- Artículos adicionales, si los hay
  - Nivel Abney
  - Recibidor del sistema de posicionamiento global (GPS)
  - Fotografías aéreas de la comunidad

#### 5.4.1 Escala de ladera: Cartografía general de la topografía y drenaje

La primera etapa del proceso de cartografía es determinar los controles de estabilidad de la pendiente a escala de ladera. Con la asistencia de un representante de la comunidad, el equipo de cartografía debe recorrer la comunidad para familiarizarse con la topografía general, los principales patrones de movimiento de agua y cualquier variación en el ángulo y los materiales de la pendiente. Marcar estas características en el mapa base (generado en la sección 4.7; ver la figura 5.7a) y añadir, confirmar o corregir la localización de casas, caminos, líneas de drenaje y otras estructuras clave. Utilizar una brújula para orientarse o un receptor GPS para registrar coordenadas; si está disponible, utilizar una fotografía aérea (figura 5.7b) para ayudar con la navegación y la cartografía.

#### Topografía y drenaje natural

La topografía afecta el drenaje, la formación de suelo y la estabilidad de taludes por encima de escalas de 20–50m. Puede ser difícil reconocer las características topográficas en esta escala por las siguientes razones:

- La vegetación puede ocultar detalles, incluso en distancias muy cortas.
- La vivienda no autorizada puede dar una impresión falsa de la topografía.
- Las curvas de nivel de los mapas topográficos se pueden interpolar desde planos de baja resolución, suavizando así estas características (observar las curvas de nivel relativamente rectas y uniformemente espaciadas representados en la figura 5.7a).

La topografía de una pendiente se debe describir de acuerdo con los elementos que la

**FIGURA 5.7 Mapa de la comunidad y fotografías aéreas complementarias**



a. Un mapa típico de la comunidad compilado con datos de curvas de nivel existentes y huellas de edificaciones extraídos de una fotografía reciente. Las curvas de nivel pueden estar interpoladas y se usan mejor como una guía general de variaciones topográficas (zonas convergentes/divergentes y patrones de drenaje). Ver la figura 5.38 para un ejemplo de este mapa con características de procesos de pendiente añadidas.



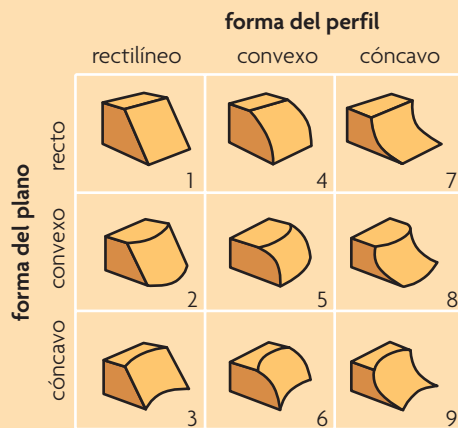
b. Una fotografía aérea de la comunidad puede ayudar a identificar estructuras y otras referencias.

**Fuente:** Reproducido con autorización del Jefe de Topografía, Ministerio de Planificación Física, Santa Lucía.

constituyen, bien sean convexos, cóncavos o planos (rectos), en planos y secciones (figura 5.8) a una escala de ~20–50m. En particular, el equipo de cartografía debe ser cuidadoso para identificar los elementos topográficos cóncavos y los procesos de ladera asociados.

- **Perfil cóncavo de la pendiente descendente (cóncavo en sección).** La profundidad del suelo está a menudo relacionada con la topografía. Cuando el perfil de la pendiente es cóncavo en sección (tipos 7, 8 y 9 en la figura 5.8), es común que se aumente

**FIGURA 5.8 Elementos topográficos a distinguir e identificar en campo**

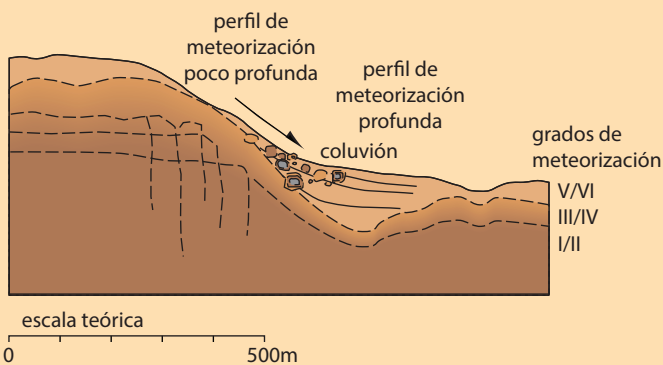


Fuente: Parsons, 1988.

la profundidad del suelo en la pendiente descendente (figura 5.9). Esto se debe a la meteorización o desgaste masivo de los suelos desde las secciones superiores de la pendiente y la descarga de este material en las pendientes inferiores. La profundidad y la relativa falta de resistencia de los suelos acumulados (coluvión) les hace especialmente propensos a deslizamientos (sección 3.5.3).

Un aumento en la profundidad del suelo en la pendiente descendente puede tener un efecto aparentemente contradictorio: pendientes más escarpadas, más arriba en la ladera, pueden mostrar estabilidad debido a suelos menos profundos o rocas expuestas (figura 5.10a), mientras que pendientes poco profundas, más abajo en la ladera, pueden

**FIGURA 5.9 Ejemplo de un perfil de ladera tropical que ilustra las características comunes de meteorización**



Fuente: Fookes, 1997.

**FIGURA 5.10 Profundidad y estabilidad del suelo**



a. Las pendientes escarpadas serán estables si la profundidad al lecho de roca es pequeña.



b. Las pendientes poco profundas pueden ser inestables si reciben un considerable flujo de agua subsuperficial de topografía convergente pendiente arriba.

en ciertas circunstancias ser menos estables debido a la acumulación de suelos más profundos (figura 5.10b).

- **Zonas de convergencia topográfica (cóncavo en el plano).** Es importante identificar las áreas de ladera que son cóncavas en el plano (tipos 3, 6 y 9 en la figura 5.8), ya que sirven para enfocar y concentrar el flujo tanto sobre el terreno como en el subsuelo y producir presiones relativamente más altas del poro de agua en el suelo. Las zonas de convergencia también pueden tener suelos relativamente profundos debido a la acumulación de material meteorizado proveniente de la parte

superior de la ladera. Este control topográfico de la presión del poro de agua y formación del suelo genera áreas de mayor susceptibilidad a deslizamientos que a menudo se asocian con hondonadas de la ladera.

Aunque existan uno o dos enfoques algorítmicos especializados en determinar la convergencia topográfica (ver por ejemplo Quinn et al., 1991 y Quinn, Beven y Lamb, 1995), es probable que éstos no tengan suficiente resolución para la escala espacial de tales características en comunidades urbanas densas.

Preguntar a la comunidad acerca de las profundidades del suelo, qué tan profundos son los cimientos de las casas, si se han construido en un lecho de roca y qué condiciones de suelo encontraron durante la construcción. Buscar evidencia de meteorización y acumulación, tales como lecho de roca expuesto, suelos y piedras sueltos, mezclados o lavados.

#### Buscar zonas de filtración

La combinación de suelos profundos y flujo de agua concentrado en zonas de convergencia topográfica puede significar que el suelo está mojado, incluso en ausencia de lluvia. Las zonas de saturación o filtración de agua del suelo proporcionan evidencia importante de cómo drena la pendiente. Algunas veces la filtración se puede observar donde no hay hondonadas topográficas obvias (figura 5.11). Las razones para esto incluyen un patrón de drenaje subterráneo que difiere del patrón de drenaje superficial; un cambio en las propiedades del material de la pendiente (una interfaz entre el suelo o roca con diferentes conductividades hidráulicas) o que haya una fuente puntual de agua, tal como una tubería de agua, tanque séptico o tubería de aguas residuales domésticas rotas. Preguntar a los residentes si hay lugares donde el suelo está siempre mojado, incluso cuando no ha llovido. Buscar plantas habituadas a condiciones de humedad, cubiertas de musgo o rocas u hormigón mohoso, suelos saturados o agua que emerge en un punto de la superficie del suelo.

#### Observar los ángulos de la pendiente

Observar la forma de la pendiente en términos del ángulo de la misma y cómo éste puede variar a través de la pendiente y de arriba a abajo. Aunque los mapas de curvas de nivel podrán dar una impresión de un ángulo de pendiente, las curvas de nivel pueden estar interpoladas o

promediadas sobre una ladera y por lo tanto, pueden ser engañosos. Un nivel Abney dará una indicación más precisa de los cambios del ángulo de la pendiente. (ver figura 3.16).

Tener cuidado: los ángulos de la pendiente pueden ser engañosos en cuanto a amenaza de deslizamientos. Los residentes a menudo pueden asociar la amenaza de deslizamientos con pendientes más empinadas. Si bien esto puede ser cierto en muchos casos, es importante comprobar si las laderas de poca profundidad pueden de hecho representar un mayor riesgo de deslizamientos.

A modo de ejemplo, las laderas superiores de una comunidad pueden contener roca y podrían tener una inclinación de 45 grados, mientras que las laderas inferiores de menor profundidad podrían ser de 20 grados y contener una cantidad significativa de suelo residual y coluvial (acumulado) cubriendo el lecho de roca. Si estas laderas poco profundas se encuentran dentro de una hondonada de ladera, el agua (superficial y subterránea) de las pendientes más escarpadas se concentra y se infiltra en las laderas más bajas. Esta circunstancia puede dar lugar a un aumento de las presiones de poro y a un riesgo potencialmente mayor de deslizamientos en las pendientes inferiores a 20 grados, que en las pendientes superiores a 45 grados.

**FIGURA 5.11 Filtraciones que ocurren durante temporadas secas donde no hay señales de una zona de convergencia topográfica**



### Observar cuidadosamente en las pendientes más bajas y poco profundas

Asegurarse de cartografiar todas las zonas de ladera con igual énfasis. Las pendientes poco profundas se deben ver como áreas de posible riesgo de deslizamientos por las razones expuestas anteriormente.

### Buscar alteraciones en el drenaje natural

El desarrollo de comunidades en las pendientes alterará inevitablemente el patrón natural del drenaje, bien sea a través de la construcción deliberada de drenajes o como una consecuencia no intencionada de las actividades humanas. Buscar los drenajes principales existentes (los que afectan a más de una parcela de vivienda) y determinar si éstos siguen y aumentan las rutas de drenaje natural o cambian el patrón de drenaje. Observar dónde inician y terminan los drenajes, en qué condiciones se encuentran y si éstos se conectan con otros drenajes o arroyos naturales. Preguntar a la comunidad qué tan profundo llega a estar el agua en los drenajes cuando llueve intensamente y si los drenajes se desbordan o tienen escapes.

Es frecuente que las construcciones no autorizadas causen flujos concentrados de agua en ubicaciones específicas. Las descargas de estas fuentes puntuales pueden causar meteorización e inundación y potencialmente incrementar el riesgo de deslizamientos. Al hacer la cartografía de los drenajes existentes buscar secciones de tuberías que estén sin terminar, desconectadas o rotas y observar el efecto que producen estas descargas de dichas fuentes puntuales en el drenaje y en la estabilidad de la pendiente.

Las viviendas pueden crear importantes fuentes puntuales de agua al descargar aguas grises (residuos de baño y cocina) y aguas negras (residuos sépticos) en la pendiente y agua lluvia de los tejados. La existencia de una red de agua corriente a las casas puede incrementar significativamente el volumen e impacto de descargas de agua de los hogares. Observar la presencia de agua corriente y evidencia de tuberías de suministro de agua averiadas o con escapes.

Otras estructuras que cambian el flujo del agua en las pendientes son los caminos y pasos (que pueden formar una trayectoria de flujo preferente para la escorrentía, figura 5.12a) y las estructuras o muros de contención que pueden bloquear y desviar el flujo superficial y subterráneo. Algunas veces, los drenajes mal

construidos pueden actuar como una barrera para la escorrentía superficial, generando flujo de agua a lo largo o por debajo del drenaje y no dentro del mismo (figura 5.12b).

### Características a escala de ladera: Resumen

La tabla 5.3 resume las características a escala de ladera que serán incluidas en el mapa de características de la pendiente comunitaria.

### 5.4.2 Escala de viviendas: Cartografía de detalle

Una vez que las características generales de la pendiente han sido obtenidas, el equipo de cartografía debe comenzar a investigar las influencias a escala doméstica en la estabilidad de taludes y cualquier indicación de inestabilidad potencial. Esta etapa del proceso de cartografía ofrece una oportunidad vital para conocer a los residentes; discutir los problemas de drenaje y estabilidad de la pendiente y escuchar sus preocupaciones, prioridades e ideas. No apresurar esta etapa, ya que es una oportunidad importante para motivar a la comunidad a apropiarse del proyecto, al tiempo que garantiza que todas las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos son apropiadas tanto científica como socialmente.

#### Identificar la ubicación de cada casa

Identificar cada casa en el mapa comunitario y verificar que su posición esté correctamente cartografiada (utilizando un receptor GPS u orientándose con una brújula desde los puntos fijos conocidos). Tomar nota de la ubicación relativa de la casa con respecto a las características topográficas y de drenaje generales ya cartografiadas. Tener en cuenta las influencias que estas características pueden tener a nivel de la vivienda, si la vivienda experimentará inundación o inestabilidad de pendiente o contribuirá agua a viviendas vecinas más abajo.

A veces es útil usar una fotografía aérea para su verificación. Si los residentes muestran interés, la fotografía puede ser una buena herramienta visual para iniciar la discusión sobre los problemas de drenaje o deslizamientos.

#### Observar la geometría y el material locales de la pendiente

Al construir casas en pendientes escarpadas los residentes pueden haber alterado la geometría de la pendiente al desmontarla o edificar y rellenar las estructuras de contención (figura 5.13).

**FIGURA 5.12** Búsqueda de drenaje natural y alterado en la pendiente



a. Un sendero de tierra erosionada también actúa como una ruta de drenaje y causa inundación en el camino de hormigón más abajo.



b. Un drenaje construido en un canal de drenaje natural con muros laterales altos evita la entrada de escorrentía superficial.

**TABLA 5.3** Características a escala de ladera para registrar en el mapa de características de pendiente

BUSCAR	PREGUNTAR	PRECAUCIÓN	CARTOGRAFIAR
Hondonadas y colinas	¿Dónde fluye el agua cuando llueve? ¿Por qué el suelo está húmedo si no ha llovido? Si se rebosan los drenajes, saber si hay suministro de agua corriente	La vegetación, las estructuras y los mapas de curvas de nivel pueden estar erradas La influencia humana puede cambiar la pendiente y el drenaje natural	Zonas de diferente topografía; ver figura 5.8
Convergencia de agua, rutas de drenaje naturales, filtración			Rutas de drenaje y zonas de convergencia; ver figura 5.8
Drenajes principales, drenajes no terminados, flujo en los senderos, obstáculos al drenaje, fuentes puntuales de agua	¿Cuál es la profundidad del suelo? ¿Cómo es el suelo (duro, suave, arcilloso, arenoso, rocoso, alterado, etc.)	Puede variar en el uso de los términos usados por las personas al describir los materiales de pendiente y sus propiedades	Diferencias en el suelo y lecho de roca
Rocas expuestas, suelos y piedras alteradas, pruebas de acumulación y meteorización			Zonas de ángulo de pendiente diferentes
Evidencia de cambios en el ángulo de pendiente y en el suelo/roca		Pendientes con poca inclinación pueden ser más propensas a deslizamientos que las escarpadas	

Buscar evidencia de geometría alterada de la pendiente en forma de pendiente empinada desmontada, zonas de terrazas planas (como escalones en la pendiente) y muros de contención. ¿Existe alguna evidencia de debilidad o falla en estas pendientes y estructuras?

Si hay un desmonte expuesto (sin vegetación) determinar si el material es suelo o roca y si hay variaciones o estratos. Los propietarios de las casas pueden proporcionar información útil sobre la naturaleza del material del talud si ellos mismos han construido las casas.

**FIGURA 5.13 Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Cortar plataformas para construir casas**



Preguntar a qué profundidad están los cimientos, cuál es el material de la pendiente en las diferentes profundidades y qué tan profundo está el lecho de roca.

#### Cartografía del drenaje a nivel de vivienda

Al ubicar una casa con respecto a los patrones topográficos y de drenaje generales de la pendiente, tratar de establecer si hay evidencia de cómo esos factores pueden tener impacto a escala de la vivienda. Incorporar al mapa las áreas que muestren:

- saturación o filtración, que se demuestra con la existencia de plantas que necesitan agua, musgo, hormigón enmohecido, suelo saturado, agua que fluye de taludes cortados, cimientos húmedos o inundados;
- flujo superficial (escorrentía superficial), vegetación y hierbas aplastadas, derrubios y basura transportada y depositada por las corrientes superficiales, suelos erosionados, edificios y caminos socavados;
- rutas de drenaje natural, artificial o desviado —drenajes de hormigón y tierra, trayectorias de flujo aumentadas por senderos, rutas de drenaje bloqueadas y
- fuentes de agua puntuales —tuberías de agua con filtraciones, agua de las viviendas.

**FIGURA 5.14 Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Descarga de agua del tejado y aguas grises directamente a las pendientes**



a. Las plantas que requieren agua (ñame) indican suelo saturado cerca de un flujo de salida de aguas grises.



b. El agua estancada en las partes bajas de las pendientes de una ladera poblada indica saturación de suelos.



c. El agua de la ducha y el lavadero va directamente al suelo.

*Nota:* Cartografiar todas las fuentes de agua de las viviendas. Una intervención MoSSaiC debe captar la mayor cantidad posible de estas aguas.

### Identificar a dónde van las aguas grises

Las comunidades vulnerables no autorizadas pueden tener suministro de agua corriente, pero normalmente no una instalación de drenaje. Esta situación representa un factor de amenaza de deslizamientos potencial significativo que se debe revisar cuidadosamente en toda la comunidad, ya que el agua superficial no gestionada puede ser un gran desencadenante de inestabilidad en la pendiente.

Algunas viviendas pueden descargar las aguas grises directamente a la pendiente (figura 5.14), mientras otros descargarán el agua a un drenaje de bloque de hormigón funcional. Ambos casos se deben indicar en el mapa de características de la pendiente comunitaria.

### Amenazas potenciales por drenaje

La construcción de las viviendas en las comunidades vulnerables a menudo se lleva cabo de forma no autorizada, es decir, obras que no cumplen con las regulaciones de planificación, prácticas de diseño estructural y códigos de construcción.

Cartografiar todas las pruebas de estas estructuras que pueden afectar el drenaje o estabilidad de la pendiente. Por ejemplo, tanques de agua (de un solo bloque de espesor) o

**FIGURA 5.15 Factores potenciales de amenaza de deslizamientos: Falla en el diseño y construcción de la estructura de almacenamiento de agua**



construidos deficientemente que pueden fallar fácilmente, causando no solo daños por inundaciones, sino también inestabilidad a partes más bajas del talud (figura 5.15).

### Factores que contribuyen a la inestabilidad a escala de las viviendas: Resumen

La tabla 5.4 resume los factores que a escala doméstica contribuyen a la inestabilidad de los taludes a incluir en el mapa de características de la pendiente comunitaria.

**TABLA 5.4 Contribuyentes a la inestabilidad de la pendiente, a escala de vivienda, a registrar en el mapa de características de pendiente**

BUSCAR	PREGUNTAR	PRECAUCIÓN	CARTOGRAFIAR
Pendientes con cortes pronunciados, pendientes escarpadas o escalonadas, estructuras de contención	¿Cómo construyó la casa el propietario? ¿Cuál es la profundidad de los cimientos? ¿Se ha tropezado con lecho de roca? ¿Cómo es la estructura del suelo?	Pueden variar los términos usados por las personas al describir los materiales de la pendiente y sus propiedades	Geometría de pendiente alterada
Suelo y roca expuesto			Pruebas de suelos profundos o poco profundos
Drenajes principales, drenajes no terminados, flujo por senderos, obstáculos al drenaje, pruebas de filtración	¿Qué ocurre cuando llueve? ¿En qué dirección fluye el agua? ¿Está el terreno húmedo aunque no haya llovido?	Tratar de que los residentes sean precisos sobre las profundidades o las cantidades de agua	Agua proveniente de arriba de la pendiente
Fuentes de agua potable, tuberías con fugas, amenazas de inundaciones		Ser consciente acerca de las discusiones entre vecinos acerca del drenaje	Fuentes puntuales de agua y drenaje pendiente abajo

### 5.4.3 Indicadores de problemas de estabilidad de taludes

#### Conocimiento local de deslizamientos anteriores

Hablar con el mayor número posible de residentes, especialmente aquellos que han vivido en la comunidad por mucho tiempo, ya que ellos normalmente recuerdan el momento, ubicación e impacto de cualquier deslizamiento anterior y los principales eventos de lluvia. Estos eventos tienen un efecto significativo en los residentes y los recuerdos de primera mano tienden a ser precisos y por tanto, particularmente valiosos.

#### Prueba de movimientos en la pendiente:

##### Características de la pendiente

Los indicadores típicos de un movimiento de pendiente incluyen lo siguiente:

- Perfil de pendiente ondulado o inusual, indicativo de material previamente perturbado
- Grietas en la pendiente (grietas de tensión) que indicarían movimiento reciente
- Material de pendiente sin clasificar —suelos, piedras, rocas y derrubios mezclados entre sí
- Pequeños movimientos de la pendiente, lo que podría preceder a un evento de deslizamiento mayor (figura 5.16).

Los indicadores de mayor escala, tales como la topografía inusual en toda una ladera, no siempre son perceptibles a nivel de suelo y a veces se pueden identificar en las fotografías aéreas y mapas topográficos precisos.

**FIGURA 5.16 Evidencia de movimiento menor de la pendiente**



Es importante cartografiar estas áreas en el plano de amenazas de drenaje.

**FIGURA 5.17 Grietas en el muro: ¿inestabilidad anterior de la pendiente o mala construcción?**



#### Prueba de movimientos en la pendiente:

##### Estructuras

Identificar y registrar grietas importantes en las estructuras que indican movimiento de pendiente. Tratar de distinguir entre la mala construcción y movimientos del suelo, ya que son éstos últimos los que tienen importancia aquí.

Las grietas en las estructuras de hormigón (figura 5.17) se producen por

- movimientos de tierras históricos;
- movimientos de tierras actuales;
- eventos sísmicos pasados;
- construcción deficiente, cimentación superficial o material de relleno mal compactado o
- una combinación de todos o algunos de los anteriores.

Es importante distinguir estas causas al desarrollar el mapa de características de la pendiente.

Buscar pruebas de estructuras (como edificios, cercas y muros de contención), árboles y postes de electricidad que hayan sido desplazados o estén inclinados. Tomar nota de casas en ruina y tratar de averiguar por qué fueron abandonadas: ¿Se dañaron por un movimiento anterior de la pendiente?

#### Problemas de deslizamientos reportados

Si se reporta un problema de deslizamiento en una casa particular, tratar de determinar la causa y escala del problema.

Utilizar las pruebas recogidas a escalas de vivienda y ladera (descritas en las secciones 5.4.1 y 5.4.2) para buscar las causas de inestabilidad, tales como



- convergencia topográfica y de drenaje,
- suelos profundos o débiles,
- drenajes y fuentes puntuales de agua,
- problemas de deslizamientos en la misma ladera,
- indicios estructurales y
- pruebas de movimientos de la pendiente.

Tratar de determinar la escala de la zona inestable:

- ¿Se localiza el problema en la casa y se incrementa por factores locales tales como drenaje de la casa o una fuente puntual de agua más arriba en la pendiente?
- ¿Es el problema parte de un problema de drenaje o de estabilidad de pendiente más amplio que podría afectar más de una casa?

Determinar si éste es verdaderamente un problema de deslizamientos o si se debe a otra causa. Por ejemplo, si el problema reportado resulta de

- debilitamiento de las estructuras por meteorización del suelo o inundaciones debidas a escorrentía de agua superficial incontrolada o
- prácticas de construcción deficiente como desmonte de pendiente demasiado pronunciado, no compactar suficientemente el material de relleno/cimentación, no construir los cimientos con suficiente profundidad o no utilizar suficiente hormigón o refuerzos.

Determinar si la causa es un evento de inestabilidad aguda (aparición repentina) que se debe

tratar inmediatamente en su origen. Por ejemplo, ¿ha habido un cambio repentino en las condiciones como rotura de una tubería o excavación rápida de la pendiente para construcción?

#### Prueba de inestabilidad: Resumen

La tabla 5.5 resume los factores de inestabilidad de la pendiente que se deben buscar al construir el mapa de características de la pendiente comunitaria.

### 5.4.4 Finalizar el mapa de características de la pendiente comunitaria

#### Mejorar la precisión del mapa

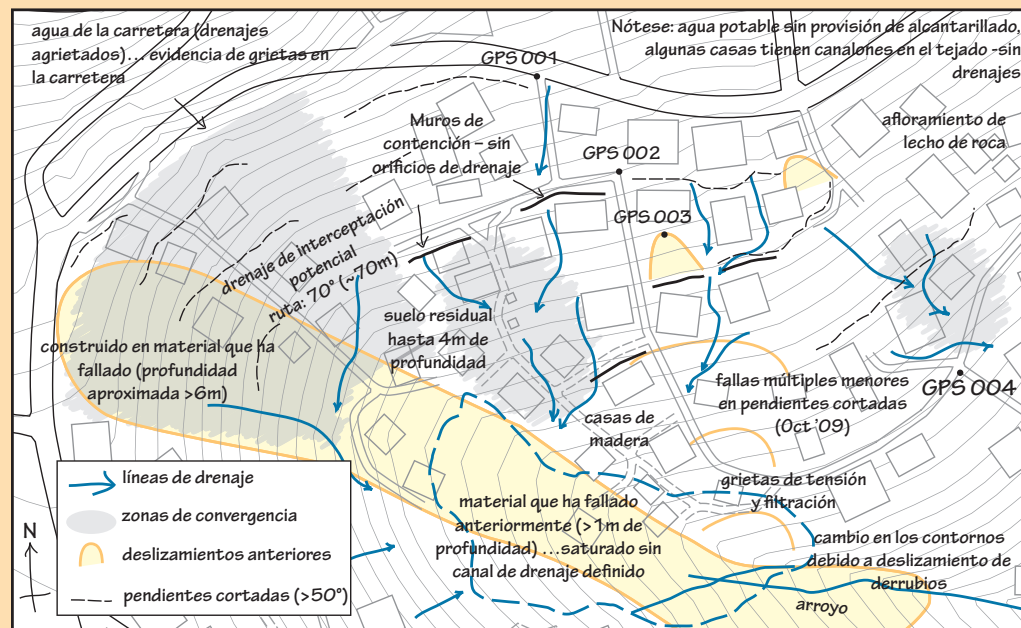
Aumentar el mapa con información detallada sobre ángulos de la pendiente y topografía (utilizando un nivel Abney o un instrumento similar) y ubicación de características y estructuras de la pendiente (utilizando una brújula para triangulación o un receptor GPS). Tratar de hacer el mapa lo más preciso posible en cuanto a ubicaciones, orientación y a las siguientes escalas (figura 5.18)

- Casas
- Caminos y carreteras (hormigón y sin asfaltar)
- Canales de drenaje y trayectorias de flujo naturales
- Drenajes existentes
- Otros puntos de referencia o características clave.

**TABLA 5.5 Pruebas de inestabilidad de pendiente para registrar en el mapa de características de pendiente**

BUSCAR	PREGUNTAR	PRECAUCIÓN	CARTOGRAFIAR
Topografía ondulada o desigual, grietas en el terreno	Por información de deslizamientos, cambios recientes en la pendiente, cuándo han aparecido o han cambiado grietas, este cambio con que coincidió (lluvia, terremoto, construcción...)	Tratar de obtener varias versiones que se corroboren	Deslizamientos anteriores y pruebas de movimiento
Grietas, estructuras inclinadas		La construcción defectuosa también puede producir grietas o subsidencia	Indicadores estructurales de inestabilidad
Causas localizadas y causas más generales –usar el mapa para buscar pruebas	¿Cuándo y cómo ocurrió esto?	Se puede reportar la erosión e inundaciones como deslizamientos	Indicadores de inestabilidad a escala de vivienda

**FIGURA 5.18** Ejemplo de un mapa de características de pendiente comunitaria con detalles a nivel de vivienda



**Nota:** Ver mapa base original (figuras 4.6 y 5.7), mapa de zona de procesos de pendiente subsecuente (figura 5.21) y plano inicial de drenaje (figura 5.32).

Es importante que el mapa de características de la pendiente sea preciso ya que éste formará la base del plano de drenaje inicial (sección 5.7) y se utilizará para indicar el alcance de las obras de construcción (por ejemplo, la longitud y alineación de los drenajes potenciales, capítulos 6 y 7). Una vez que se ha acordado un concepto de drenaje inicial, se pueden tomar medidas más precisas con el propósito de preparar las partidas de obra y contratos y desarrollar el plano de drenaje final para su implementación.

#### Repetir la encuesta por lo menos tres veces

Inclusive para los equipos de cartografía más experimentados, no es posible identificar o apreciar todas las características de la pendiente relacionadas con amenaza de deslizamientos y problemas de drenaje en una comunidad en particular en una o dos visitas.

Llevar a cabo el proceso de cartografía durante al menos tres caminatas de reconocimiento. En especial desarrollar una comprensión exhaustiva de la relación entre topografía, convergencia de agua del suelo y otros procesos de pendiente mediante observaciones directas e información obtenida del mayor número de residentes posible.

#### Visitar durante eventos de lluvia

Los eventos de lluvia pueden revelar características adicionales del drenaje, proporcionando información importante para comprender las causas potenciales de deslizamientos y las medidas para configurar la reducción de amenaza de deslizamientos. Si es del todo posible, el equipo de cartografía debe visitar la comunidad durante o inmediatamente después de una lluvia fuerte para poder confirmar que se han incluido en el mapa los procesos de drenaje relevantes.

Durante los eventos de lluvia, observar si la escorrentía de agua superficial sigue las líneas de drenaje que ya han sido cartografiadas y/o si existen rutas adicionales de flujo. Buscar los drenajes que están fluyendo (tomar nota de los que están fluyendo cerca de su capacidad, en su capacidad o que la desbordan) y las áreas de flujo de agua superficial incontrolado o inundadas. También tomar nota de lo siguiente:

- Flujos a lo largo de senderos y carreteras
- Áreas de convergencia y concentración de flujos
- Pruebas adicionales de filtración que anteriormente no eran visibles

**FIGURA 5.19 Suministro de agua corriente a comunidades no autorizadas**



a. Los medidores de agua permiten estimar el volumen de agua suministrado a la comunidad.



b. Es posible que la tubería de suministro de agua se haya colocado en los drenajes para facilitar su instalación reduciendo, por lo tanto, la capacidad del drenaje.

- Comentarios adicionales, recuerdos y observaciones de los residentes que el evento de lluvia pueda provocar

#### Evaluar el efecto de una red pública de agua corriente

Proporcionar a las casas agua potable asequible (y confiable), pero sin drenaje, puede aumentar significativamente el volumen de agua que se infiltra en la pendiente y reducir la estabilidad de la misma. En áreas urbanas densamente pobladas, el suministro total anual de agua a una comunidad puede algunas veces ser igual al total de la lluvia anual y duplicar el volumen de agua que reciben las pendientes.

Observar si hay suministro de agua corriente y si las viviendas descargan directamente sus aguas grises a la pendiente. Usar una fotografía aérea o un mapa de características de la pendiente comunitaria (al cual ya se deberían haber agregado las ubicaciones de las casas) para poder estimar la escala potencial de la contribución de aguas grises de las viviendas. A mayor densidad de vivienda, mayor proporción de agua superficial que proviene de las mismas.

Otros efectos del suministro de agua corriente que se deben incluir en el mapa son los siguientes

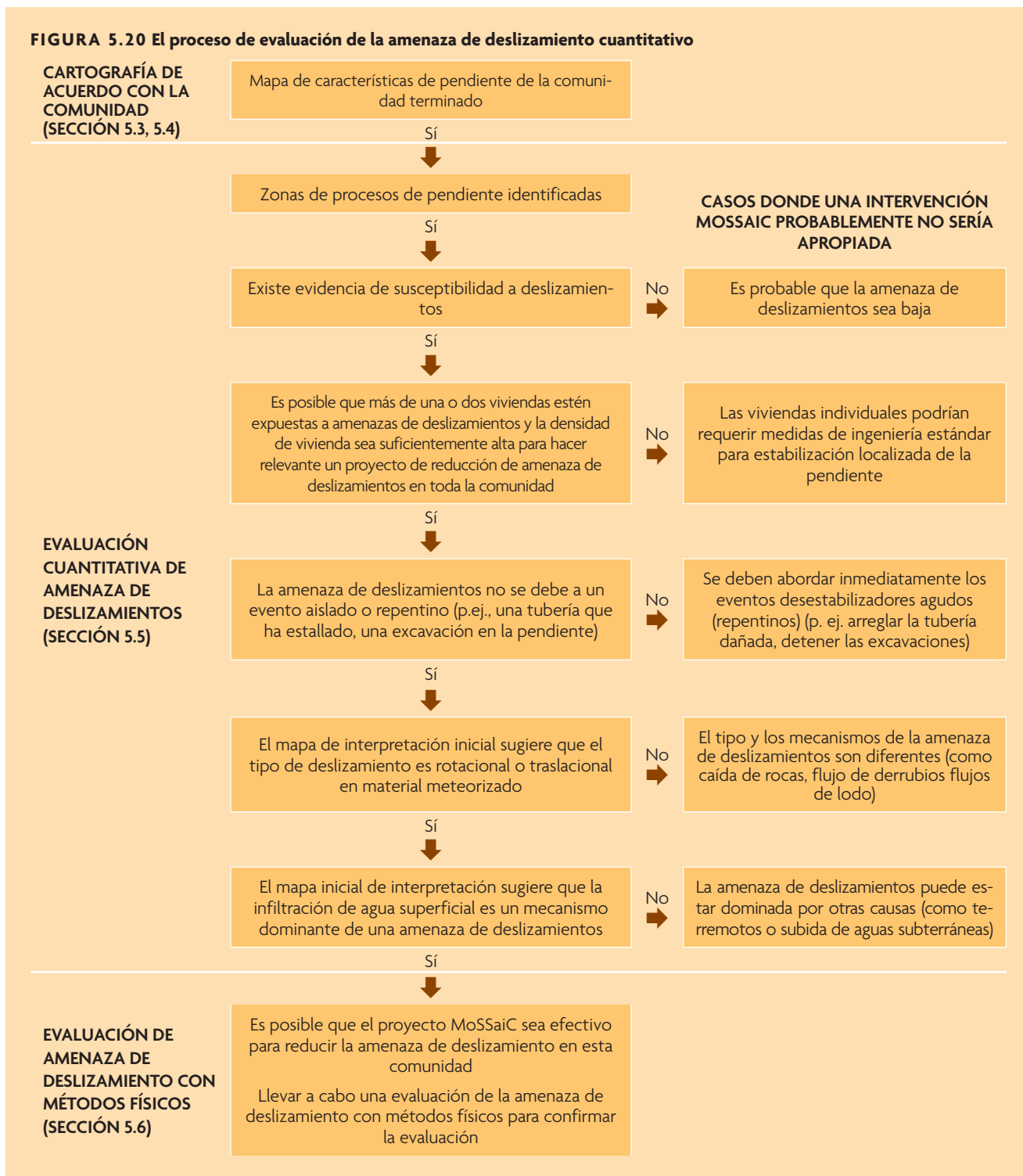
- La ubicación de conductos de agua rotos o con filtraciones
- Los lugares donde se han colocado tuberías de abastecimiento en las rutas de drenaje, afectando la capacidad de drenaje o causando obstrucción (figura 5.19).

## 5.5 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS

### 5.5.1 Evaluar la amenaza de deslizamientos en los proyectos MoSSaiC

El mapa de características de la pendiente comunitaria (figura 5.18) debe ahora contener suficiente información para permitir una evaluación cualitativa de amenaza de deslizamientos. Esta sección ofrece la guía para la evaluación inicial de los controles dominantes de estabilidad de la pendiente dentro de una comunidad. En especial, el equipo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe evaluar hasta qué punto la infiltración de las aguas superficiales domina sobre la inestabilidad de la pendiente. Esto indicará si un proyecto MoS-SaiC que mejore la gestión del agua superficial podría ser efectivo para mejorar la estabilidad

**FIGURA 5.20 El proceso de evaluación de la amenaza de deslizamiento cuantitativo**



de la pendiente. La sección 5.6 ofrece herramientas científicas y métodos para ayudar a realizar esta evaluación.

**La importancia de justificar las medidas**

Proporcionar justificación científica para las medidas de reducción de amenaza de deslizamientos es importante por varias razones:

- Cualquier obra civil para reducir la amenaza de deslizamientos (por ejemplo, reducir la posibilidad de ocurrencia de un deslizamiento) se debe enfocar en las causas específicas de la amenaza.
- Para facilitar la participación de la comunidad debe haber una explicación científica detrás de la intervención propuesta.

- Los ingenieros, supervisores de obra y contratistas necesitarán una base para entender el diseño y las especificaciones de las obras.
- Los responsables de la toma de decisiones involucrados en financiar los proyectos y las agencias gubernamentales deberán poder justificar las actividades comunitarias y los gastos.

#### Proceso cualitativo de evaluación de amenaza de deslizamientos

La figura 5.20 ilustra un flujo de trabajo típico y las decisiones relacionadas con la interpretación del mapa de características de la pendiente comunitaria. El objetivo es evaluar el grado relativo de la amenaza de deslizamientos y las causas y soluciones posibles y así identificar los casos donde probablemente es apropiada una intervención MoSSaiC.

#### 5.5.2 Identificar zonas de amenaza de deslizamientos

Normalmente, las zonas de procesos de pendiente se presentan de la siguiente forma:

- Pendientes rocosas escarpadas sin suelo, amenaza de deslizamientos relativamente baja, pero con importante generación de escorrentía superficial a la pendiente más abajo (proveniente de las viviendas y durante las lluvias).
- Ángulo moderado de la pendiente, a media altura, recibiendo la escorrentía superficial de la pendiente superior, con convergencia topográfica significativa, suelos profundos y alta amenaza de deslizamientos.
- Lugares en la parte inferior de la pendiente, con ángulos superficiales y suelos profundos, con amenaza de deslizamientos relativamente baja, pero con problemas de suelos saturados e inundaciones debido al drenaje de la parte superior de la pendiente.
- Zonas conocidas previamente por su inestabilidad.
- Zonas que no tienen convergencia de agua del suelo y se percibe baja amenaza de deslizamientos.
- Torrentes y cauces naturales con orillas escarpadas propensas a socavación y a deslizamientos durante los eventos de escorrentía por lluvias fuertes (aumento potencial de la descarga del canal si se construyen nuevos drenajes más arriba en la pendiente).

La figura 5.21 presenta un mapa de zona de procesos típicos de pendiente y una interpretación de las características de la pendiente relacionadas con la amenaza de deslizamientos asociada.

#### 5.5.3 Identificar los mecanismos de deslizamientos dominantes

Muchos procesos diferentes y con frecuencia altamente localizados pueden estar involucrados en la determinación de amenaza de deslizamientos (capítulo 3). La construcción no autorizada de vivienda en zonas de alta densidad en pendientes cambia los procesos de drenaje local superficial y de infiltración de aguas superficiales y puede aumentar la amenaza de deslizamientos.

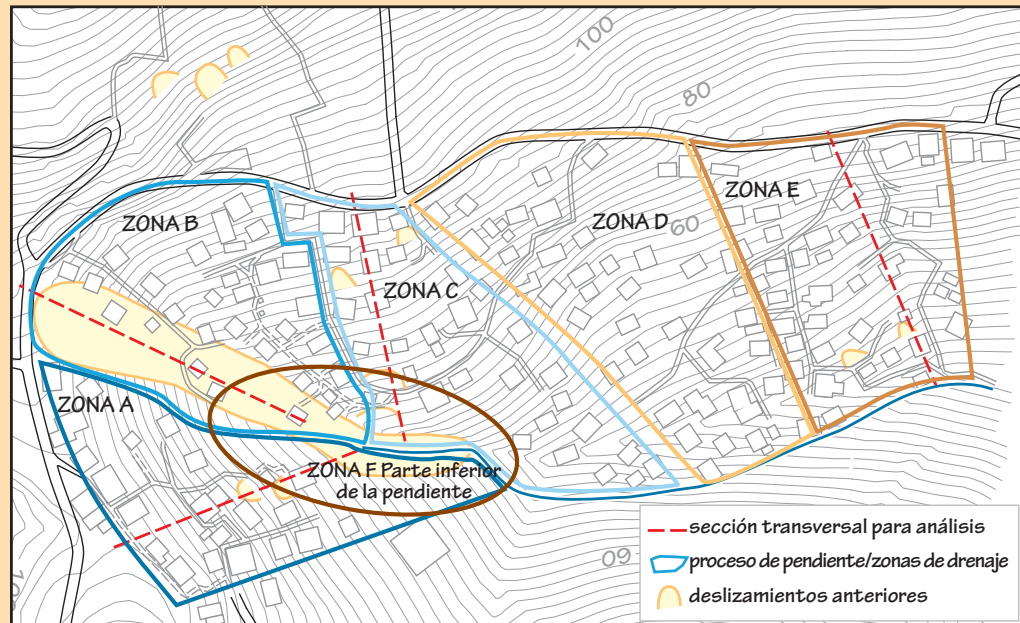
Para cada zona de proceso de pendiente y para la pendiente como un todo, los expertos del equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería deben haber identificado los procesos físicos que pueden afectar la estabilidad de la pendiente (figura 5.21). El equipo debe revisar las observaciones de la influencia que ejerce la infiltración de agua superficial en los siguientes elementos:

- Controles topográficos del drenaje
- Trayectorias de flujo naturales y alteraciones de las mismas
- Filtraciones
- Condición y ubicación de los drenajes (buenos, averiados, desconectados, construcción deficiente, filtración, capacidad insuficiente, bloqueados)
- Influencia a escala de vivienda sobre los patrones de drenaje
- Suministro de agua corriente
- Deslizamientos previos desencadenados por lluvia
- Efectos observados de la lluvia sobre la pendiente

Interpretar la influencia de la infiltración del agua superficial sobre la estabilidad de la pendiente para cada una de las zonas de los procesos de pendiente y añadir a la descripción de la zona como se muestra en la columna de la derecha de la tabla 5.6.

Si de la interpretación del mapa de características de pendiente y de zonas de procesos de pendiente se deduce que el agua superficial es un mecanismo dominante en la amenaza de

**FIGURA 5.21** Ejemplo de un mapa de zona de procesos de pendiente con observaciones e interpretaciones de apoyo



ZONA	OBSERVACIONES DE CAMPO E INTERPRETACIÓN DEL MAPA DE CARACTERÍSTICAS DE PENDIENTE	INTERPRETACIÓN INICIAL DE AMENAZA RELATIVA DE DESLIZAMIENTOS
<b>A</b>	Topografía de pendiente plana con múltiples pendientes cortadas y varios deslizamientos menores asociados Vivienda densa con drenajes de agua superficial incompletos o rotos	Amenaza moderada de deslizamientos –fallas potenciales por cortes adicionales de pendientes
<b>B</b>	Topografía altamente convergente con deslizamientos importantes anteriores y profunda acumulación de derrubios. Algunas casas reconstruidas sobre los derrubios Viviendas con más alta densidad adyacentes a los derrubios –múltiples cortes en las pendientes, drenajes y muros de contención incompletos o rotos Escorrentía superficial y filtración significativa	Amenaza alta de deslizamientos –posible reactivación de derrubios de deslizamientos existentes debido a lluvia y escorrentía superficial (varias casas expuestas); también posibles fallas múltiples menores de pendientes cortadas y muros de contención
<b>C</b>	Zonas convergentes a pequeña escala debido a alteraciones de la topografía y el drenaje por la construcción de casas Múltiples deslizamientos menores y grietas por tensión Vivienda densa con drenajes incompletos y patrón de drenaje natural altamente alterado lo que dar lugar a convergencia en múltiples lugares	Amenaza moderada de deslizamiento –reactivación potencial de material que ha fallado en múltiples deslizamientos menores detrás de casas individuales
<b>D</b>	Topografía plana a escarpada con suelos poco profundos/formación de lechos de roca Escorrentía superficial considerable (incluyendo escorrentía de caminos y tejados) pero con estabilidad relativa	Amenaza relativamente baja de deslizamientos
<b>E</b>	Zonas de convergencia a pequeña escala agravadas por cortes en las pendientes y drenaje alterado Fallas menores en pendientes cortadas agravadas por descarga de agua de tejados al suelo y drenajes mal diseñados	Amenaza moderada a alta de deslizamientos –en pendientes cortadas y en zonas convergentes más amplias adyacentes a un sendero más bajo
<b>F</b>	En la pendiente inferior –suelos profundos saturados por infiltración de agua de pendiente arriba Grietas de tensión que indican inestabilidad	Amenaza moderada a alta de deslizamientos –posible desencadenamiento de nuevos deslizamientos en la base de la pendiente debido a presiones de poro altas en material saturado

**TABLA 5.6 Interpretar la influencia de la infiltración de agua superficial en la estabilidad de la pendiente para diferentes zonas de proceso de pendiente**

ZONA	OBSERVACIÓN DE CAMPO E INTERPRETACIÓN DEL MAPA DE CARACTERÍSTICAS DE LA PENDIENTE	INFLUENCIA DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL
A	Topografía de pendiente plana con múltiples pendiente cortadas y varias pendientes menores asociadas Vivienda densa con drenajes de agua superficial incompletos o rotos	El agua de las vivienda y una red de drenaje incompleta afectan directamente a la estabilidad de la pendiente en varios lugares
B	Topografía altamente convergente con deslizamientos anteriores considerables y una gran acumulación de derrubio. Algunas casas reconstruidas sobre estos derrubios Densidad de vivienda más alta adyacente a los derrubio –múltiples pendientes cortadas, drenajes y muros de contención incompletos o rotos Considerable escorrentía de agua superficial e infiltración	Considerable escorrentía de agua superficial del área superior de la pendiente y la carretera podrían causar saturación de derrubio de deslizamientos anteriores Red de drenaje considerablemente alterada y el agua de las viviendas causan inestabilidad e inundaciones localizadas
C	Zonas de convergencia a escala menor debido a la alteración de la topografía y el drenaje por la construcción de casas Múltiples pendientes pequeñas y grietas de tensión Vivienda densa con drenajes alterados y patrones de drenaje naturales considerablemente alterados resultando en convergencia en múltiples lugares	El agua de las viviendas y una red de drenaje incompleta directamente afecta la estabilidad de la pendiente en áreas de convergencia
D	Topografía planar escarpada con suelos muy poco profundos/ afloramientos de lechos de roca Considerable escorrentía superficial (incluyendo escorrentía de carreteras y tejados) pero con una estabilidad relativa	Probablemente la infiltración de agua superficial no es un problema para la estabilidad de la pendiente
E	Zonas de convergencia a escala menor agravadas por pendientes cortadas y drenaje alterado Fallas menores en pendientes cortadas agravadas por descargas de agua de los tejados al suelo y drenajes mal diseñados	El agua de las viviendas y la red de drenaje incompleta afectan directamente la estabilidad de la pendiente en varios lugares Reactivación parcial de fallas anteriores observada durante lluvias
F	Pendiente inferior –suelos profundos saturados por infiltración de agua pendiente arriba Grietas de tensión indican inestabilidad	El agua superficial infiltrada en las pendientes superiores puede ser una causa importante de inestabilidad

deslizamientos, esto sugiere que un proyecto de drenaje MoSSaiC sería apropiado. En la tabla 5.6, todas las zonas excepto la Zona D se beneficiarían de algún tipo de mejora en la gestión del agua superficial para reducir la amenaza de deslizamientos.

La decisión de implementar un proyecto MoSSaiC únicamente se debe tomar si se proporciona suficiente justificación científica. Por lo tanto, esta evaluación inicial de amenaza de deslizamientos se debe probar utilizando las herramientas descritas en la sección 5.6.

## 5.6 EVALUACIÓN FÍSICA DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS

### 5.6.1 Modelos

Se pueden utilizar una serie de modelos cuantitativos y físicos para proporcionar la justificación de un proyecto MoSSaiC. Es importante que el modelo seleccionado pueda explicar los roles de la infiltración de agua superficial y la presión de poro de agua en la estabilidad de la pendiente y se pueda utilizar para confirmar si la mejora en la gestión de agua superficial reduciría la amenaza de deslizamientos.

La tabla 5.7 identifica dos tipos de modelos científicos que son relevantes para evaluar los factores de amenaza de deslizamientos. El capítulo 6 introduce cuatro cálculos adicionales para evaluar cuantitativamente la escorrentía de agua superficial, el suministro de

**TABLA 5.7 Modelos de evaluación de amenaza de deslizamiento con métodos físicos cuantitativos apropiados para uso como parte de MoSSaiC**

MODELO	OBJETIVO	FUENTE	SECCIÓN DEL LIBRO
Modelo de estabilidad de pendiente	<p>Simular los procesos físicos que afectan la estabilidad de pendiente</p> <p>Identificar las causas principales de deslizamientos</p> <p>Predecir la amenaza de deslizamiento (probabilidad, magnitud, ubicación)</p>	Ver <a href="http://ggd.com">http://ggd.com</a> para consultar una lista exhaustiva de software sobre estabilidad de pendiente	3.6.1; 5.6.3
Envolvente de resistencia	Evaluar el papel de la presión negativa de poro de agua (succión matricial) al controlar la estabilidad de pendiente	Cálculo de la envolvente de resistencia en Anderson, Kemp y Lloyd (1997, 14-20)	3.6.2; 5.6.4

*Nota:* Para cada objetivo, pueden aplicar diversas herramientas alternativas.

agua potable, la interceptación de agua de tejados y las dimensiones requeridas de drenaje.

Los modelos presentados en esta sección requerirán algún nivel de conocimiento técnico. La UCM debe identificar los modelos que equilibren la necesidad de justificación científica de un proyecto MoSSaiC con la experiencia, los datos y el software disponible.

Vale la pena destacar que en el campo de la hidrología muchos modelos son, como lo menciona Lin et al. (2006) o “demasiado buenos para ser reales” (el modelo es tan simplificado que no refleja la realidad) o “demasiado reales para ser buenos” (los requisitos detallados de datos hacen que el modelo no sea práctico). Los modelos inevitablemente son un compromiso entre la búsqueda de la perfección, la complejidad de las pendientes reales y el eterno problema de la disponibilidad de datos parciales en el mejor de los casos. Los modelos identificados en este libro buscan lograr ese balance pero se deben ver junto con procedimientos alternativos cuantitativos dependiendo de las condiciones locales de disponibilidad de datos y experiencia.

### 5.6.2 Datos de modelos de estabilidad de pendientes

Softwares de estabilidad de la pendiente mediante métodos físicos como CHASM (Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes), que se presentó en la sección 3.6.1, están diseñados para permitir evaluar la estabilidad de la pendiente e identificar los controles subyacentes de los procesos hidrológicos y geotécnicos.

Independientemente de cuál sea el método de análisis de estabilidad de la pendiente utilizado, es probable que se necesiten tres grupos de datos: la configuración de corte transversal de la pendiente, las propiedades geotécnicas e hidráulicas del suelo y del material meteorizado de la pendiente y las fuentes de agua añadida a la misma.

Para cada grupo de datos, la tabla 5.8 lista los parámetros típicos requeridos para un análisis de estabilidad de pendiente. Estos datos se deben estimar, recolectar y medir de tres maneras:

- **Proceso de cartografía de la comunidad:** por ejemplo, los ángulos de pendiente y las distancias a lo largo de los cortes transversales seleccionados para el análisis de la profundidad del suelo y del nivel freático y los grados de meteorización de los materiales expuestos.
- **Estudio de escritorio:** revisar los informes anteriores y los textos científicos o de ingeniería; por ejemplo, los registros de lluvias locales, los registros de suministro de agua, las características geotécnicas e hidráulicas típicas del suelo para los grados relevantes de meteorización.
- **Medidas adicionales de laboratorio y campo:** por ejemplo, un levantamiento topográfico de la sección transversal de la pendiente utilizando una estación total o equipo similar, la toma de muestras y los ensayos de caja de corte de los suelos.



**TABLA 5.8 Parámetros de datos típicos y sus medición para el análisis de estabilidad de pendiente**

PARÁMETRO		MÉTODO SIMPLE DE ESTIMACIÓN	MÉTODO DE MEDIDA MÁS PRECISO
CONFIGURACIÓN DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE PENDIENTE	Perfil geométrico de pendiente	Medición con nivel Abney Mapas de curvas de nivel	Peritaje topográfico detallado Modelos existentes de elevación digital de alta resolución (p.ej. generados usando LiDAR)
	Profundidad y estratos del suelo	Inspeccionar el sitio de cualquier suelo y lecho de roca expuesto Hablar con los residentes que tienen conocimiento de la profundidad de los estratos del suelo, especialmente si han realizado excavaciones en la construcción de una casa	Buscar informes anteriores detallados de ingenieros geotécnicos que podrían aportar datos de perforación del área Realizar análisis de perforaciones
	Profundidad del nivel freático	Inspeccionar en el sitio cualquier infiltración desde la pendiente Hablar con los residentes que puedan tener conocimiento de la profundidad del nivel freático	Buscar informes anteriores detallados que puedan tener datos de campo de la profundidad del nivel freático
PROPIEDADES GEOTÉCNICAS E HIDRÁULICAS DEL SUELO Y MATERIAL METEORIZADO DE LA PENDIENTE	Dureza del material	Inspeccionar el sitio para identificar el grado de meteorización del material como guía de la dureza relativa del material Comparar el grado de dureza en relación con informes/libros de texto de investigación o ingeniería Ver Fookes (1997); GCO (1982)	Buscar informes anteriores del área que puedan contener datos de laboratorio o de campo sobre la dureza del suelo en términos de cohesión ( $c'$ ) y $\phi$ ( $\Phi'$ ) (ver figura 5.27) Tomar muestras del material y llevar a cabo pruebas de caja de corte en un laboratorio
	Propiedades hidráulicas del material	Inspeccionar en el sitio para identificar el grado de meteorización del material como guía de la permeabilidad relativa del material Comparar el grado de permeabilidad en relación con informes/libros de texto de investigación o ingeniería Ver Ahmad, Yahaya y Farroqi (2006); Carter y Bentley (1991)	Buscar informes anteriores del área que puedan contener datos de laboratorio o de campo sobre conductividad hidráulica ( $K_{sat}$ ) y curvas de retención de humedad Las curvas idealizadas se pueden encontrar en muchos libros de edafología o de ingeniería de suelos (Anderson et al., 1985; van Genuchten, 1980)
FUENTES DE AGUA AÑADIDAS A LA PENDIENTE	Agua corriente	Inspeccionar y recibir información de los residentes en el sitio para estimar el aporte de agua corriente comparada con el agua de lluvia Fotografías aéreas o de satélites para calcular la densidad de viviendas y por lo tanto la aportación potencial del agua corriente	Obtener datos de la empresa de agua y saneamiento sobre el suministro de agua promedio por vivienda durante un periodo de tiempo específico; multiplicar por el número de viviendas en la comunidad para obtener la cantidad total de agua suministrada a la pendiente para tal periodo
	Lluvia	Utilizar registros de un evento específico de lluvia que haya causado deslizamientos en una área local	Obtener los datos de intensidad/duración/frecuencia para permitir el diseño de tormentas (p.ej. un evento de los 100 años en 24 horas con una intensidad de 12 mm/h)

La figura 5.22 muestra una pendiente típica seleccionada para un análisis de estabilidad. Observar la densidad de la vegetación y de las viviendas que ocultan las características de la pendiente y la superficie del terreno. Ni los ingenieros ni los técnicos se deben sentir disuadidos por esta aparente complejidad. Muchos de estos datos iniciales que se requieren para el análisis de amenaza de deslizamientos a menudo se estiman fácilmente durante la etapa

de cartografía de la comunidad. Para más detalles de cada uno de estos parámetros, ver la sección 3.5.

### 5.6.3 Usar los modelos de estabilidad de pendientes

En el capítulo 3 se presentaron varios métodos de evaluación de estabilidad de pendiente. Los modelos determinista basados en los métodos del equilibrio límite se destacan como una

**FIGURA 5.22** Pendiente típica seleccionada para análisis de estabilidad



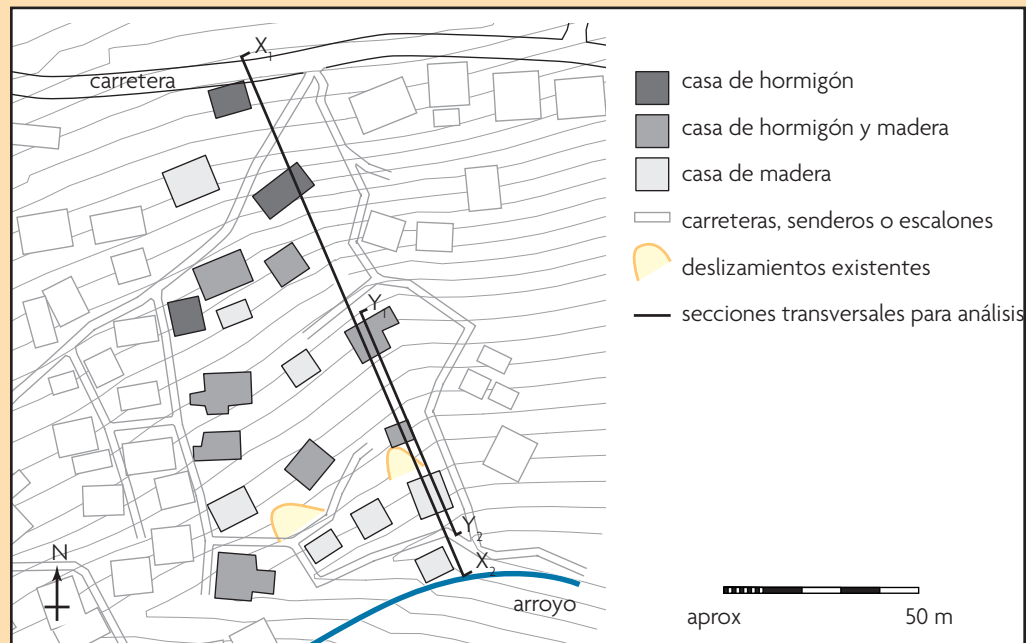
herramienta accesible y apropiada para ser utilizada a escala comunitaria. Estos modelos pueden ayudar a los ingenieros a identificar el estado actual de estabilidad de la pendiente, los mecanismos físicos dominantes que causan inestabilidad y la efectividad potencial de las medidas de drenaje de la pendiente. Con este propósito se han aplicado exitosamente los siguientes cuatro pasos (según Holcombe et al., 2011) utilizando CHASM: independientemente del software seleccionado, los pasos descritos aquí deben ayudar en la aplicación del modelo.

**Paso 1: Crear archivos de datos para la simulación**

Sobre el plano, identificar la ubicación de la sección transversal de la pendiente seleccionada para análisis. Se han identificado dos secciones en el ejemplo de la figura 5.23. La sección  $X_1$ - $X_2$  abarca varias casas en un área identificada durante el proceso de cartografía que potencialmente es susceptible a un único gran deslizamiento.  $Y_1$ - $Y_2$  representa una parte de la pendiente en la cual había convergencia de drenaje y varios desmontes de pendiente que mostraban señales de inestabilidad. Lo siguiente considera el ejemplo de la sección  $X_1$ - $X_2$ .

- a. Dibujar la sección transversal de la pendiente.
  - Dibujar la sección transversal de la pendiente para escalar leyendo las curvas de nivel desde un mapa topográfico preciso o por medio de medidas de campo y aplicando trigonometría.
  - Identificar cuántos tipos de material están presentes (desde material meteorizado de grado VI a grado I, es decir, desde suelos residuales a lecho de roca, figura 3.18) conforme a las observaciones,

**FIGURA 5.23** Zona E de la comunidad del ejemplo con dos secciones transversales de pendiente marcadas para análisis



*Nota:* Ver figura 5.21

conocimiento de los residentes, conocimiento de expertos locales e informes anteriores.

- Estimar la profundidad y ángulo de los diferentes estratos de material, de nuevo usando las observaciones, el conocimiento de los residentes, el conocimiento de los expertos locales y los informes anteriores. Dibujar los estratos en la sección transversal.
  - Estimar la profundidad del nivel freático de manera similar y agregarla a la sección transversal.
  - Si se utiliza el software CHASM, estos datos serán encapsulados en el archivo de datos de geometría.
- b. Definir las propiedades geotécnicas e hidráulicas del material.
- Definir las propiedades requeridas por el modelo para cada uno de los tipos de material identificados en la sección transversal de la pendiente.
  - Si se utiliza el software CHASM, los datos requeridos son los siguientes: la densidad aparente saturada e insaturada, el contenido de humedad saturado, la cohesión, el ángulo de rozamiento interno y las coordenadas de la curva de retención de humedad. Estos datos están encapsulados en el archivo de datos del suelo.
- c. Definir las condiciones de contorno
- En los modelos de hidrología dinámica, las condiciones hidrológicas de contorno representan las condiciones iniciales y el comportamiento del agua al extremo del ámbito de aplicabilidad del modelo. Las condiciones de contorno pueden incluir las condiciones iniciales de tensión superficial, la lluvia, las fuentes de agua puntuales, las tasas de evaporación y el flujo de agua subterránea.
  - Las condiciones de lluvia se deben definir para cada incremento de tiempo de la simulación de acuerdo con el escenario particular en el que se probará. Generalmente el modelador definirá un periodo inicial de sequía para permitir que el modelo hidrológico llegue a ser numéricamente estable y luego impondrá un diseño de tormenta de una conocida intensidad, duración y periodo de retorno.

Ver el capítulo 3 (sección 3.6.1) para información adicional.

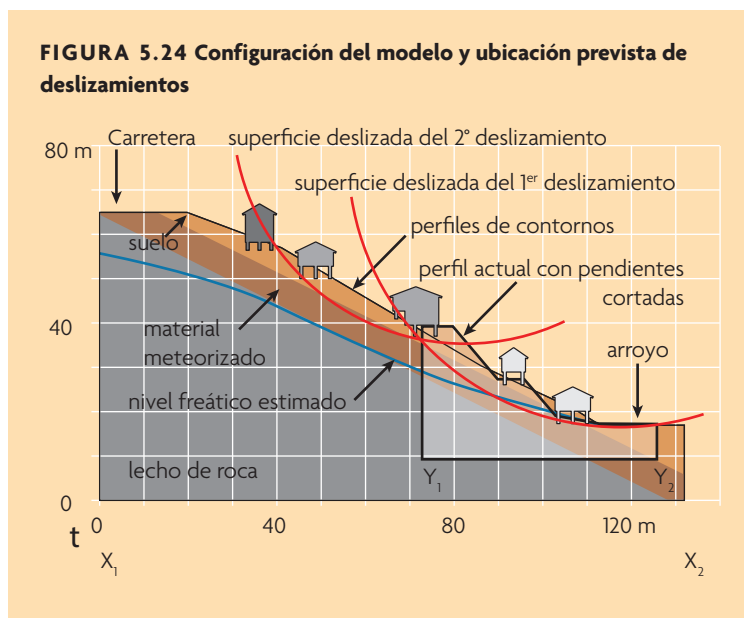
### Paso 2: Ejecutar el modelo para simular las condiciones actuales de estabilidad

Simular los efectos del evento de lluvia seleccionado sobre la estabilidad de la pendiente. Si es posible, primero ejecutar un escenario de lluvia conocido por haber causado deslizamientos anteriores en esta misma ubicación. Verificar que el modelo representa realísticamente los procesos de pendiente llevando a cabo un análisis reverso, examinando los cambios en el nivel freático, los patrones de presión de poro de agua y el factor de repuesta de seguridad. Si las simulaciones no parecen realistas, verificar los datos y explicar cualquier incertidumbre (ver sección 5.6.5).

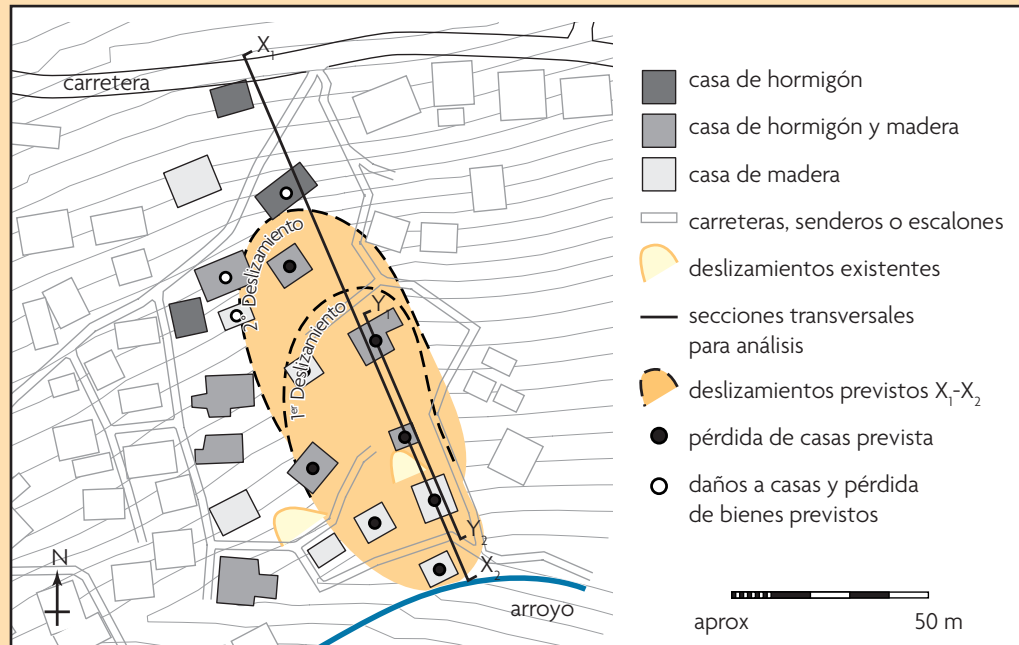
Una vez que está satisfecho con el comportamiento del modelo, ejecutar una secuencia de eventos de lluvia aumentando la intensidad o duración para determinar el factor de seguridad asociado. Un factor de seguridad menor que 1 implica una falla potencial en la pendiente. Registrar el evento de lluvia de frecuencia mínima previsto que causa un deslizamiento y la ubicación de las fallas de las superficies resultantes (figura 5.24).

### Paso 3: Delinear los deslizamientos previstos en el mapa

Si se utiliza CHASM o un modelo similar que utilice el equilibrio límite para el análisis, probablemente cualquier deslizamiento será representado en dos dimensiones (es decir, una sección transversal de la pendiente). Marcar la ubicación de la cresta y el pie de cualquier deslizamiento previsto en el mapa comunitario y estimar la



**FIGURA 5.25 Ubicaciones previstas de deslizamientos y desviación estimada**



*Nota:* Tipos y ubicaciones de construcción de casas que permiten una estimación muy básica del impacto.

anchura del cuerpo principal del deslizamiento (figura 5.25) utilizando observaciones de campo de características topográficas o geológicas que restringirían la geometría del deslizamiento.

Los modelos de estabilidad de pendiente de equilibrio límite no explican las dinámicas de desviación del deslizamiento. La desviación del deslizamiento (distancia recorrida) se puede estimar mediante el uso de relaciones empíricas (ver Finlay, Mostyn y Fell, 1999 para un método simplificado de fallas de pendiente cortada) o el conocimiento de expertos locales.

**Paso 4: Ejecutar simulaciones para diferentes escenarios de drenaje**

Si el modelo indica que el nivel de la pendiente tiene una amenaza de deslizamientos inaceptable (en términos de probabilidad o magnitud), el siguiente paso sería tratar de identificar medidas que podrían reducir dicha amenaza.

Tomando como base una evaluación cualitativa anterior del papel de la infiltración del agua superficial en la zona relevante de la comunidad (tabla 5.6), ejecutar el modelo con diferentes opciones de gestión de agua superficial:

- **Intercepción de escorrentía de lluvia**, representada como un porcentaje de la reducción de lluvia resultante de estimar la

cantidad de escorrentía que nuevos drenajes podrían interceptar.

- **Captura de lluvia de los tejados**, también representada como un porcentaje de reducción de lluvia teniendo en cuenta el área de los tejados que cubren la pendiente (p. ej., si la casas cubren el 50% de la pendiente, entonces asumir que una captura de lluvia completamente efectiva reducirá en un 50% la lluvia que llega a la superficie de la pendiente.
- **Captura de aguas grises (agua corriente)**, representada por la reducción del volumen de agua descargada en la pendiente desde las fuentes de agua puntuales de las viviendas.

Comparar el cambio en el factor de seguridad para cada uno de los escenarios de gestión de agua superficial. La figura 5.26 ilustra el efecto de un evento de lluvia de 24 horas cada 10 años en el factor de seguridad de la sección transversal X<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>, en la cual  $F \leq 1$  indica falla en la pendiente en caso de no intervención.

La gestión de agua superficial en este ejemplo aumenta el factor de seguridad a 1,1 (marginamente estable); es decir, para que la pendiente falle sería necesario un evento de lluvia de los 100 años.

#### 5.6.4 Analizar el papel de la presión de poro de agua

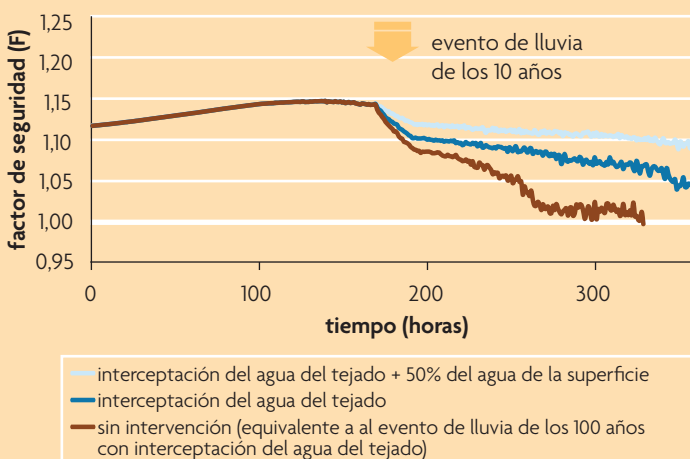
Las presiones negativas de poro de agua en el suelo ayudan a mantener la estabilidad de la pendiente en algunos suelos que se encuentran en los trópicos. La pérdida de presión de poro negativo debido a la infiltración de lluvia puede, por lo tanto, reducir potencialmente la estabilidad de la pendiente. Es importante entender la respuesta de un suelo particular a la infiltración para evaluar si la estabilidad de una pendiente requiere el mantenimiento de las presiones negativas de poro o si la pendiente es estable para un cierto nivel de presiones positivas de poro. Las envolventes de resistencia permiten hacer esta determinación (para el método, ver sección 3.6.2), que ayuda al equipo a determinar si la gestión de agua superficial es una estrategia adecuada para mejorar la estabilidad de los taludes.

#### 5.6.5 Incertidumbres en la evaluación de amenaza de deslizamientos con métodos físicos

Existen limitaciones e incertidumbres asociadas con la aplicación de los modelos de estabilidad de pendientes y las envolventes de resistencia: “En la mecánica de suelos, la precisión de los resultados calculados nunca supera los de una estimación aproximada y la función principal de la teoría es enseñarnos qué y cómo observar el campo” (Terzaghi, 1936, 13). Algunos de estos problemas se describen a continuación (después de Christian, Ladd y Baecher, 1994; Malkawi, Hassan y Abdulla, 2000; Sidle, Pearce y O’Loughlin, 1985).

- Representación de los parámetros de la pendiente (especialmente con respecto al material de la misma)
  - Un alto grado de anisotropía y heterogeneidad en el suelo y en las propiedades del material meteorizado (p. ej., la densidad de masa, la profundidad y geometría de estratos, los parámetros geotécnicos e hidráulicos), significa que la distribución espacial precisa de los valores para estas propiedades no se puede conocer íntegramente.
  - Cada modelador configurará los parámetros de suelo de una manera diferente dados los distintos métodos para recoger, analizar e interpretar datos.
- Representación de los procesos físicos

FIGURA 5.26 Mejoras previstas en el factor de seguridad para diferentes intervenciones de drenaje



- Los métodos estáticos de análisis de estabilidad de la pendiente no toman en cuenta la hidrología dinámica de la misma.
- Es difícil estimar e incorporar los cambios temporales, como los efectos de deforestación o arrastre de la dureza del suelo de la pendiente abajo.
- Se puede carecer de conocimiento detallado de los factores principales que conducen a la falla, especialmente en lo que concierne a los factores locales que afectan las condiciones de poro de agua.
- Es difícil representar la deformación, movimiento y colocación del material tras el fallo (desvío).
- La mayoría de modelos de deslizamientos representan un fenómeno tridimensional en dos dimensiones.
- El proceso de dividir el perfil de una pendiente en una mezcla de elementos discretos y resolver ecuaciones con métodos físicos en incrementos de tiempo discretos dará lugar a una aproximación de la realidad física.
- Las ecuaciones con métodos físicos incorporadas en un modelo dinámico a menudo mostrarán errores de redondeo.
- No siempre se conocen o son previsibles las interacciones entre los componentes del modelo y las sensibilidades a los diferentes parámetros.

El reconocimiento de las fuentes de incertidumbre es un elemento central de la

interpretación correcta de los modelos numéricos con métodos físicos. Ser cauteloso y no excederse al interpretar los resultados de la simulación. Los modelos numéricos con métodos físicos dependen de los datos espaciales y temporales, que pueden ser difíciles de adquirir, por lo tanto, se tendrán que hacer supuestos sobre los datos y la estructura del modelo. Consecuentemente Fellin et al., (2004, 14) señala, “los resultados de los modelos actuales más sofisticados permanecerán como ‘estimaciones aproximadas”.

A continuación se presentan dos áreas específicas de incertidumbre que el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe tener en cuenta: la incertidumbre sobre los parámetros de suelo y la incertidumbre asociada con la formulación del modelo.

#### Incetidumbre sobre los parámetros de suelo

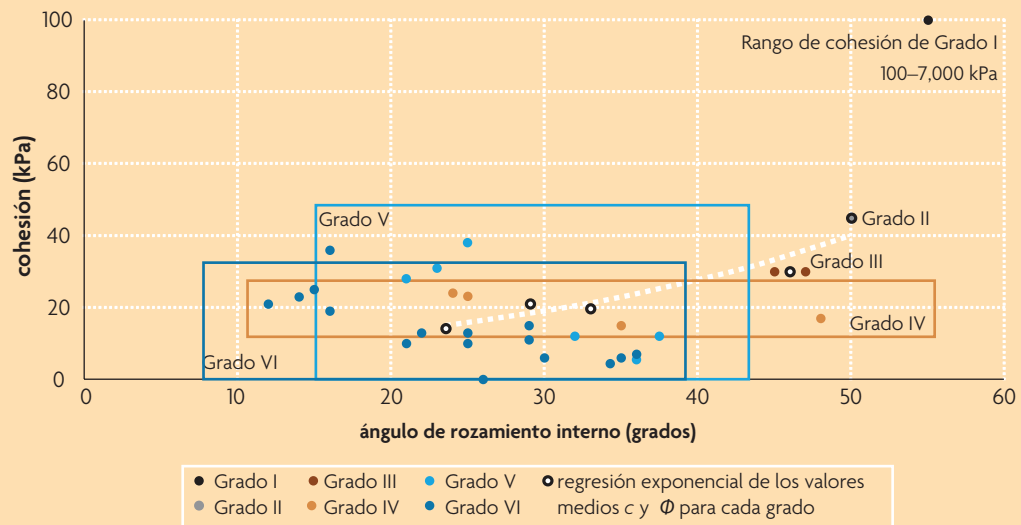
No existe uniformidad en las propiedades del suelo, aunque existen suelos del mismo tipo o con el mismo grado de meteorización. La figura 5.27 muestra las variaciones en las propiedades de dureza del material (cohesión y ángulo de rozamiento interno) que se han medido utilizando una caja de corte y se han clasificado por su grado de meteorización. Este esquema fue obtenido al consolidar datos de varios informes de materiales de un pequeño estado- isla en el Caribe y muestra el grado de variabilidad que

puede existir en un solo material en relación con los grados de meteorización.

Los valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno en una pendiente se pueden determinar en un número pequeño de ubicaciones comparadas con el número de células potenciales que un modelo es capaz de representar (representar 0,1% sería un valor alto). Se debe reconocer la incertidumbre en los parámetros del modelo si los modelos se usan con el propósito de llegar a una conclusión (Ver Anderson y Bates, 2001 para mayor discusión sobre la validación del modelo).

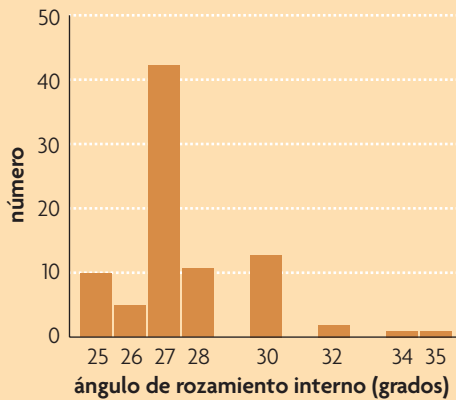
Una segunda fuente de incertidumbre en las propiedades del suelo resulta del hecho de que los expertos interpretarán los datos del suelo de una manera diferente al seleccionar los parámetros en el análisis de estabilidad. En un estudio realizado por Fellin et al. (2004), se entregó a 90 ingenieros geotécnicos un conjunto de cuatro valores de dureza del suelo, extraídos de cuatro muestras del mismo tipo de suelo y ubicación. A cada ingeniero se le pidió seleccionar los parámetros característicos de resistencia al corte para usarlos en un análisis de estabilidad. El ángulo de rozamiento considerado como característico iba de 25 a 35° (figura 5.28), mientras el rango de cohesión iba de 0 a 27 kN m<sup>-2</sup> (con un grupo modal de 10 kN m<sup>-2</sup>). Por lo tanto, inclusive con datos disponibles de suelos, la interpretación y la selección final de un

**FIGURA 5.27** Ejemplo de heterogeneidad en un ángulo de rozamiento interno y cohesión clasificado por grado de meteorización



**Nota:** Para grados de meteorización IV, V y VI los cuadros representan 2 desviaciones estándar de la media de los grados respectivos.

**FIGURA 5.28** Número de ingenieros geotécnicos que seleccionan varios ángulos de fricción como característica para un conjunto dado de datos de dureza del suelo



Fuente: Fellin et al., 2004.

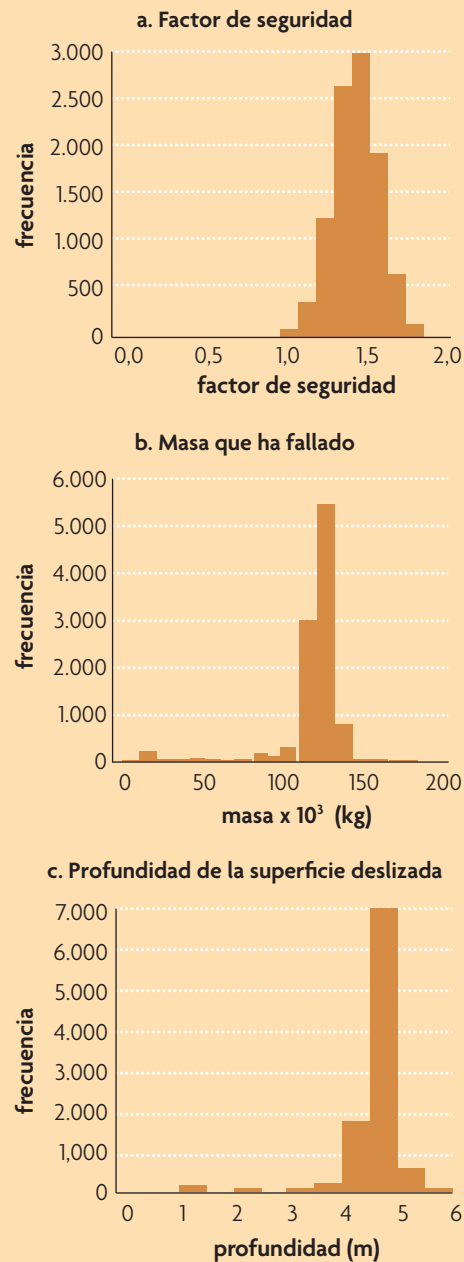
valor de parámetro puede diferir apreciablemente entre los expertos.

#### Incertidumbre asociada con la formulación del modelo

Cada día se desarrollan modelos más complejos para el análisis geotécnico. Sin embargo, si no se toma en cuenta la complejidad del modelo de estabilidad ésta sigue siendo una formulación específica y una aproximación al proceso que busca representar. Aún si los datos para el modelo de estabilidad de la pendiente se especifican exactamente, se puede esperar que las predicciones de dicho modelo se desvíen de la realidad por las razones expuestas al principio de esta subsección.

Existen muchas opciones en el diseño de los modelos, incluyendo cuáles mecanismos de falla utilizar, qué resolución de espacio-tiempo utilizar y cómo representar las condiciones de agua en suelo no saturado. Por lo tanto, puede haber múltiples versiones posibles de la realidad (ver Beven, 2006 para una referencia más completa sobre el tema) y muchos modelos entre los cuales seleccionar. Además, los modeladores casi nunca declaran un modelo inválido, ya que la mayoría de modelos tienen suficientes parámetros ajustables para encajar con los datos disponibles y observados. Por lo tanto, el modelador tiene que distinguir entre un encaje aparente mediante una manipulación artificial de un modelo sobre-parametrizado y otro que se basa en una representación precisa del proceso (NRC 1990).

**FIGURA 5.29** Efectos de variabilidad de parámetros de suelo en la simulación de resultados CHASM



Fuente: Hamm, Hall y Anderson, 2006.

#### Representación de la incertidumbre

La incertidumbre sobre los datos y modelos se puede representar en simulaciones mediante la ejecución repetida del modelo usando un rango de valores de parámetros de datos que refleje la incertidumbre de dichos parámetros. En el modelo de estabilidad de la pendiente, tales ejecuciones repetidas dan una distribución de los valores del factor de seguridad y los logros correspondientes (figura 5.29).

**FIGURA 5.30 Taller de modelado de estabilidad de pendiente para el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería**



Para una prueba de pendiente dada y una representación sofisticada de la incertidumbre relacionada con todos los parámetros del modelo, Rubio, Hall y Anderson (2004), mostraron que CHASM daba una distribución del factor de seguridad en el rango de 1,0-1,8. Significativamente, la variación en el ángulo efectivo de fricción interna dominó la variación en el factor de seguridad (explicando el 89% de la variación). Por lo tanto, mientras que los componentes individuales de estos modelos (como la retención de agua en zona no saturada o los submodelos Bishop de estabilidad de pendiente en CHASM) generalmente se entienden bien, su comportamiento emergente puede ser más difícil de predecir.

Por lo general la UCM y en particular el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería deben tener en cuenta los problemas que conllevan la selección del modelo de estabilidad de la pendiente, la incertidumbre de los datos y la interpretación del resultado del modelo asociado. Puede ser útil realizar un taller en el cual varios colegas podrían contribuir con fuentes de datos importantes, entender la incertidumbre de los datos, valorar la incertidumbre producida en el modelado numérico y compartir experiencias en la aplicación del software (figura 5.30).

#### **5.6.6 Interpretar los resultados de la evaluación de amenaza de deslizamientos con métodos físicos**

Para MoSSaiC, el objetivo de utilizar métodos de evaluación para la estabilidad de la pendiente con métodos físicos es confirmar el grado de amenaza de deslizamientos que afecta una zona específica de la comunidad e investigar las causas principales y sus potenciales

soluciones. En particular, estos métodos de evaluación se deben utilizar para confirmar o rechazar la hipótesis de que la infiltración de agua superficial es una influencia desestabilizadora dominante y por lo tanto, demostrar la efectividad potencial de la interceptación de lluvia y las medidas de gestión del agua superficial como medio para reducir esa amenaza. La tabla 5.9 resume este enfoque.

Este proceso de evaluación de amenaza de deslizamientos es repetitivo. El enfoque más sencillo es tomar un evento de tormenta importante conocido, ejecutar el modelo de estabilidad de la pendiente para dicho evento y después hacerlo de nuevo con los niveles de lluvia registrados al 75% y luego con los niveles registrados al 50%. En pocas palabras, el cambio resultante (incremento potencial) en el factor de seguridad dará una indicación general de si tales reducciones de infiltración de agua superficial podrían generar una reducción significativa de la amenaza de deslizamientos. Si las simulaciones no indican una reducción aparente de la amenaza (ningún incremento en el factor de seguridad) esto sugeriría que una intervención MoSSaiC probablemente no sería apropiada. De lo contrario, un aumento significativo en el factor de seguridad, cuando se reduce la lluvia efectiva, indicaría que la intervención de MoSSaiC podría ser apropiada.

El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe comunicar claramente los resultados de la evaluación cuantitativa de amenaza de deslizamientos a la UCM de tal manera que los no expertos puedan entender y tomar decisiones acerca del proyecto. Ser transparente acerca de las incertidumbres en los valores específicos del factor de seguridad de la pendiente o los cambios en el porcentaje de estabilidad para las diferentes intervenciones de drenaje. Es importante identificar las tendencias generales en los resultados del modelo para transmitir si la infiltración de agua superficial es un factor significativo en la amenaza de deslizamientos y si es probable que los drenajes mejoren la estabilidad de la pendiente.

Si las simulaciones con métodos físicos apoyan una intervención MoSSaiC, continuar utilizando el modelo para determinar el impacto específico de la gestión del agua superficial. El capítulo 6 detalla los componentes de dicha intervención: las diferentes configuraciones de los drenajes según curvas de nivel (interceptación)



**TABLA 5.9 Resumen de los procesos de evaluación de amenaza de deslizamiento con métodos físicos**

BUSCAR	MÉTODO	PRECAUCIÓN	INCERTIDUMBRE
Métodos, modelos y experiencia cuantitativa y física disponible localmente	Preguntar a los departamentos del gobierno, agencias, consultores y escuelas o universidades	Seleccionar un método que explique los procesos de pendiente relevantes (tipos de deslizamientos, tipos de material, procesos hidrológicos)	Tener presente las incertidumbres debidas a la forma en que el modelo representa (u omite) los procesos físicos
Datos de pendiente que se pueden adquirir efectivamente para métodos y modelos disponibles	Adquirir datos sobre geometría de pendiente, estrato del suelo, nivel freático, propiedades del suelo, suministro de agua (ver tabla 5.8)	Asegurar que el método o modelo seleccionado sea realista en términos de datos disponibles y nivel de experiencia	Tener presente la variabilidad de los parámetros naturales, las muestras y errores en medidas (o parcialidades) y diferencias en opiniones expertas
El estado y los procesos físicos de la estabilidad actual de pendiente que tienen mayor influencia sobre la estabilidad	Evaluar la estabilidad con relación a diferentes condiciones; usar eventos de lluvia que van desde los esperados todos los años a eventos más intensos o de más larga duración con periodos de retorno más bajos	Tener presente el efecto que los resultados de este análisis pueden tener cuando se dé a conocer a los residentes locales, propietarios de tierra, representantes del gobierno y los medios; usar las salvaguardas apropiadas	Representar la incertidumbre mediante la aplicación del método o modelo varias veces variando los parámetros de los datos; ser honesto al comunicar el nivel de incertidumbre en los resultados del modelo
La efectividad potencial de la gestión de agua superficial para reducir la amenaza de deslizamiento (buscar estabilidad de pendiente mejorada, nivel freático más bajo en el modelo)	Explicar el posible efecto de interceptación de la escorrentía de lluvia (por medio de drenajes y canalones en los tejados) y la reducción de las aguas grises de las viviendas añadida a la pendiente	Para incorporar estos enfoques de gestión de agua superficial, puede ser necesario utilizar un sustituto (como reducir los datos de lluvia en un cierto porcentaje)	Representar la incertidumbre en la efectividad de las medidas de gestión de agua superficial aplicando el método o modelo varias veces usando variables de reducción de lluvia y fuentes puntuales de agua

y los drenajes pendiente abajo y la instalación de bajantes, canalones, tubos de drenaje de aguas grises y la infraestructura relacionada. Una vez que se ha realizado el diseño detallado del drenaje, las simulaciones se pueden repetir con cifras más precisas de reducción de lluvia que reflejen los datos anticipados de lluvia recogida.

### 5.7 PRIORIZAR ZONAS PARA LAS INTERVENCIONES DE DRENAJE

Si el análisis cuantitativo con métodos físicos para la amenaza de deslizamientos indica que un proyecto MoSSaiC es apropiado, el siguiente paso es dar prioridad a ciertas zonas de la comunidad para medidas específicas de drenaje. El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe integrar toda la información generada por los procesos de cartografía y modelado descritos en este capítulo:

- Las características de la pendiente y los procesos a escala de ladera (topografía, ángulos de la pendiente, ubicaciones en suelos

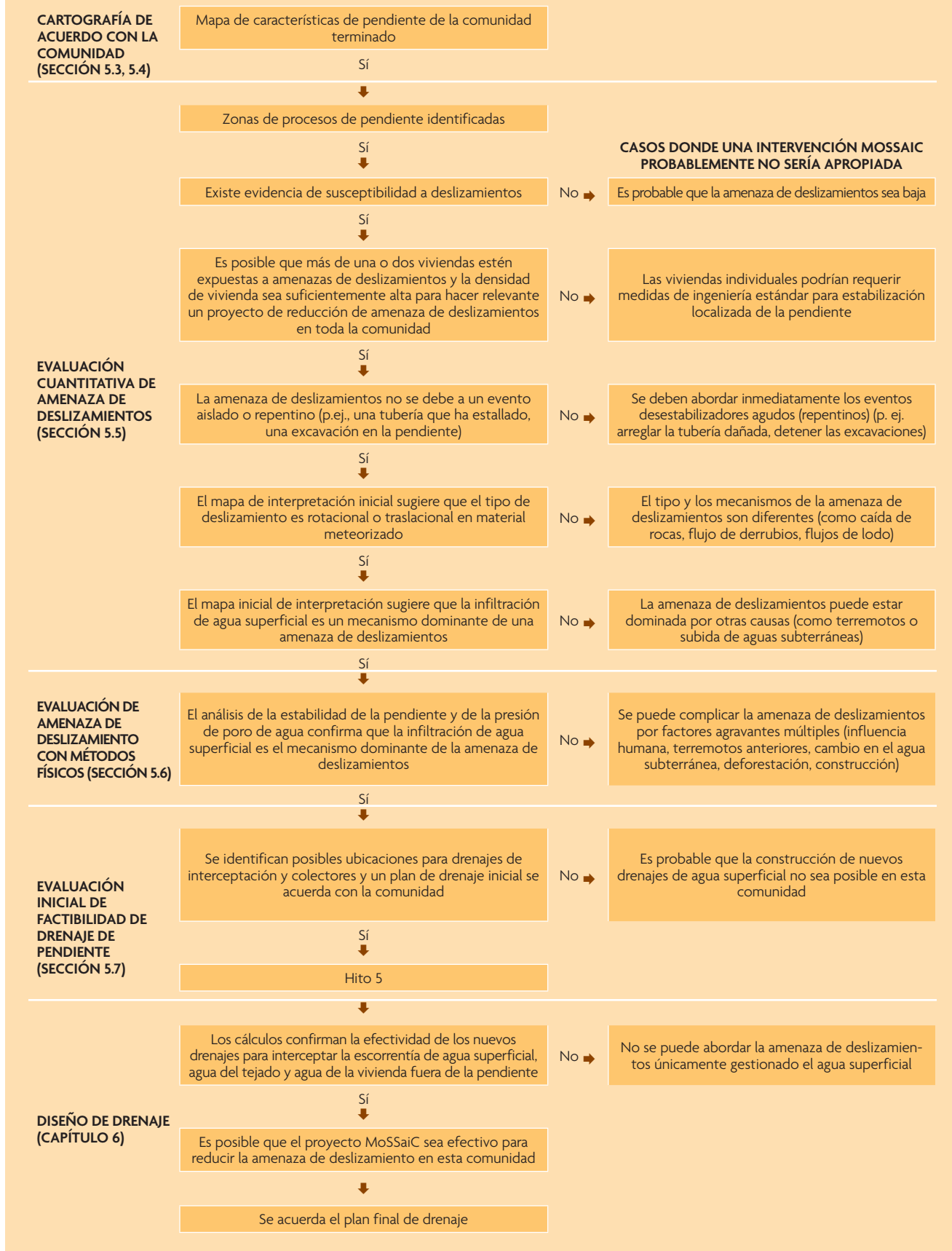
profundos versus lecho de roca, zonas de convergencia, líneas principales de drenaje natural y alterado, pruebas de deslizamientos anteriores o potenciales)

- Las características e influencias a escala de viviendas en los procesos de pendiente (geometría de la pendiente local, desmontes, rellenos, estructuras de retención, líneas de drenaje a escala de vivienda y fuentes puntuales de agua, pruebas de deslizamientos anteriores o potenciales)
- Evaluaciones cuantitativas de amenaza de deslizamientos (modelado de estabilidad de la pendiente, análisis del efecto de agua corriente y lluvia, evaluación de control de retención).

Partiendo del proceso inicial de evaluación cualitativa de amenaza de deslizamientos esbozado en la figura 5.20, la figura 5.31 consolida y presenta en su totalidad el proceso de evaluación de amenaza de deslizamientos y la toma de decisiones descritos en este capítulo.

La fase final del proceso de cartografía de amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad descrito en esta subsección, conlleva lo siguiente:

**FIGURA 5.31 Proceso completo de evaluación de amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad para intervenciones MoSSaiC**



- Para cada proceso de pendiente y zonas de amenaza de deslizamientos en la comunidad, confirmar la opción potencial de gestión de agua superficial que probablemente sea la más efectiva para mejorar la estabilidad de la pendiente y solucionar los problemas de drenaje en cada zona de ladera
- Dibujar las posibles nuevas ubicaciones de drenaje en un plano de drenaje inicial y tomar fotografías de dichas ubicaciones
- Asignar prioridades a las diferentes intervenciones de drenaje basándose en la amenaza de deslizamientos relativa y su efectividad probable
- Logar un consenso de todas las partes interesadas sobre el plano de drenaje inicial

### 5.7.1 Asignar una intervención de drenaje potencial a cada zona

Cada amenaza de deslizamientos y zona de drenaje necesitarán una intervención un poco diferente para reducir la amenaza de deslizamientos; es posible que algunas zonas no necesiten ninguna intervención.

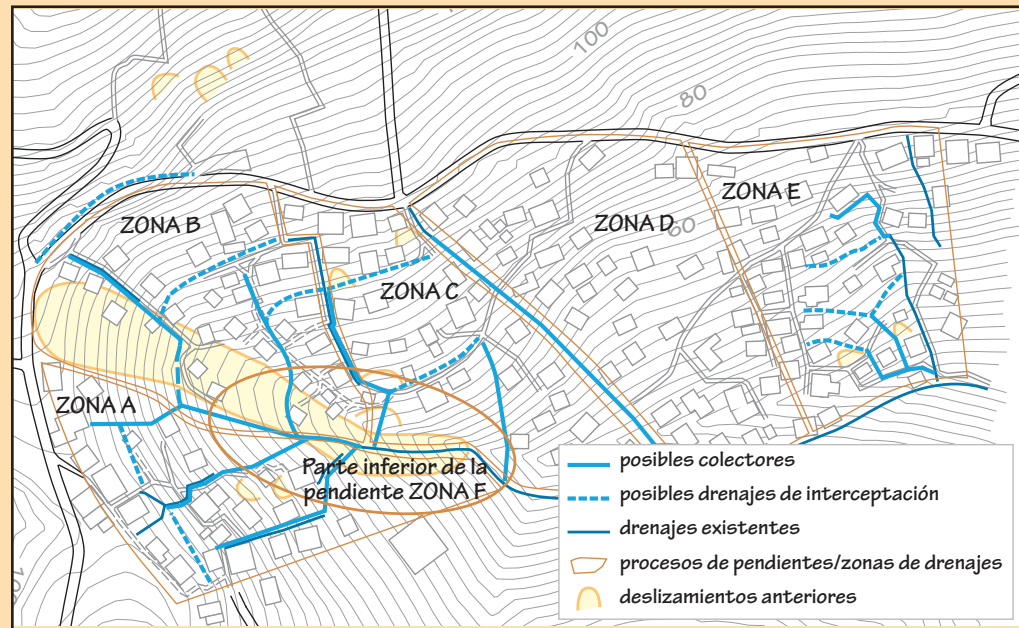
La comunidad debe entender la justificación que apoya la identificación de las diferentes zonas y por lo tanto, el propósito y la conveniencia de las diferentes categorías de intervenciones propuestas para cada zona. Algunas áreas de la comunidad aparentemente se beneficiarán directamente de las intervenciones a gran escala (p. ej., construcción de los drenajes principales);

**TABLA 5.10 Zonas de proceso de pendientes y medidas de drenaje potencial asociado**

ZONA	OBSERVACIÓN DE CAMPO E INTERPRETACIÓN DEL MAPA DE CARACTERÍSTICAS DE PENDIENTE	DESCRIPCIÓN DE INTERVENCIONES DE DRENAJE EFECTIVAS (CATEGORÍAS 1-5)
A	Topografía planar de pendiente con múltiples pendientes cortadas y varios deslizamientos menores asociados Vivienda densa con drenajes de agua superficial incompletos o rotos	Racionalizar la red de drenaje de viviendas para evitar la convergencia en lugares de pendientes cortadas (1, 2, 3) Captar el agua de los tejados (4)
B	Topografía altamente convergente con considerables deslizamientos anteriores y gran acumulación de derrubios; algunas casas reconstruidas sobre estos derrubios Densidad de vivienda más alta adyacente a los derrubios –múltiples pendientes cortadas, drenajes y muros de contención incompletos o rotos Considerable escorrentía e infiltración superficial	Arreglar el drenaje de carreteras (3); interceptar la escorrentía de agua superficial en el área superior de la pendiente (1) Racionalizar la red de drenaje de viviendas para evitar la convergencia en lugares de pendientes cortadas (1, 2, 3, 4)
C	Zonas de convergencia de pequeña escala debido a la alteración de la topografía y el drenaje por la construcción de casas Múltiples pendientes pequeñas y grietas de tensión Vivienda densa con drenajes incompletos y patrones de drenaje natural altamente alterados que producen convergencia en múltiples lugares	Racionalizar el drenaje de viviendas y las redes de drenaje caóticas para prevenir la convergencia en ubicaciones de pendientes cortadas (1, 2, 3) Captar el agua del tejado (4)
D	Topografía planar escarpada con suelos muy poco profundos/afloramientos de lechos de roca Considerable escorrentía superficial (incluyendo escorrentía de carreteras y tejados) pero relativa estabilidad	El drenaje no mejoraría considerablemente la estabilidad, pero se podría implementar para reducir inundaciones (1,2)
E	Zonas de convergencia a escala menor agravadas por pendientes cortadas y drenaje alterado Fallas menores en pendientes cortadas agravadas por descargas de agua de los tejados al suelo y drenajes mal diseñados	Racionalizar el drenaje de viviendas y redes de drenajes caóticos para evitar convergencia en lugares de pendientes cortadas (1, 2, 3) Captar el agua del tejado (4)
F	Pendiente inferior –suelos profundos saturados por infiltración de agua de pendiente arriba Grietas de tensión indican inestabilidad	Interceptar el agua superficial en las pendientes superiores podría disminuir el nivel freático en esta zona y por lo tanto mejorar la estabilidad; canales de arroyos existentes sujetos a erosión, inundación, sedimentación y formación de meandros –requiere canalización y protección debido a la descarga incrementada proyectada de los nuevos drenajes (5)

**Nota:** Ver la sección 5.7.1 para descripciones de ejemplos de las categorías 1-5 de las intervenciones de drenaje.

FIGURA 5.32 Ejemplo de un plano de drenaje inicial



otras verán menos construcción, aunque también se puedan beneficiar de la reducción general de infiltración de agua superficial. La justificación del proyecto se debe reiterar: la intervención está diseñada para mejorar el drenaje y reducir la amenaza de deslizamientos de **toda la comunidad y la pendiente** y no solo para las casas individualmente consideradas.

Podría ser apropiado considerar varias categorías de intervención para una comunidad en particular. Asegurarse de describir claramente y de manera sencilla estas categorías para que sean fácilmente distinguidas unas de otras y fácilmente entendidas por los residentes de la comunidad. Los siguientes son algunos ejemplos:

1. Construcción de drenajes (interceptación) según curvas de nivel para captar la escorrentía del agua superficial
2. Construcción de drenajes pendiente abajo para conducir el agua fuera de la pendiente
3. Reparar los drenajes existentes
4. Instalar canalones de techo y tuberías de aguas grises para recoger el agua de las casas
5. Construcción de un enrocado para proteger los canales naturales o gaviones para retener las secciones escarpadas de la pendiente

Teniendo en cuenta los ejemplos de las categorías anteriores, la tabla 5.10 muestra cómo las diferentes intervenciones de drenaje pueden ser

apropiadas en diferentes zonas de proceso de pendiente para mejorar la estabilidad de la misma.

### 5.7.2 Dibujar un plano de drenaje inicial

Regresar a la comunidad con el mapa de zonas de procesos de pendiente y el resumen de las medidas potenciales de drenaje y en cada zona identificar los posibles lugares para los nuevos drenajes. Dibujar esto en un plano nuevo de la comunidad (figura 5.32) y tomar fotografías de los lugares para identificar fácilmente las rutas de drenaje o cualquier problema potencial. Ser consciente de las salvaguardas relacionadas con la propiedad y la compensación de árboles o tierras y cualesquiera otros problemas relevantes.

Dibujar las ubicaciones de drenaje potencial en fotografías es útil para fomentar las conversaciones con los residentes comunitarios y en las presentaciones a las reuniones de la comunidad. La figura 5.33 presenta una fotografía con notas que se debe vincular al plano de drenaje inicial de la comunidad utilizando coordenadas GPS o descripciones de la ubicación exacta.

### 5.7.3 Asignar prioridades a las diferentes zonas

Para ayudar en la toma de decisiones y los presupuestos, a cada una de las zonas e intervenciones se le debe asignar una prioridad de acuerdo con la amenaza relativa de deslizamientos y la efectividad potencial de la

**FIGURA 5.33 Alineación de drenaje de interceptación propuesta a media pendiente**



intervención propuesta. La tabla 5.11 muestra una manera útil de resumir esta información como una matriz de zonas, tipos de intervenciones y prioridades (esto se obtiene de la información presentada en la figura 5.21 y las tablas 5.6 y 5.10). Se debe comunicar claramente esta matriz de prioridad a la comunidad y al resto de los equipos de trabajo y la UCM apoyándose en el mapa de zonas de procesos de la pendiente, el plano de drenaje inicial y el proceso de evaluación de amenaza de deslizamientos.

Se deben tener en cuenta los beneficios adicionales (como el potencial para reducir inundaciones, empleo temporal o mejoras en salud medioambiental). Estos beneficios se pueden considerar como iguales o más importantes en la reducción potencial de amenaza de deslizamientos.

### 5.7.4 Aprobación del mapa y la intervención propuesta

Organizar una reunión comunitaria para debatir y finalizar el plan para reducir la amenaza de deslizamientos y la priorización del drenaje con la comunidad, la agencia de implementación y todas las partes interesadas. Esta parte vital del proceso se debe conducir de la misma manera que en los debates anteriores. Debido a que el mapa y la intervención propuesta, así como la matriz de prioridad se han desarrollado con la participación de todas las partes interesadas, no debería haber sorpresas en este punto. Asegurarse de que se incluya una caminata comunitaria de reconocimiento durante esta fase de conversaciones para poder identificar los detalles y anotar o ajustar el plan como corresponda.

Una vez que todas las partes interesadas se hayan puesto de acuerdo sobre el mapa y la intervención, el siguiente paso es formular un diseño detallado de drenaje y generar las partidas de obra: esto será el tema del capítulo 6.

**HITO 5:**  
**Aprobadas las zonas de prioridad y el plano de drenaje inicial**

**TABLA 5.11 Priorización ilustrativa de diferentes intervenciones de drenaje en cada una de las zonas**

CATEGORÍA DE INTERVENCIÓN	ZONA					
	A	B	C	D	E	F
1. Construir drenajes de interceptación para captar la escorrentía de agua superficial	✓	✓	✓	✓	✓	
2. Construir colectores para transportar el agua fuera de la pendiente	✓	✓	✓	✓	✓	
3. Arreglar o reparar los drenajes y conectores existentes	✓	✓	✓		✓	
4. Instalar canalones de tejado y tuberías de aguas grises para captar el agua de las casas	✓	✓	✓			✓
5. Construir una escollera para proteger canales y gaviones para retener pendientes						✓
Intervención menor o no necesaria				✓		
Prioridad	Alta	Muy alta	Alta	Baja	Media	Media

*Nota:* Ver figura 5.21 y tablas 5.6 y 5.10 para la descripción de las zonas.

## 5.8 RECURSOS

### 5.8.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS Y ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de formular políticas	Conocimiento de los principios y prácticas para involucrar a la comunidad	• Familiarizarse con el proceso usado para involucrar a la comunidad	5.3
	Coordinar con la UCM y los equipos de trabajo del gobierno		
UCM	Identificar la mejor forma de participación y movilización de la comunidad (principios, prácticas y especialistas)	• Revisar y determinar la forma más apropiada para obtener la participación de la comunidad • Identificar los expertos de enlace con la comunidad; estos individuos probablemente ya son parte del equipo de trabajo de la comunidad pero puede haber otros colegas especialistas o de ONG que pueden ofrecer consejos adicionales	5.3
	Coordinar con el equipo de enlace con la comunidad		
	Entender si un proyecto MoSSaiC se justifica científicamente en una comunidad	• Revisar el resumen de evaluación de estabilidad de pendiente • Revisar el mapa de zonas de procesos de pendiente y el plano de drenaje inicial	5.7
	Coordinar con el equipo de evaluación de deslizamientos e ingeniería		
	Cerrar el plano de drenaje inicial		
Equipos de trabajo del gobierno	Incluir miembros claves de la comunidad en el equipo de cartografía	• Identificar los residentes claves de la comunidad que pueden ayudar <b>Consejo útil:</b> Dar tiempo a los residentes que ayudan de esta forma en el inicio del proyecto. Ellos se pueden convertir en eficientes promotores de MoSSaiC y ayudar a conseguir resultados positivos	5.3.2
	Mantener reuniones comunitarias para movilizar a la comunidad	• Tomar el consejo de la comunidad sobre cómo desean mantener estas reuniones y qué sitio atraería a un número mayor de asistentes	5.3.3
	Llevar a cabo encuestas en caminatas por la comunidad	<b>Consejo útil:</b> Repetir esto varias veces. Se adquiere nueva información con cada visita probablemente de diferentes residentes y se observan nuevos detalles del drenaje. Las visitas repetidas fomentan confianza y el sentido de propiedad dentro de la comunidad	5.4
	Construir mapas de características de pendiente comunitaria	• Construir el mapa en el lugar para captar los detalles relevantes	5.4.4
	Evaluar si el proyecto MoSSaiC es apropiado	<b>Consejo útil:</b> Hablar con los colegas geotécnicos relevantes en otras agencias para obtener la asistencia requerida, si es necesario	5.3; 5.6
	Asignar diferentes enfoques de gestión de agua superficial, según corresponda	• Identificar las zonas de laderas que requieren diferentes enfoques de gestión de agua superficial <b>Consejo útil:</b> Comunicar el concepto de zonificación a los residentes para asegurar que las expectativas se establecen correctamente	5.7
	Coordinar con los equipos de trabajo de la comunidad		
	Equipos de trabajo de la comunidad	Contribuir con el conocimiento local para la cartografía de la amenaza	• Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC y el contexto local
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		

## 5.8.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Se realiza el mapa base				4.7
✓ Se convoca a los representantes y grupos de la comunidad para un diálogo inicial				5.3
✓ Se hacen los planes para una reunión comunitaria y se invita a todas las partes interesadas, los funcionarios electos y los medios de comunicación; se registran los comentarios de la sesión de preguntas y respuestas				5.3
✓ Se visita un alto porcentaje de los residentes durante el proceso de cartografía de características de pendiente para lograr toda la información posible relacionada con los problemas de drenaje y deslizamientos				5.4
✓ Se identifican la líneas de drenaje principal, convergencia topográfica, evidencia de inestabilidad y deslizamientos anteriores y se incorporan al mapa de zona de procesos de pendiente; se evalúa cualitativamente la amenaza de deslizamiento y el papel de la infiltración del agua superficial				5.5
✓ Se aplican los métodos cuantitativos o científicos aplicados para confirmar la amenaza de deslizamiento y los mecanismos de pendiente dominantes; se identifica la gestión de agua superficial como una forma efectiva para reducir la amenaza de deslizamiento en diferentes zonas de proceso de pendiente				5.6
✓ Se identifican y priorizan las medidas de drenaje apropiadas y se prepara un plano de drenaje inicial				5.7
✓ <b>Hito 5:</b> Aprobadas las zonas de prioridad y el plan de drenaje inicial				5.7
✓ Se cumplen todas las salvaguardas				1.5.3; 2.3.2

## 5.8.3 Referencias

- Ahmad, F., A. Shukri Yahaya y A. Farooqi. 2006. "Characterization and Geotechnical Properties of Penang Residual Soils with Emphasis on Landslides." *American Journal of Environmental Sciences* 2 (4): 121–28.
- ALNAP (Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action). 2003. *Participation by Crisis-Affected Populations in Humanitarian Actions—A Handbook for Practitioners*. London: Overseas Development Institution. [http://www.alnap.org/publications/gs\\_handbook/gs\\_handbook.pdf](http://www.alnap.org/publications/gs_handbook/gs_handbook.pdf).
- Anderson, M. G. y P. D. Bates. 2001. *Model Validation: Perspectives in Hydrological Sciences*. Chichester, UK: Wiley.
- Anderson, M. G., S. Howes, P. E. Kneale y J. M. Shen. 1985. "On Soil Retention Curves and Hydrological Forecasting in Ungauged Catchments." *Nordic Hydrology* 16 (1): 11–32.
- Anderson, M. G., M. J. Kemp y D. M. Lloyd. 1997. "Instruction 2.1: Procedure for the Construction of a Resistance Envelope for a Slope." In *Hydrological Design Manual for Slope Stability in the Tropics*, 14–20. Crowthorne, UK: Transport Research Laboratory. [http://www.transport-links.org/transport\\_links/filearea/publications/L\\_711\\_ORN%2014.pdf](http://www.transport-links.org/transport_links/filearea/publications/L_711_ORN%2014.pdf).
- Arnstein, S. R. 1969. "A Ladder of Citizen Participation." *Journal of the American Institute of Planners* 35: 216.
- Beven, K. 2006. "A Manifesto for the Equifinality Thesis." *Journal of Hydrology* 320 (1–2): 18–36.
- Carter, M. y S. P. Bentley. 1991. *Correlations of Soil Properties*. Chichester, UK: Wiley.
- Christian, J. T., C. C. Ladd y G. B. Baecher. 1994. "Reliability Applied to Slope Stability Analysis." *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE* 120 (12): 2180–207.
- Fellin, W., H. Lessmann, M. Oberguggenberger y R. Vieider. 2004. *Analyzing Uncertainty in Civil Engineering*. Heidelberg: Springer.
- Finlay, P. J., G. R. Mostyn y R. Fell. 1999. "Landslide Risk Assessment: Prediction of Travel Distance." *Canadian Geotechnical Journal* 36 (3): 556–62.
- Fookes, P. G. 1997. *Tropical Residual Soils*. London: Geological Society.
- GCO (Geotechnical Control Office). 1982. "Mid-Levels Study: Report on Geology, Hydrology

- and Soil Properties.” Government of Hong Kong Special Administrative Region.
- Gero, A. K. Meheux y D. Dominey-Howes. 2010. “Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the Pacific: The Challenge of Integration.” Miscellaneous Report 4, Australia-Pacific Tsunami Research Centre Natural Hazards Research Laboratory, University of New South Wales.
- Hamm, N. A. S., J. W. Hall y M. G. Anderson. 2006. “Variance-Based Sensitivity Analysis of the Probability of Hydrologically Induced Slope Stability.” *Computers and Geosciences* 32 (6): 803–17.
- Klasen, S. 1999. *Does Gender Inequality Reduce Growth and Development? Evidence from Cross-Country Regressions*. Washington, DC: World Bank.
- Knutson, T. R., J. L. McBride, J. Chan, K. Emanuel, G. Holland, C. Landsea, I. Held, J. P. Kossin, A. K. Srivastava y M. Sugi. 2010. “Tropical Cyclones and Climate Change.” *Nature Geosciences* 3: 157–63.
- Lin, H., J. Bouma, Y. Pachepsky, A. Western, J. Thompson, R. van Genuchten, H.-J. Vogel y A. Lilly. 2006. “Hydropedology: Synergistic Integration of Pedology and Hydrology.” *Water Resources Research* 42: W05301.
- Lin, S., D. Shaw, M.-C. Ho y S. Lin. 2008. “Why Are Flood and Landslide Victims Less Willing to Take Mitigation Measures Than the Public?” *Natural Hazards* 44: 305–14.
- Malkawi, A. I., W. F. Hassan y F. A. Abdulla. 2000. “Uncertainty and Reliability Analysis Applied to Slope Stability.” *Structural Safety* 22 (2): 161–87.
- National Research Council. 1990. *Groundwater Models, Scientific and Regulatory Applications*. Washington, DC: National Academy Press.
- ONU (United Nations). 2002. *Gender Mainstreaming: An Overview*. [www.un.org/womenwatch/osagi/pdf/e65237.pdf](http://www.un.org/womenwatch/osagi/pdf/e65237.pdf).
- . 2008. “Gender Perspectives—Integrating Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. Good Practice and Lessons Learned.” [http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/2008\\_isdr\\_gender\\_perspectives\\_disaster\\_risk\\_reduction\\_cc\\_eng.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/2008_isdr_gender_perspectives_disaster_risk_reduction_cc_eng.pdf).
- . 2009. “Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive: Policy and Practical Guidelines.” [http://www.preventionweb.net/files/9922\\_MakingDisasterRiskReductionGenderSe.pdf](http://www.preventionweb.net/files/9922_MakingDisasterRiskReductionGenderSe.pdf).
- Parsons, A. J. 1988. *Hillslope Form and Process*. London: Routledge.
- Pretty, J. 1995. “Participatory Learning for Sustainable Agriculture.” *World Development* 23: 1247–263.
- Quinn, P. F., K. Beven, P. Chevallier y O. Planchon. 1991. “The Prediction of Hillslope Flow Paths for Distributed Hydrological Modeling Using Digital Terrain Models.” *Hydrological Processes* 5: 59–79.
- Quinn, P. F., K. J. Beven y R. Lamb. 1995. “The  $\ln(a/\tan \beta)$  Index: How to Calculate It and How to Use It within the TOPMODEL Framework.” *Hydrological Processes* 9: 161–82.
- Rubio, E., J. W. Hall y M. G. Anderson. 2004. “Uncertainty Analysis in a Slope Hydrology and Stability Model Using Probabilistic and Imprecise Information.” *Computers and Geotechnics* 31 (7): 529–36.
- Side, R. C., A. J. Pearce y C. L. O’Loughlin. 1985. “Hillslope Stability and Land Use.” Water Resource Monograph 11, American Geophysical Union.
- Terzaghi, K. 1936. “Relation between Soil Mechanics and Foundation Engineering.” Presidential address. In *Proceedings of the First International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, vol. 3, 13–18.
- UNECOSOC (United Nations Economic and Social Council). 1997. *UN Economic and Social Council Resolution 1992/2: Agreed Conclusions 1997/2*. <http://www.unhcr.org/refworld/docid/4652c9fc2.html>.
- UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2008. *Gender Perspectives: Integrating Disaster Risk Reduction into Climate Change Adaptation*. [www.unisdr.org/we/inform/publications/3391](http://www.unisdr.org/we/inform/publications/3391).
- University of Warwick. 2002. “Very Low-Cost Domestic Roofwater Harvesting in the Humid Tropics: Existing Practice.” School of Engineering, University of Warwick, Warwick, UK.
- van Genuchten, M. Th. 1980. “A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils.” *Soil Science Society of America Journal* 44: 892–98.
- Victoria, L. P. 2009. “Community Based Approaches to Disaster Mitigation.” Document UNPAN009661, UN Public Administration Network. <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/APCITY/UNPAN009661.pdf>.
- World Bank. 2010. *Safer Homes, Stronger Communities. A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank.







**“Durante las últimas tres décadas, la mayoría de las principales agencias han incluido en sus declaraciones de políticas la reducción del riesgo... como una precondition y un aspecto integral del desarrollo sostenible, pero en su implementación práctica, poco se ha realizado”.**

— C. Wamsler, “Incorporación de la Reducción del Riesgo en la Planificación Urbana y Vivienda: Un Desafío para las Organizaciones de Ayuda Internacional” (2006, 159)

## CAPÍTULO 6

# Diseño y buenas prácticas para el drenaje de taludes



## 6.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 6.1.1 Alcance

Este capítulo presenta la ejecución en el terreno de las medidas de reducción del riesgo de deslizamientos MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de

Taludes en Comunidades). Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓		Principios para la alineación general de drenajes	6.3
	✓	✓		Métodos para estimar la descarga y diseñar el tamaño del drenaje	6.3
	✓	✓	✓	Funciones y ubicaciones que afectan la alineación detallada del drenaje	6.4
	✓	✓		Especificaciones de construcción del drenaje: materiales y detalles	6.5
	✓	✓		Enfoques para captar agua de las viviendas	6.6
	✓	✓		Elaborar el plan final de drenaje y su costo estimado	6.7

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes del proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 6.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Planos de drenaje propuesto y final	6.3–6.7
Tabla de estimación de costos para la construcción del drenaje	6.7

### 6.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Identificar la ubicación y alineación de los drenajes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar el mapa de zona de procesos de pendiente y el plano de drenaje inicial como punto de partida; aplicar los principios de alineación de drenajes para identificar la red de alineación del drenaje potencial</li> <li>• Refinar los detalles de alineación en el sitio</li> </ul>	Plano de drenaje propuesto (alineaciones y dimensiones del drenaje)
2. Estimar la descarga y dimensiones del drenaje <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular la escorrentía del agua superficial y la descarga de agua de las viviendas hacia los drenajes propuestos</li> <li>• Calcular el tamaño requerido del drenaje</li> </ul>	
3. Especificar los detalles y diseño de la construcción	Especificaciones completas del drenaje
4. Incorporar las casas al plano de drenaje <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las casas que recibirán canalones del tejado, tuberías de aguas grises, tanques de agua y zunchos para huracanes</li> <li>• Determinar cómo el agua de las viviendas se dirigirá a los drenajes (mediante tuberías conectadas por arquetas de hormigón o drenajes pequeños)</li> </ul>	Listado de materiales necesarios para las conexiones de las viviendas
5. Producir un plano de drenaje final <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir en el plano todos los detalles de alineación del drenaje y las conexiones a las viviendas</li> <li>• Estimar el costo total del proyecto por costo unitario</li> </ul>	Plano final y estimación del costo del drenaje
6. Obtener el acuerdo de todas las partes interesadas sobre el plano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener reuniones con la comunidad y refinar el plano</li> <li>• Completar las verificaciones relativas a las salvaguardas relevantes</li> <li>• Presentar el plano para aprobación formal</li> </ul>	Cierre del plano final del drenaje

### 6.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo toma los logros del proceso de cartografía de acuerdo con la comunidad (mapa de zonas de procesos de pendiente y plano de drenaje inicial) y desarrolla un plano de drenaje detallado para implementarlo en la comunidad. Los residentes con conocimiento de la comunidad, la distribución de las laderas y las prácticas de construcción local pueden aportar información e ideas útiles en este punto. La comunidad da su conformidad al plan final de drenaje antes de su aprobación y cierre por parte de la Unidad Central MoSSaiC (UCM).

## 6.2 INICIO

### 6.2.1 Nota informativa

#### Diseño del drenaje para reducir la amenaza de deslizamientos

Mejorar el drenaje del agua superficial puede aumentar la estabilidad de la pendiente en las

comunidades donde se ha confirmado que la lluvia y la infiltración del agua de las viviendas han sido los principales factores que contribuyen a la amenaza de deslizamientos. Para que estas intervenciones de drenaje sean efectivas y para que estén dentro del presupuesto se requiere el conocimiento de las causas localizadas de la amenaza de deslizamientos, un diseño cuidadoso y las especificaciones de las obras. El drenaje se debe diseñar con el objetivo de interceptar y controlar los flujos de agua superficial producidos por la lluvia y el agua de uso doméstico, reduciendo de esta forma la infiltración del agua en el material de la pendiente y, por lo tanto, mejorando la estabilidad de la misma.

El proceso de cartografía según la comunidad y la evaluación de amenaza de deslizamientos descritos en el capítulo 5 proporcionan el fundamento para este proceso de diseño. Los ingenieros y técnicos experimentados necesitarán refinar o revisar las alineaciones iniciales del drenaje, estimar el posible volumen de agua que ingresaría en los nuevos drenajes, definir el tamaño del

drenaje requerido y el diseño para construcción, identificar las medidas de drenaje de las viviendas y estimar el costo general del proyecto.

### La importancia de un buen diseño

Un buen diseño de drenaje logra lo siguiente:

- Interceptar la escorrentía de la lluvia superficial de la pendiente y de los tejados
- Captar las aguas grises de las casas
- Controlar el flujo de toda el agua superficial que se intercepta/capta en una red de drenajes
- Reducir la amenaza de deslizamientos

Un buen diseño tendrá en cuenta también minimizar la necesidad de ocupar terreno, la obstrucción potencial del drenaje por derrubios y el mantenimiento continuo.

Aún si el gobierno tiene poca experiencia en el diseño e implementación de obras de drenaje en comunidades vulnerables y no autorizadas, posiblemente existen estándares locales de diseño y construcción aplicables o especificaciones para drenajes. En entidades como las organizaciones no gubernamentales (ONG), los contratistas locales y residentes de la comunidad con habilidades en construcción también podrían identificar ejemplos de buenas prácticas en el diseño del drenaje. El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería debe revisar estas fuentes de información y seleccionar los estándares y especificaciones apropiados. La efectividad del drenaje en la reducción de amenazas de deslizamientos depende de la adherencia a dichos estándares y especificaciones. Las especificaciones precisas de estos detalles también aseguran las estimaciones precisas del presupuesto total del proyecto a efectos de la toma de decisiones y los aspectos financieros y de gestión. El plan final de drenaje tendrá que cumplir los estándares apropiados, proporcionar las especificaciones de construcción y estimaciones de costos adecuadas y ser aprobado antes de que se elaboren las partidas de obra y se realice la adjudicación de los contratos.

### Beneficios adicionales

Además de reducir la amenaza de deslizamientos de una manera objetiva y eficiente en costos, un programa de gestión de agua superficial de acuerdo con la comunidad puede:

- reducir inundaciones localizadas y meteorización del suelo; mejorar el medioambiente de la comunidad
- informar a los residentes sobre buenas prácticas de gestión de pendientes y reducción de amenaza de deslizamientos
- ser el punto focal de un enfoque holístico en la reducción del riesgo de deslizamientos para los gobiernos y agencias internacionales de desarrollo y
- estar incluido en programas más amplios de reducción de pobreza, reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.

### 6.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican en el diseño de drenaje de pendientes:

- Ser lo más preciso posible en la especificación de la alineación del drenaje y su diseño en cuanto a tipo, tamaño y materiales. Llevar a cabo levantamientos adicionales, según sea necesario, de cualquiera línea de drenaje complicada dentro de la comunidad.
- Aplicar los estándares y protocolos relevantes de ingeniería y construcción.
- Ser lo más preciso y realista en la estimación inicial de las cantidades para que el presupuesto general del proyecto se pueda estimar.
- Realizar una presentación holística del proyecto (plan y presupuesto) para que sea aprobado por la UCM y la agencia gubernamental responsable de la implementación.
- Asegurar que se consideran todas las salvaguardas relevantes especialmente las relacionadas con la alineación del drenaje tanto con los propietarios de tierra como con los residentes de la comunidad.

### 6.2.3 Riesgos y desafíos

#### Diseño para un mantenimiento fácil

Aunque las agencias de financiación, los gobiernos y comunidades reconocen ampliamente la importancia del mantenimiento del drenaje, éste rara vez se lleva a cabo. La limpieza y mantenimiento estructural deben estar implícitamente integrados en las decisiones de diseño del drenaje y su construcción en el lugar. Hasta cierto punto los drenajes se pueden diseñar para auto-limpieza y por lo tanto, ser más fáciles de mantener. En particular, se deben evitar

especialmente los flujos poco profundos y se deben diseñar los drenajes en curva de nivel (interceptación) para mantener por lo general altas velocidades de flujo (para limitar la deposición de sedimentos). Las áreas angostas del drenaje, como alcantarillas estrechas o cambios de dirección bruscos se deben evitar para que no se produzca acumulación de derrubios y desbordamiento del drenaje. Los drenajes bien diseñados, que se han construido y terminado con buenos estándares, se mantienen limpios de derrubios, se inspeccionan periódicamente por daños, garantizan un mayor nivel de protección a las comunidades y tienen una vida útil más larga que un drenaje mal diseñado y construido.

#### Ordenar por prioridad los lugares donde se construirán drenajes para reducir el riesgo de deslizamiento

Los donantes y los gobiernos no pueden construir drenajes para todas las casas en todas las comunidades. Inclusive en comunidades vulnerables, propensas a deslizamientos y seleccionadas para proyectos MoSSaiC, desde el punto de vista presupuestal o político no es posible financiar todas las intervenciones de drenaje que podrían ser beneficiosas. Para cada una de estas comunidades, el mapa de la zona de procesos de pendiente, el plano de drenaje inicial y la matriz de prioridad del drenaje desarrollados en el capítulo 5 deben permitir que se establezcan prioridades generales. Una vez terminado el diseño y las especificaciones del plano de drenaje, se puede estimar el costo de las intervenciones. Los responsables de la toma de decisiones deben usar esta información junto con las salvaguardas y protocolos locales para asignar el presupuesto del proyecto de una manera transparente y justificable.

#### Gestión del agua de lluvia y aguas grises de las viviendas

En comunidades no autorizadas y en el público a nivel general hay poca conciencia de lo sencillo que resulta la reducción de amenaza de deslizamientos con unas mejoras de bajo costo en el drenaje de una vivienda. Sin embargo, incorporar estas prácticas de gestión de drenaje y de pendientes puede asegurar la sostenibilidad de los proyectos MoSSaiC y que estos sean altamente eficientes en costos. Una manera de motivar esta

incorporación es demostrar que las prácticas sencillas de gestión de agua superficial a escala de viviendas se pueden utilizar junto con métodos estándares de construcción de drenajes.

A través del proyecto los residentes deben ser conscientes de que los canalones del tejado y las bajantes se deben conectar directamente a los drenajes alineados o a los contenedores adecuadamente cubiertos para captar el agua lluvia (con tubería de desagüe hacia los drenajes). Las salidas de las aguas grises (p. ej., fregaderos y duchas) deben también estar conectadas a la red de drenaje si no hay otro mecanismo para el drenaje de la vivienda. Se debe evitar en lo posible los pozos de absorción ya que éstos actúan como una fuente de agua puntual adicionándola directamente al material de la pendiente.

Si no hay nuevos drenajes adyacentes a la casa, se pueden realizar las conexiones con materiales fácilmente disponibles y tecnología apropiada como tubería de plástico de mayor diámetro conectadas por medio de una serie de arquetas de hormigón. MoSSaiC también ha desarrollado un tipo de drenaje apropiado en lugares donde se puede excavar una zanja poco profunda. Esta zanja se cubre con una lámina de polietileno resistente (como una lámina de polietileno de efecto invernadero, estable a la luz solar) sujeta por medio de una malla de alambre. La malla se ajusta manualmente a la forma del drenaje y se asegura con clavijas en forma de U hechas de barras de acero reforzado. Estos materiales se pueden comprar por menos del 10% del costo de drenajes de hormigón de un tamaño similar; son más económicos para transportar y fáciles de llevar y aparte de algunas instrucciones cortas para su ensamblaje, no se requiere experiencia previa en la construcción.

En algunas zonas de alta prioridad en la comunidad, estas medidas de drenaje a nivel de vivienda se pueden incluir como parte del proyecto. Debido a que no es factible o asequible proporcionar dichas medidas a todas las casas, incluir ejemplos de estos métodos en el plan de drenaje final motivará a los residentes a adaptar soluciones de bajo costo u otras tecnologías apropiadas de auto ayuda. Tales soluciones ofrecen ciertas ventajas técnicas, políticas y financieras y juegan un papel en la mejora general de la gestión de agua superficial.

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Experiencia en diseñar redes de drenaje en pendientes, calcular la capacidad de agua superficial de pendiente y del drenaje, aplicar estándares de diseño de ingeniería y especificaciones escritas para la construcción de drenajes	Sin experiencia práctica en diseñar drenajes de agua superficial para pendientes	Alguna experiencia en construcción de drenajes en pendientes o conocimiento de cálculo para diseños de drenajes	Experiencia sólida en todos los aspectos para diseñar redes de drenajes en pendientes –experiencia y comprensión de ingeniería en relación con la hidrología de pendiente
Experiencia en desarrollar planos del sitio precisos y detallados a gran escala y de alta resolución e incorporar otros datos cartográficos (características como alineación y diseño de drenajes, senderos y casas) en estos planos	Sin experiencia en dibujar planos del sitio a escala grande o de alta resolución o en incorporar otros datos cartografiados	Experiencia en dibujar planos del sitio a escala grande o de alta resolución o en usar un sistema de información geográfica o software de diseño asistido por computador (SIG/CAD) para combinar datos espaciales y producir mapas	Experiencia en dibujar planos del sitio a escala grande /de alta resolución y usar software SIG/CAD para incorporar datos cartografiados relevantes
Directrices disponibles en diseño de drenaje local y estándares y especificaciones de construcción	No hay directrices disponibles y pocos ejemplos de buenas prácticas	Algunas directrices y ejemplos de buenas prácticas disponibles	Directrices completas y varios ejemplos de buenas prácticas disponibles
Información sobre costos unitarios de construcción, procedimientos para estimación de cantidad de material y experiencia en estimación de costos disponibles en proyectos de acuerdo con la comunidad	No hay información o procedimientos disponibles y experiencia limitada en estimar costos del proyecto para la comunidad	Alguna información y procedimientos para estimar cantidades y alguna experiencia en estimar costos del proyecto para la comunidad	Costos unitarios estándares para construcción y procedimientos de estimación de cantidades disponibles, así como experiencia sólida en estimación de costos del proyecto con métodos de acuerdo con la comunidad
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas disponibles de todas las agencias relevantes

### 6.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Use la matriz opuesta para evaluar la capacidad de la UCM y los equipos de trabajo del gobierno (o las agencias gubernamentales colaboradoras) para ejecutar un plan final de drenaje a nivel profesional de acuerdo con los estándares de ingeniería de diseño relevantes. Este plan incluirá un diseño de drenaje completo que constituya la mejor opción para reducir la amenaza de deslizamientos e incluya las especificaciones de construcción y estimaciones de costo para desarrollar las partidas de obra.

1. Asignar una puntuación de 1 a 3 (baja a alta) a la capacidad para reflejar la capacidad

existente para cada uno de los elementos en la columna izquierda de la matriz.

2. Identificar el puntaje de capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver la guía en la siguiente página).

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
<p><b>1:</b> Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda</p>	<p>La UCM necesita fortalecer su capacidad antes de desarrollar un plan final de drenaje. Esto podría involucrar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar un técnico ingeniero experimentado del sector comercial para estimar los flujos de agua superficial de la pendiente y la capacidad del drenaje</li> <li>• Contratar un técnico experimentado en sistemas de información geográfica o en diseño asistido por computador (SIG/CAD) para desarrollar el plano final del drenaje</li> <li>• Desarrollar un diseño y construcción de drenaje y prácticas estándar de estimación de costos de acuerdo con la información documentada en este libro y con diseños de drenajes disponibles en países similares</li> <li>• Buscar consejos de donantes, del sector privado u otras fuentes sobre prácticas de estimación de costos de proyecto</li> <li>• Acercarse a todas las agencias pertinentes para adquirir sus documentos de salvaguarda y producir un documento de trabajo coherente para diseñar proyectos de construcción en las comunidades</li> </ul>
<p><b>2:</b> Algunos elementos de este capítulo reflejan las prácticas actuales; leer el resto de elementos a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad</p>	<p>La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben de Nivel 1 se deben abordar como se escribe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no hay experiencia sustantiva en proyectos de acuerdo con la comunidad y en estimación de costos relevantes (p.ej. el doble manejo de materiales) esta información se podría adquirir de proyectos parecidos llevados a cabo por ONG o en otros países y usar este libro como guía</li> <li>• Si hay experiencia limitada en producir planos detallados del sitio o en el uso de SIG/CAD se puede obtener el consejo de un socio comercial o una agencia relevante</li> <li>• Si los documentos de salvaguarda relevantes están disponibles pero no recopilados, la UCM debe sistemáticamente integrarlos al proceso de implementación</li> </ul>
<p><b>3:</b> Utilizar este capítulo como una lista de verificación</p>	<p>Es probable que la UCM pueda proceder usando la capacidad probada existente. Sin embargo, sería una buena práctica documentar su experiencia relevante para desarrollar diseños de drenaje, estimar costos del proyecto y aplicar salvaguardas relacionadas.</p>

### 6.3 PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS PARA LA ALINEACIÓN GENERAL DE DRENAJES

El plan inicial de drenaje ya debe indicar los lugares potenciales para el drenaje identificados de acuerdo a las zonas de procesos de pendiente, los problemas dominantes de agua superficial y los posibles tipos de gestión de la misma. El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería (si es necesario, asistido por un ingeniero experimentado) debe desarrollar este plan en un diseño de drenaje que contenga todas las especificaciones necesarias y permita captar la mayor cantidad de agua superficial posible, teniendo en cuenta el presupuesto y las limitaciones del lugar.

Esta sección proporciona una guía de los principios para diseñar las alineaciones principales del drenaje: drenajes de interceptación (según curvas de nivel o de contorno) y

colectores o drenajes colectores, los métodos para estimar la descarga de la escorrentía de agua superficial de secciones específicas de la pendiente (por ejemplo, por encima de un drenaje de interceptación propuesto) y las aguas residuales de las casas y el cálculo de las dimensiones del drenaje.

El diseño de la red de drenaje y sus alineaciones es un proceso repetitivo resumido en la figura 6.1.

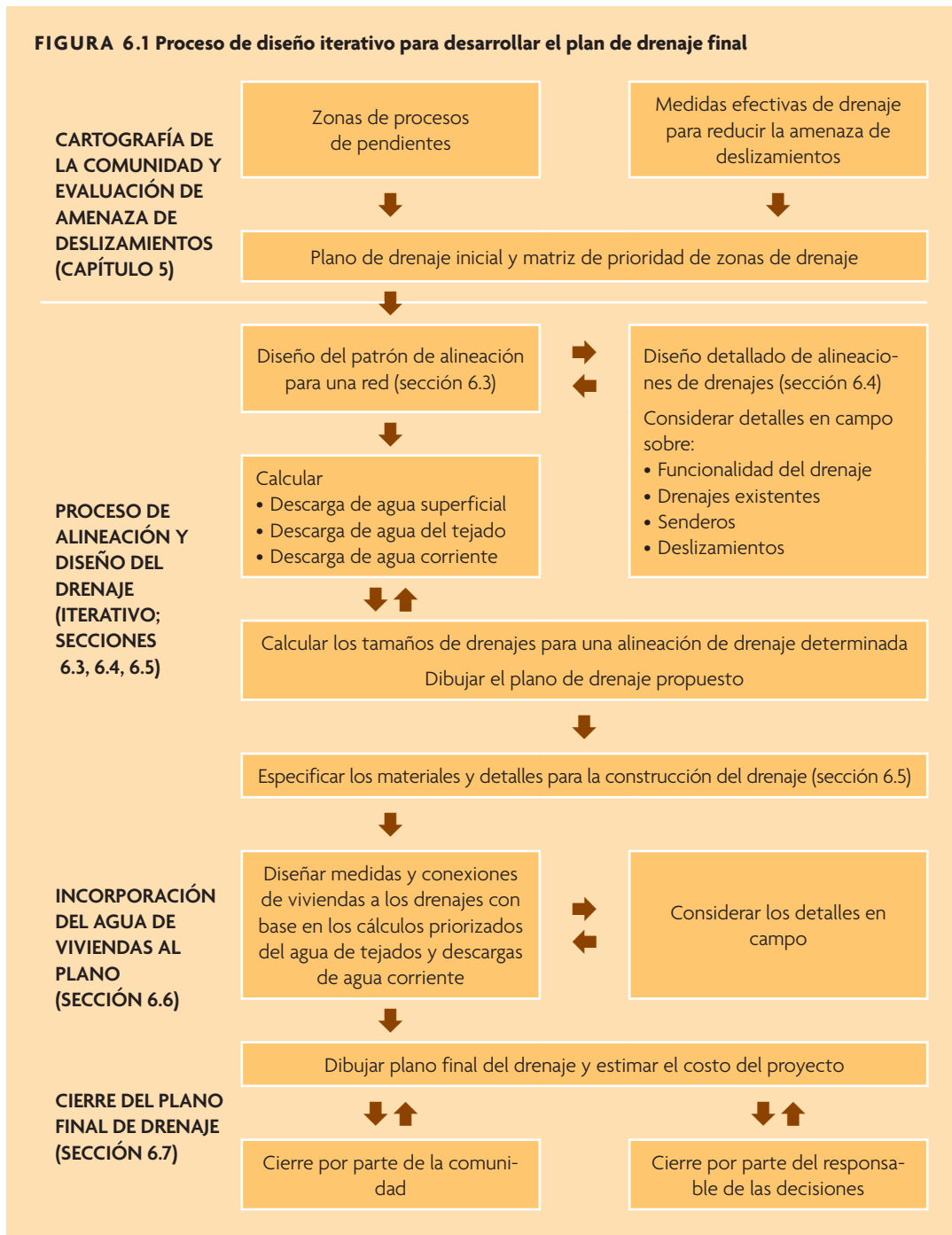
#### 6.3.1 Patrones y principios de alineación de drenajes

Para identificar el patrón general de alineación de drenajes, adherirse a los siguientes principios generales:

- **Captación.** Asegurarse de que la red de drenaje capta la mayor cantidad posible de agua superficial, agua de los tejados y aguas grises.
- **Conectividad.** Asegurarse de que cada sección de drenaje se conecta a un drenaje y se descarga en otro y que toda la red de drenaje



**FIGURA 6.1 Proceso de diseño iterativo para desarrollar el plan de drenaje final**



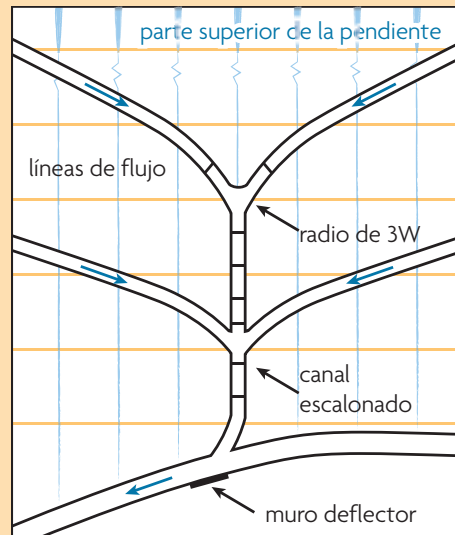
se descarga en un cuerpo receptor de agua apropiado (como un río, una cuenca de retención, un drenaje principal o el mar).

- **Inclinación del canal.** Asegurarse de que cada sección de drenaje tiene una inclinación del canal (desnivel) suficiente en cada dirección del flujo planificada (es decir, evitar que el flujo retroceda) y que la elevación de la salida de la red de drenaje está por encima del cuerpo receptor de agua.

- **Capacidad.** Asegurarse de que cada sección de drenaje tiene la suficiente capacidad para las descargas calculadas de la escorrentía de agua superficial, aguas grises y drenajes subsidiarios de conexión y de que la red combinada de drenaje se descarga en el cuerpo receptor de agua sin causar inundaciones aguas abajo.

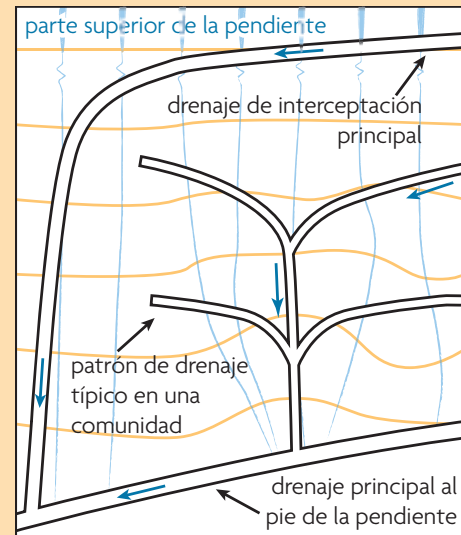
El diseño de la alineación del drenaje revisado debe tomar en cuenta las condiciones actuales del lugar incluyendo lo siguiente:

**FIGURA 6.2 Plano de drenaje de ladera idealizado para mostrar los drenajes de interceptación y colectores**



*Nota:* Las ortogonales de las curvas de nivel (líneas de flujo) indican las trayectorias probables de flujo de agua superficial y subsuperficial.

**FIGURA 6.3 Alineación generalizada para usar con drenajes de interceptación en la parte superior de la pendiente**



*Nota:* Las ortogonales de las curvas de nivel (líneas de flujo) indican las vías probables de flujo de agua superficial y subsuperficial.

- Condiciones que podían restringir la construcción del drenaje o reducir su efectividad y funcionalidad
- Drenajes existentes que se deben reparar, reemplazar o eliminar
- Senderos existentes con o sin drenajes
- Nuevos senderos propuestos en el proyecto
- Áreas que requieren protección adicional como deslizamientos existentes o canales de propensos a socavación y fallas en las orillas.

Los problemas de alineación asociados con diferentes tipos de drenaje se describen con más detalle en la sección 6.4.

#### Alineación de drenaje ideal

Una red de drenaje de agua superficial ideal comprende drenajes de interceptación (según curvas de nivel) a intervalos regulares conectados con un drenaje colector en un patrón de espina de pescado (figura 6.2).

Las condiciones locales como la topografía de la pendiente y la distribución existente de las casas y caminos posiblemente harán que la configuración ideal sea impráctica. Utilice los siguientes cuatro ejemplos de patrones de drenaje de pendiente para confirmar, ajustar o aumentar el plano de drenaje inicial y asegurar

que los drenajes están alineados para captar la mayor cantidad posible de agua superficial dada la topografía y condiciones locales.

#### Alineación lineal del drenaje y de fácil acceso

En lugares donde hay fácil acceso a la ladera y pocas limitaciones para la alineación del drenaje, puede ser posible una configuración similar a la que se muestra en la figura 6.2. Se puede aumentar este diseño con un drenaje de interceptación recorriendo la sección superior de la pendiente. La figura 6.3 muestra dicha alineación con un importante drenaje de interceptación en la cima de la pendiente (figura 6.4) y una alineación complementaria de colectores en drenaje de espina. Esta configuración puede ser muy efectiva en la gestión de agua superficial en pendientes empinadas, pero accesibles.

#### Topografía compleja y de acceso difícil

Las condiciones de vegetación, edificios, topografía, problemas de propiedad de la tierra, lindes y otras restricciones pueden causar interrupciones en la alineación de un único drenaje de interceptación a través de toda la pendiente (figura 6.5).

En tales casos puede ser más apropiado diseñar varios drenajes separados a lo largo de una

**FIGURA 6.4** Drenaje de interceptación construido en una pendiente con pocas restricciones para la alineación



**FIGURA 6.5** Complejidades en la alineación de drenajes



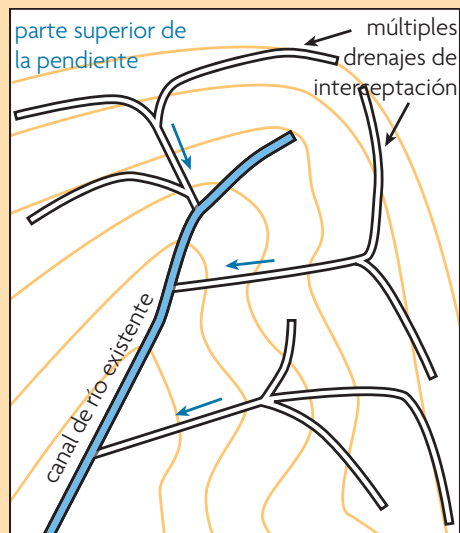
a. La vegetación, un pediluvio construido previamente (con insuficiente drenaje) y la topografía restringe la alineación de un nuevo drenaje de interceptación.



b. La topografía de terreno ondulada debe ser cuidadosamente analizada, especialmente en la alineación de un drenaje de interceptación para lograr gradientes de auto-limpieza.

curva de nivel en particular en el cual cada uno se conecta a un drenaje colectores diferente y juntos crear una zona de interceptación a través de la pendiente (figuras 6.6 y 6.7).

**FIGURA 6.6** Red de pequeños drenajes de interceptación del agua superficial a lo largo de la curva de nivel superior de la pendiente



**FIGURA 6.7** Drenaje colector



Este drenaje está diseñado para recibir agua del drenaje principal de interceptación y de un drenaje menor de interceptación (centro derecha) en construcción.

#### Sitios de deslizamientos actualmente inactivos

En muchas comunidades, en laderas no autorizadas, puede haber sitios donde han ocurrido deslizamientos que posteriormente parece que se han estabilizado. El proceso de cartografía de la comunidad, completado en el capítulo 5, debe haber identificado estos sitios.

**FIGURA 6.8 Alineación del drenaje para minimizar el flujo del agua superficial y la inmediata subsuperficial en un material que ha fallado previamente**



*Nota:* Las ortogonales a las curvas de nivel indican la probabilidad de vías de flujo de agua superficial y subsuperficial y enfatizan la importancia del drenaje para evitar un aumento de las presiones del poro de agua dentro del deslizamiento.

Inclusive, si no hay evidencia de movimiento actual, no hay garantía —dada la reducción de la dureza de suelo, la topografía posterior al deslizamiento y los patrones de flujo del subsuelo asociados (como tuberías de suelo)— de que el deslizamiento no se reactivará por eventos de lluvia. Por lo tanto, es importante alinear los drenajes para minimizar la entrada de agua en estos sitios que han fallado. Se puede usar la alineación mostrada en la figura 6.8 con buenos resultados, en estas circunstancias (figura 6.9).

#### Sitios de deslizamientos actualmente activos (fallos progresivos)

Algunas laderas exhiben reptación —el movimiento continuo e imperceptiblemente lento del material después de un evento desencadenante de deslizamientos. Las reptaciones a menudo se asocian, aunque no se limitan, a materiales con un alto contenido de arcilla en las pendientes.

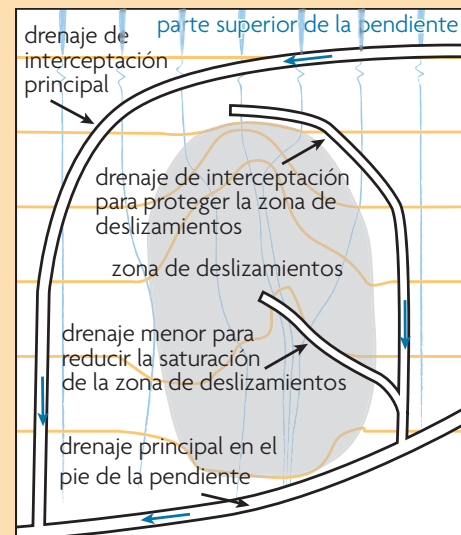
El proceso de cartografía de la comunidad debe haber identificado los sitios de reptación en la pendiente y anotado las observaciones de los residentes acerca de los periodos de movimientos en la pendiente. Es importante comprobar que un deslizamiento está todavía activo, ya que esto puede afectar la alineación de los

**FIGURA 6.9 Drenaje alineado para interceptar el agua superficial y dirigirla alrededor de un deslizamiento mayor preexistente**



La cresta del deslizamiento preexistente está en la parte superior central.

**FIGURA 6.10 Alineación de drenaje para una zona con movimiento lento**



*Nota:* Las ortogonales de las curvas de nivel (líneas de flujo) indican la probabilidad de trayectorias de flujo de agua superficial y subsuperficial. Una red de drenaje comparativamente de alta densidad puede ayudar a prevenir el ingreso de agua en la pendiente en un lugar que ha fallado; considerar la alineación de drenajes en la parte superior, dentro y en la parte inferior de la pendiente inmediatamente después del material que ha fallado.

drenajes principales alrededor del área inestable y también puede requerir que los drenajes menores en buen estado drenen a la misma pendiente. No se deben construir drenajes principales sobre o a través de zonas con reptación o material inestable ya que el movimiento de

la pendiente puede producir grietas y escapes —potencialmente descargando agua del drenaje al material inestable. Sin embargo, los drenajes menores que se inician dentro de una masa fallada y eliminan agua del área se pueden utilizar con buenos resultados. Los drenajes de bajo costo hechos de materiales flexibles, como los presentados en las secciones 6.5.2 y 6.5.3, podrían ser apropiados.

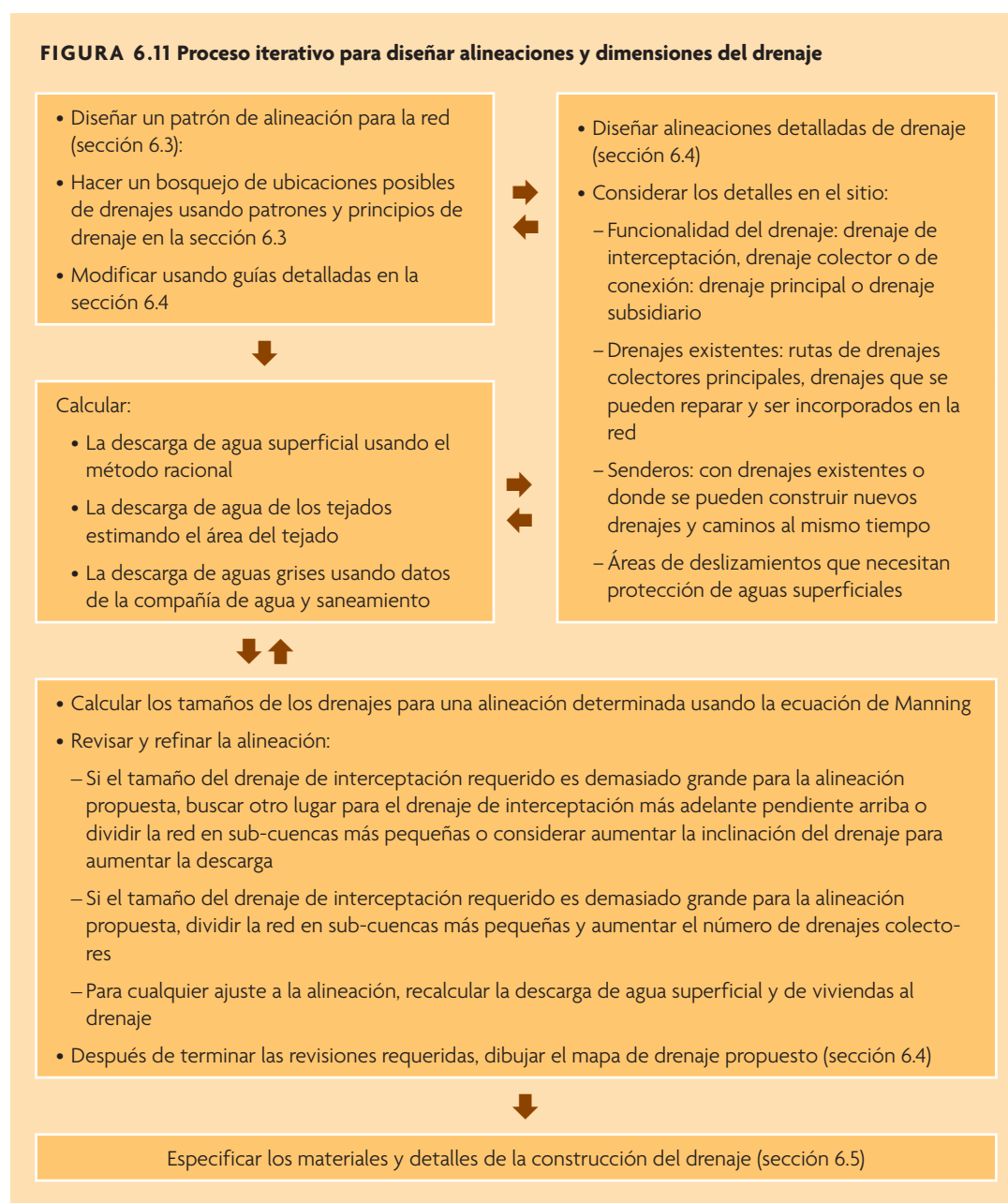
### 6.3.2 Estimar el flujo de drenaje y sus dimensiones

Estimar los volúmenes potenciales de escorrentía de agua superficial, agua del tejado y aguas grises que se descargarán en los nuevos

drenajes. Use los protocolos locales de ingeniería para seleccionar un diseño apropiado de intensidad de lluvia (es decir, con una probabilidad o un periodo de retorno específico) para estimar la escorrentía de agua superficial y agua de tejado. A partir de estas estimaciones, determinar las capacidades y dimensiones del drenaje requeridas. Este proceso de diseño de alineación-dimensión es repetitivo e involucra los pasos descritos en la figura 6.11.

Los métodos que se pueden usar para calcular la descarga en los drenajes y por lo tanto calcular el tamaño del drenaje requerido, se resumen en las siguientes secciones; ver la tabla 6.1.

**FIGURA 6.11 Proceso iterativo para diseñar alineaciones y dimensiones del drenaje**



**TABLA 6.1 Cálculos para estimar la descarga a los drenajes y el tamaño del drenaje**

CÁLCULO	PROPÓSITO	IMPLEMENTACIÓN	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Escorrentía de agua superficial	Cálculo de la escorrentía de agua superficial descargada ( $m^3/s$ ) de un área específica de pendiente para un evento específico de lluvia	Ver la calculadora en línea para el método racional, <a href="http://www.lmnoeng.com/Hydrology/rational.htm">http://www.lmnoeng.com/Hydrology/rational.htm</a>	6.3.3
Agua de los tejados	Cálculo del porcentaje de lluvia interceptado en los tejados; usado para estimar la efectividad de los canalones de los tejados para retirar el agua de la pendiente y la descarga que entra en los drenajes	Los cálculos se pueden desarrollar como un simple modelo de hoja de cálculo que utiliza ecuaciones para explicar la densidad de vivienda, el área del tejado, el promedio de agua corriente a las casas y la intensidad de la lluvia	6.3.4
Suministro de agua corriente	Cálculo del agua corriente que se suministra a las casas y se descarga en la pendiente; usado para estimar la efectividad de los drenajes de la viviendas al retirar las aguas grises de la pendiente y calcular la descarga que entra en los drenajes		6.3.4
Tamaño del drenaje	Cálculo del área de la sección transversal requerida para que un drenaje se adapte a una descarga específica en un determinado gradiente de pendiente	Calculadoras en línea para canales prismáticos se encuentran en <a href="http://onlinecalc.sdsu.edu/online-channel15.php">http://onlinecalc.sdsu.edu/online-channel15.php</a> y <a href="http://www.calculatoredge.com/new/manning.htm#velocity">http://www.calculatoredge.com/new/manning.htm#velocity</a>	6.3.5

### 6.3.3 Estimar la descarga de agua superficial

La cantidad de agua que fluye sobre la superficie de una pendiente durante eventos de lluvia (descarga de agua superficial) depende de la intensidad y duración de la lluvia, la velocidad de infiltración en el suelo, la inclinación de la pendiente y la cubierta de la superficie. La capacidad de una red de drenaje debe estar diseñada para dar cabida a la descarga de agua superficial captada por los drenajes de interceptación para un evento de lluvia específico. El diseño óptimo del periodo de retorno de lluvia se debe seleccionar de acuerdo con las normas de ingeniería local y el criterio de expertos en ingeniería en los siguientes temas, entre otros:

- En el diseño de grandes drenajes para eventos de lluvia de baja frecuencia, alta intensidad (por ejemplo, con un periodo de retorno de 100 años) que serían más costosos que

diseñar pequeños drenajes para eventos anuales o de alta frecuencia.

- En el diseño de grandes drenajes para eventos de lluvia de baja frecuencia, alta duración, que pueden eliminar eficientemente agua superficial de una comunidad de ladera pero pueden causar inundaciones aguas abajo a menos que se reduzca la velocidad del flujo del drenaje o se almacene el agua.
- Cuando se emplea dinero en la construcción de un drenaje de alta capacidad, que se podría emplear en su lugar en la construcción de una serie de drenajes más pequeños (OMS, 1991).

Se puede estimar la descarga de agua superficial usando el método racional; una aproximación sencilla ampliamente utilizada para calcular la descarga máxima en pequeñas áreas urbanas de drenaje (< 80 hectáreas). El método usa un coeficiente de escorrentía para explicar

**TABLA 6.2 Valores del coeficiente de escorrentía C para el método racional**

USO DE SUELO	C	USO DE SUELO	C
<b>Negocios:</b>		<b>Céspedes:</b>	
Áreas del centro	0,70–0,95	Suelo arenoso, plano, 2%	0,05–0,10
Áreas de vecindarios	0,50–0,70	Suelo arenoso, promedio, 2–7%	0,10–0,15
		Suelo arenoso, escarpado, 7%	0,15–0,20
		Suelo pesado, plano, 2%	0,13–0,17
		Suelo pesado, promedio 2–7%	0,18–0,22
		Suelo pesado, escarpado, 7%	0,25–0,35
<b>Residencial:</b>		<b>Tierra para uso agrícola:</b>	
Áreas unifamiliares	0,30–0,50	Suelo compacto descubierto	
Multifamiliares, independientes	0,40–0,60	Liso	0,30–0,60
Multifamiliares, adosadas	0,60–0,75	Áspero	0,20–0,50
Residenciales	0,25–0,40	Hileras cultivadas	
		Suelo pesado, sin cultivos	0,30–0,60
		Suelo pesado, con cultivos	0,20–0,50
		Suelo arenoso, sin cultivos	0,20–0,40
		Suelo arenoso, con cultivos	0,10–0,25
		Tierra de pastoreo	
		Suelo pesado	0,15–0,45
		Suelo arenoso	0,05–0,25
		Zonas boscosas	0,05–0,25
<b>Industrial:</b>		<b>Calles:</b>	
Áreas industriales poco densas	0,50–0,80	Asfaltadas	0,70–0,95
Áreas industriales muy densas pesadas	0,60–0,90	De hormigón	0,80–0,95
Parques, cementerios	0,10–0,25	De ladrillo	0,70–0,85
Patios de recreo	0,20–0,35	Áreas sin mejoras	0,10–0,30
Áreas de patios de ferrocarriles	0,20–0,40	Caminos de accesos y paseos	0,75–0,85
		Tejados	0,75–0,95

**Fuente:** <http://water.me.vccs.edu/courses/CIV246/table2.htm>.

**Nota:** El diseñador debe usar su criterio para seleccionar el valor del coeficiente apropiado dentro del rango. Generalmente, áreas más grandes con suelos permeables, pendientes planas y vegetación densa deberían tener valores de coeficientes más bajos. A las áreas más pequeñas con suelos densos, pendientes moderadas a escarpadas y escasa vegetación se le debe asignar los más altos valores de coeficientes.

la diferencia entre lluvia y la escorrentía de agua superficial resultante debido a variaciones en el uso del suelo (tabla 6.2), lo cual es un indicador de una serie de procesos que incluyen infiltración, almacenamiento temporal y otras pérdidas (ver Premchitt, Lam y Shen, 1986 para datos de los efectos de los usos del suelo en la descarga a la pendiente). Debido a que estos procesos no se justifican explícitamente, el método racional (ecuación 6.1) no permite el cálculo del tiempo de descarga máxima (también conocido como el tiempo de concentración). También asume una intensidad constante de lluvia por toda el área de drenaje y en el tiempo. Estas hipótesis simples no afectan significativamente

las estimaciones de drenaje para áreas pequeñas con pendientes empinadas sin almacenamiento de inundación; sino para cuencas más grandes (> 80 hectáreas), los ingenieros deben usar otros métodos de cálculo.

$$Q = k C i A \quad (6.1)$$

Donde:

$Q$  = Caudal máximo (cf/s o m<sup>3</sup>/s)

$k$  = Factor de conversión (1,008 para imperial o 0,00278 para métrico)

$C$  = Coeficiente de escorrentía (ver tabla 6.2)

$i$  = Intensidad de lluvia (in/h o mm/h)

$A$  = Área de la cuenca que contribuye al drenaje (acres o hectáreas)

Estimar la descarga potencial de agua superficial de áreas de la pendiente por encima de los drenajes de interceptación propuestos para determinar las capacidades requeridas de los drenajes de interceptación y de los de colectores. Realizar los siguientes pasos para aplicarlos al método racional:

#### Paso 1: Área de contribución (A)

- Calcular el área de la pendiente que descargará su escorrentía superficial en el drenaje de interceptación propuesto (área de contribución).
- Utilizar un mapa con curvas de nivel para calcular los límites del área de contribución. Suponiendo que el agua superficial corra sobre la pendiente a 90° con respecto a las curvas de nivel, dibujar líneas de flujo en el mapa para identificar el área de la pendiente encima del drenaje que contribuirá con escorrentía de agua superficial.
- Realizar una visita al sitio para confirmar los límites del área de contribución.
- Si se calcula separadamente la descarga de los tejados de las casas, asegurarse de restar el área de tejados del área de la pendiente para no duplicar el conteo del agua de tejados (ver sección 6.3.4).

#### Paso 2: Intensidad de lluvia (i)

- Utilizar registros de lluvias anteriores para identificar la intensidad, duración y frecuencia de diferentes eventos de lluvia.
- Seleccionar la intensidad máxima de lluvia para la cual se diseñarán los drenajes.

#### Paso 3: Coeficiente de escorrentía (C)

- Seleccionar un coeficiente de escorrentía de la tabla 6.2 que mejor representa el uso del suelo del área de contribución.
- Si hay más de un tipo de uso de suelo distinto, subdividir el área en consecuencia y asignar valores apropiados de C a cada subárea.
- Si se ha subdividido el área de acuerdo con los diferentes valores de C, recalcular A para cada área. Multiplicar A y C para cada subárea, sumar los resultados y dividir el total del área para obtener un valor ponderado de C para toda el área de contribución.

#### Paso 4: Pico de descarga (Q)

Use el método racional para calcular la descarga máxima de agua superficial del área de contribución.

### 6.3.4 Estimar la descarga de las casas

Cada vivienda puede afectar la cantidad de agua superficial en una pendiente de dos maneras: (1) por medio de la interceptación del agua superficial en los tejados, bien sea descargándola directamente a la pendiente, recolectándola o dirigiéndola a los drenajes y (2) por medio de la descarga de aguas grises y residuos sépticos hacia la pendiente.

Si la densidad de vivienda es alta, la proporción de lluvia interceptada por los tejados será correspondientemente alta. Si hay suministro de agua corriente, esto puede producir un aumento significativo de la descarga de agua superficial, en algunos casos ascendiendo tanto como la generada por la lluvia.

Si el alcance del proyecto incluye la instalación de canalones en el tejado, tubería de aguas grises y conexiones a los nuevos drenajes, la descarga resultante debe tenerse en cuenta en los cálculos de la capacidad del drenaje. La importancia de captar el agua de la vivienda se debe establecer como parte de la justificación de la intervención y como una manera de cambiar las percepciones y prácticas de gestión de pendientes.

Utilizar los siguientes pasos para estimar la contribución de agua de las viviendas al agua superficial. Se puede aplicar este método a la comunidad entera para estimar una descarga promedio para el área o descargas específicas de las áreas de contribución a diferentes drenajes.

#### Paso 1: Proporción de lluvia interceptada por los tejados

- Calcular el área total de la pendiente que contribuye y descargará agua hacia el drenaje propuesto.
- Estimar el área de la pendiente cubierta por casas usando un sistema de información geográfico/diseño asistido por computador (SIG/CAD) para medir directamente las huellas de los edificios o estimar el tamaño promedio de las casas y multiplicarlo por el número de casas en la pendiente.
- Dividir el área total de las huellas de las casas por el área de la pendiente para obtener la proporción de la pendiente sobre la cual las



casas interceptan directamente la lluvia en sus tejados.

- Multiplicar el resultado por la lluvia para el evento de diseño seleccionado (ver sección 6.3.3) para calcular el potencial de captación máxima del agua del tejado y la descarga posterior en los drenajes.
- Tener cuidado de no duplicar el conteo del aporte de agua del tejado al estimar la descarga de agua superficial (sección 6.3.3).

#### Paso 2: Suministro de agua

- Conseguir datos de la empresa de agua sobre el promedio de suministro por casa durante un periodo específico de tiempo.
- Multiplicar el suministro promedio de agua por el número de viviendas en la comunidad para obtener la cantidad total de agua suministrada a la pendiente en ese periodo.
- Convertir de volumen a una profundidad equivalente (por ejemplo, mm/día) y compararla con el índice de lluvia promedio por el periodo de tiempo equivalente para determinar la importancia del suministro de agua corriente de agregar agua a la pendiente.
- Estimar cuánta agua se pierde de las tuberías a través de escapes y cuánta se agregará a la pendiente como residuos sépticos. (La empresa de agua debe ser capaz de proveer una estimación de estas cifras). El suministro restante representa el volumen máximo que se podría captar de las casas como aguas grises y descargada a los drenajes.

#### 6.3.5 Estimar las dimensiones de los drenajes principales

Utilizar la descarga de agua superficial prevista y si es relevante utilizar la descarga estimada de agua de la vivienda para determinar las dimensiones apropiadas (áreas de sección transversal) para los drenajes principales y de interceptación. Normalmente, las dimensiones de los drenajes secundarios más pequeños o de las viviendas se pueden determinar por regla general, experiencia o conocimiento local. Sin embargo, si se necesitasen cálculos del tamaño del drenaje para cumplir con las normas de ingeniería de diseño o códigos de construcción locales, se deben observar estos protocolos.

La ecuación de Manning (6.2) es una ecuación semi-empírica que frecuentemente se

utiliza para calcular condiciones estables de flujo uniforme de agua en canales abiertos.

$$V = (k/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (6.2)$$

Donde:

$V$  = Velocidad (pie/s o m/s)

$k$  = Constante (1,485 para unidades imperiales o 1,0 para métrico)

$R$  = Radio hidráulico (pie o m)

$S$  = Inclinación del canal (pie/pie o m/m)

$n$  = El coeficiente de rugosidad de Manning definido para diferentes materiales de canales

Se puede calcular la descarga del drenaje usando la ecuación (6.3), en la cual la velocidad del flujo se estima con la ecuación Manning (6.2).

$$Q = A \times V \quad (6.3)$$

Donde:

$Q$  = Caudal (pie<sup>3</sup>/s o m<sup>3</sup>/s)

$A$  = Área de sección transversal (pie<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>)

$V$  = Velocidad del flujo (pie/s o m/s)

Se puede aplicar este cálculo de manera iterativa para identificar el área de la sección transversal del drenaje requerida para acomodar una descarga específica. Existen varias calculadoras online para realizar esta operación. Alternativamente, la secuencia de cálculos se puede introducir en una hoja de cálculo para permitir múltiples repeticiones hasta que identifique el tamaño correcto del drenaje. Una secuencia típica de pasos usando una calculadora online es la siguiente.

#### Paso 1: Definir un tamaño inicial de drenaje y la inclinación del canal

- Seleccionar el ancho y la profundidad del flujo del canal y asumir una inclinación de lado vertical para un drenaje típico de caja rectangular abierta.
- Definir la inclinación del canal de acuerdo con la alineación de drenaje propuesta identificada en campo (inclinación del canal = diferencia de alturas del canal/distancia horizontal del canal).

#### Paso 2: Seleccionar un valor para la constante de Manning (n)

Los valores típicos de canales de hormigón terminados y no terminados son 0,012 y 0,014, respectivamente.

**Paso 3: Utilizar una calculadora online para determinar la máxima descarga del drenaje**

- Introducir los valores de los Pasos 1 y 2 en una calculadora online.
- Calcular el caudal de máxima descarga del drenaje  $Q$ .

**Paso 4: Identificar el tamaño requerido para el drenaje**

- Comparar el caudal de descarga máxima del drenaje con la descarga estimada de la escorrentía superficial de la pendiente y de las viviendas (secciones 6.3.3 y 6.3.4) y el flujo entrante de otros drenajes.
- Repetir el proceso con diferentes tamaños y gradientes realistas de drenajes hasta que se pueda adecuar el drenaje a la descarga requerida.

**6.3.6 Ejemplo para demostrar la efectividad del drenaje de interceptación**

En este ejemplo se utilizó el método racional para calcular la descarga de agua superficial más arriba de la ubicación del drenaje de interceptación propuesto. Posteriormente se construyó el drenaje (figura 6.12 a). Varias viviendas adyacentes al drenaje conectaron sus bajantes y sus aguas grises al drenaje. Durante una tormenta, un residente anotó la profundidad del flujo en el drenaje y observó la velocidad del flujo (figura 6.12b). Estas observaciones permitieron estimar el caudal total del drenaje para la tormenta de 12 horas y la proporción real de la lluvia captada por el drenaje.

**Paso 1: Calcular el total de lluvia caída sobre la pendiente.**

- La lluvia total fue de 84 mm durante 12 horas sobre un área de 20.000 m<sup>2</sup>.
- Determinar la lluvia caída en la pendiente (antes de la escorrentía):  
 $Q = 0,084 \text{ m} \times 20.000 \text{ m}^2$   
 $Q = 1,680 \text{ m}^3 (1.680.000 \text{ l})$

**Paso 2: Estimar la descarga total del drenaje**

- Se observó una profundidad de flujo de 5 cm en una sección de 30 cm de ancho del drenaje de interceptación con un ángulo de inclinación del drenaje de aproximadamente

**FIGURA 6.12 Estimar los flujos de drenaje observados**



a. El colector de drenaje principal transporta el flujo de un drenaje de interceptación.



b. Un residente indica la máxima profundidad alcanzada por el flujo durante la tormenta del día anterior.

4 grados y  $n$  de Manning de 0,018 (hormigón no revestido con desechos menores)

- Utilizar la ecuación de Manning para estimar la velocidad del flujo y el caudal:  $V = 1,646 \text{ m/s}$  y  $Q = 0,024 \text{ m}^3/\text{s} (24 \text{ l/s})$
- Asumiendo que la lluvia es constante, el caudal total del drenaje durante las 12 horas de la tormenta sería de aproximadamente 1.036.800 l.

**Paso 3: Comparar el caudal de descarga total del drenaje con el total de la lluvia**

El porcentaje estimado actual de la lluvia que será captado por el drenaje es aproximadamente  $(1.036.800/1.680.000) \times 100 = 62\%$ .

#### Paso 4: Estimar la escorrentía del agua superficial de la pendiente utilizando el método racional

- Aplicar el método racional utilizando un promedio de intensidad de lluvia de 7 mm/h (84 mm en más de 12 horas), un área de pendiente de 20,000 m<sup>2</sup> y un coeficiente de escorrentía de 0,6.
- Al asumir que la intensidad de la lluvia es constante, el caudal de descarga continua de agua superficial en la pendiente se estima en 0,023352 m<sup>3</sup>/s y el total de la escorrentía superficial se estima en 1.008.806 l en 12 horas.
- De acuerdo con el método racional, el porcentaje estimado de lluvia que se convertirá en escorrentía de agua superficial es de  $(1.008.806/1.680.000) \times 100 = 60\%$ .

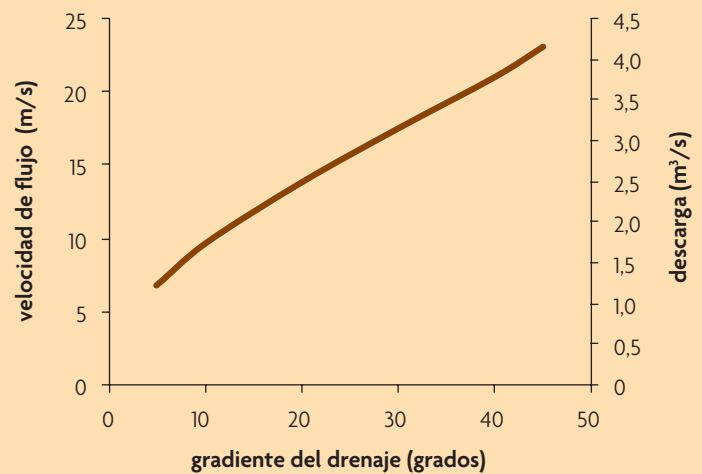
Este cálculo permite llegar a dos conclusiones: que el drenaje de interceptación es efectivo (captando aproximadamente el 62% de la lluvia total, Paso 3) y que el método racional permite una predicción cercana del flujo de drenaje observado (si se comparan los resultados de los Paso 2 y 4).

#### 6.3.7 Ejemplo para demostrar el impacto de la inclinación del canal de drenaje en la capacidad de flujo

Las inclinaciones más empinadas del canal aumentan la capacidad de transporte de los drenajes. Sin un diseño apropiado los drenajes con inclinaciones de canal empinadas son en muchos casos sobredimensionados —demasiado grandes para los posibles caudales— y materiales de construcción desaprovechados.

En la ecuación de Manning se toma en cuenta el impacto de la inclinación del canal de drenaje en la velocidad del flujo y en el caudal. El siguiente ejemplo asume un drenaje de hormigón con una dimensión interna de 45 cm de anchura por 40 cm de profundidad y n de Manning de 0,012. La figura 6.13 muestra que para una inclinación del canal de drenaje de 5° (común para un drenaje de interceptación que atraviesa una pendiente), la velocidad máxima del flujo del drenaje es 6,78 m/s para una descarga máxima de 1,24 m<sup>3</sup>/s. En una inclinación de 45 grados, un drenaje colectores de las mismas dimensiones tiene una velocidad máxima de flujo mucho más grande: 22,89 m/s y un caudal máximo de 4,12 m<sup>3</sup>/s —más de tres veces la de un drenaje de interceptación del mismo

**FIGURA 6.13** Impacto del gradiente del drenaje en la velocidad y descarga del flujo



Inclinación del canal del drenaje		Velocidad (m/s)	Capacidad de descarga del drenaje (m <sup>3</sup> /s)	Capacidad de descarga del drenaje comparada con una inclinación de 5° en el canal de drenaje (%)
Grados	Gradiente			
5	0,09	6,78	1,24	100
10	0,18	9,71	1,75	141
20	0,36	13,73	2,47	199
30	0,58	17,43	3,14	253
40	0,84	20,98	3,78	305
45	1,00	22,89	4,12	332

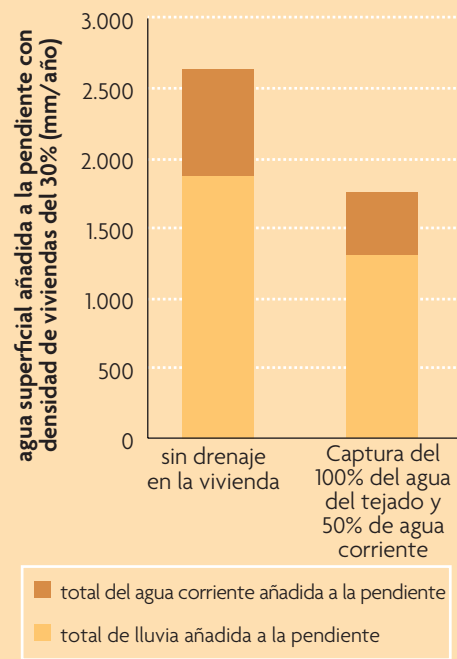
tamaño. Las velocidades de flujo y los caudales de drenaje calculados para cada inclinación del canal de drenaje trazado en la figura 6.13 aparecen debajo de esta figura.

#### 6.3.8 Ejemplo para demostrar el impacto del agua de las viviendas

Se puede demostrar el impacto potencial del agua de las viviendas (y por lo tanto la efectividad de una gestión integral de agua de viviendas) usando el ejemplo de una comunidad de ladera típica del Caribe Oriental con las siguientes características:

- Área de la pendiente = 7000 m<sup>2</sup>
- Promedio de la huella de casa = 60 m<sup>2</sup>
- Densidad de vivienda = 30% de la superficie de la pendiente
- Promedio de lluvia anual = 1.868 mm
- Promedio diario de consumo de agua corriente por casa = 450 l

**FIGURA 6.14 Efecto del drenaje de agua de la vivienda en una comunidad típica**



*Nota:* Ver texto para valores de entrada de los parámetros.

El cálculo del total de agua suministrada a la pendiente muestra que el agua corriente pública añade a efectos prácticos un 40% adicional de lluvia al promedio anual. Sin embargo, si se capta toda la lluvia interceptada por los tejados el volumen efectivo de lluvia se reduciría en un 30%; si además de captar el agua del

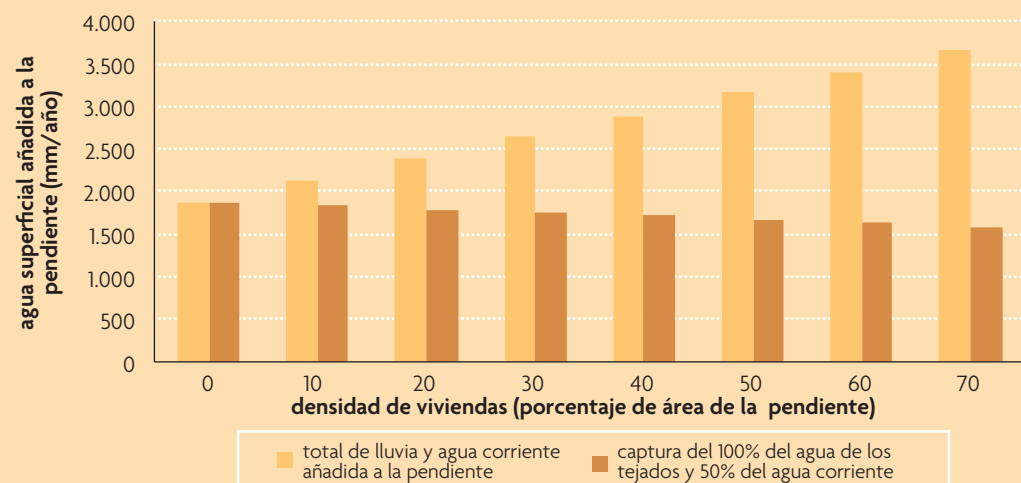
tejado, se capta el 50% de las aguas residuales, se reduciría el total del agua superficial aproximadamente en 45%. Este ejemplo se muestra en la figura 6.14.

La Figura 6.15 muestra el impacto del suministro público de agua corriente en la cantidad de agua superficial adicionada a la pendiente a medida que aumenta el número de casas. A medida que se incrementa la densidad de las viviendas, se aumenta la efectividad de los canalones de los tejados como medio para reducir el agua superficial. Cuanto mayor sea el área del tejado, mayor será el porcentaje de agua interceptada.

## 6.4 TIPOS DE DRENAJES Y ALINEAMIENTOS DETALLADOS

Una vez que se han determinado la alineación general y las dimensiones provisionales de los drenajes principales, la siguiente tarea es confirmar la alineación exacta de cada drenaje en el sitio, teniendo en cuenta los diferentes tipos y funciones del drenaje. Además de la distinción general entre los drenajes de interceptación y los de colectores, esta sección tiene en cuenta los problemas de la alineación detallada asociados con los drenajes junto a los senderos, líneas de drenaje existentes que podrían requerir reparación y drenajes a través y por encima de deslizamientos. Los drenajes que conectan las

**FIGURA 6.15 Efectividad potencial de las medidas de drenaje en las viviendas**



*Nota:* Ver texto para los valores de datos de agua superficial.

viviendas a los drenajes principales a menudo involucrarán varios de los problemas de alineación detallada descritos en esta sección. Finalmente, al diseñar la alineación de drenaje detallada, puede ser necesario incorporar secciones más amplias y accesibles para permitir la instalación de rejillas.

Las siguientes preguntas se aplican a la alineación de todo tipo de drenajes:

- ¿Hay suficiente espacio entre las casas, caminos y otras estructuras u obstáculos para construir de forma segura un drenaje con capacidad adecuada?
- ¿Se puede excavar hasta una profundidad suficiente o construir de tal manera que la parte superior de las paredes del drenaje esté a ras de la superficie de la pendiente y de esta manera permitir la entrada de la escorrentía de agua superficial en el drenaje? Si esto no es posible, el drenaje puede causar inundación e inestabilidad en la pendiente bloqueando o concentrando los flujos de agua superficial.
- ¿Tiene la alineación propuesta curvas suaves o habrá cambios bruscos en la trayectoria de la alineación del drenaje debido a estructuras u obstáculos? Las curvas pronunciadas pueden producir flujo turbulento, acumulación de derrubios o desbordamiento durante flujos altos.
- ¿Capta la alineación del drenaje fuentes importantes de agua de la escorrentía superficial y de los drenajes tributarios?
- ¿Permite la alineación del drenaje de las viviendas conectar fácilmente el agua del tejado y las aguas grises al drenaje?
- ¿Están todos los drenajes propuestos conectados de tal manera que pueden descargar el agua de manera segura alejándola de la pendiente sin causar problemas de inundaciones o inestabilidad en otras partes?
- ¿Se pueden dividir grandes áreas de drenaje en sub-cuencas con redes de drenaje separadas para evitar la necesidad de canales de drenaje muy grandes o muy profundos?
- ¿Plantearían las alineaciones propuestas algún desafío importante en la construcción o en su acceso, como el transporte de materiales al sitio, acceso a la excavación, el desecho de derrubios o demasiada proximidad a las casas?

**FIGURA 6.16 La alineación del drenaje debe estar correctamente especificada en las comunidades**



Es especialmente importante conseguir la aprobación de los residentes y otros interesados para una alineación detallada de drenaje cuando, como en este caso, la alineación pasa cerca de las casas y puede también cruzar senderos informales utilizados por los residentes.

- ¿Se han planteado objeciones por parte de la comunidad, los propietarios de las tierras o viviendas particulares a la construcción de drenajes en ciertas áreas? Las salvaguardas son muy importantes: Asegurarse de que todas las partes interesadas entiendan y están de acuerdo con la alineación del drenaje (figura 6.16).

#### 6.4.1 Drenajes de interceptación

Los drenajes de interceptación o en curva de nivel pueden jugar un papel importante en la reducción del riesgo de deslizamientos (figura 6.17). Pueden ser muy efectivos para evitar que el agua superficial de las pendientes superiores llegue a zonas de convergencia topográfica y de amenaza de deslizamientos. De forma general, los drenajes de interceptación se pueden utilizar para captar el agua superficial antes de que se infiltre en los suelos de la parte superior de la pendiente; de otro modo dicha agua podría contribuir a los flujos de agua subterráneas poco profundas y consecuentemente aumentar las presiones de poro de agua del suelo en la parte inferior. Lo ideal sería considerar dos o más niveles de interceptación de agua superficial a través de toda la pendiente para que el mayor número posible de viviendas estén protegidas de los flujos incontrolados de agua superficial.

Hacer las siguientes preguntas en relación con los drenajes de interceptación:

- ¿Se ha identificado en el proceso de cartografía de la comunidad las zonas de convergencia

**FIGURA 6.17 Drenaje de interceptación principal transversal a la pendiente construido con un ángulo de inclinación de 35 grados**



de drenaje, de mayor amenaza de deslizamientos y de alta densidad de vivienda que podrían quedar protegidas por un drenaje de interceptación?

- ¿Hay zonas de lecho de roca expuesto y alta escorrentía superficial por encima de estas zonas de convergencia o deslizamientos? Alinear los drenajes de interceptación a lo largo de la interfaz entre el lecho de roca expuesto (pendiente arriba) y el suelo (pendiente abajo) puede ser una manera muy efectiva de maximizar la captación de agua superficial, siempre que la pared lateral del drenaje pendiente arriba esté a ras de la superficie de la pendiente para permitir la entrada de la escorrentía en el drenaje.
- ¿Existe la posibilidad de tener dos o más niveles de drenajes de interceptación a través de la ladera?
- ¿Hay un drenaje colector propuesto o un canal de drenaje existente de suficiente capacidad al cual se conecten los drenajes de interceptación? Si no es así, el flujo concentrado de agua del drenaje de interceptación podría causar problemas en otro lugar.
- ¿Suministraría la alineación propuesta de un drenaje de interceptación el gradiente suficiente en el canal, la velocidad de flujo asociada y la capacidad de descarga? En los

taludes empinados altamente cubiertos de vegetación, a menudo puede ser difícil establecer una línea de visión o identificar características topográficas menores que puedan afectar a la inclinación del canal de un drenaje de interceptación propuesto; puede ser necesario eliminar la maleza y examinar la alineación del drenaje propuesto.

#### 6.4.2 Drenajes colectores

Los drenajes colectores alineados apropiadamente pueden tener ventajas sobre los canales naturales existentes o vías de flujo superficial que se activan durante lluvias fuertes. Aprovechar la ventaja de los canales y vías de flujo naturales también permite captar las entradas de los afluentes que drenan otras áreas del talud. Por lo tanto, un único drenaje colector puede tener un área grande de captación y conducir caudales significativos (figura 6.18).

Al alinear los drenajes colectores, hacer las siguientes preguntas:

- ¿Pueden los drenajes colectores principales estar alineados en la ladera de forma que se aproveche la ventaja de los flujos de canales naturales existentes?
- ¿Podría esta alineación permitir captar caudales importantes de los afluentes (incluyendo los nuevos drenajes de interceptación propuestos) y pueden éstos ser claramente identificados?
- ¿Puede la alineación propuesta ayudar a la gestión del agua que afecta a las zonas de

**FIGURA 6.18 Prácticas deficientes: La construcción de colectores se inició en la cima de la ladera en vez de comenzar en la base de la pendiente**



Comenzar la construcción en la base de la pendiente y trabajar pendiente arriba evita la concentración de flujo y erosión en las secciones no construidas, como ocurre aquí.

mayor amenaza de deslizamientos (tales como zonas saturadas y áreas conocidas por su inestabilidad)?

### 6.4.3 Drenajes en senderos

Facilitar el acceso a y dentro de comunidades vulnerables es a menudo una prioridad en los proyectos de reducción de pobreza y desarrollo comunitario. Sin embargo, con bastante frecuencia el enfoque se limita a la construcción de senderos o escalones sin considerar la provisión de un sistema de drenaje, que debería ser una parte integral del diseño de un buen sendero o de una carretera.

Los senderos existentes o planificados se deben incorporar a la red de drenaje por varias razones, incluyendo las siguientes:

- Caminos, sendas y carreteras pueden actuar como vías de flujo preferencial para la escorrentía superficial y pueden generar flujos concentrados de agua durante lluvias fuertes.
- Por el contrario, los senderos se pueden haber desarrollado a lo largo de rutas de drenaje natural que los miembros de las comunidades han adoptado como rutas de acceso convenientes y menos cubiertas de vegetación.
- Los senderos pueden seguir un patrón similar al patrón de drenaje ideal, con rutas a través de la pendiente (a lo largo de las curvas de nivel) y pendiente abajo.
- La construcción de un drenaje a lo largo de un camino existente puede ser relativamente sencilla en relación con problemas de propiedad de la tierra y transporte de los materiales a la obra.

Es mejor construir senderos, drenajes en senderos y tuberías enterradas simultáneamente, ya que esto permite diseñar la captación del agua superficial de forma integral (figura 6.19). La separación entre la provisión de acceso y el diseño de drenaje superficial no es rara, tal vez en parte porque el drenaje y el acceso son proyectos que normalmente se llevan a cabo por agencias diferentes. Si se prevé la construcción de senderos relacionados con el proyecto MoSSaiC, dos problemas de alineación y diseño de drenajes se deben incorporar en esta etapa:

- Proveer el ensanchamiento y reducir la profundidad del drenaje en la base de un trecho

**FIGURA 6.19 Ejemplos de senderos y drenajes de senderos construidos simultáneamente**



de sendero largo para reducir la velocidad del flujo

- Proveer tuberías enterradas donde los drenajes necesitan conectar a través de los senderos.
- Al alinear los drenajes de los senderos, hacer las siguientes preguntas:
- ¿Existen drenajes a lo largo de los senderos que se podrían utilizar o mejorar como parte de una red de drenaje general?
    - ¿Tienen suficiente capacidad o son propensos a bloquearse o desbordarse? En particular, tener en cuenta su capacidad de descarga adyacente a los pasos y a través de las tuberías enterradas.
    - ¿El ángulo de inclinación de la senda dirige el agua al drenaje? Si no es así, ¿se puede construir un pequeño reborde a lo

largo de la senda para redirigir el agua por el camino al drenaje existente?

- ¿Se puede conectar el drenaje a la red de drenaje mayor?
- ¿Hay alguna evidencia de que la comunidad puede mantener estos drenajes limpios de forma habitual? Los drenajes en senderos pueden fácilmente ser bloqueados con desechos de vegetación, basura, tierra y piedras.
- ¿Hay senderos que requieren un mejor drenaje?
  - ¿Hay suficiente espacio para construir un drenaje?
  - ¿Pueden los drenajes de sendero propuestos estar conectados a drenajes principales propuestos o existentes?

#### 6.4.4 Drenaje existente incompleto

En comunidades vulnerables puede haber drenajes que estén incompletos, desconectados, rotos o bloqueados (figura 6.20). En algunos casos estos drenajes pueden estar contribuyendo al riesgo de deslizamientos o inundaciones descargando agua sobre zonas

de pendientes inestables/marginalmente estables. La situación más probable es cuando se ha realizado una intervención anterior en un sendero o acceso y ha sido terminada sin un plano de drenaje integral que la acompañe. El proceso de cartografía de las características de la pendiente comunitaria debería haber identificado estos problemas.

En esta etapa, visitar de nuevo los drenajes existentes para determinar si se pueden reparar, extender o se pueden conectar a los nuevos drenajes propuestos. Si esto no es posible, el flujo que entra en estos drenajes viejos se debería captar pendiente arriba y desviar a la red de drenaje propuesta.

En relación con este aspecto, hacer las siguientes preguntas:

- ¿Hay lugares donde los drenajes incompletos descargan sobre el talud en vez de conectarse a los drenajes existentes?
- ¿Hay lugares en los drenajes colectores existentes que descarguen su flujo en estructuras de drenaje rotos?

Al canalizar el agua en una ubicación específica del talud, ambas condiciones pueden

**FIGURA 6.20 Drenajes incompletos y dañados**



a. Diseño deficiente: un drenaje recientemente construido no tiene una gestión planificada de descarga de flujo de salida. La descarga puede aumentar el riesgo de deslizamiento.



b. Una vieja construcción de drenaje sin gestión de la descarga pendiente abajo.



incrementar la inestabilidad de las laderas. Ellas deberían tratarse directamente como parte de la intervención.

#### 6.4.5 Drenajes encima de deslizamientos para estabilizar el talud

Las áreas de inestabilidad de los taludes existentes pueden ser difíciles de estabilizar en ciertos casos y pueden continuar amenazando las casas circundantes. Las áreas encima de las zonas de deslizamientos activos pueden volverse inestables debido a la pronunciada inclinación del talud en la cresta del deslizamiento y los cimientos de las casas pueden verse afectados. Las casas ubicadas encima o por debajo del área inestable se pueden afectar por movimientos de tierra y hundimientos progresivos o ponerse en peligro por una mayor falla de la pendiente.

Si el agua está contribuyendo al movimiento en curso o a la posible reactivación de los deslizamientos en estas áreas, se puede mejorar la estabilidad del talud utilizando un drenaje apropiado (figura 6.21). Para determinar si se debe instalar un drenaje encima de un deslizamiento para estabilizar la pendiente, hacer las siguientes preguntas:

- Examinar cómo el flujo del agua se canaliza encima de un área inestable —¿fluye el agua sobre el material que ha fallado?, ¿tiene este flujo un canal claramente definido?
- ¿Se podría captar el agua por encima del material que ha fallado y ser canalizada a través y pendiente abajo lejos del área?

**FIGURA 6.21 Construcción de drenaje encima de una pendiente que ha fallado**



Una alineación realizada metódicamente puede reducir significativamente el flujo de agua a áreas de laderas potencialmente inestables.

- ¿Hay material estable encima de la zona que ha fallado que permitiría la construcción del drenaje?

#### 6.4.6 Incorporación de rejillas en la alineación del drenaje

Los drenajes son propensos a bloquearse con los derrubios a menos que se diseñen apropiadamente y posteriormente se conserven limpios y bien mantenidos (figura 6.22). Durante las lluvias fuertes, un drenaje bloqueado puede desbordarse y contribuir a la amenaza de deslizamientos o inundación de las casas. Las rejillas se diseñan para detener los derrubios (piedras, basura y material orgánico como hojas y madera) en lugares clave en el drenaje para evitar el bloqueo. Las ubicaciones típicas para las rejillas incluyen puntos donde los derrubios se depositan debido a una reducción en las velocidades de flujo (como cambios en la inclinación del canal de sectores pronunciados a poco profundos) o inmediatamente aguas arriba de la entrada a las alcantarillas.

En las ubicaciones de las rejillas, el diseño del drenaje debe indicar lo siguiente:

- Fácil acceso a la reja desde un camino o carretera que permita la remoción de derrubios.

**FIGURA 6.22 Mantenimiento post construcción: mantener drenajes sin derrubios**



**FIGURA 6.23** Reja de derrubios en un área urbana de Hong Kong, SAR, China



- Ampliación de la sección del drenaje para acomodar la acumulación de desechos sin causar el desbordamiento del drenaje.

Las rejas de diferentes diseños se utilizan en todo el mundo. En las laderas empinadas en Hong Kong SAR, China, por ejemplo, hay dos estilos típicos de reja en el punto en que el drenaje entra en la alcantarilla. La figura 6.23 muestra un ejemplo donde se ha prestado atención tanto a la captación de derrubios como a la facilidad de acceso para su remoción.

Un buen diseño de separación de derrubios se debe acompañar de un plan realista de mantenimiento de drenaje que identifique las responsabilidades tanto del gobierno como de la comunidad. Un problema particular es que el gobierno proporcione un sistema de recolección de derrubios sólidos desde la comunidades, ya que la remoción de derrubios de los drenajes y rejas se debe llevar a cabo apropiadamente.

Con demasiada frecuencia, se espera que las comunidades de bajos ingresos mantengan sus sistemas de drenaje con una ayuda mínima, ya sea como resultado de ingenuidad por parte de las autoridades municipales o por omisión, dado que los municipios simplemente no

tienen los recursos o la capacidad para mantener el sistema que se ha instalado. En su lugar, lo que la comunidad necesita es el apoyo que le permita llevar a cabo su parte del trabajo con mayor eficacia (OMS, 1991, 53).

Al considerar el uso y la colocación de rejas, hacer las siguientes preguntas:

- ¿Hay lugares en la alineación del drenaje propuesta o a lo largo de los drenajes existentes, que serán vulnerables a la obstrucción por derrubios?
- ¿Hay suficiente espacio para ampliar el drenaje en estos lugares para dar cabida a una reja?
- ¿Se puede tener acceso fácil desde la comunidad a estos lugares para limpieza y remoción de derrubios?
- ¿Hay un plan realista para la limpieza regular y mantenimiento de las rejas?

#### **6.4.7 Plano de drenaje propuesto**

El desarrollo de la primera versión del plano de drenaje final muestra las alineaciones de toda la interceptación principal y los drenajes colectores, además de drenajes más pequeños (a lo largo de los senderos y conexiones a las casas). Utilizar el conocimiento local adquirido en el desarrollo del mapa de características de la pendiente comunitaria, el mapa de zonas de procesos de pendiente y el plan inicial de drenaje (capítulo 5 y figura 6.24) y tener en cuenta los principios de alineación de drenaje que se esbozan en este capítulo. La figura 6.25 ilustra el borrador del plano de drenaje final en la figura 6.24. La tabla 6.3 resume algunos de los problemas clave para tener en cuenta en el plan final.

### **6.5 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE: MATERIALES Y DETALLES**

El alcance de las obras y las especificaciones de construcción del drenaje estará determinado por la capacidad y funcionamiento requeridos de cada sección del drenaje y limitado por el presupuesto y las condiciones de ubicación del proyecto. Las opciones para el diseño del drenaje y las especificaciones de construcción se deben explicar a todas las partes interesadas para ayudar a establecer expectativas

FIGURA 6.24 Ejemplo de un plan de drenaje inicial

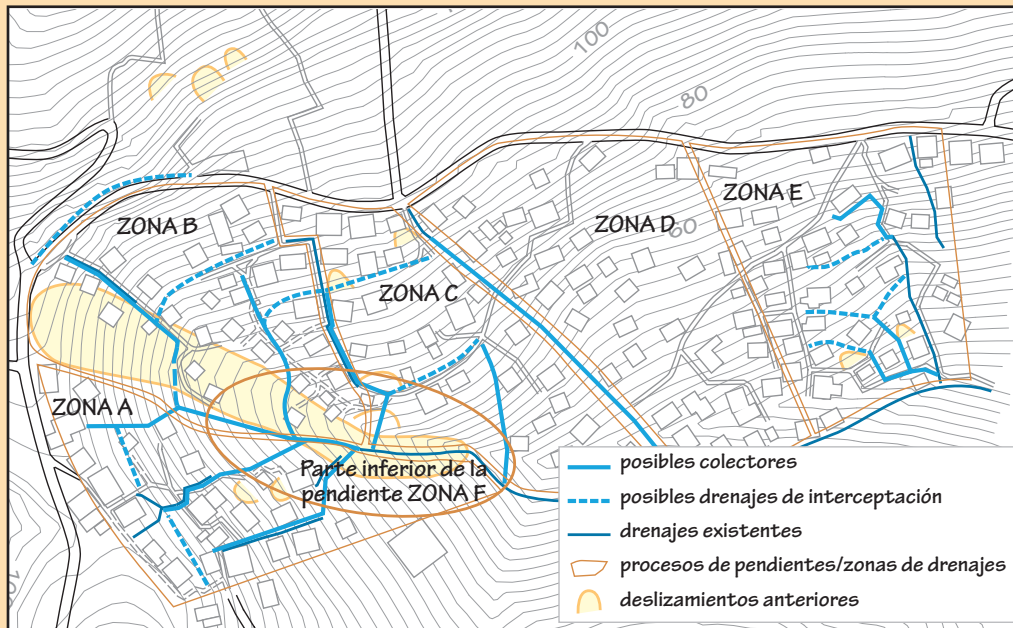
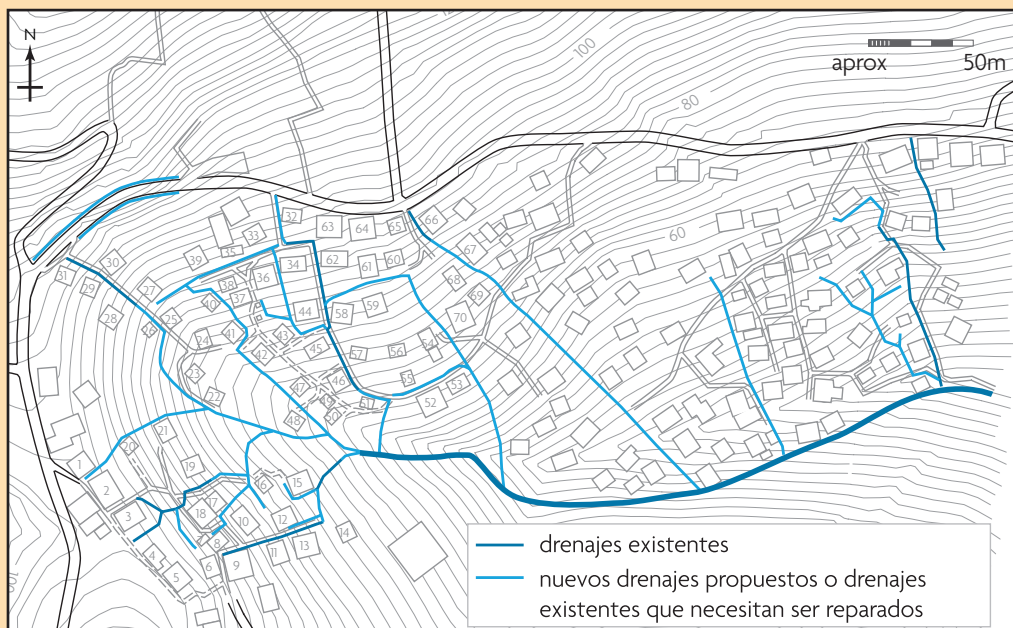


FIGURA 6.25 Ejemplo de un plano de drenaje final



razonables y evitar revisiones importantes al plano de drenaje.

Los factores que afectan las especificaciones de construcción del drenaje incluyen lo siguiente:

- **Tamaño y alineación del drenaje.** El tamaño, forma e inclinación del canal se

deben diseñar para obtener la capacidad de descarga requerida y tener en cuenta el espacio disponible para la construcción del drenaje y el efecto de la velocidad del flujo. Los canales muy inclinados con poca rugosidad con áreas de sección transversal pequeñas y altas velocidades de flujo probablemente son de auto-limpieza (p. ej., limitan la deposición

**TABLA 6.3 Resumen de alineación del drenaje para usar en el desarrollo del plano de drenaje final**

BUSCAR	SIGNIFICADO	ACCIÓN: DISEÑAR LA ALINEACIÓN DEL DRENAJE
Zonas de convergencia topográfica	La convergencia topográfica concentra el agua pendiente abajo y puede causar inestabilidad de pendiente	Planificar un drenaje de interceptación por encima de tales zonas y conectar un drenaje principal colector fuera del área a un cuerpo de agua receptor apropiado.
Zonas de inestabilidad de pendiente anteriores	Tales zonas implican el potencial de inestabilidad futura o fallas progresivas en curso (movimiento lento)	Planificar la captación de agua por encima de tales zonas y dirigir los drenajes alrededor de los materiales inestables.
Canales de drenaje natural o colectores existentes	Estos canales pueden tener una gran capacidad suficiente para retirar el agua descargada de los nuevos drenajes	Cartografiar e incorporar estos canales o drenajes en el plano si la capacidad de descarga es suficiente. Se puede requerir más de un drenaje colector para que sirva a toda la comunidad. Planificar los espacios entre los colectores para que los drenajes de las casas y los de interceptación se puedan conectar.
Drenajes de senderos existentes	Los drenajes de senderos a menudo pueden interceptar y transportar considerables descargas de agua superficial y pueden estar próximos a las casas (facilita las conexiones de agua de las viviendas)	Cartografiar e incorporar estos drenajes en el plano si la capacidad de descarga es suficiente. Realizar previsiones adecuadas para el alcantarillado necesario para cruzar senderos, ya que éstos pueden restringir el flujo y a menudo son responsables de bloquear y reducir severamente la capacidad de flujo.
Drenajes sin conexión o averiados	Las secciones del drenaje que descargan caudales concentrados y sin control a la pendiente pueden causar inundaciones, erosión y amenazas de deslizamiento	Si estos drenajes presentan una amenaza, desviar el flujo a otros drenajes o incorporarlo a una nueva red de drenajes (indicar las secciones a reparar).
Rutas potenciales para drenajes de interceptación	Los drenajes de interceptación son un elemento crítico para captar el agua pendiente arriba y evitar flujos de agua en las zonas de convergencia topográfica	Examinar de forma integral la ladera –diseñar un patrón de drenaje que utilice mejor las rutas de interceptación de agua superficial. Notar que el efecto de un drenaje único de interceptación transversal a la pendiente se puede lograr con varios drenajes de interceptación más cortos (ver sección 6.3.1).
Rutas de drenaje amplias y lisas	Debe haber suficiente espacio para construir drenajes con una capacidad adecuada para acomodar la descarga estimada, sin curvas cerradas que puedan provocar desbordamientos	Estimar la descarga de agua superficial a los drenajes principales y calcular las dimensiones requeridas del drenaje para acomodar el flujo. Evitar alinear el drenaje donde no hay suficiente espacio (p. ej. entre vivienda densa). Si las rutas potenciales son demasiado estrechas, considerar subdividir la captación de aguas y construir varios drenajes más pequeños.
Proximidad de las casas a los drenajes planificados o existentes	El agua del tejado y las aguas grises de las casas pueden representar un proporción considerable de agua superficial en una comunidad	Planificar las alineaciones de los drenajes para optimizar el número de viviendas que se pueden conectar a la red de drenaje.

de los derrubios), pero pueden ser susceptibles a la erosión del canal y a aumentar la inundación aguas abajo. Por el contrario, los canales anchos de gradiente bajo pueden ocasionar que los derrubios se acumulen con caudales bajos.

- **Funciones y características del drenaje.** Los drenajes de interceptación tendrán características ligeramente diferentes (por ejemplo,

agujeros e inclinaciones del canal más bajas) de los drenajes colectores, los cuales pueden necesitar incluir escalones para reducir las velocidades de flujo en tramos empinados y muros tabiques para evitar el desbordamiento.

- **Problemas de mantenimiento y seguridad.** Los drenajes abiertos con rejas frecuentes generalmente facilitan la inspección de daños y se pueden mantener limpios

y sin mosquitos. Los drenajes cerrados pueden parecer más estéticos y ocupan menos espacio, pero se pueden bloquear con mayor facilidad, son difíciles de mantener y captan menos escorrentía superficial. Las secciones cubiertas deben limitarse a las alcantarillas y ubicaciones donde se requiere tener un acceso seguro a través del drenaje.

- **Material de construcción.** Para los proyectos MoSSaiC, el propósito de drenar el agua superficial es reducir la infiltración de agua superficial en los taludes —así, todos los drenajes deben estar revestidos y ser estancos (con agujeros donde sea necesario) utilizando hormigón (para drenajes principales, sección 6.5.1) o láminas de polietileno resistentes (para drenajes pequeños de pequeño caudal, sección 6.5.2).

Para optimizar el presupuesto del proyecto, puede ser conveniente incluir métodos de construcción de bajo costo en algunos lugares; otros elementos de diseño del drenaje optarán por métodos de construcción más convencional. Factores como el tamaño del drenaje, su función y su mantenimiento determinarán qué tipo de construcción es apropiada. Por ejemplo, los drenajes principales casi siempre se deben construir en hormigón armado debido a su alto caudal y a menudo, altas velocidades (especialmente en taludes empinados). Los pequeños drenajes de las casas con flujos más bajos se podrían construir utilizando elementos de drenaje de hormigón prefabricado o materiales de más bajo costo.

Utilizar esta sección para identificar los elementos clave de diseño para los dos tipos principales de construcción de drenaje utilizados en los proyectos MoSSaiC —drenajes principales construidos en hormigón de acuerdo a las especificaciones de ingeniería estándar y drenajes pequeños de costo más bajo construidos con materiales locales apropiados y fácilmente disponibles.

### 6.5.1 Drenajes de bloques de hormigón armado

Los drenajes que tendrán grandes volúmenes de descarga, altas velocidades de flujo o flujos llenos de derrubios se deben construir con solidez para garantizar su durabilidad y fiabilidad. Los ingenieros del gobierno pueden estar acostumbrados a la construcción de drenajes

**FIGURA 6.26 Muro de derrubios como parte de la construcción del drenaje**



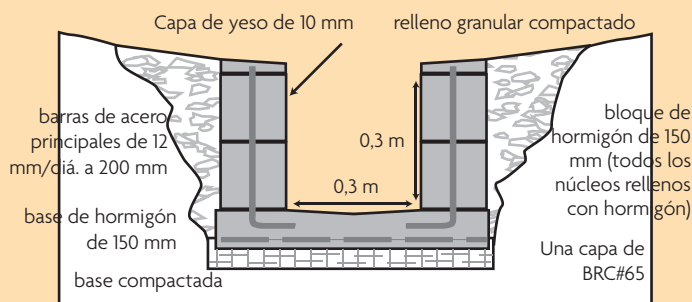
Dado que las estructuras de un muro de derrubios son generalmente costosas, es una buena práctica considerar alternativas como la construcción con bloques de hormigón.

de mampostería para proyectos de gran escala (figura 6.26), pero éstos pueden ser costosos y no siempre apropiados para los proyectos de drenaje según la comunidad. Para los proyectos MoSSaiC, los drenajes de bloques de hormigón armado (también llamados drenajes en U o drenajes abiertos) son a menudo la opción que mejor se ajusta para los drenajes de interceptación y colectores, drenajes de senderos y muchos de los drenajes (afluentes) secundarios.

Aunque hay diferentes diseños estándar de bloques de hormigón armado en todo el mundo, los elementos esenciales de la excavación, una base compacta, refuerzo de acero, canal de hormigón fundido, muros laterales de hormigón armado con orificios de drenaje y revestimiento granular compactado, pueden ser similares (figura 6.27). Una especificación de construcción para los proyectos MoSSaiC es que la parte superior de los muros laterales del drenaje debe estar a ras de la superficie de la pendiente para permitir que el agua superficial fluya al drenaje. El diseño y la construcción de drenajes de hormigón se deben realizar junto con otras estructuras, como senderos que podrían ser parte del proyecto MoSSaiC.

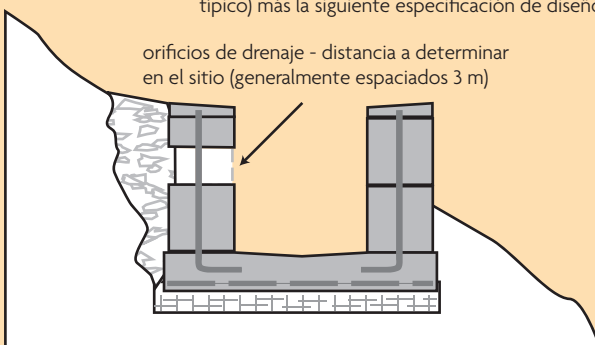
**FIGURA 6.27** Ejemplo del diseño de un drenaje de bloque de hormigón

**a. Sección típica de drenaje de bloque de hormigón armado**



**b. Sección típica de drenaje de bloque de hormigón armado para interceptación de agua a través de la pendiente**

la misma especificación de arriba (para drenaje de bloque típico) más la siguiente especificación de diseño:



*Nota:* Es posible que cada país tenga un diseño estándar levemente diferente para adaptarse a las condiciones locales y disponibilidad del material.

**6.5.2 Tecnología de bajo costo apropiada para construcción de drenajes**

Las soluciones de bajo costo que utilizan materiales locales apropiados pueden involucrar a miembros comunitarios para que aporten sus ideas y conocimientos de construcción, para promover el conocimiento de buenas prácticas de drenaje de taludes y ser un instrumento valioso para fomentar la sostenibilidad del proyecto. Si bien, las ventajas de los drenajes de bloque de hormigón armado incluyen una estructura resistente y protocolos de diseño probados, los enfoques de bajo costo pueden ser apropiados para drenajes y velocidades de flujo de pequeños caudales, en las siguientes circunstancias:

- Para conectar un número pequeño de casas a los drenajes principales.
- En los lugares de más difícil acceso, tales como laderas superiores donde los materiales

**FIGURA 6.28** El envío de material de construcción a la obra puede ser costoso



Enviar arena y hormigón puede aumentar considerablemente el costo de la construcción de un drenaje convencional en los lugares más remotos de una isla. Se transporta el material 18 millas en transbordador entre las islas para llegar a la comunidad.

para drenajes de hormigón no se pueden transportar.

- En los tramos de taludes inestables que necesitan drenaje superficial pero donde el movimiento del talud se puede reactivar.

Un método de construcción de drenajes de tecnología apropiada de bajo costo fue desarrollado por los equipos de trabajo de gobierno y los residentes de la comunidad durante un proyecto MoSSaiC en Santa Lucía. El drenaje consiste en una zanja poco profunda forrada con láminas de polietileno resistente (típicamente, polietileno estable a la luz solar) que hace el drenaje estanco y evita la infiltración de agua. Para mantenerlo en el lugar, el polietileno se cubre con una malla de alambre de peso liviano moldeada según la forma del drenaje y anclado al terreno con clavijas en forma de U hechas con redondos de acero doblado. El costo de estos materiales es considerablemente menor que el requerido para construir un drenaje de bloques de hormigón armado de tamaño equivalente.

Más allá de su relación coste-efectividad, algunas ventajas de este método de construcción de drenaje son las siguientes:

- **Fácil de transportar.** Los materiales se pueden transportar fácilmente a los lugares de difícil acceso o donde es demasiado costoso transportar materiales para la construcción

**FIGURA 6.29** Instalación de drenaje revestido en plástico



a. Los residentes instalan un drenaje de bajo costo.



b. Un drenaje terminado con conexiones de aguas grises de las viviendas.

de drenajes de bloques de hormigón (figura 6.28).

- **Aceptación rápida.** El bajo costo y la facilidad de transporte de los materiales hacen más probable que estos métodos de construcción de drenajes se adopten por las viviendas individuales como una medida de auto ayuda.
- **Velocidad y flexibilidad en la construcción.** A diferencia de los drenajes de bloques de hormigón, los drenajes forrados en plástico se pueden construir o desmontar rápidamente. Los nuevos drenajes se pueden instalar de forma relativamente fácil para acomodarse al movimiento de la ladera en

**FIGURA 6.30** Ejemplo de innovaciones y habilidades de la comunidad después de la terminación del proyecto



Residentes de la comunidad seleccionaron una ubicación, excavaron una zanja y construyeron un drenaje de bajo costo para captar agua superficial y transportarla a un drenaje principal de hormigón.

zonas con reptación o a la construcción de nuevas casas o caminos (figura 6.29).

Ciertas comunidades en el Caribe Oriental se han involucrado suficientemente en los proyectos MoSSaiC utilizando su propia iniciativa para construir drenajes de bajo costo en lugares apropiados que complementan y se

**FIGURA 6.31** Combinación de drenaje de bloque y drenaje de bajo costo



Estos drenajes se usaron en un área de deslizamiento anterior. La parte más baja del deslizamiento era aún potencialmente inestable.

conectan a la red de drenaje principal (figura 6.30). Estas iniciativas son prueba de una comunidad que toma como propias las buenas prácticas de gestión de taludes para reducir el riesgo de deslizamientos.

### 6.5.3 Combinar diferentes enfoques de construcción de drenajes

Podría ser prematuro emplear fondos en la construcción de drenajes de bloques de hormigón a menos que haya suficiente evidencia de que haciéndolo mejorará la estabilidad de la pendiente. Cuando la pendiente es extensa y hay varios signos de inestabilidad, una posible solución es utilizar una combinación de formas de construcción de drenajes:

- Construir drenajes de bloques de hormigón pendiente arriba en las secciones más inestables de la pendiente para interceptar la escorrentía superficial y descargar el agua de forma segura fuera del talud.
- Utilizar drenajes de bajo costo o temporales (como los que se muestran en la sección 6.5.2) para atravesar áreas activas de

deslizamientos o cuyo material ha fallado previamente (figura 6.31).

Este último enfoque permite hacer una evaluación de la mejora de la estabilidad con la cual el drenaje superficial contribuye en zonas de deslizamientos complejas sin emplear todos los fondos disponibles en la etapa inicial.

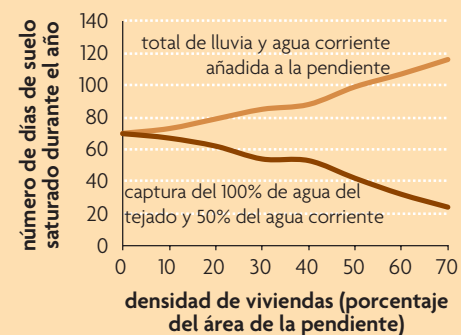
### 6.5.4 Detalles de diseño de la construcción

Definir las especificaciones de construcción para cada sección de drenaje en el plan final de drenaje de acuerdo con su alineación, tamaño, función y tipo de construcción. Incorporar los detalles adicionales de diseño de construcción del drenaje utilizando la tabla 6.4 como guía.

## 6.6 INCORPORAR LA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LAS VIVIENDAS AL PLAN

En las áreas de alta densidad de viviendas, la captación y el drenaje controlado de aguas provenientes de las casas es un elemento vital en el plan final de drenaje para reducir la amenaza de deslizamientos, como se expuso en la sección 6.3.8. El agua de las viviendas comprende el agua del tejado (lluvia que es interceptada por los tejados y escurre) y aguas grises (de la cocinas, lavadoras, lavabos y duchas, es decir cualquier tipo de agua residual que no proviene del inodoro, lo que se conoce como aguas negras o residuos

**FIGURA 6.32** Número de días de saturación de la superficie de la pendiente al año con y sin captación de agua de las viviendas



*Nota:* Lluvia anual = 1.868 mm, área de pendiente = 7.000 m<sup>2</sup>, conductividad hidráulica saturada de la superficie de la pendiente,  $K_{sat} = 1 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ , promedio de huella de casas = 60 m<sup>2</sup>, promedio mensual de suministro de agua por casa = 2.887 gal.



**TABLA 6.4 Detalles de diseño de la construcción en relación con la alineación del drenaje**

BUSCAR	DÓNDE	ACCIÓN: DISEÑO DE ALINEACIÓN DEL DRENAJE
Lugares donde los drenajes se podrían desbordar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En gradientes de drenajes escarpados con velocidades altas de flujo (especialmente donde hay escalones o curvas en el canal)</li> <li>• Donde los drenajes conectan (especialmente si el ángulo de conexión del drenaje es alto –p. ej. un ángulo recto)</li> <li>• Los drenajes adyacentes a los escalones de los senderos donde el paso del escalón es demasiado bajo</li> <li>• Donde se pueden acumular derrubios y bloquear el drenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para drenajes y senderos existentes, la profundidad del drenaje a menudo se puede aumentar mediante la construcción de un reborde.</li> <li>• Se pueden añadir muros deflectores donde se unen los drenajes para evitar que el flujo se salga de la conexión.</li> <li>• Asegurar que la curvas en los drenajes tengan un radio suficiente para la velocidad del flujo y asegurar suficiente francobordo (incluyendo el uso de muros deflectores donde sea necesario) para contener el exceso de elevación del agua superficial.</li> <li>• Evitar el uso de cámaras o drenajes cerrados donde sea posible.</li> <li>• Incorporar rejas para derrubios (y ampliar el drenaje).</li> </ul>
Lugares donde se podría restringir el flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcantarillas</li> <li>• Drenajes existentes de tamaño reducido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar y ahondar las alcantarillas y drenajes existentes para acomodar el flujo. Mantener el gradiente del drenaje escarpado por medio de alcantarillas para evitar bloqueos.</li> <li>• Cuando no se puede aumentar el tamaño del drenaje, el flujo se debe desviar a los nuevos drenajes.</li> </ul>
Lugares donde el agua superficial no podría entrar en el drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los drenajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir la parte superior de los muros laterales pegados a la superficie de la pendiente. Esto asegura captar el flujo de agua superficial y virtualmente evita socavar los muros laterales por erosión. Usar un relleno bien compacto para compensar cualquier sobre excavación a lo largo de los lados del canal.</li> <li>• Para maximizar la captación del flujo de agua subsuperficial, incluir orificios de drenaje en el lado de pendiente arriba del canal. Esto ayuda a asegurar que el flujo no socave el drenaje.</li> </ul>
Lugares donde la escorrentía del agua superficial y los flujos del drenaje podrían erosionar la pendiente o causar daños al drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelo descubierto en pendientes adyacentes al drenaje</li> <li>• Flujos de drenaje turbulentos de alta velocidad (escarpado, drenajes escalonados, especialmente en curvas del canal)</li> <li>• Canales naturales de drenaje en los cuales los drenajes principales descargan y donde el aumento de flujo podría erosionar los lados del canal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer un lateral inclinado adyacente al canal, en especial en los canales escalonados para devolver cualquier desbordamiento a los canales.</li> <li>• Incluir refuerzos adicionales en el diseño del drenaje.</li> <li>• Los escalones en los canales deben estar inclinados, no horizontales. Se deben diseñar múltiples escalones pequeños, no pocos escalones grandes.</li> <li>• Se puede usar escollera para reforzar los lados y la base de los canales naturales y se puede diseñar gaviones o paredes de derrubios para proteger y retener los lados escarpados del canal.</li> </ul>
Salvaguardas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximidad de las viviendas a los drenajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar, donde sea posible, que los canales del drenaje no se coloquen demasiado cerca a las estructuras de las viviendas y que todas las consideraciones sobre el diseño del canal se hagan dentro del contexto de todos los requisitos relevantes de salvaguardas.</li> </ul>

Fuente: Hui, Sun y Ho, 2007.

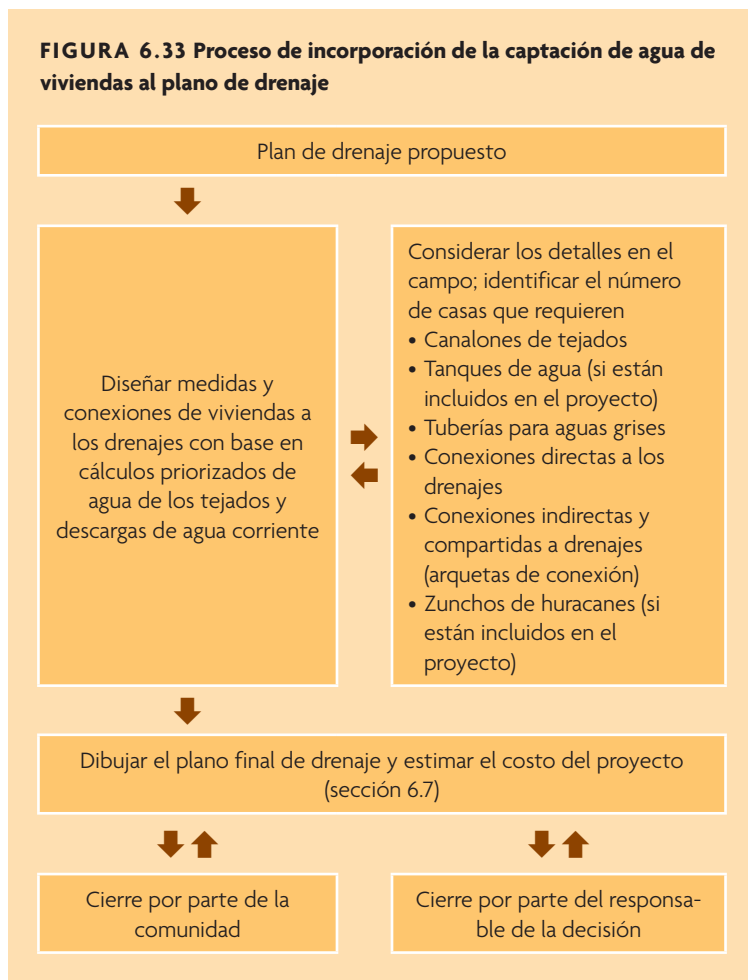
sépticos, las cuales no se deben descargar a los drenajes superficiales construidos como parte de un proyecto MoSSaiC).

El aumento de la densidad de viviendas y el volumen de agua corriente suministrada públicamente que se descarga en la pendiente puede resultar en el correspondiente aumento del número de días en que el suelo está saturado

anualmente, si no hay drenaje (figura 6.32). Este nivel de saturación se reduce significativamente al captar agua del tejado y aguas grises.

Una vez que se ha confirmado la alineación del drenaje dentro de las comunidades, determinar cuáles casas necesitan estar conectadas a los drenajes, dándole prioridad a las zonas donde las aguas de las viviendas contribuyen

**FIGURA 6.33** Proceso de incorporación de la captación de agua de viviendas al plano de drenaje



significativamente a la infiltración de agua superficial y a la inestabilidad de la pendiente. Utilice la guía de esta sección para identificar los componentes requeridos para cada casa (como canalones de tejado, tanques de agua, tuberías de aguas grises, conexiones de drenajes y zunchos de huracanes). Este proceso se muestra en la figura 6.33.

Estimar la cantidad y el costo de los materiales asumiendo el costo unitario por casa para cada una de las casas priorizadas y el número aproximado de los componentes compartidos como las arquetas de hormigón para conectar varias tuberías o drenajes pequeños de viviendas. Se realizará un estudio detallado en cada casa de las longitudes reales de canalones y partes durante la preparación de las partidas de obra (capítulo 7) después del cierre del plan final de drenaje.

### 6.6.1 Casas que requieren canalones en el tejado

Los canalones en el tejado pueden ser una manera efectiva de interceptar la lluvia y

reducir la escorrentía de agua superficial y de esa manera mejorar la estabilidad de la pendiente. Los beneficios agregados a la vivienda incluyen la oportunidad de recoger el agua lluvia para uso doméstico (ver sección 6.6.2.) y la reducción de los efectos negativos asociados con la incontrolada escorrentía de agua del tejado (protección de los cimientos de la casa contra la erosión, aumento de la vida útil del tejado y los muros y reducción de los problemas de humedad e inundaciones).

Identificar cuántas casas requieren canalones en el tejado como parte del proyecto e indicar su inserción en el plan final de drenaje. Utilizar las siguientes preguntas como guía:

- ¿Está la casa en un área donde el agua superficial y de la vivienda aportan significativamente a la amenaza de deslizamientos?
- ¿Existe un problema con el agua estancada o erosión de los cimientos causada por el agua del tejado de la casa o del tejado de un vecino?
- ¿Hay ya canalones en una parte del tejado?
- ¿Qué tan fácil sería instalar los canalones en el tejado (figura 6.34)?
- ¿Cómo se conectan las bajantes a la red de drenaje principal? Usar la sección 6.6.4 para identificar los medios más apropiados de conexión.

**FIGURA 6.34** Retroadaptación de canalones de tejados



**FIGURA 6.35** Recolección de agua lluvia



a. Muchas comunidades tienen suministro de agua poco fiable y tienen que proveerse mediante la recolección de agua lluvia.



b. Proveer tanques de agua como parte de la intervención MoSSaiC a los residentes más necesitados puede ser una manera rentable de recolección de agua lluvia.

### 6.6.2 Recoger el agua lluvia

#### Abastecerse de agua para lavar y limpiar

Recoger el agua lluvia captada por el tejado puede ser una prioridad en algunas comunidades si no hay un suministro de agua corriente o si se interrumpe frecuentemente por largo tiempo (figura 6.35). Colocar canalones en el tejado es una manera económica de recoger grandes volúmenes de agua de uso doméstico para lavar y limpiar. Los propietarios de las casas pueden estar ya recogiendo el agua de lluvia de alguna parte o de todo el tejado utilizando un barril (idealmente cubierto con una malla fina para evitar mosquitos) o un tanque de agua doméstico y moderno.

#### Recoger agua potable

Normalmente, las instalaciones de recolección de agua lluvia para obtener agua potable están diseñadas con los siguientes importantes componentes: área de captación, (generalmente en el tejado), canalones, filtración previa al almacenamiento, almacenamiento en el tanque y tratamiento posterior al almacenamiento. La figura 6.36

muestra los sistemas característicos para filtrar y purificar el agua del tejado para el consumo humano.

Normalmente el costo de un pequeño tanque de agua es la mitad de un sistema completo (figura 6.37); hay otros costos recurrentes de mantenimiento para los propietarios: mantener, limpiar y reemplazar filtros y otros componentes. Estos costos de establecimiento y mantenimiento probablemente sean prohibitivos para proyectos MoSSaiC (y para los residentes) a menos que los objetivos del proyecto incluyan la recogida de agua lluvia para consumo y haya fondos destinados a este propósito.

#### Evaluación de cantidades

Si el proyecto prevé la instalación de tanques de agua en los hogares junto con canalones en el tejado, identificar cuáles viviendas se beneficiarán más y determinar si proveer un tanque de agua doméstico estándar o conectar los canalones del tejado al tanque existente. Para cada casa identificada para proveerle canalones de tejado, hacer las siguientes preguntas:

- Si la casa ya está recogiendo agua del tejado:

**FIGURA 6.36 Un sistema para filtrar y purificar agua para consumo humano**

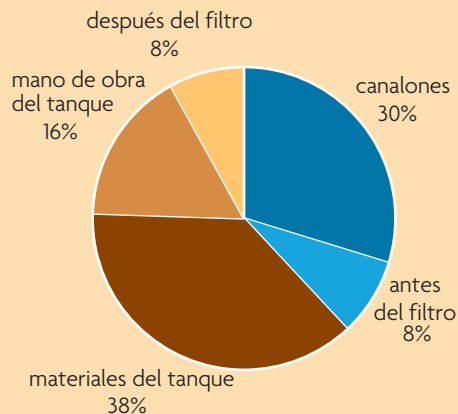


a. La recolección de agua lluvia para agua potable puede ser una instalación relativamente costosa debido al sistema de filtración que se requiere.



b. Los gastos de funcionamiento de una unidad de filtración generalmente solo se pueden justificar en ciertos casos.

**FIGURA 6.37 Componentes del costo de un sistema doméstico pequeño para recolección de agua lluvia**



*Fuente:* Universidad de Warwick, 2003.

*Nota:* Se considera como pequeño un sistema de 600 l. Los costos se basan en un trabajo de campo en el sur de Uganda.

— ¿Se está recogiendo el agua desde todo el tejado? Si no, se deben configurar los canalones para hacerlo o para hacer llegar el exceso de agua directamente a un drenaje.

- ¿Hay conexiones de desbordamiento adecuadas desde el tanque a un drenaje? Si no, estas conexiones se necesitarán realizar (ver sección 7.5.6).
- ¿Hay suficientes medidas para impedir la cría de mosquitos en el tanque?
- Si el agua del tejado no se está recogiendo:
  - ¿Querría el dueño de casa poder recoger el agua lluvia del tejado?
  - ¿Estaría el dueño de casa dispuesto o podría suministrar un barril o tanque para la recolección de agua?
  - ¿Se beneficiaría el hogar al recibir un tanque de agua como parte del proyecto? Si es así, ¿hay alguna fórmula para establecer la prioridad de las viviendas más necesitadas?

### 6.6.3 Captación de aguas grises

Proporcionar las comunidades con una red pública de agua puede significar que el agua de las casas (una fuente puntual de agua en términos de hidrología de pendientes) pueda ser una fuente importante de escorrentía superficial e infiltración en los taludes si no se gestiona (figura 6.38).

**FIGURA 6.38 Captación de aguas grises de duchas y lavaderos**



En la fotografía inferior, las aguas grises se descargan a un deslizamiento anterior sobre el cual se ha reconstruido la casa.

El diseño del drenaje debe tener en cuenta las aguas residuales domésticas (aguas grises) al hacer las disposiciones para conectar las casas a los drenajes principales siempre que sea posible. Si los propietarios cambian la distribución de sus casas es importante decidir en qué forma ellos planifican conectar nuevos baños o cocinas al drenaje.

Identificar cuántas casas requieren conexiones de aguas grises como parte del proyecto e indicar su inclusión en el plan final. Utilice estas preguntas como guía:

- ¿Está la casa en un área donde el agua superficial y el agua de las viviendas contribuyen significativamente a la amenaza de deslizamientos?
- ¿Ha sido seleccionada la casa para una instalación de canalones en el tejado? Si es así, es

probable que también requiera conexiones de aguas grises a los drenajes.

- ¿Qué forma de conexión es la más apropiada? Utilizar la sección 6.6.4 para identificar los medios más apropiados de conexión.

#### **6.6.4 Conexión a la red de drenaje**

Una vez que se ha decidido cuáles casas deberían recibir canalones del tejado, tanques de agua y conexiones de aguas grises, determinar el método para conectar las bajantes, el rebose del tanque de agua y la tubería de aguas grises a la red de drenaje (figura 6.39). Las opciones de conexión de las viviendas incluyen conexiones directamente de la tubería, conexiones por tubería a una arqueta de hormigón y luego por tubería al drenaje o construcción de un pequeño drenaje para conectar al drenaje principal.

Si el propietario de la vivienda ya ha hecho alguna disposición para el drenaje (drenajes de tierra, zanjias, drenajes de hormigón revestido), utilice las siguientes preguntas para ayudar a decidir cómo incorporar estos drenajes al plan:

- ¿Pueden los drenajes existentes estar conectados a los drenajes propuestos?
- ¿Es necesario modificarlos para evitar escapes?
- ¿Necesitan extenderse para conectarlos con los drenajes propuestos?

**FIGURA 6.39 Conexiones de aguas grises y del tejado a un drenaje de bloque de hormigón**



- ¿Es la actual capacidad suficiente para hacer frente al flujo adicional de nuevos canalones del tejado o conexiones de aguas grises?
- ¿Puede utilizarse un método de bajo costo para la construcción de drenajes? (Ver sección 6.5.2.)
- ¿Hay conexiones preexistentes a los drenajes (canalones de tejado, rebose del tanque de agua, aguas grises)?
- ¿Está el propietario de la casa dispuesto y puede hacer las mejoras necesarias? (Esto debería fomentarse como una forma de contribución en especie al proyecto).

Si no hay conexiones:

- ¿Qué distancia hay hasta el drenaje existente o al drenaje propuesto más cercano?
- ¿Puede estar la casa conectada directamente al drenaje?
- Si está demasiado lejos o es complicado conectar directamente las tuberías, ¿es apropiado dirigir las tuberías a través de arquetas de conexión de hormigón o a un nuevo drenaje menor?

#### Conexiones de drenaje directo

Las casas se pueden conectar a los drenajes existentes o drenajes de bloques propuestos de forma simple y económica si el drenaje es adyacente a la casa (figura 6.40a). En algunos casos, las conexiones se pueden retroadaptar para cruzar senderos (figura 6.40b), pero esto

**FIGURA 6.40 Conexiones de viviendas a los drenajes principales**



a. Conexión de agua del tejado de una vivienda a un drenaje principal cercano.



b. Se deben proveer conexiones de agua a las viviendas antes de construir un sendero.



c. Es importante organizar las conexiones de aguas grises improvisadas de los residentes una vez que se han construido los drenajes.



**FIGURA 6.41** Arquetas de hormigón que conectan el agua de varias casas a un solo punto de recolección con una tubería de salida al drenaje principal



no es lo ideal ya sea desde el punto de vista hidráulico o de seguridad de los residentes al utilizar el sendero. Si los nuevos senderos se van a construir como parte del proyecto, permitir que las conexiones de las viviendas se integren en el diseño.

#### Tuberías y arquetas de conexión

Las arquetas de hormigón se pueden utilizar para recoger el agua de diferentes bajantes y tuberías de aguas grises en casos en que las distancias entre las casas y los drenajes no permiten las conexiones directas. El agua se puede dirigir al drenaje principal en un único tubo de gran tamaño. Las arquetas de hormigón pueden servir para recoger el agua de varias casas (figura 6.41) se puede conectar y una secuencia de arquetas a través de tuberías al drenaje principal.

#### Evaluación de cantidades

En el plano de drenaje final, indicar cómo se va a conectar a la red de drenaje los canalones del tejado y las aguas grises. Estimar los costos de los materiales requeridos mediante costos unitarios aproximados por longitud de drenaje o por arqueta de hormigón. Se deben llevar a cabo listados de materiales detallados y partidas de obra una vez que el plan ha sido aprobado (capítulo 7).

#### 6.6.5 Zunchos para huracanes

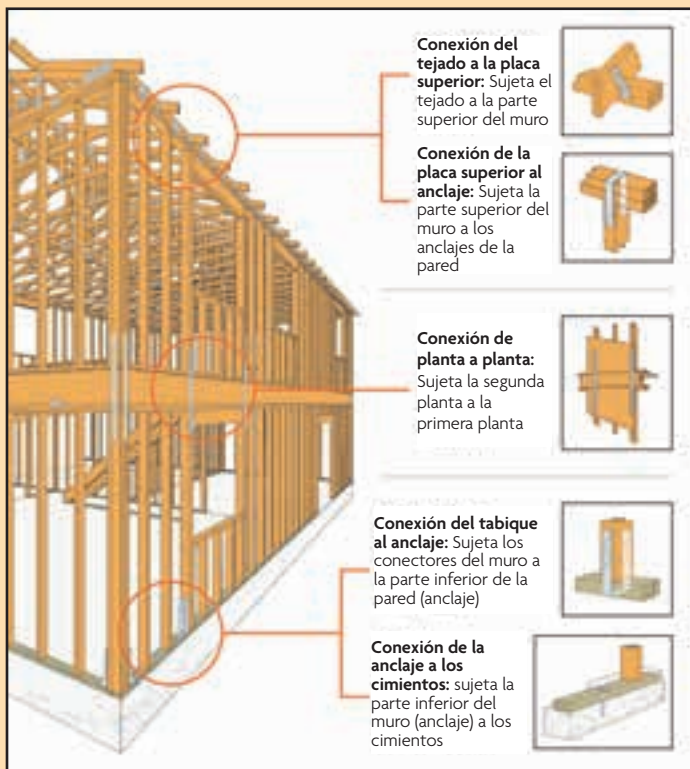
Los tejados son una parte importante de una estrategia de gestión de agua superficial, especialmente en comunidades con alta densidad de viviendas. En países afectados por ciclones tropicales, los tejados deben ser estructuralmente sólidos y ser capaces de soportar no solo la lluvia fuerte sino también los vientos con fuerza de huracán. Retroadaptar los techos con zunchos para huracanes se debe incluir en el proyecto siempre que sea posible (figura 6.42).

**FIGURA 6.42** Estructura de tejado frágil



Las estructuras del tejado con láminas galvanizadas clavadas a las vigas y las placas de pared a menudo son relativamente frágiles.

FIGURA 6.43 Amarre de los zunchos de huracán



Fuente: Imagen cortesía de Simpson Strong-Tie Company Inc.

La adaptación integral mediante una serie de sujeciones en la estructura fortalecen el marco estructural de la casa para crear un trayecto de carga continua (IBHS, 2002). Un trayecto de carga continua es un método de construcción que utiliza un sistema de madera, conectores metálicos y sujeciones como uñas y tornillos para conectar el marco estructural de la casa unido desde el techo a los cimientos (figura 6.43). La casa, de esta forma, estará mejor equipada para resistir un evento de huracán y permanecer intacta. Los zunchos de huracán son el principal medio para fortalecer el techo de la mayoría de las estructuras de vivienda de una o dos plantas. Aunque los zunchos no son costosos y son fáciles de instalar, se ven raramente como una prioridad en viviendas vulnerables. Las instalaciones típicas en una casa de tamaño modesto deben involucrar la instalación de unos 16 a 20 zunchos de huracán a las vigas y viguetas (figura 6.44). Hay una variedad de zunchos de huracán disponibles; la selección del producto dependerá de la disponibilidad local y los detalles estructurales de la casa.

FIGURA 6.44 Zuncho para huracanes en el tejado



## 6.7 CIERRE DEL PLAN FINAL DE DRENAJE

El proceso de cierre del plan de drenaje final normalmente incluirá los siguientes pasos:

- Elaborar el plan de drenaje final
- Estimar los costos del proyecto
- Revisar el plan de acuerdo al presupuesto del proyecto
- Revisar el plan (MCU, equipos de trabajo del gobierno)
- Consultar con la comunidad y otras partes interesadas e incorporar las revisiones al plan
- Hacer el cierre del plan con la comunidad y quienes toman las decisiones.

La UCM debe establecer un calendario realista para este proceso y apoyar a los equipos de trabajo en la terminación de cada paso. Reserve suficiente tiempo para consultar con la comunidad y utilizar una variedad de enfoques participativos para permitir que diferentes grupos contribuyan con sus opiniones sobre el plan de drenaje (tales como reuniones formales y conversaciones informales). Mantener el cronograma anunciado genera confianza e involucra a la comunidad.



### 6.7.1 proyectar el plan de drenaje final y estimar los costos

El plan de drenaje final debe incluir lo siguiente:

- El nombre del proyecto; nombre de la comunidad; fecha; número de revisión del plan; nombres de las personas involucradas en el diseño y bosquejo de planos y cualquier otro nombre o logo de financiadores, ministerios del gobierno y otras agencias involucradas (de acuerdo con los protocolos locales)
- Las ubicaciones de drenaje propuesto, longitudes, tipos de construcción y dimensiones internas (calculados para los drenajes principales y estimados para drenajes menores)
- Las casas con números de identificación o nombres que permitan una referencia cruzada con una lista de viviendas que requieran canalones del tejado, tuberías para aguas grises y conexiones a drenajes (y provisión de tanques de agua y/o zunchos de huracán, si están incluidos en el proyecto)

- Las ubicaciones de las arquetas de conexión
- Las ubicaciones de las rejillas
- Cualquier otra información pertinente para estimar los costos del proyecto
- Referencias a los planos o documentos complementarios pertinentes.

Estimar el costo del proyecto total considerando la longitud del drenaje propuesto, dimensiones y tipos de construcción y las cantidades aproximadas de cada componente del drenaje de las viviendas. Obtener los costos unitarios locales de cada componente y utilizarlos para calcular los costos totales del proyecto. La tabla 6.5 muestra cómo se puede organizar con una hoja de cálculo para estimar los costos iniciales del proyecto. Una vez que el plan de drenaje propuesto y los costos estimados se aprueben, los costos estimados para cada ítem serán totalmente especificados para la preparación de las partidas de obra (capítulo 7).

**TABLA 6.5 Costos iniciales de la construcción del drenaje y las conexiones de agua a las viviendas**

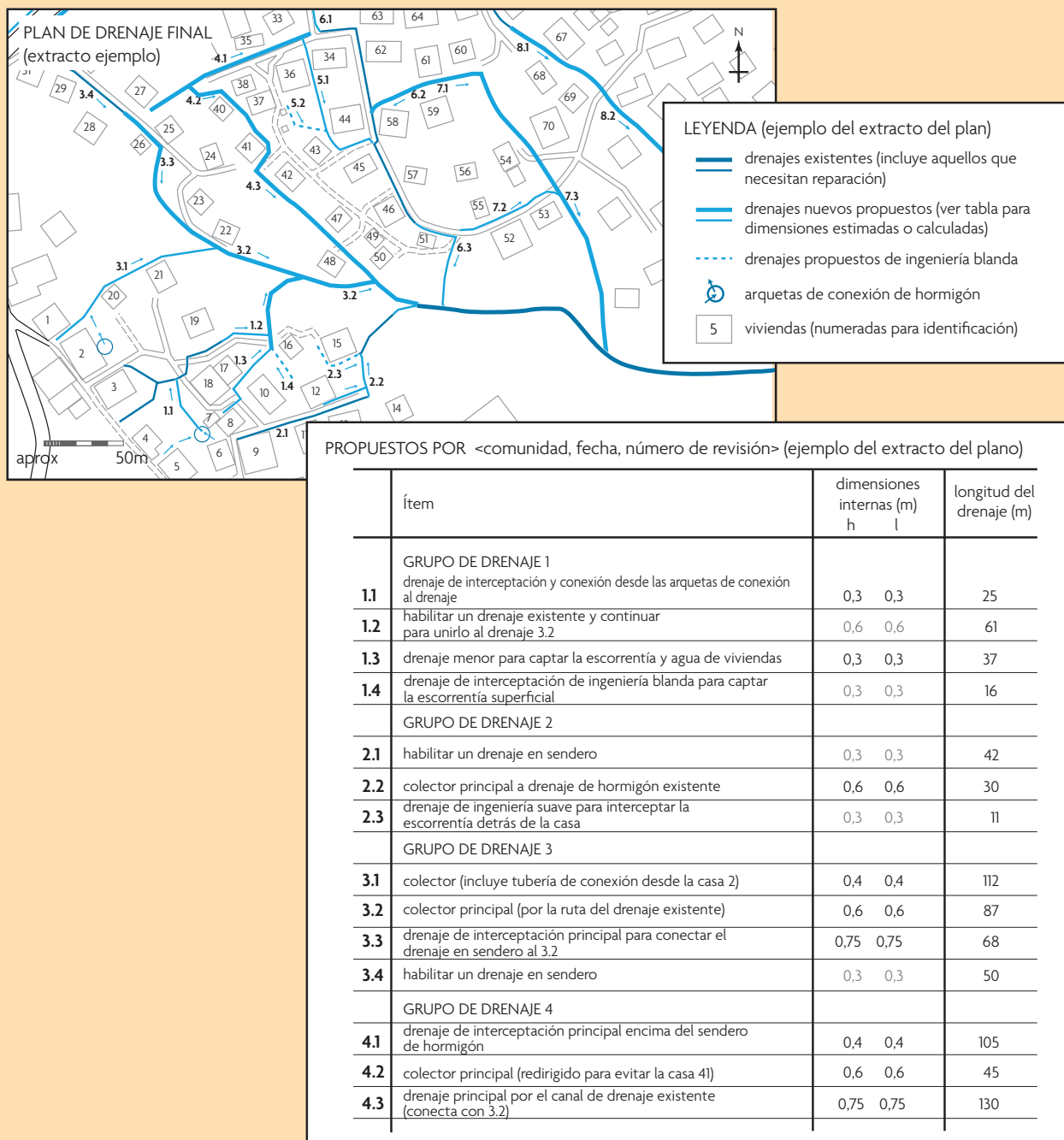
#### a. Construcción del drenaje

ÍTEM PARA LA CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES TRANSVERSALES	LONGITUD APROXIMADA (m)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Nuevos drenajes principales de bloque de hormigón				
Nuevos drenajes menores de bloque de hormigón				
Drenajes existentes para reformar				
Nuevos drenajes de ingeniería blanda				
Total				

#### b. Conexiones de agua de las viviendas

ÍTEM PARA CONEXIÓN	NÚMERO (n)	LONGITUD APROXIMADA (m)	COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL
Canalones de tejado	<i>n casas</i>	—		
Tanques de agua	<i>n casas</i>	—		
Zunchos para huracanes	<i>n casas</i>	—		
Tuberías de aguas grises	—			
Tuberías de conexión	—			
Arquetas de conexión	<i>n casas</i>	—		
Drenajes de viviendas	—			
Total				

**FIGURA 6.45** Extractos de un plan final de drenaje para acordarse con las partes interesadas y aprobarse



### 6.7.2 Acuerdo con la comunidad

Exhibir el plano de drenaje (figura 6.45) en los lugares apropiados dentro de la comunidad, tales como en bares y tiendas (figura 6.46a). Caminar por la comunidad con el plano para obtener retroalimentación adicional de los miembros de la comunidad, las partes interesadas o quienes toman las decisiones (figura 6.46b). Los miembros de los equipos de trabajo del gobierno y de la comunidad involucrados

en el enlace con la comunidad, el diseño del plan de drenaje y la implementación de las obras propuestas deben ser parte de esta visita comunitaria y deben estar preparados para responder a cualquier problema que los residentes deseen discutir. Convocar a una reunión de la comunidad para debatir, refinar y acordar el plan. Los miembros de los equipos de trabajo del gobierno y la comunidad deben asistir a esta reunión conjuntamente con los

**FIGURA 6.46 Participación de la comunidad en la finalización del plano de drenaje**



a. Es importante visualizar el plano en la comunidad.



b. Caminar por la comunidad con el plano y realizar la mayor cantidad de conversaciones posibles con los residentes en campo.

Revisar y cumplir con las salvaguardas relevantes y obtener el acuerdo de los residentes y propietarios de la tierra sobre los aspectos relevantes de la alineación de drenaje propuesta o el proceso de construcción.

Presentar el plan final de drenaje aprobado al equipo de amenaza de deslizamientos e ingeniería y a cualquier otra agencia de implementación responsable del desarrollo de las partidas de obra (capítulo 7).

#### **HITO 6:**

**Realizado el cierre del plan de drenaje final**

miembros de la UCM y las partes interesadas relevantes.

### **6.7.3 Aprobación formal y siguientes pasos**

Una vez que el proceso de consultas con la comunidad se ha terminado, presentar el plan al ministerio pertinente para su aprobación formal.

Conjuntamente con el proceso de obtener la aprobación formal del plan, identificar los problemas relacionados con el acceso de una propiedad a otra, la propiedad de la tierra, la disposición de la instalación de tuberías que requiera el permiso de los vecinos y así sucesivamente.

## 6.8 RECURSOS

### 6.8.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS Y ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
UCM	Comprender los principios de alineación de drenajes y los tipos de drenajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar los principios de diseño de drenaje para captación del agua superficial en las comunidades</li> </ul>	6.3
	Garantizar que el plano final de drenaje cumple con los estándares de diseño de ingeniería requeridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar expertos locales en diseño de drenajes para consultarlos y/o incorporarlos en el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería</li> </ul>	6.2
	Garantizar que se consulta a toda la comunidad sobre el plano final de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar expertos locales en desarrollo comunitario para consultarlos y/o incorporarlos en el equipo de trabajo de enlace con la comunidad</li> </ul>	1.3.3
	Coordinar con el equipo de trabajo del gobierno		
Equipos de trabajo del gobierno	Comprender y aplicar los métodos para estimar la descarga de agua superficial de la pendiente y la descarga del agua de las viviendas Comprender y aplicar los métodos para calcular las dimensiones del drenaje para el diseño de las descargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar las ecuaciones y herramientas en línea</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Es útil tener una persona asignada a esta importante tarea, de forma que la base de su conocimiento se desarrolle en relación con los métodos y enfoques de estimación disponibles</p>	6.3.2–6.3.8
	Dibujar la primera versión del plano final de drenaje para indicar la alineación del drenaje y los detalles de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirmar y refinar las ubicaciones del drenaje en el sitio</li> <li>Identificar los materiales y detalles de diseño de construcción convencional y de ingeniería de bajo costo</li> <li>Incorporar prácticas locales de construcción en el diseño</li> </ul>	6.4
	Optimizar el número de casas que se pueden vincular a los drenajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar el mapa de zonas de proceso de pendiente y los cálculos de captación de agua de viviendas para identificar áreas donde el drenaje de viviendas aportará mayor beneficio</li> </ul>	6.6
	Desarrollar el plano final de drenaje y la estimación de costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporar todos los detalles de construcción y de las conexiones a las viviendas en el plano</li> <li>Estimar las cantidades y costos (longitud de drenaje, componentes de conexión a las viviendas)</li> </ul>	6.7.1
	Discutir con la comunidad el plano propuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir el boceto del plano de drenaje en el sitio con los residentes y en una reunión con la comunidad</li> <li>Hacer público el plano en un lugar apropiado en la comunidad</li> </ul>	6.7.2
	Coordinar con los equipos de trabajo de la comunidad		
	Lograr la aprobación del plano final de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr un acuerdo formal con las partes interesadas y la aprobación de los responsables de la toma de decisiones</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Asegurar el cumplimiento de las salvaguardas, obtener los acuerdos necesarios por escrito con las partes interesadas</p>	6.7.3
Equipos de trabajo de la comunidad	Contribuir con los conocimientos y prácticas locales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la gestión local del agua de la pendiente y las buenas prácticas en la construcción y colaborar con ingenieros del gobierno para incorporarlas en el plan de drenaje</li> </ul>	6.5
	Contribuir con los conocimientos locales al plano final de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitar la retroalimentación por parte de la comunidad sobre el plano final de drenaje anterior al cierre formal</li> </ul>	6.7
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		

## 6.8.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ El equipo de evaluación de deslizamientos e ingeniería tiene la suficiente capacidad o apoyo de un experto/consultor para desarrollar el plano final de drenaje				6.1.3
✓ Se define un patrón apropiado de alineación de drenaje, se estiman las descargas a los drenajes y se calculan las dimensiones del drenaje				6.3
✓ Se confirman las alineaciones detalladas del drenaje en el sitio y si es necesario se revisan las dimensiones				6.4
✓ Se elabora el plan de drenaje propuesto				6.4
✓ Se especifican los tipos y detalles de la construcción del drenaje				6.5
✓ Se consideran enfoques de bajo costo y de ingeniería y tecnología apropiados para la construcción del drenaje				6.5.2
✓ Se identifican las casas para canalones de tejado, tanques de agua y zunchos de huracanes y se diseñan conexiones a los drenajes				6.6
✓ Se prepara el plano final del drenaje				6.7.1
✓ Se estiman las cantidades y los costos				6.7.1
✓ Se discute y revisa el plano conjuntamente con la comunidad y las partes interesadas				6.7.2
✓ <b>Hito 6:</b> Realizado el cierre del plan de drenaje final				6.7.3
✓ Se cumplen todas las salvaguardas necesarias				1.5.3; 2.3.2

### 6.8.3 Diseños locales para drenajes, arquetas y deflectores de hormigón

Esta sección ofrece ejemplos de proyectos de diseño típicos para drenajes de aguas superficiales.

Los drenajes de bloques de hormigón armado son muy adecuados para los proyectos MoSSaiC. Los materiales son por lo general de fácil acceso, se pueden llevar a mano en distancias cortas y el método de construcción es familiar para los contratistas locales. En la figura 6.27 se muestran algunos planos típicos.

Es útil compilar un conjunto de planos de diseño para acompañar el plano de drenaje final y guiar la estimación de los costos del proyecto. Estos planos se requerirán en el desarrollo de las partidas de obra de los contratistas (capítulo 7).

Primero trate de identificar los ejemplos de los planos de diseño de drenaje más relevantes de otros proyectos locales que utilicen conocimiento experto y experiencia local con los cuales estén familiarizados los contratistas de la comunidad. Éstos pueden incluir planos de drenaje conceptuales o planos de diseño detallados de construcción para tipos y componentes de drenajes específicos.

Para complementar los diseños locales, referirse a tipos similares de drenaje de aguas

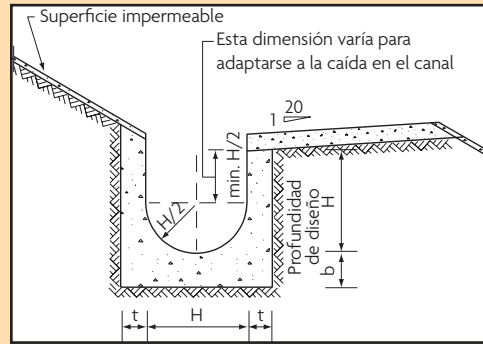
superficiales utilizados en otros países. Ver, por ejemplo, la información de la Oficina de Ingeniería Geotécnica, Ingeniería Civil y Departamento de Desarrollo de Hong Kong SAR, China, disponible online en <http://www.cedd.gov.hk/eng/publications/manuals/index.htm>.

A continuación se discuten varios tipos de drenaje comúnmente utilizados junto con bocetos conceptuales y orientaciones útiles sobre problemas de diseño (tabla 6.6). Esta información proporciona un contexto para revisar y perfeccionar los diseños de drenaje locales.

**TABLA 6.6 Dibujos ilustrativos para diseño de drenajes**

TIPO DE DRENAJE/DETALLES DE DISEÑO	FIGURA
Bloques de hormigón armado (pendiente abajo)	6.27
Bloques de hormigón armado (interceptación)	6.27
Arqueta en forma de U	6.47
Junta del muro deflector	6.48
Reja de derrubios	6.49
Canal escalonado	6.50
Junta de la arqueta	6.51

**FIGURA 6.47 Canal en forma de U**



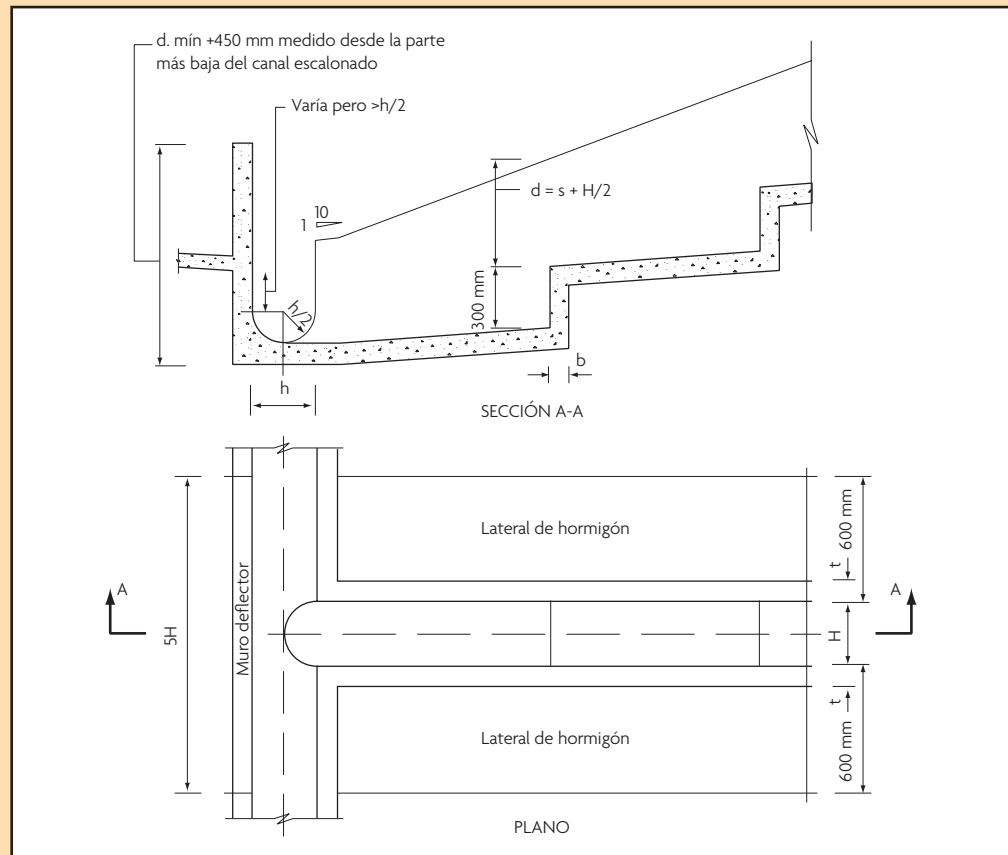
**Dimensiones del canal en forma de U**

Tamaño nominal del canal - H (mm)	Espesor - t (mm)	Espesor - b (mm)
225-600	150	150
675-1.200	175	225

**Fuente:** GCO 1984. Reproducido con la autorización del Jefe de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong SAR, China.

**Nota:** Los canales en forma de U se utilizan para pequeños drenajes en muchos países. La construcción requiere verter en el molde las secciones de hormigón del drenaje en forma de U previamente a la instalación. Se podrán necesitar algunas instrucciones en el sitio para familiarizar a los contratistas y trabajadores con este proceso (OMS, 1991). La figura muestra las especificaciones típicas de uso común en Hong Kong SAR, China.

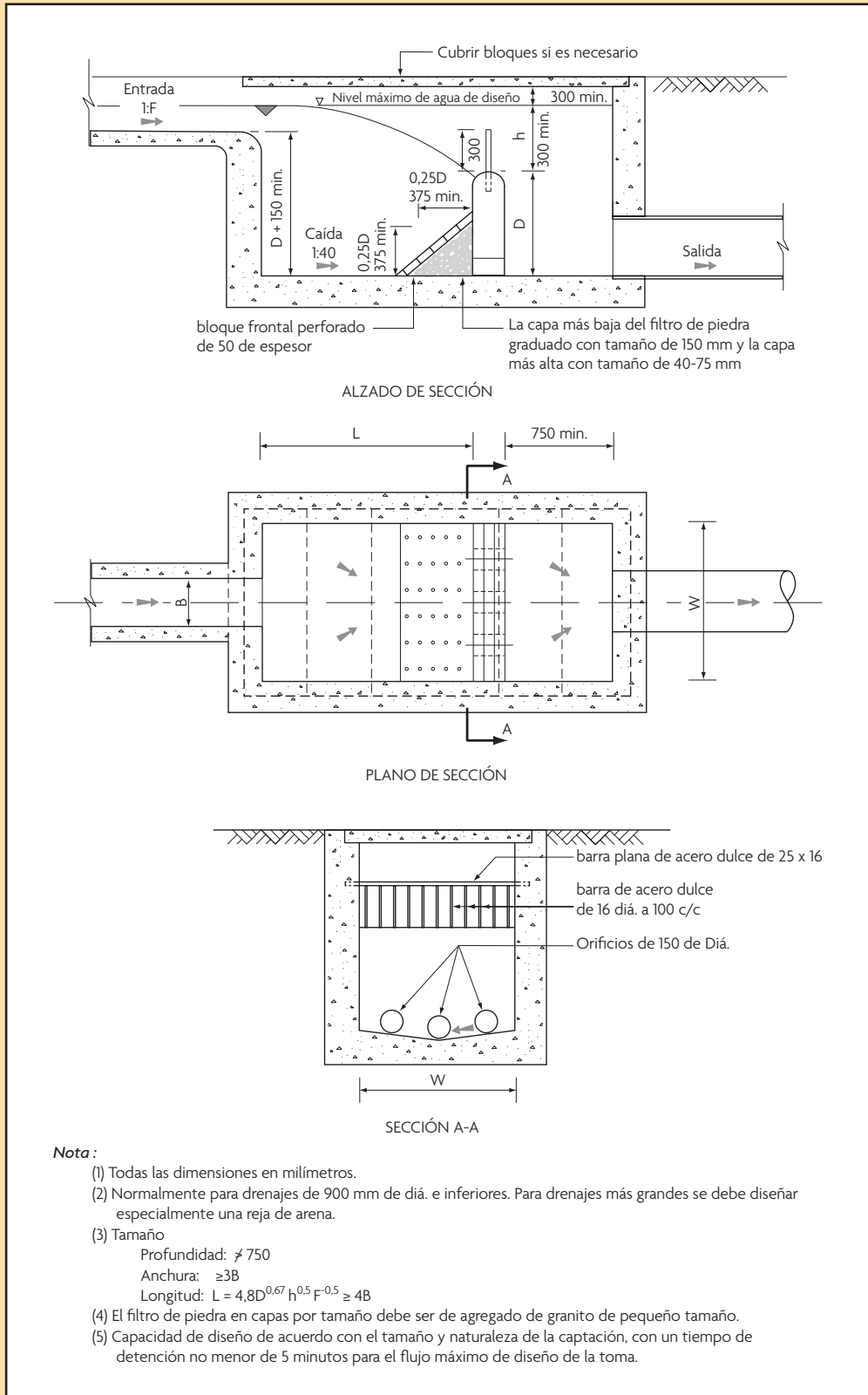
**FIGURA 6.48 Unión del muro deflector**



**Fuente:** GCO 1984. Reproducido con autorización del Jefe de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong SAR, China.

**Nota:** Se puede conectar un colector a un drenaje transversal en la base de una pendiente utilizando (1) un muro deflector al lado del colector para evitar desbordamiento y (2) un lateral de hormigón en la sección inmediata pendiente arriba del colector para contener y desviar cualquier salpicadura de nuevo en el drenaje.

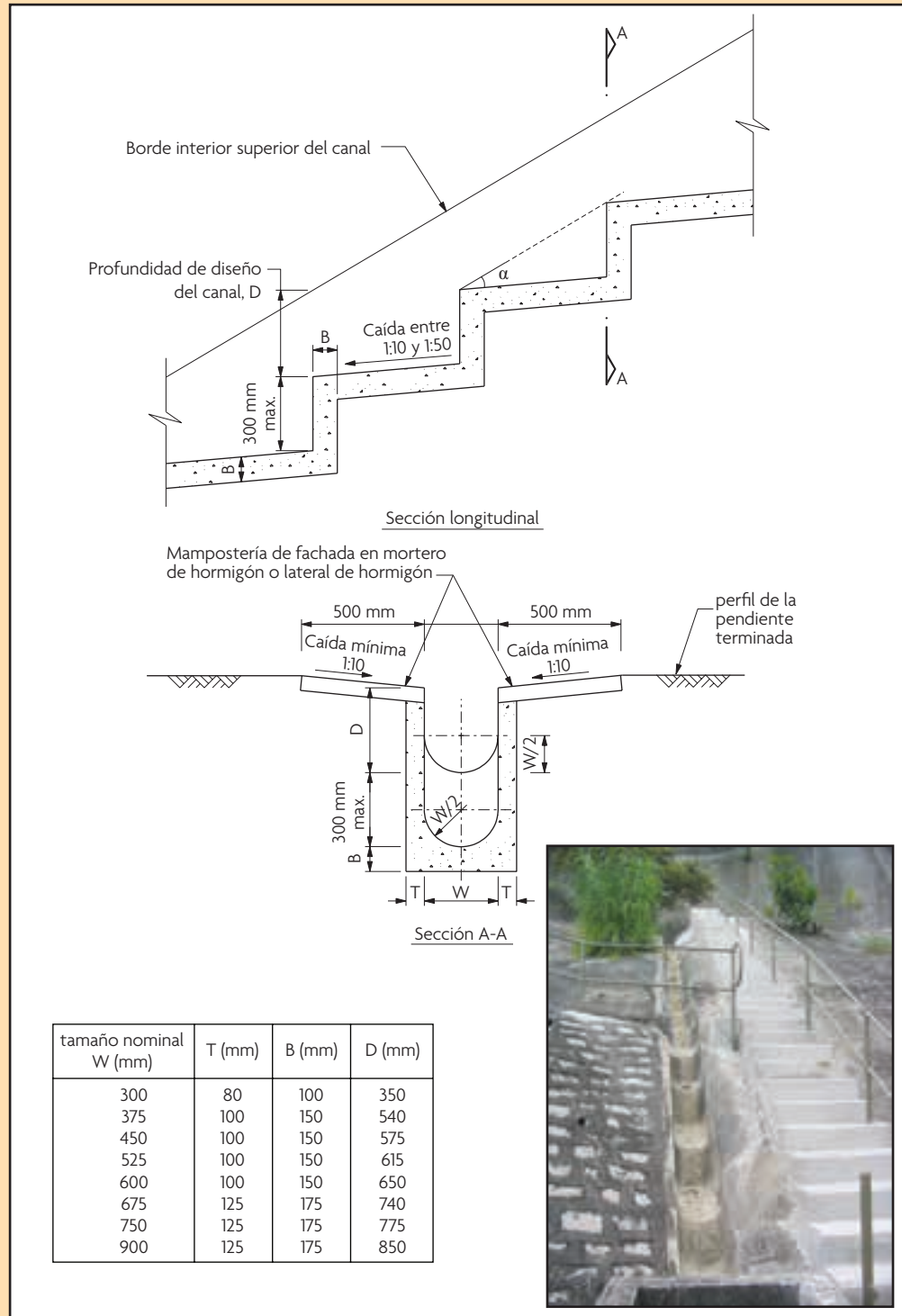
**FIGURA 6.49** Reja típica de derrubios/arena



**Fuente:** GCO 1984. Reproducido con autorización del Jefe de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong SAR, China.

**Nota:** Las rejas se pueden combinar con una arqueta y una reja de arena/sedimento.

**FIGURA 6.50 Canal escalonado**

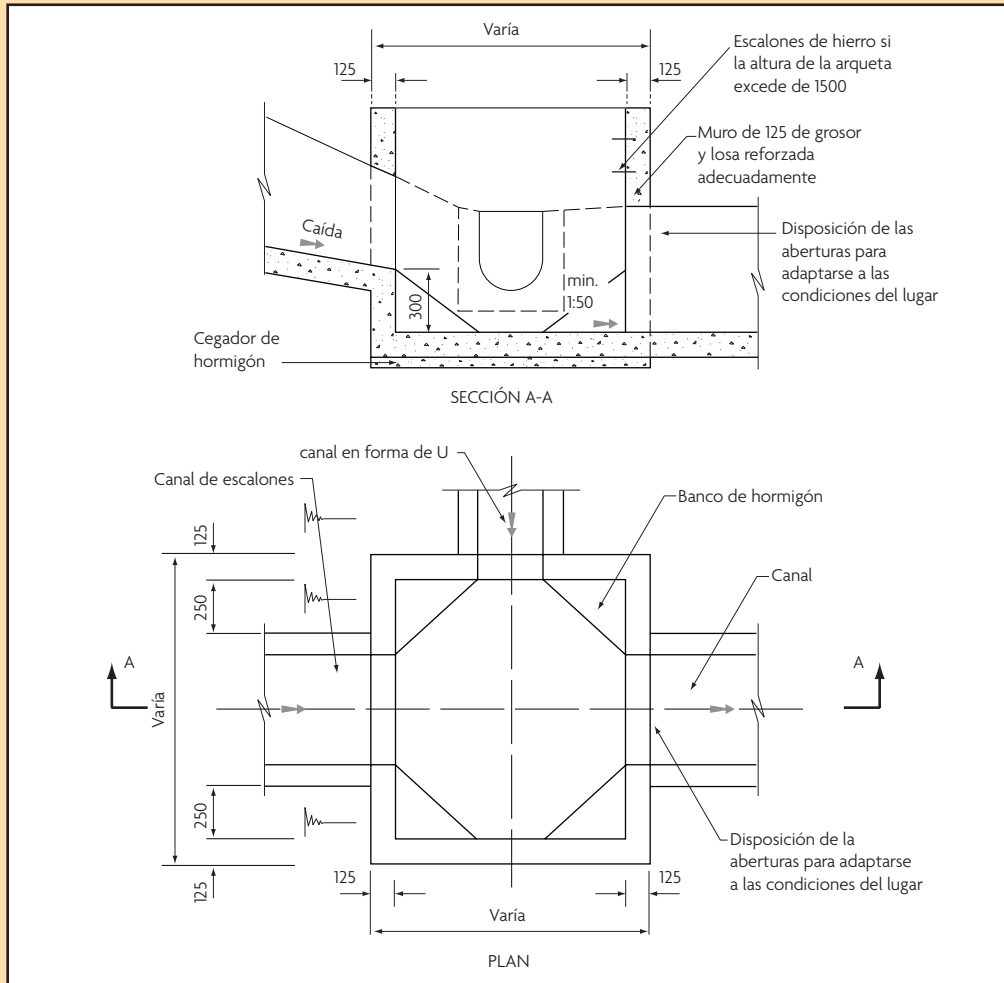


**Fuente:** GCO 1984. Reproducido con autorización del Jefe de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong SAR, China.

**Nota:** Los canales escalonados se utilizan para reducir la velocidad del flujo, especialmente en los colectores. El ejemplo en la foto es en Hong Kong SAR, China.



**FIGURA 6.51 Unión a la arqueta**



**Fuente:** GCO 1984. Reproducido con autorización del Jefe de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong SAR, China.

**Nota:** Las arquetas se pueden utilizar para conectar los colectores y los drenajes de interceptación.

### 6.8.4 Referencias

GCO (Geotechnical Control Office). 1984.

*Geotechnical Manual for Slopes*. 2<sup>nd</sup> ed. Hong Kong Government.

Hui, T. H. H., H. W. Sun y K. K. S. Ho. 2007. "Review of Slope Surface Drainage with Reference to Landslide Studies and Current Practice." GEO Report 210, Geotechnical Engineering Office, Government of Hong Kong Special Administrative Region.

IBHS (Institute for Business & Home Safety).

2002. *Is Your Home Protected From Hurricane Disaster? A Homeowner's Guide to Hurricane Retrofit*. Tampa: IBHS.

Premchitt, J., H. F. Lam y J. M. Shen. 1986.

"Rainstorm Runoff on Slopes." Special Projects

Division Report SPR 5/8699, Geotechnical Control Office, Hong Kong Government.

University of Warwick. 2003. "Roofwater Harvesting for Poorer Households in the Tropics. Inception Report. Domestic Roofwater Harvesting Research Programme R7833." School of Engineering, University of Warwick, Warwick, UK.

Wamsler, C. 2006. "Mainstreaming Risk Reduction in Urban Planning and Housing: A Challenge for International Aid Organizations." *Disaster* 30: 151-77.

WHO/OMS (Organización Mundial de la Salud).

1991. *Surface Water Drainage for Low Income Communities*. Geneva: WHO.



**“...en general las personas no están bien preparadas para interpretar las probabilidades bajas cuando toman decisiones acerca de eventos improbables... subestiman tanto la probabilidad de un desastre como las pérdidas que puede ocasionar”**

—H. Kunreuther y M. Useem, “Principios y Retos para la Reducción de Riesgos de Desastres” (2010, 6–7)

## CAPÍTULO 8

# Motivar cambios de comportamiento



## 8.1 ELEMENTOS CLAVE DEL CAPÍTULO

### 8.1.1 Alcance

Este capítulo presenta las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades para lograr cambios de comportamiento en las prácticas y políticas de reducción de amenaza de

deslizamientos con MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades). Los grupos listados a continuación deben leer las secciones indicadas del capítulo.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
	✓	✓		Pasos involucrados en el cambio de comportamiento	8.3
	✓	✓		Cómo aprender haciendo puede desarrollar capacidades	8.3
	✓	✓	✓	Formas de comunicar	8.4; 8.5
	✓	✓	✓	Formas de desarrollar capacidad local	8.6
	✓	✓	✓	Opciones de mantenimiento post-proyecto	8.7.1
✓	✓	✓	✓	Documentar la estrategia de cambio de comportamiento	8.7.2

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes del proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 8.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Estrategia de comunicación	8.5
Estrategia de desarrollo de capacidades	8.6
Estrategia de cambio de comportamiento	8.7.2

### 8.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	RESULTADO
1. Entender cómo se adoptan nuevas prácticas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los pasos en la escalera de adopción y el modelo de cambio de comportamiento para identificar las necesidades de comunicación y desarrollo de capacidades en cada comunidad y en el gobierno</li> <li>• Entender las percepciones de las partes interesadas y el papel de la participación de la comunidad</li> </ul>	Evaluación de los aspectos de cambio de comportamiento que serán logrados mediante las actividades de comunicación y desarrollo de capacidades
2. Diseñar una estrategia de comunicación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los recursos y metodologías existentes para diseñar una estrategia de comunicación</li> <li>• Identificar los propósitos y audiencias de comunicación</li> <li>• Seleccionar formas de comunicación y diseñar mensajes</li> </ul>	Estrategia de comunicación
3. Diseñar una estrategia de desarrollo de capacidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los enfoques de conocimiento en acción</li> <li>• Identificar los niveles de capacidad, los requisitos de capacidad y las actividades para el desarrollo de capacidades</li> </ul>	Estrategias de desarrollo de capacidades
4. Planificar un mantenimiento post proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender la necesidad de incorporar el mantenimiento en el diseño del drenaje y en la planificación del proyecto</li> </ul>	Opciones de mantenimiento del proyecto
5. Trazar la estrategia completa de cambio de comportamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazar las estrategias acordadas de cambio de comportamiento y las acciones asociadas</li> </ul>	Mapa de estrategias de desarrollo de capacidades

### 8.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo presenta el proceso por el cual las comunidades adoptan nuevos comportamientos en la reducción de riesgos. Desarrolla estrategias de comunicación y capacidades para motivar cambios de comportamiento en relación con las prácticas de gestión de amenaza de deslizamientos en comunidades urbanas vulnerables.

Este capítulo también describe cómo el enfoque MoSSaiC de acuerdo con la comunidad motiva cambios de comportamiento en los equipos de trabajo del gobierno, la Unidad Central MoSSaiC (UCM) y los responsables de la toma de decisiones a medida que adquieren nuevos conocimientos, desarrollan sus capacidades y modifican sus prácticas y políticas.

## 8.2 INICIO

### 8.2.1 Nota informativa

Un objetivo fundamental de MoSSaiC a medio plazo es cambiar las percepciones, prácticas y políticas de la gestión del riesgo de deslizamientos urbanos. Para lograr tales cambios de comportamiento, los proyectos MoSSaiC hacen llegar medidas científicas para mitigar la amenaza de deslizamientos, cimentadas en la participación comunitaria y apoyadas por políticas preventivas de mitigación de deslizamientos.

Durante la ejecución del proyecto, dos mecanismos complementarios pueden animar a las comunidades y gobiernos a adoptar prácticas y políticas eficaces para reducir el riesgo de deslizamiento: el desarrollo de una estrategia de comunicación clara y completa y el aumento de la capacidad local. Estos mecanismos se dirigen a los cambios de comportamiento y se deben desarrollar y aplicar desde el inicio de un proyecto MoSSaiC.

### Estrategia de comunicación

Una estrategia de comunicación es una serie de acciones bien planificadas dirigidas a la consecución de determinados objetivos mediante el uso de métodos de comunicación, técnicas y enfoques (FAO, 2004). El desarrollo de una estrategia de comunicación implica identificar claramente (segmentar) audiencias, definir mensajes, determinar los medios de comunicación más adecuados al contexto local e integrar la estrategia al proceso de implementación del proyecto.

Las estrategias de comunicación para la reducción del riesgo de desastres (RRD) pueden abordar explícitamente la percepción y el entendimiento del riesgo para fomentar un cambio en la conducta de reducción de riesgo. Sin embargo, “la preocupación no significa entendimiento y el entendimiento no necesariamente lleva a la acción” (Banco Mundial, 2010). Por lo tanto, las estrategias de comunicación deben desarrollarse y aplicarse conjuntamente con otras estrategias de cambio de comportamiento, como la participación comunitaria y el empoderamiento (Paton, 2003). En los proyectos participativos con la comunidad tales como MoSSaiC, la estrategia de comunicación facilita la interacción entre las partes interesadas y ofrece un espacio común en el cual se pueden lograr los objetivos del proyecto (Bessette, 2004).

### Desarrollo de capacidades

El desarrollo de capacidades en la RRD se refiere a las acciones que desarrollan habilidades e infraestructuras sociales dentro de comunidades u organizaciones para reducir el nivel del riesgo de desastres. Estas acciones incluyen formación y educación, información pública, transferencia de tecnología o experiencia técnica, fortalecimiento de infraestructuras y mejora en las capacidades organizacionales (UNISDR, 2004).

El desarrollo de capacidades y la comunicación se superponen en su objetivo para aumentar los conocimientos y cambiar el comportamiento. Sin embargo, como ya se ha señalado, el conocimiento y la tecnología en la RRD no se convierten automáticamente en acción o en aumento de capacidad (Paton, 2003). El desarrollo de capacidades debe ir más allá de los enfoques tradicionales que enfatizan educación y formación en el aula e incluyen formación en el trabajo e intercambio de conocimiento informal (CADRI, 2011).

MoSSaiC fomenta un aprendizaje con el enfoque “aprender haciendo” para desarrollar las capacidades de personas, comunidades y gobiernos para entender y abordar amenazas de deslizamientos desencadenados por lluvias. Aprender haciendo permite a los equipos de la comunidad y del gobierno desarrollar nuevos conocimientos, habilidades y experiencias a medida que implementan el proyecto.

### 8.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican para fomentar un cambio de comportamiento:

- Reconocer que se necesita tiempo e implementación estratégica de los proyectos MoSSaiC para comenzar a cambiar el comportamiento de comunidades y gobiernos en cuanto a la reducción del riesgo de deslizamientos. El cambio de comportamiento implica cambiar percepciones, motivaciones, capacidades y acciones que permitan adoptar nuevas prácticas. Las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades son una parte importante del proceso de cambio de comportamiento.
- Comunicar claramente los mensajes del proyecto para establecer expectativas sobre el proyecto, sus procesos y logros. Estos mensajes se deben respaldar con la entrega a tiempo del proyecto para mantener la confianza entre las partes interesadas.
- Incorporar la estrategia de comunicación en el proceso de participación de la comunidad. La UCM y los equipos de trabajo del gobierno deben ser conscientes de las condiciones sociales y culturales locales y de cómo se interpretarán sus interacciones con la comunidad.
- Planificar actividades de desarrollo de capacidades que conviertan los nuevos conocimientos en acción y esa acción en nuevo conocimiento (aprender haciendo). Este segundo y menos formal aspecto del desarrollo de capacidades es una parte clave de los proyectos MoSSaiC para los equipos de las comunidades y del gobierno.
- Los mensajes del proyecto y las nuevas capacidades para reducir el riesgo de deslizamientos se pueden perder con la rotación del personal gubernamental. La UCM debe desarrollar estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades para los equipos de trabajo del gobierno (y las comunidades) para evitar interrupciones en el proyecto debido a la rotación de personal y para

mantener las nuevas capacidades a largo plazo.

- Los defensores de políticas son importantes para mantener la mitigación de amenaza de deslizamientos en el programa del gobierno. Este apoyo puede proporcionar un entorno de políticas y financiación para dar continuidad al proyecto y al cambio de comportamiento a más largo plazo a nivel comunitario y gubernamental.

### 8.2.3 Riesgos y desafíos

#### Percepción del riesgo

Las personas por lo general subestiman la probabilidad de desastres, los riesgos asociados y las pérdidas resultantes. También tienen una tendencia a valorar los riesgos en función de su propia experiencia y no de información transmitida por expertos. Un resultado es una sobreestimación en la prevención después de la ocurrencia de un desastre, prevención que se realiza demasiado tarde (Kunreuther y Useem, 2010). Por lo tanto, definir una estrategia de comunicación sólida requiere entender las percepciones y los prejuicios de comportamiento de las personas.

#### Mensajes del proyecto claros

Tener una serie de mensajes claros del proyecto para las partes interesadas es esencial. Los residentes de la comunidad, los equipos de trabajo del gobierno, los responsables de la toma de decisiones, los financiadores y el público en general deberán conocer el enfoque MoSSaiC y el proceso de implementación del proyecto (los pasos del proyecto, plazos, funciones y responsabilidades, adquisición, capacitación y mantenimiento) en diferentes niveles de detalle.

Los mensajes para cada audiencia se deben desarrollar y hacer llegar antes del momento en que se necesitan, de forma que influyan en los eventos en vez de simplemente registrarlos. La falta de comunicación concertada y clara puede hacer que los proyectos exhiban mala coordinación, aprendizaje limitado de lecciones, altas tasas de duplicación y mala integración con los proyectos relacionados.

#### Momento oportuno para informar a los medios

Los medios de comunicación locales pueden querer una noticia del proyecto antes de que haya

algo relevante que reportar. Además, a menos que exista una comunicación clara, las expectativas entre los que están atentos a las noticias del proyecto podrían adelantarse a la terminación del proyecto. Es fundamental asegurarse de que la información de los plazos sea lo más precisa posible en la comunicación con los medios; es clave responder correctamente a preguntas como “¿Cuándo va a empezar el proyecto?”

#### Formas pertinentes de comunicación y desarrollo de capacidades

Para llegar a los residentes de la comunidad y el público en general con mensajes del proyecto,

los gerentes de proyecto deben ser cautelosos en el uso de soluciones de “talla única” que parecen resolver todos los problemas al usar los distintos medios de comunicación. La experiencia indica que si tales instrumentos no se usan junto con otras estrategias y una adecuada investigación, rara vez producirán los resultados previstos (Mefalopulos, 2008, 20).

Los medios como televisión, radio, artículos de prensa y formas estáticas de concientización (carteles, folletos y exhibiciones), se deben combinar con el contacto personal y la participación comunitaria en la forma apropiada para el lugar.

Igualmente, las actividades de desarrollo de capacidades de la RRD deben ser específicas y adaptadas a las condiciones locales en tres niveles interrelacionados: individual, organizacional e institucional/social (el entorno propicio) (CADRI, 2011). Para proyectos MoSSaiC, se debe diseñar una combinación de actividades formales e informales con las que dotar a las personas, comunidades, equipos de trabajo del gobierno y la UCM para la ejecución de medidas de reducción del riesgo de deslizamientos. A nivel del entorno social/institucional propicio, el objetivo debe ser demostrar que tales medidas funcionan y compensan para proporcionar una base de resultados que motiven el cambio a unas prácticas y políticas de reducción de riesgo más generales.

#### Alta rotación de personal

Mientras que la UCM puede interactuar con funcionarios clave del gobierno y funcionarios electos en el momento de la iniciación del proyecto, existe la posibilidad de que durante el desarrollo del mismo haya una rotación significativa del personal responsable de la ejecución del proyecto

y de aquellos que lo apoyan indirectamente. Los cambios de personal pueden dar lugar a la pérdida del sentido de propiedad del proyecto, el entendimiento y las capacidades, así como potencialmente retrasar la terminación del proyecto. La UCM debe elaborar mensajes claros del proyecto y mecanismos para poner al día el nuevo personal al proyecto de forma rápida.

#### 8.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades exitosas para la reducción de amenaza de deslizamientos no siguen fácilmente una fórmula específica sino que éstas se deben desarrollar de acuerdo a las condiciones locales. Utilizar las guías de capacidad de los capítulos previos (cada una relacionada con un paso del proyecto MoSSaiC) para identificar lo siguiente:

- Los puntos críticos para la comunicación entre las partes interesadas durante la ejecución del proyecto
- Las áreas que necesitan desarrollo de capacidades para proporcionar medidas eficaces de reducción de amenaza de deslizamientos.

Utilizar la matriz en la página siguiente para evaluar la capacidad existente para ejecutar las actividades necesarias de comunicación y desarrollo de capacidades.

1. Asignar una puntuación de capacidad de 1 a 3 (bajo a alto) para reflejar la capacidad existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver guía en la página 311).

### 8.3 ADOPTAR EL CAMBIO: DE LA PERCEPCIÓN DE RIESGO AL CAMBIO DE COMPORTAMIENTO

MoSSaiC utiliza una combinación de trabajo en equipo entre la comunidad y el gobierno, métodos científicos y la ejecución de medidas de reducción de amenazas en el terreno para reducir el riesgo de deslizamientos urbanos (capítulos 2-7). Para que sea sostenible la reducción del riesgo de deslizamientos necesita estar incorporada en las prácticas y políticas de gestión de pendientes urbanas por parte de las comunidades y los gobiernos. El resultado debe ser la reducción de la amenaza (medidas de mitigación física) y una mayor resiliencia al riesgo de deslizamientos (concientizar y evitar o mitigar futuros riesgos de deslizamiento). Los siguientes son algunos aspectos específicos de cambios de comportamiento asociados con MoSSaiC:

- **A nivel de vivienda.** Los residentes tienen una mayor confianza para adaptarse a una nueva forma de construir, drenar, aplicar bioingeniería y mantener su parte de la ladera, dedicando tiempo y dinero a medidas apropiadas de mitigación de deslizamientos y gestión de la pendiente.
- **A nivel comunitario.** Las comunidades reconocen la importancia del mantenimiento de los drenajes en la reducción del riesgo de deslizamientos y actúan de acuerdo con ese reconocimiento abogando por una estrategia de mantenimiento posterior al proyecto y participando en ella (sección 8.71).
- **A nivel del gobierno.** Los profesionales y los responsables de formular políticas tienen una mayor capacidad para hacer frente a amenazas de deslizamientos a pequeña escala en el día a día, que reflejan una acumulación del riesgo de desastre y anticipar la capacidad para hacer frente a eventos de deslizamientos a mediana y gran escala (Bull-Kamanga et al., 2003).

Utilizar esta sección para entender cómo las personas adoptan nuevos comportamientos de reducción de riesgo y cómo dos problemas transversales, la percepción de riesgo y el conocimiento de un proceso de aprendizaje activo, afectan a las estrategias de comunicación y de

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Comprensión por parte de la UCM y el gobierno del proceso de cambio de comportamiento en relación con la RRD en comunidades	No se consideraron estrategias de cambio de comportamiento en proyectos anteriores de RRD de acuerdo con la comunidad	Algún éxito en el cambio de comportamiento aumentando la concientización del riesgo de desastres a través de campañas mediáticas y cursos de formación en aulas	Experiencia exitosa en cambio de comportamiento en la RRD usando un rango de actividades formales e informales de comunicación y desarrollo de capacidades
Experiencia de la UCM y del gobierno con campañas de concientización en proyectos de acuerdo con la comunidad	Poca experiencia con campañas de concientización de RRD en comunidades	Pequeño número de campañas comunitarias ad-hoc realizadas por diferentes agencias del gobierno	Campañas anteriores de alto perfil exitosamente lideradas por una agencia del gobierno experimentada o un equipo especializado
Interacción de la comunidad con los medios –personas dispuestas y capaces de comunicar problemas de riesgo de desastres y soluciones a un público más amplio	Pocas pruebas de interacción de la comunidad con los medios	Residentes de la comunidad dispuestos a hablar con los medios pero con poca experiencia previa	Residentes de la comunidad disponibles que podrían haber participado en otros programas comunitarios y estarían dispuestos a articular la visión del proyecto
Relación de los medios con el gobierno	Ninguna organización de producción de medios importante; los medios trabajan de manera ad-hoc	El gobierno previamente ha externalizado un número limitado de campañas a través de los medios	El gobierno usa medios profesionales que son respetados por el público general
Experiencia de la UCM y el gobierno en el uso de diferentes formas de comunicación como parte del proceso de participación de la comunidad	Ninguna experiencia en participación comunitaria y formas asociadas de comunicación	Alguna experiencia con comunicaciones formales e informales con comunidades	Uso efectivo apropiado de un rango de comunicaciones formales e informales como parte integral de proyectos de participación comunitaria
Experiencia de la UCM y el gobierno promoviendo formación para desarrollo de capacidades (educación en aulas, talleres de formación y conferencias)	Ningún lugar local apropiado para la formación de los equipos del gobierno y la comunidad; experiencia de la UCM muy limitada en gestión de cursos y formación	Algunos miembros de la UCM han recibido formación en diferentes lugares; experiencia limitada de la UCM en gestión de formación	Lugares frecuentados dedicados a conferencias y cursos de formación que son conocidos por la UCM y los residentes de la comunidad; los miembros de la UCM anteriormente han organizado y asistido a cursos de formación
Experiencia y apertura de la UCM y el gobierno en actividades informales de desarrollo de capacidades (formación en el trabajo, aprender haciendo) para la RRD	Las actividades de desarrollo de capacidades para la RRD se perciben basadas en la transferencia formal de conocimiento (educación y formación en aulas)	Alguna apertura y experiencia en la docencia y participación en actividades informales de desarrollo de capacidades de la RRD	Experiencia con enfoques exitosos informales de desarrollo de capacidades que han ayudado a cambiar las percepciones, prácticas y políticas de RRD
Involucrar a los impulsores de las políticas a abogar por políticas de RRD de acuerdo con la comunidad	Los altos funcionarios del gobierno tienen un enfoque administrativo y no de apoyo a proyectos comunitarios	Un alto funcionario del gobierno ha ofrecido apoyo a proyectos de la comunidad, pero tal vez no con un sentido de promoción	Uno o más altos funcionarios del gobierno son defensores activos del enfoque MoSSaiC y apoyan el cambio de política de RRD
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas disponibles de todas las agencias relevantes



NIVEL DE CAPACIDAD	COMO ADAPTAR LA GUÍA
<p><b>1:</b> Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda</p>	<p>La UCM necesita fortalecer sus capacidades para ejecutar estrategias que fomenten el cambio de comportamiento. Esto puede implicar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar un tiempo considerable en una comunidad para encontrar defensores de la visión</li> <li>• Abogar ante el gobierno e identificar un defensor de la política</li> <li>• Buscar consejo sobre formas de comunicación efectivas en las agencias de información pública del gobierno, de asesores locales de medios y de organizaciones no gubernamentales (ONG) locales</li> <li>• Buscar consejo de los donantes, ONG y agencias gubernamentales sobre estrategias apropiadas para desarrollar capacidades tanto para las comunidades como para los profesionales en el gobierno</li> <li>• Usar recursos de MoSSaiC como una plataforma para formación adaptándola a las condiciones locales</li> </ul>
<p><b>2:</b> Algunos elementos de este capítulo reflejan las prácticas actuales; leer los elementos restantes a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad</p>	<p>La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben de Nivel 1 se deben abordar como se describe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si hay una experiencia limitada en formas de comunicación apropiada para la RRD de acuerdo con la comunidad, buscar consejo en los medios, OGN y agencias gubernamentales relevantes locales para identificar formas de comunicación culturalmente pertinentes, aceptables y efectivas</li> <li>• Si hay una experiencia limitada en el desarrollo de capacidades en RRD en las comunidades y gobierno, recopilar ejemplos de actividades formales e informales y de los recursos para realizar dichas actividades</li> </ul>
<p><b>3:</b> Utilizar este capítulo como una lista de verificación</p>	<p>Es posible que la UCM pueda proceder utilizando las capacidades probadas existentes. Sin embargo, sería una buena práctica que la UCM documentara la experiencia pertinente previa en comunicación y desarrollo de capacidades para la RRD de acuerdo con la comunidad</p>

desarrollo de capacidades para el cambio de comportamiento.

### 8.3.1 El proceso de cambio de comportamiento

UNICEF (2008, 1) menciona:

La experiencia global de desarrollo de comunidades ha demostrado que los esfuerzos de Reducción del Riesgo de Desastres de Acuerdo con la Comunidad (RRDAC) enfocados desde una perspectiva social y de cambio de comportamiento asegura que las comunidades más pobres, vulnerables y marginadas entienden las acciones sencillas y prácticas necesarias para proteger sus vidas y bienes personales en caso de desastres naturales.

El proceso de adoptar innovación (cambio de comportamiento) se puede ver como una serie de pasos en una “escalera de adopción” (Mefalopulos y Kamlongera, 2004; Banco Mundial, 2011). Estos pasos genéricos y el contexto asociado de MoSSaiC se resumen en la tabla 8.1.

Pasar de la concientización a la adopción a menudo se explica en términos de factores que

afectan cómo se motivan las personas, cómo procesan sus propósitos y luego cómo actúan para reducir el riesgo. Estas tres clases de factores de cambio de comportamiento se resumen en la tabla 8.2. Esta guía se puede utilizar para comprender las capacidades y brechas en el proceso de adopción de MoSSaiC por personas, comunidades, equipos de gobierno y responsables de la toma de decisiones. Por ejemplo, un pequeño número de proyectos MoSSaiC implementados exitosamente puede motivar a quienes toman las decisiones a asignar recursos a proyectos adicionales y aumentar la expectativa de resultados en los equipos del gobierno y otras comunidades; mientras tanto, las visitas a proyectos terminados y la formación en el puesto de trabajo pueden aumentar la auto-eficacia.

Se necesita una combinación de estrategias de cambio de comportamiento para facilitar el cambio en todos estos factores y fomentar una reducción efectiva del riesgo de deslizamientos. La comunicación y suministro de información pueden ayudar a cambiar las percepciones de riesgo y la expectativa de resultados; la participación de la comunidad y las actividades de

**TABLA 8.1 Pasos en la escalera de adopción y en el contexto de MoSSaiC asociado**

PASOS EN LA ESCALERA DE ADOPCIÓN	CONTEXTO MOSSAIC
1. Concientización del problema	• Percepción del riesgo y concientización crítica de amenazas, riesgos y factores de deslizamiento locales
2. Interés en el problema específico	• Interés personal en la idea de que la amenaza de deslizamiento urbanos a menudo se puede reducir
3. Conocer/entender cómo cambiar la situación	• Entender la visión, fundamentos científicos y proceso del proyecto MoSSaiC de reducción de amenaza de deslizamiento urbanos
4. Actitud de tendencia a aceptar y adoptar la innovación	• Aceptación a nivel comunitario • Decisión de aceptar, financiar e iniciar el enfoque MoSSaiC en un país determinado
5. Dar legitimidad a las normas y contexto local	• Adaptación de MoSSaiC a nivel comunitario (de abajo a arriba) así como por parte de los financiadores y del gobierno (de arriba abajo)
6. Practicar transfiriendo el conocimiento en acción antes de adoptar	• Hacer llegar medidas de reducción de amenaza del riesgo de deslizamiento sobre el terreno en las comunidades
7. Adoptar el nuevo enfoque –cambio de comportamiento	• Mejorar la reducción de amenaza de deslizamiento y prácticas de gestión de la pendiente en las comunidades y el gobierno

Fuente: Mefalopulos y Kamlongera, 2004.

**TABLA 8.2 Factores de cambio de comportamiento: De la motivación a la acción**

FASE	FACTOR
1. Factores motivadores (a menudo referidos colectivamente como percepción del riesgo)	<b>Percepción del riesgo:</b> ¿Cuál es la amenaza? y, ¿constituye ésta un peligro?
	<b>Concientización crítica de la amenaza:</b> ¿Cuánto pienso/hablo acerca de esta amenaza en comparación con otras amenazas?
	<b>Ansiedad de amenazas:</b> ¿Cuánta destrucción y muerte puede causar la amenaza? (Esto también puede ser un factor de desmotivación, ya que las personas buscan reducir ansiedad ignorando la amenaza)
2. Factores o creencias en la formación de la intención	<b>Expectativas de los resultados:</b> ¿Serán mis acciones efectivas para reducir el problema?
	<b>Auto eficacia:</b> ¿Tengo la capacidad de actuar efectivamente?
	<b>Afrontar el foco del problema:</b> ¿Intentaré enfrentar este problema?
	<b>Eficacia de respuesta:</b> ¿Hay suficientes recursos (técnicos, financieros, físicos, sociales y políticos) para permitirme enfrentar este problema?
3. Factores moderadores que afectan la conversión de las intenciones a acciones	<b>Tiempo oportuno de actividad de amenaza:</b> ¿Cuál es la frecuencia/previsibilidad/intervalo desde el último evento?
	<b>Sentido de comunidad; responsabilidad percibida:</b> ¿Cuáles son los lazos sentimentales a lugares y a otras personas?
	<b>Eficacia de respuesta:</b> ¿Cuál es la disponibilidad real de recursos?
	<b>Creencias normativas dentro de una comunidad:</b> ¿Cuáles son las experiencias, percepciones, creencias, confianza en las autoridades, grado de participación/empoderamiento de la comunidad?

Fuente: Paton, 2003.

desarrollo de capacidades pueden ser más eficaces para cambiar la auto eficacia, capacidad de afrontar problemas o la confianza (Paton, 2003).

La UCM debe usar el modelo de escalera de adopción y de cambio de comportamiento

para identificar las fortalezas y necesidades en el proceso de cambio de comportamiento para cada grupo de partes interesadas en MoSSaiC.

**FIGURA 8.1 La Ventana de Johari para incrementar bases comunes y conocimiento entre las partes interesadas**



### 8.3.2 Entender las percepciones de las partes interesadas

Los primeros pasos en la escalera de adopción (tabla 8.1) y los factores que motivan el cambio de comportamiento (tabla 8.2) se encargan directamente de la percepción del riesgo. La percepción del riesgo es comúnmente considerada como una combinación del conocimiento que tienen las personas del riesgo y de cómo se sienten al respecto. Las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades deben explicar las dimensiones de la percepción del riesgo y cómo las diferentes partes interesadas perciben el proyecto en su conjunto.

Esta subsección explica que la percepción de las diferentes partes interesadas será diferente y que la vulnerabilidad y la incertidumbre pueden desempeñar un papel al determinar esta percepción. Asegurarse de que se reconozcan las diferentes percepciones que tienen las partes interesadas en cuanto al riesgo y el proyecto, antes de desarrollar estrategias apropiadas de comunicación y de desarrollo de capacidades (secciones 8.4–8.6).

#### Ventanas de percepción

Las diferentes partes interesadas pueden percibir el riesgo de deslizamientos y los proyectos MoSSaiC de una manera distinta: “Lo que cuenta no es lo que es, sino lo que las personas creen que es” (FAO, 2004, 15). Una manera de comprender las percepciones de las partes interesadas es identificar puntos en común, puntos ciegos y el conocimiento que se oculta a una u otra de las partes.

La **Ventana de Johari** es una herramienta que permite que estos aspectos de la percepción sean explorados a través del diálogo y el intercambio de conocimiento (figura 8.1). Utilizar las cuatro ventanas de percepción para identificar la percepción potencialmente diferente que tienen las comunidades, funcionarios del gobierno, agencias de financiación y otras partes interesadas relevantes. Considerar las percepciones relativas a las motivaciones para reducir el riesgo de deslizamientos, las intenciones para actuar, la conversión de las intenciones en comportamiento y los factores que modifican estas intenciones (como se explica en la sección 8.3.1). Ser consciente de las diferencias de percepción de la comunidad, el gobierno o la entidad financiadora en cuanto al riesgo de deslizamientos urbanos y el alcance y los beneficios del proyecto.

Desarrollar estrategias de comunicación y de desarrollo de capacidades de forma que se aumenten las áreas de conocimiento abierto (tabla 8.2) y positivamente se influya en las motivaciones de las personas, sus intenciones y el comportamiento con respecto a la reducción del riesgo de deslizamientos.

#### Vulnerabilidad y percepción del riesgo

La vulnerabilidad está relacionada con la capacidad de anticipar un peligro, afrontarlo, ponerle resistencia y recuperarse de sus efectos. Se determina por una combinación de factores físicos, ambientales, sociales, económicos, políticos, culturales e institucionales (Benson y Twigg, 2007). Aunque MoSSaiC se ocupa principalmente de la reducción de riesgo

de deslizamientos en comunidades vulnerables, existe la necesidad de explicar la influencia de la vulnerabilidad en la percepción del riesgo y la adopción de nuevas prácticas de gestión de pendientes:

Cuanto más pobres sean las personas, mayor será su vulnerabilidad a una variedad de amenazas y más difícil será cómo concilian una y otra para lograr seguridad. Las personas tienen que equilibrar recursos extremadamente limitados como falta de hogar, falta de tierra, enfermedad y desempleo para hacer frente a amenazas. En general, las personas no suelen cambiar o adaptar sus patrones de vida y actividades para reducir su vulnerabilidad a amenazas naturales, si esto incrementa su vulnerabilidad a otras amenazas más inminentes (Maskrey, 1992, 2).

El efecto de la vulnerabilidad en la percepción del riesgo y la motivación para reducir el riesgo de deslizamientos puede incluir los siguientes prejuicios acerca del comportamiento. (FM Global, 2010):

- **Negación.** La negación es la creencia de que las cosas negativas no van a suceder:
  - Lo malo no va a suceder.
  - Si algo malo ocurre, afectará a otros y no a mí.
  - Si algo malo me afecta, los efectos serán mínimos (FM Global, 2010, 7).
- **Dilación.** Dilación es la tendencia a posponer la adopción de medidas que requieran inversión de tiempo y dinero.
- **Foco a corto plazo.** Es la dificultad para calcular las compensaciones costo-beneficio.
- **Descuento hiperbólico.** El descuento hiperbólico pone más énfasis en las consideraciones inmediatas que en los beneficios a largo plazo para invertir en mitigación.

La UCM y los equipos de trabajo del gobierno deben ser conscientes de los efectos potenciales de vulnerabilidad en la percepción de la comunidad en cuanto al riesgo de deslizamientos y el proyecto. Las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades se deben desarrollar para tratar estas percepciones de riesgo y demostrar que la amenaza de deslizamientos se puede reducir. Así, un beneficio secundario de MoSSaiC es que puede incrementar

la resiliencia de la comunidad (vulnerabilidad reducida) derivada de una capacidad mayor para entender, anticipar y mitigar las amenazas de deslizamientos.

### Incertidumbre y percepción de riesgo

La percepción de riesgo y el comportamiento en la reducción de riesgo están afectadas por cómo los expertos, los responsables de tomar las decisiones y aquellos en riesgo (en este caso, comunidades) interpretan la incertidumbre acerca de ese riesgo. Una fuente creciente de incertidumbre podría decirse que es una incertidumbre común compartida acerca de los resultados de las predicciones de amenaza y modelado del riesgo, que lleva a una duda a la hora de invertir en medidas preventivas de RRD.

Los modelos de amenazas y riesgos cada vez más complejos, combinados con la incertidumbre de los parámetros del modelo generan predicciones del riesgo de desastres con mayores límites de incertidumbre. Una consecuencia es que quienes toman las decisiones y el público pueden aprender de un experto que existe poca preocupación acerca de un riesgo particular y de otro experto, que el mismo riesgo es de mayor importancia (Kunreuther y Useem, 2010). Los mensajes aparentemente contradictorios se ven agravados por el hecho de que

los conceptos, naturaleza e implicaciones de la incertidumbre científica no se conocen bien por los políticos y/o la sociedad... Esto causa confusión cuando se trata de la confianza en el trabajo que producen los científicos (Malamud y Petley 2009, 167)

y aún más incertidumbre a la hora de decidir cómo actuar.

Estos mensajes y las incertidumbres asociadas se procesarán de manera diferente por cada parte interesada —ignorando el mensaje, tratando de encontrar más información para reducir su incertidumbre o aceptando el mensaje que es más compatible con las percepciones de riesgo existentes o sus prejuicios.

Por ejemplo, entre los responsables de las decisiones y los políticos, la incertidumbre puede generar una confianza (sesgada) falsamente optimista de que un evento catastrófico “no pasará en mi mandato” (Kunreuther y Useem, 2010). Las comunidades vulnerables pueden descartar mensajes acerca de

riesgos de desastres inciertos a la luz de su experiencia con amenazas más acuciantes, como desempleo o enfermedad (Maskrey, 1992). Tales interpretaciones del riesgo son quizás lo más importante para eventos inciertos de baja probabilidad, ya que, a diferencia de en eventos de alta probabilidad, la experiencia personal es casi inexistente (McNabb y Pearson, 2010).

Los equipos de trabajo de la UCM y del gobierno deben ser conscientes de las incertidumbres del modelo de predicciones y cómo se podrían interpretar estas incertidumbres. Fomentar la transparencia en la comunicación entre expertos y otras partes interesadas de forma que las posibilidades de subestimar o sobrevalorar el riesgo de deslizamientos se puedan explicar al seleccionar comunidades y el diseño de medidas de mitigación de deslizamientos.

### 8.3.3 Combinar conocimiento y acción

Las estrategias de comunicación de riesgo tradicional y de desarrollo de capacidades tienden a enfatizar la transferencia del conocimiento de expertos y responsables de las decisiones a personas comunes. Sin embargo, como indica la escalera de adopción (pasos 3–6) y los factores de cambio de comportamiento en la sección 8.3.1, el conocimiento tiene que combinarse con la acción para producir un cambio en las percepciones y prácticas de las partes interesadas. Es ahora bien conocido que los enfoques de transferencia de conocimiento tradicional pueden ser inefectivos a menos que haya un equilibrio con otras formas de actividades de comunicación y desarrollo de capacidades (CADRI, 2011; Banco Mundial, 2010). El diálogo fundado en la comunicación y el aprendizaje práctico son una parte fundamental de los enfoques de participación de la comunidad tales como MoSSaiC.

Utilizar esta sub-sección para entender cómo el conocimiento y la acción se pueden combinar para fomentar un cambio de comportamiento y guiar la inclusión del aprendizaje práctico en las estrategias de comunicación y de desarrollo de capacidades del proyecto.

#### Transferencia de conocimiento convencional y reducción del riesgo de desastres

Gaillard y Mercer (2012, 2) expresan que “el campo de la RRD es un campo de batalla de

conocimiento y acción que a menudo logra resultados pobres en términos de reducción real del riesgo de desastres para los más vulnerables”. La educación convencional de estilo occidental enfatiza el conocimiento escrito como el precursor y la única base efectiva para la acción (Crookall y Thorngate, 2009). La transferencia de conocimiento unidireccional es evidente en las políticas de RRD de arriba a abajo que se enfocan en una formación en aula, educación y campañas de sensibilización del público para aumentar el conocimiento y motivar el cambio de comportamiento. Sin embargo, es comprensiblemente difícil para los que toman las decisiones, profesionales y residentes de la comunidad convertir el conocimiento científico en acciones de reducción de amenazas (GNDR, 2011). El conocimiento y las prácticas identificadas a escalas nacional e internacional simplemente no llegan lo suficientemente rápido como para lograr la RRD sobre el terreno (Wisner, 2009).

La RRD de acuerdo con la comunidad en parte ha emergido como una respuesta a los enfoques convencionales de arriba a abajo —enfocándose en la vulnerabilidad en vez de la reducción de la amenaza y enfatizando la participación de la comunidad, el conocimiento local, las tecnologías apropiadas y las acciones prácticas. Este enfoque aborda muchas de las limitaciones de las políticas nacionales de RRD de arriba a abajo, pero usualmente no puede abordar los componentes del riesgo de deslizamientos de la amenaza. Incluso a nivel de gobierno local “la base de conocimientos necesaria para identificar las zonas propensas a deslizamientos es a menudo no existente o incompleta” (UNU, 2006).

Dadas las limitaciones de los enfoques puros de arriba a abajo o de abajo a arriba en el tratamiento del riesgo de deslizamientos urbano, se reconoce ahora que se requiere una combinación de estos dos enfoques. La reducción del riesgo de deslizamientos necesita la integración de diferentes disciplinas para que el conocimiento científico de la amenaza se combine con el conocimiento local y las acciones apropiadas (Malamud y Petley, 2009); “debemos evitar idealizar el conocimiento autóctono y combinarlo con el conocimiento científico” (Pelling, 2007, 16). Del mismo modo, los métodos convencionales de comunicación de arriba a abajo y el desarrollo

de capacidades se deben equilibrar por medio de un diálogo más informal y métodos basados en la participación.

### Aprender haciendo

“Conocimiento y acción están entrelazados estrechamente,” manifiestan Crookall y Thorngate (2009,17) y el proceso de adopción de nuevo comportamiento de RRD requiere que ambos estén presentes. El aprendizaje práctico integra aprendizaje, acción y reflexión y se lleva a cabo durante la implementación del proyecto, en lugar de hacerlo previamente al proyecto (IFRC, 2008). Aprender haciendo va más allá del conocimiento convencional en aula, en iniciativas de acción y en educación de concientización pública en la cual se enfatiza la acción como medio del aprendizaje y generación de nuevo conocimiento.

Los proyectos MoSSaiC implican aprender haciendo: combinar conocimiento científico y local acerca de la estabilidad de la pendiente; motivar a las entidades financiadoras, gobiernos y comunidades a desarrollar y aplicar MoSSaiC en el contexto de la experiencia, prácticas y políticas locales y generar nuevo conocimiento a través del proceso de poner en acción MoSSaiC (tabla 8.3).

Las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades MoSSaiC deben incluir actividades diseñadas para permitir o motivar a los participantes a lo siguiente (Crookall y Thorngate, 2009, 19):

- “Aplicar nuevo conocimiento a una situación práctica” (conocimiento en acción)
- “Generar entendimiento, aprender nuevas habilidades y ganar nuevo conocimiento

**TABLA 8.3 Conocimiento y acción como parte de la adopción del proceso MoSSaiC**

LAS PARTES INTERESADAS	DEL CONOCIMIENTO A LA ACCIÓN	DE LA ACCIÓN AL CONOCIMIENTO
Equipos de trabajo de la comunidad –residentes, líderes y contratistas locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento detallado de la historia y características de la pendiente (drenaje, cortes/rellenos, profundidad del suelo, señales de inestabilidad) contribuyen al proceso de cartografía y diseño de reducción de amenaza de deslizamiento</li> <li>• El gobierno provee nueva información acerca de la estabilidad de la pendiente</li> <li>• Los contratistas locales están involucrados y aplican las habilidades existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residentes involucrados en el proceso ven los resultados directos de las buenas prácticas de gestión de pendientes y de medidas sencillas aplicadas en sus propias viviendas</li> <li>• Se generan y se comparten buenas prácticas de construcción y nuevas habilidades entre los supervisores de obra, ingenieros y contratistas</li> </ul>
UCM y equipos de trabajo del gobierno –ingenieros y profesionales científicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aumenta y se aplica el conocimiento de ingeniería y técnico al diseño de medidas para reducir la amenaza de deslizamientos</li> <li>• Se les informa a los supervisores de obra y éstos supervisan la entrega de las obras civiles de mitigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los miembros del equipo del gobierno desarrollan nuevos conocimientos y prácticas locales mientras trabajan en la obra y con contratistas locales en las comunidades</li> </ul>
Equipos de trabajo de la UMC y del gobierno –profesionales de desarrollo comunitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplica el conocimiento del contexto y dinámica de la comunidad para permitir la participación de la comunidad en el proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprende la ciencia de otros miembros del equipo y se integran las habilidades de movilización comunitaria con la agenda de reducción de amenaza</li> </ul>
UCM, políticos y agencias de financiación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las habilidades existentes en gestión de proyectos se emplean de una nueva forma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los informes del proyecto proveen nuevas pruebas para el cambio e innovación en políticas y adoptar el enfoque de manera más amplia</li> </ul>
Investigadores académicos y consultores del sector privado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación y desarrollo de teorías de deslizamientos en el campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinar el enfoque en la investigación de deslizamientos –experiencia trabajando con los resultados de usuarios finales en nuevas prioridades, métodos científicos y formas de comunicación</li> </ul>

debido a experiencias concretas” (acción en conocimiento)

- “Crear conexiones entre las acciones y el conocimiento relacionado” (integrando acción y conocimiento).

Utilizar la tabla 8.3 como una guía para revisar lo que funciona para cada parte interesada a nivel local en términos de actividades de conocimiento convertido en acción y acción convertida en conocimiento. Utilizar esta revisión para informar sobre el desarrollo de estrategias de comunicación y creación de capacidades.

## 8.4 PROPÓSITO DE LA COMUNICACIÓN Y AUDIENCIA

Una estrategia de comunicación normalmente se desarrolla mediante la definición del propósito de la comunicación y la identificación de audiencias, mensajes y formas apropiadas de comunicación.

Diseñar estrategias es un arte, no una ciencia y hay muchas formas de enfocar la tarea. La tabla 8.4 presenta cinco preguntas que pueden ayudar a la UCM y al equipo de trabajo de comunicaciones a organizar la información necesaria y a desarrollar una estrategia.

Utilizar esta sección para identificar los objetivos y audiencia clave de la estrategia de

comunicación; utilizar la sección 8.5 para ayudar a identificar las herramientas y mensajes específicos.

### 8.4.1 Definir los propósitos y funciones de la comunicación

Para los proyectos MoSSaiC, la estrategia de comunicación sirve a los siguientes propósitos:

- Concientizar y cambiar las percepciones sobre el riesgo de amenaza de deslizamientos urbano.
- Facilitar la participación de la comunidad, el entendimiento, interacción y confianza entre las partes interesadas.
- Proporcionar información y gestionar las expectativas acerca de la implementación y resultados del proyecto.
- Generar nuevo conocimientos como parte de un enfoque tipo “aprender haciendo”.
- Fomentar la adopción de nuevos comportamientos en la gestión del riesgo de desastres.

Como el Banco Mundial (2010, 327) destaca,

Las campañas de comunicación bien diseñadas se dirigen a las personas como miembros de una comunidad local —y no como miembros desvalidos de un gran grupo inmanejable— con el propósito de empoderarlos para actuar. Este tratamiento puede ayudar a que un fenómeno global tenga relevancia personal e inmediata y enfatizar que tanto a nivel local

**TABLA 8.4 Preguntas para orientar el diseño de una estrategia de comunicación MoSSaiC**

PREGUNTA	ACCIÓN
¿Están estos recursos ya disponibles para la comunicación?	Revisar métodos existentes y las herramientas para un contexto de desarrollo, de RRD o de participación de la comunidad (p.ej., IFRC, 2010; Mefalopulos, 2008; UNICEF, 2008)
¿Cuáles son los propósitos o funciones de la estrategia de comunicación?	Revisar la visión y fundamentos de MoSSaiC (capítulo 1) y el proceso de cambio de comportamiento (sección 8.3.1) e identificar los requisitos de comunicación (ver sección 8.4.1)
¿Quiénes conforman las audiencias y los mensajeros?	Identificar las partes interesadas de MoSSaiC (tabla 1.16 y capítulo 2); identificar los requisitos y fuerza, frecuencia y direcciones de los flujos de comunicación (ver sección 8.4.2)
¿Cómo y cuándo se pueden involucrar mejor estas audiencias?	Según los objetivos de la comunicación y las audiencias identificar los modos apropiados (escritos/verbales/visuales y bidireccional), canales (cara a cara o mediado), herramientas y el momento oportuno (ver sección 8.5)
¿Cuáles son los mensajes claves para cada audiencia?	Según los objetivos de la comunicación y las audiencias, diseñar mensajes con un contenido, lenguaje y estilos de presentación apropiados (ver sección 8.5)

como individual se tomen las soluciones como propias.

La UCM debe revisar los propósitos a los cuales servirá la comunicación y utilizar estos propósitos para orientar el desarrollo de la estrategia de comunicación.

### 8.4.2 Identificar audiencias

Las partes interesadas de MoSSaiC incluyen las siguientes:

- Los financiadores del proyecto
- Los políticos y responsables de tomar las decisiones en el gobierno
- La UCM y los equipos de trabajo del gobierno
- Los equipos de trabajo de la comunidad (incluyendo los residentes)
- Los propietarios de la tierra.

Otras audiencias pueden incluir el público en general, comunidad de usuarios regionales de MoSSaiC y la comunidad científica.

Cada parte interesada puede actuar como un mensajero o audiencia (o ambos) en una red de comunicación con información que fluye en una o varias direcciones en diferentes momentos durante el proyecto. Las características de cada audiencia deben determinar la forma de comunicación seleccionada para cumplir el propósito de la comunicación:

La importancia de definir sus grupos objetivo no se puede recalcar suficientemente. Los conocimientos, creencias y costumbres a menudo varían de un grupo a otro y la forma en la cual se adquiere el conocimiento no es la misma en cada comunidad. Aún dentro de un grupo objetivo dado, es importante aprender cómo segmentar (IDRC, 2012, 2).

La UCM debe compilar una lista o diagrama de red de comunicación de audiencias y mensajeros. Para cada audiencia considerar las percepciones, motivaciones e intenciones con respecto al riesgo de deslizamientos y

**TABLA 8.5 Ejemplos de factores locales que afectan la comunicación**

FACTOR	EFFECTO SOBRE LA COMUNICACIÓN
Percepciones comunitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede haber opiniones sobre quiénes deberían tener asistencia por sus circunstancias sociales, pero no según las recomendaciones del proyecto</li> <li>• Las percepciones de medidas de riesgo y mitigación de deslizamientos pueden variar entre comunidades y por lo tanto requieren diferentes mensajes</li> <li>• Las agencias y el personal del gobierno inicialmente no inspiran confianza</li> </ul>
Comportamiento social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando la comunidad está altamente polarizada por la criminalidad y otros factores; esta situación puede causar dificultades en la aceptación del proyecto</li> </ul>
Percepción del momento oportuno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las diferencias culturales en las percepciones del tiempo pueden afectar los marcos de tiempo del proyecto (p.ej. donde prevalece una actitud <i>laissez faire</i>)</li> </ul>
Mensajes del gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las diferentes partes de la burocracia establecida del gobierno podrían enviar mensajes diferentes relacionados con las prioridades y prácticas de la RRD</li> </ul>
Motivaciones políticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las comunidades podrían avanzar más rápido que el gobierno al reconocer la necesidad de RRD</li> <li>• La RRD podría tener poca importancia en la motivación actual del gobierno, pero ser de alta importancia en la de los partidos políticos de la oposición</li> </ul>
Historia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fatiga del proyecto entre los residentes puede significar que los mensajes motivacionales necesitan ser más dinámicos y no simplemente justificar científicamente la intervención</li> </ul>
Género	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las mujeres pueden ser las que toman las decisiones a diario en el hogar, pero tienen menos exposición a ciertos métodos de comunicación</li> </ul>
Propiedad de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mensajes del proyecto tienen que tomar en cuenta los protocolos locales de propiedad de la tierra</li> </ul>
Reuniones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los puntos de vista expresados en reuniones pueden reflejar puntos de vista dominantes y no de la mayoría e intereses especiales no declarados</li> </ul>
Disponibilidad de las partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partes interesadas claves podrían estar fuera del alcance de algunas formas de comunicación (p. ej. propietarios que residen en el extranjero)</li> </ul>



la posibilidad de adoptar un nuevo comportamiento de reducción de riesgos (sección 8.3.1); el contexto cultural, político y social y los factores locales que puedan afectar la comunicación y limitar el cambio de comportamiento (tabla 8.5). Utilizar herramientas como la Ventana de Johari (figura 8.1) y los estudios de base para ayudar a que las partes interesadas (audiencia y mensaje) entiendan estas percepciones. Este análisis ayudará a identificar los requisitos de la comunicación en términos de formas apropiadas de comunicación y mensajes (sección 8.5).

## 8.5 FORMAS DE COMUNICACIÓN Y MENSAJES DEL PROYECTO

Las formas de comunicación se pueden clasificar por modos, canales y herramientas:

- Los modos básicos de comunicación son escritos, verbales y visuales; unidireccional (transferencia de información) o bidireccional (consulta y diálogo).
- Los canales de comunicación pueden ser, bien sea cara a cara (directo) o mediado (indirecto) o según sea el objetivo específico: individuos, grupos o audiencias dispersas.
- Diferentes herramientas de comunicación son apropiadas para los diferentes modos y canales de comunicación, como se ilustra en la tabla 8.6.

Los proyectos MoSSaiC necesitan utilizar una amplia gama de modos, canales y

herramientas de comunicación para lograr los objetivos del proyecto y fomentar el cambio de comportamiento. Las herramientas de comunicación se deben utilizar como parte del proceso general del proyecto y no como logros independientes (p. ej., mapas de deslizamientos, carteles, folletos o un documental de TV).

La comunicación directa bidireccional (consulta y diálogo) es particularmente importante para la participación y el aprendizaje práctico de la comunidad durante las fases de selección de comunidades y cartografía, diseño y construcción del drenaje y mantenimiento posterior al proyecto. Estas formas de comunicación se resumen en la sección 8.5.1 con respecto a las audiencias del proyecto.

Algunos ejemplos de formas indirectas de comunicación que usan materiales escritos y visuales, así como los medios (TV y radio), se presentan en las secciones 8.5.2–8.5.5. Estas formas se pueden utilizar para apoyar la participación y el aprendizaje práctico y son los principales medios para proporcionar información a una audiencia más amplia y dispersa.

Utilizar la tabla 8.7 para ayudar a decidir qué formas de comunicación son las más adecuadas para cada parte interesada y propósito, después de consultar las secciones 8.5.1–8.5.5. Determinar si las audiencias considerarán sus respectivas formas de comunicación apropiadas y confiables. Identificar los mensajes clave para cada audiencia y qué formas de comunicación transmitirán los mensajes más efectivamente (sección 8.5.6).

**TABLA 8.6 Ejemplos de herramientas de comunicación por modo, canal y propósito**

MODO, CANAL, PROPÓSITO	HERRAMIENTA
Comunicación unilateral para proveer información indirecta sin ningún mecanismo de retroalimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panfletos, carteles, paquetes de información</li> <li>• Boletines informativos, actualizaciones del proyecto</li> <li>• Informes, documentos, protocolos</li> <li>• Exhibiciones, demostración de tecnologías</li> <li>• Medios de comunicación (TV, radio, periódicos)</li> </ul>
Comunicación bidireccional para buscar información y retroalimentación indirecta o cara a cara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas de campo</li> <li>• Documentos de consulta, encuestas</li> <li>• Reuniones, presentaciones públicas formales</li> </ul>
Comunicación y diálogo bidireccional para facilitar intercambio, entendimiento mutuo y participación de las partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talleres de cartografía interactiva y actividades de formación</li> <li>• Reuniones de creación de consenso, mediación</li> <li>• Varias herramientas de participación comunitaria</li> </ul>

*Fuente:* Burgess y Chilvers, 2006.

**TABLA 8.7 Decidir qué formas de comunicación usar para cada audiencia de las partes interesadas**

QUIÉN (AUDIENCIA)	CUÁNDO Y POR QUÉ (PROPÓSITO)	CÓMO (FORMA)
Financiadores	A través del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con los requisitos formales de informar</li> <li>• Crear concientización</li> <li>• Abogar por un cambio de política</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas e informes del proyecto</li> <li>• Invitaciones de visitas de campo</li> <li>• Reuniones informativas sobre el impacto del proyecto</li> </ul>
Políticos y responsables de la toma de decisiones del gobierno	Especialmente en los hitos claves del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con los requisitos formales de informar</li> <li>• Crear concientización</li> <li>• Buscar apoyo público</li> <li>• Abogar por un cambio de política</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas de campo por funcionarios del gobierno registradas e informadas por los medios</li> <li>• Informes a representantes escogidos por la comunidad</li> <li>• Informes al gabinete</li> </ul>
UCM, equipos de trabajo del gobierno	Especialmente en las etapas iniciales del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizarse con el enfoque MoSSaiC</li> <li>• Proveer información técnica</li> <li>• Generar conocimiento nuevo</li> <li>• Facilitar participación de la comunidad</li> <li>• Cambiar las prácticas de RRD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales de enseñanza para la formación en aulas y en campo</li> <li>• Interacción formal e informal con equipos y residentes de la comunidad</li> <li>• Experiencia y diálogo práctico con la comunidad</li> </ul>
Equipos de trabajo de la comunidad, residentes de la comunidad y propietarios de la tierra	A través del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear concientización</li> <li>• Proveer información técnica y del proyecto</li> <li>• Facilitar la participación en el proyecto</li> <li>• Generar conocimiento nuevo</li> <li>• Cambiar prácticas de RRD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones comunitarias</li> <li>• Casas piloto</li> <li>• Carteles y panfletos</li> <li>• Cobertura de TV, periódicos y radio</li> <li>• Certificación MoSSaiC de los contratistas claves de la comunidad</li> <li>• Transferencia de conocimiento entre las comunidades</li> </ul>
El público en general	A través del proyecto, especialmente en las fases de construcción/terminación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer información</li> <li>• Crear concientización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura de TV, periódicos y radio</li> <li>• Panfletos disponibles a solicitud</li> </ul>
Comunidad regional de usuarios de MoSSaiC y de las partes interesadas regionales	A la terminación del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveer información</li> <li>• Facilitar compartir el conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talleres</li> <li>• Conferencias</li> <li>• Breves comentarios escritos de casos de estudio</li> <li>• Profesionales de internet en la comunidad</li> </ul>
La comunidad académica y profesional (ciencia, ingeniería, ciencias sociales)	A través del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen entre homólogos y difusión de fundamentos científicos, métodos y resultados del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación de trabajos de investigación en revistas académicas y profesionales</li> <li>• Presentaciones en conferencias académicas</li> <li>• Investigación colaborativa</li> </ul>

### 8.5.1 Comunicación directa, consulta y diálogo

Una comunicación bidireccional fomenta un cambio de comportamiento que permite a los interesados comprender las percepciones de los otros, colaborar en las actividades del proyecto y aprender de cada uno (ver tabla 8.8 para ejemplos). Boham (1996, 2) observa que “En un diálogo, nadie está tratando de ganar. Todo el mundo gana si alguno gana... En un diálogo,

no hay ningún intento de ganar puntos o hacer prevalecer un punto de vista particular”.

Las herramientas específicas de esta forma de comunicación incluyen:

- Documentos de consulta, encuestas, visitas de campo
- Reuniones formales, presentaciones
- Cartografía interactiva, talleres y actividades de formación.

- Reuniones de concertación, mediación
- Herramientas de participación comunitaria como la cartografía colectiva, la clasificación de prioridades y las caminatas de observación.

### Utilizar la comunicación bidireccional directa para los proyectos MoSSaiC

Estas herramientas de comunicación se utilizan durante todo el proyecto MoSSaiC para facilitar la colaboración entre las partes interesadas del gobierno y de la comunidad. Para entender y aplicar estas herramientas, la UCM

y los equipos de trabajo del gobierno deben revisar su uso en el contexto de su propósito específico para MoSSaiC; ver la tabla 8.8 como guía.

### Entregar mensajes del proyecto

El enfoque que la UCM y los equipos de trabajo del gobierno adoptan para comunicarse con las comunidades determinará cuánto se les acepta y se confía en ellos y qué tan efectivos serán los mensajes del proyecto en la motivación de un cambio de comportamiento:

**TABLA 8.8 Ejemplos de herramientas directas de comunicación bilateral para que se utilicen en todo el proceso del proyecto MoSSaiC**

ACTIVIDAD DEL PROYECTO MOSSAIC	HERRAMIENTA
Crear los equipos de trabajo de gobierno de la UCM (capítulo 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones formales para presentar el concepto del proyecto a quienes toman las decisiones y a las agencias y para consultar sobre la selección de los miembros de la UCM y de los equipos de trabajo del gobierno</li> <li>• Crear consenso y planificar reuniones dentro de la UCM y los equipos de trabajo del gobierno para acordar los pasos del proyecto</li> </ul>
Entender los deslizamientos (capítulo 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación/formación en riesgo de deslizamiento para el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería</li> <li>• Presentación de la información de deslizamientos por parte de expertos a todas las partes interesadas a lo largo del proyecto</li> </ul>
Seleccionar las comunidades (capítulo 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta en la UCM, los equipos de trabajo del gobierno, las agencias del gobierno local y las comunidades para recopilar información esencial sobre el riesgo de deslizamiento</li> <li>• Visitas de campo y reuniones para crear consenso y acordar la selección de las comunidades</li> </ul>
Cartografía de acuerdo con la comunidad (capítulo 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones y presentaciones formales para crear concientización en la comunidad del riesgo de deslizamiento y el proyecto MoSSaiC</li> <li>• Consulta con la comunidad para identificar sus representantes</li> <li>• Herramientas para la participación comunitaria (caminatas de observación, cartografía y clasificación prioritaria) para identificar amenazas y soluciones a deslizamientos</li> <li>• Capacitación informal (en campo) de los equipos de trabajo del gobierno</li> </ul>
Diseño del drenaje (capítulo 6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación/formación en diseño de drenajes para el equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería</li> <li>• Reuniones para crear consenso y grupos temáticos para acordar un plan de drenaje con quienes toman las decisiones del gobierno y la comunidad</li> <li>• Reunión/presentación formal del diseño de drenaje a la comunidad y a quienes toman las decisiones en el gobierno</li> </ul>
Implementación de los trabajos (capítulo 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación formal (en aula) e informal (en campo) para los contratistas locales y supervisores de obra y (si es relevante) a los equipos de la comunidad involucrados en adquisiciones</li> <li>• Mediación entre los residentes y los que trabajan en la obra</li> <li>• Invitación de visitas al campo a quienes toman las decisiones en el gobierno y los financiadores</li> </ul>
Mantenimiento y evaluación post proyecto (capítulo 9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta y creación de consenso en el enfoque del mantenimiento</li> <li>• Ceremonia formal a la terminación del proyecto para todas las partes interesadas</li> <li>• Visitas de campo, reuniones de los grupos temáticos y consulta con todas las partes interesadas para determinar el impacto del proyecto y las lecciones aprendidas</li> </ul>

Cualquier estrategia destinada a lograr un cambio en una comunidad se debe discutir y ser entendida y acordada con la comunidad, ya que los que toman las decisiones principales sobre qué y cómo cambiar son quienes van a quedar afectados por los cambios (FAO, 2004, B1).

Considerar las costumbres locales, normas y recursos que guiarán el enfoque de la comunicación bidireccional en las comunidades. Pida orientación al equipo de enlace con la comunidad y los representantes de la comunidad para identificar las reglas básicas que deben regir en los equipos de trabajo en su tarea de involucrar las comunidades. En este aspecto, tener en cuenta (IFRC, 2008 y Mefalopulos, 2008):

- Acordar de antemano el momento, lugar y propósito de las reuniones y las visitas de campo con los representantes de la comunidad
- Elegir lugares accesibles para las reuniones con la comunidad
- Iniciar y terminar las reuniones y visitas de campo, en los tiempos acordados
- Respetar las formalidades y el lenguaje al dirigirse a individuos y grupos
- Ser consciente de los mensajes no verbales transmitidos por el lenguaje corporal y el comportamiento
- Apagar los teléfonos móviles y permanecer presente en todas las reuniones
- Respetar las opiniones e incluir a todos los participantes
- Recordar que la escucha activa puede ser tan importante como hablar
- Ser franco y contestar las preguntas honestamente
- Dar explicaciones breves y fáciles de entender
- Proporcionar una guía práctica sobre las acciones comunitarias
- Usar rotafolios, mapas, folletos y otras herramientas interactivas visuales como medio para compartir información.

Identificar los mejores medios para notificar a las comunidades acerca de las reuniones del proyecto y las visitas a los sitios —boca a boca, comunicación a través de un líder o representante de la comunidad o por medio de

una persona a la cual se le paga para hacer los anuncios en la comunidad.

### 8.5.2 Sitios de demostración comunitarios y casas piloto

En muchas comunidades vulnerables, la mejor forma de comunicación es la altamente visual y mediante demostración. Las visitas a los sitios de eventos de amenaza pasados y la demostración de medidas de mitigación de amenazas exitosa son una vía poderosa para cambiar las percepciones acerca de cómo hacer frente a las amenazas efectivamente. Los sitios de demostración, infraestructuras de ejemplo y casas piloto en las comunidades proporcionan una prueba tangible que puede ayudar a los gobiernos y comunidades a visualizar que ellos podrían tener la capacidad para hacerlo en situaciones similares (auto-eficacia). Combinando sitios de demostración con materiales de información y formación permite a las personas entender y adoptar un comportamiento de reducción de riesgo.

#### Sitios de demostración MoSSaiC y casas piloto

Los proyectos MoSSaiC terminados proporcionan el contexto para demostrar soluciones de amenaza de deslizamientos urbanos como las redes de drenaje de agua superficial, casas con canalones en el tejado, tanques de agua lluvia y conexiones para aguas grises. Vistos en el contexto de anteriores deslizamientos en sitios similares, los sitios de demostración permiten a los residentes de la comunidad y visitantes invitados ver ejemplos prácticos de cómo los hogares pueden reducir la amenaza de deslizamientos.

Durante las fases de cartografía comunitaria y diseño del drenaje y guiados por los equipos de trabajo del gobierno, los residentes de la comunidad deben seleccionar una casa piloto potencial acordándolo con el propietario. Asegurarse de que el cabeza de familia tiene un compromiso genuino con el concepto y el efecto que puede tener la exposición dentro de la comunidad. Equipar la casa piloto con las siguientes características de drenaje como parte de una intervención de drenaje comunitaria (figura 8.2):

- Canalones y bajantes para drenar el tejado
- Recolección de aguas grises de cocinas y baños

**TABLA 8.9 Ejemplo de sitios de demostración y casas piloto durante el proceso del proyecto MoSSaiC**

ACTIVIDAD DEL PROYECTO MOSSAIC	UBICACIÓN	PROPÓSITO (Y AUDIENCIA CLAVE)
Entender los deslizamientos	Ubicación de deslizamientos previos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear concientización acerca del enfoque MoSSaiC y buenas prácticas de reducción de amenazas de deslizamiento (gobierno, partes interesadas y representantes de la comunidad)</li> <li>• Proveer el contexto para formación (supervisores de obra y contratistas)</li> </ul>
Seleccionar comunidades	Drenajes y casas piloto en comunidades donde se ha terminado el proyecto MoSSaiC	
Cartografía de acuerdo con la comunidad		
Diseñar el drenaje		
Implementar las obras	Nuevos drenajes y casas piloto en el actual proyecto MoSSaiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear concientización de buenas prácticas de reducción de amenazas de deslizamiento (residentes de la comunidad)</li> </ul>
Mantener y evaluar con posterioridad al proyecto		

- Conexión de toda el agua de los hogares en drenajes revestidos
- Construir drenaje de bajo costo donde sea apropiado
- Vigilar los niveles de agua subterránea, si es necesario (ver capítulo 9)
- Supervisar cualquier grieta en la casa (ver el capítulo 9).

Utilizar la tabla 8.9 para ayudar a identificar el uso de sitios de demostración y casas piloto como parte de la estrategia de comunicación del proyecto.

#### Hacer llegar mensajes del proyecto

Los sitios de demostración y las casas piloto pueden cambiar las percepciones y motivaciones de las comunidades al demostrar que los

hogares tienen la capacidad de gestionar efectivamente el agua de los tejados y de las aguas grises y contribuir a la mitigación de deslizamientos. Esta infraestructura de ejemplos también puede cambiar las percepciones de los contratistas y partes interesadas del gobierno acerca del impacto y efectividad de medidas simples, de relativo bajo costo, para mitigar las amenazas de deslizamientos.

La exhibición de la casa y las obras de drenaje y conexiones que la acompañan es vital para que ésta sea una efectiva herramienta de comunicación. Posteriormente se podría exhibir un plano de la casa en carteles que los medios puedan usar luego para una promoción adicional.

Algunos proveedores comerciales de casas exhiben casas piloto (figura 8.2c). Con el apoyo

**FIGURA 8.2 Casas piloto**



a. Casa piloto ubicada principalmente dentro de una comunidad; observar las tuberías de aguas grises conectadas a un nuevo drenaje.



b. La señalización publicada en la propiedad de la casa piloto ayuda a reforzar el mensaje de buena gestión de agua superficial.



c. Casa piloto erigida por una compañía comercial ubicada al lado de un camino principal para un máximo impacto.

del gobierno, fomentar la asociación de empresas comerciales locales con el proyecto para que las intervenciones de drenaje MoSSaiC puedan recibir visibilidad adicional. Esta medida también puede ayudar en la promoción para incluir buenas prácticas de drenaje en pendientes en los códigos de construcción. La frecuente ausencia de códigos de construcción legalmente vinculantes y normas de construcción obligatorias significa que mostrar las casas piloto tiene la posibilidad de ser un factor de gran influencia en la estrategia de comunicación para la reducción de amenazas de deslizamientos.

### 8.5.3 Material escrito y visual para las comunidades

Los materiales que proporcionan información en forma escrita y visual combinadas pueden ser una poderosa vía de comunicación. Las herramientas de comunicación como fotografías, mapas, gráficas, diagramas y dibujos animados pueden ayudar a las audiencias a entender los riesgos y el comportamiento de reducción de riesgos en la forma identificada por Lundgren y McMakin, 2009, que se enuncia a continuación:

- Proporcionar información de una manera memorable
- Dar claridad sobre conceptos abstractos y complicados

- Revelar patrones y tendencias que de otra manera quedarían ocultos
- Fomentar el entendimiento y solución de problemas
- Transmitir información más rápidamente, de forma más real y precisa que los mensajes verbales.

#### Materiales de información MoSSaiC

Los materiales apropiados de información escrita y visual deben acompañar y apoyar otras formas de comunicación a las partes interesadas y especialmente a las comunidades del proyecto. Los planos y el mapa de características de la pendiente comunitaria son fundamentales para el proyecto y pueden ser una herramienta visual muy útil para la comunicación en los procesos de ladera, lugares peligrosos, la justificación de las rutas de drenaje y el proceso de construcción. Las herramientas escritas y visuales también se pueden utilizar en la explicación de los procesos de estabilidad de pendientes urbanas, en qué consiste el proceso del proyecto MoSSaiC, cómo pueden ayudar el drenaje de pendiente y las buenas prácticas de gestión de pendientes y por qué y cómo se deben mantener los drenajes. Estas herramientas deben permitir apreciar el enfoque general de la comunidad en la estabilidad de pendientes, así como las acciones y responsabilidades personales.

**TABLA 8.10 Ejemplo de materiales escritos/visuales usados durante el proceso del proyecto MoSSaiC**

ACTIVIDAD DEL PROYECTO MoSSaiC	MATERIAL	PROPÓSITO PARA LAS COMUNIDADES
Cartografía de acuerdo con la comunidad	Carteles/panfletos del proyecto MoSSaiC y estabilidad de la pendiente	Crear concientización en la comunidad sobre MoSSaiC y las causas y soluciones de deslizamientos urbanos
	Planos de la comunidad para utilizar durante el proceso de cartografía	Proveer la oportunidad para que los residentes aporten conocimiento al proyecto y que participen en él
Diseño de drenaje	Planos tamaño cartel de las ubicaciones de drenaje expuestos en reuniones y en lugares destacados en la comunidad	Proveer información y oportunidades para involucrar a la comunidad en el diseño de las obras planificadas
Implementación de los trabajos	Panfletos sobre drenaje de pendientes, gestión de pendientes y prácticas de mantenimiento de drenajes	Crear concientización en la comunidad sobre buenas prácticas en la reducción de riesgo de deslizamiento
Mantenimiento y evaluación posterior al proyecto		

Utilizar la tabla 8.10 como una guía para el uso herramientas escritas y visuales en comunidades a través de todo el proyecto.

### Hacer llegar mensajes del proyecto

El contexto cultural y educativo local determinará la eficacia relativa de los diferentes medios de comunicación escritos e ilustrados en las comunidades vulnerables. La UCM debe determinar qué tan eficaz puede ser el medio escrito como mapas, carteles, dibujos animados y folletos. Considerar los niveles de alfabetización, la formalidad e informalidad del lenguaje que se usa y un equilibrio entre el material escrito y visual. Donde sea apropiado, utilizar imágenes o ilustraciones de lugares familiares en la comunidad para mostrar la importancia y fomentar el sentido de lo propio. Probar previamente los materiales con los representantes de la comunidad para asegurarse de que son culturalmente relevantes y apropiados.

Las herramientas de comunicación deben coincidir con el mensaje y el propósito, como ilustran estos ejemplos:

- Los panfletos e invitaciones a reuniones deben ser personalizados y breves para generar interés en el proyecto y proporcionar información de un vistazo sobre cómo participar.
- Los folletos y fichas de datos se pueden usar para proporcionar información detallada que las personas pueden leer y releer en sus casas.
- Los mapas pueden bien estar diseñados de forma no realista para transmitir conceptos simples del proyecto o precisos y realistas para transmitir la escala espacial y colocación exacta de las características.
- Los carteles se deben diseñar para atraer la atención de la audiencia y transmitir uno o dos mensajes simples y legibles desde una distancia mínima de un metro.

Utilizar estos materiales como refuerzo de otras formas de comunicación durante el proyecto:

- Distribuir panfletos o invitaciones a reuniones proporciona a los residentes la oportunidad de hacer preguntas e involucrarse con el

**FIGURA 8.3 Invitación a reunión y folleto del proyecto entregado a los residentes de la comunidad al inicio del proyecto**

**Reunión de la comunidad el 12 de septiembre a las 6 p.m.**  
**Mejora de la estabilidad de la pendiente y drenaje en nuestra comunidad**

**Entendiendo los taludes**

*Se afecta la estabilidad de la pendiente con cambios en:*

- la geometría de la pendiente – ej., hacerla más escarpada
- la carga en la pendiente – ej., construir una casa
- la dureza del suelo – ej., añadir agua y/o eliminar vegetación

**Iluvia**

roca

suelo

aumento del nivel de agua en el terreno

- 1 Agua de los techados
- 2 Agua de la superficie del terreno
- 3 Drenajes y barrancos no revestidos
- 4 Agua de las viviendas más aguas residuales

Está invitado al salón de la comunidad para hablar con los líderes del Gobierno sobre la iniciativa de Reducción del Riesgo para mejorar la estabilidad de la pendiente y el drenaje en esta comunidad.

Se discutirá el siguiente plan propuesto de proyecto:

Fase 1. Proyecto piloto: cómo proveer drenaje para mejorar la estabilidad de la pendiente en el área de mayor riesgo (10 casas)

Fase 2. Extender los drenajes principales a toda la comunidad y conectarlos con las casas (100 casas)

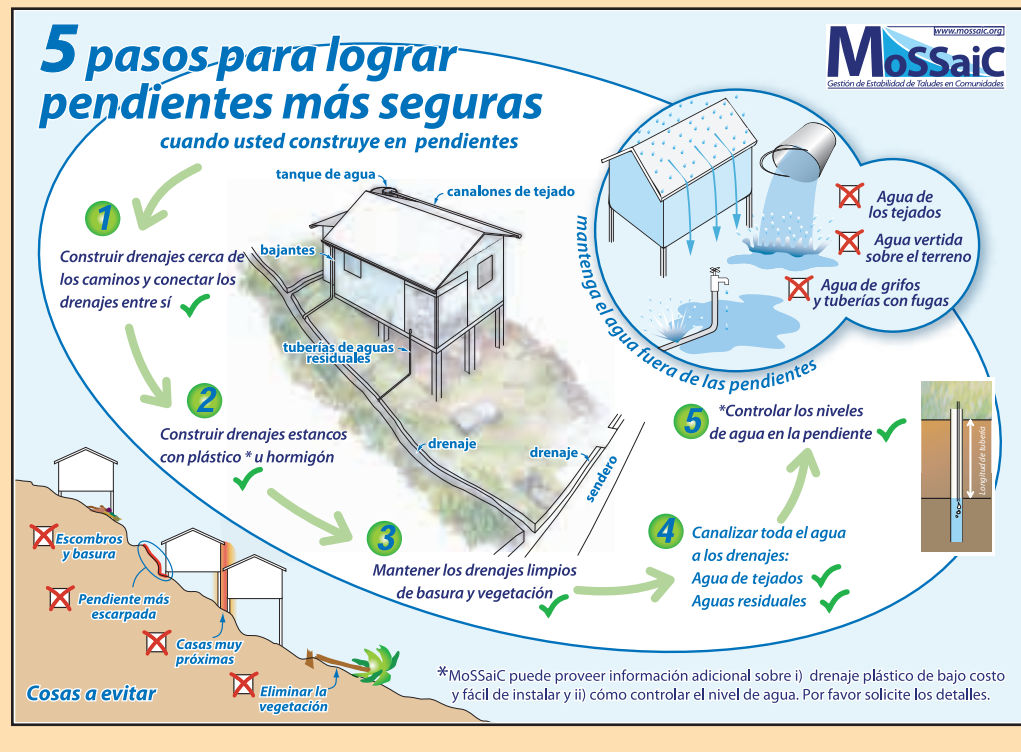
*Organizado por el Comité de la Comunidad*

**¿Qué puede hacer cada casa?**

- usar canalones para captar el agua lluvia del tejado
- dirigir toda el agua del tejado y aguas grises a las líneas de drenaje
- mantener los drenajes principales limpios de derrubios
- informar sobre grietas y fugas en los drenajes
- informar sobre fugas en las tuberías de agua corriente
- ...ustedes pueden aportar otras ideas para reducir el agua que va a la pendiente...

**Mejorar el drenaje para hacer más seguras las pendientes**

**FIGURA 8.4** Ejemplo de un folleto o cartel pequeño para usar en conversaciones informales con los residentes



proyecto independientemente de si el folleto realmente se lee o no (figura 8.3).

- Los folletos y versiones pequeñas de los carteles se pueden utilizar durante las conversaciones en cada casa y la formación en el sitio para ayudar a explicar los fundamentos científicos y demostrar buenas prácticas de construcción y de gestión de pendientes (figura 8.4).
- Obtener los permisos necesarios para exhibir carteles en lugares destacados como tiendas y bares, centros comunitarios y otros puntos de encuentro natural. Los carteles pueden proporcionar un punto focal para las reuniones, formación, reportajes de TV y promoción del proyecto por líderes políticos. (figura 8.5).

### 8.5.4 Cobertura de TV, radio y periódicos

La TV nacional y local, la radio y los periódicos se pueden utilizar para divulgar la información del riesgo y los mensajes a las partes interesadas del proyecto y a un público más amplio. El contenido, mensajes y efectos de la cobertura de los medios depende de quién establece el programa. Por ejemplo, los mensajes oficiales del gobierno se pueden centrar en mitigar y

tranquilizar, mientras que a los medios de difusión les puede atraer los impactos y el drama del desastre (Höppner et al., 2010).

La cobertura de noticias a menudo tiende a basarse en los eventos y se puede iniciar a través de los medios o los gerentes de riesgo del gobierno. Los gobiernos pueden encargar las campañas de comunicación con una cobertura sostenida de los medios utilizando una variedad de formatos (como ítems de noticias, foros de discusión, documentales e historias de interés humano) para generar interés, influir en las percepciones y cambiar el comportamiento.

### Cobertura de los medios en proyectos MoSSaiC

La cobertura de los medios puede ser apropiada para los proyectos MoSSaiC como un medio de comunicar la información acerca del proyecto y la reducción del riesgo de deslizamientos urbano. Asegurarse de que haya un miembro de la UCM o del equipo de trabajo de comunicaciones que tiene experiencia con los medios o puede buscar asistencia de otra agencia del gobierno o medios de comunicación apropiados.

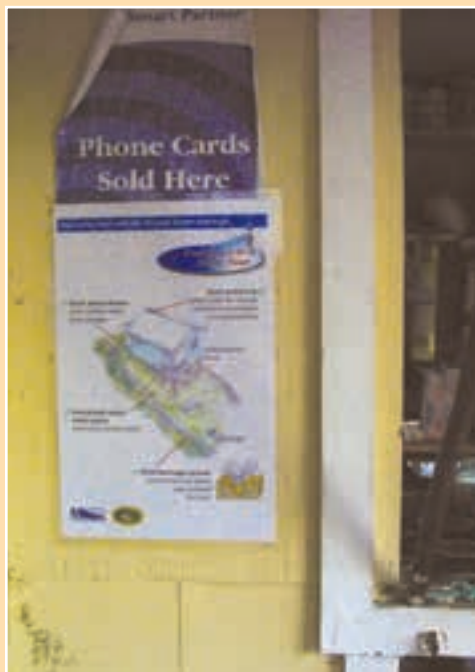
Identificar las ventanas de oportunidad en el proceso del proyecto (reuniones o hitos) y actividades como cartografía y construcción e



**FIGURA 8.5 Utilizar carteles publicitarios para transmitir los mensajes del proyecto**



a. Diseño de un cartel que ilustra buenas prácticas de drenaje.



b. Publicación de un cartel muy a la vista en la pared de una tienda, bar o lugar de reunión de la comunidad.



c. El cartel visualizado se filma para incluirlo en un documental de TV para MoSSaiC.



d. Un funcionario del gobierno utiliza el cartel para explicar la intervención durante un curso de formación para personal del gobierno.

historias de interés humano que se prestan a la cobertura de los medios. Consulte con los equipos de trabajo del gobierno y los representantes de la comunidad para acordar el mensaje, contenido y cobertura antes de invitar los medios. Utilizar la tabla 8.11 para guiar el uso de la cobertura de los medios durante el proyecto.

### Hacer llegar mensajes del proyecto

Los medios en las etapas iniciales del proyecto probablemente solicitarán entrevistas de radio y TV incluyendo la decisión de financiar

el proyecto y la selección de comunidades. En estas etapas tempranas, es importante gestionar las expectativas por medio de información clara acerca de cómo está diseñado el proyecto para lograr sus objetivos y cómo se seleccionarán las comunidades.

Organizar la presencia de los medios durante la construcción y entrevistar figuras importantes de la comunidad que se involucren activamente en el proyecto (figura 8.6). La presencia de los medios en la comunidad añade impulso a un proyecto y construye

**TABLA 8.11 Ejemplos de cobertura de los medios durante el proceso del proyecto MoSSaiC**

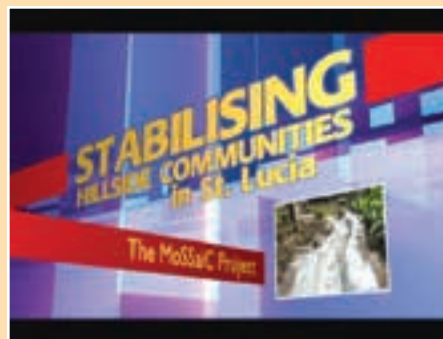
ACTIVIDAD DEL PROYECTO MOSSAIC	COBERTURA DE TV, RADIO Y PERIÓDICOS	PROPÓSITO PARA AUDIENCIAS MÁS AMPLIAS
Seleccionar comunidades	Comunicado de prensa para anunciar el proyecto MoSSaiC en las comunidades seleccionadas	Información y transparencia y aumentar el nivel de concientización del enfoque MoSSaiC
Cartografía de acuerdo con la comunidad	Relatar historias de la comunidad y científicas	Crear concientización de las causas y soluciones de deslizamientos locales
Diseño del drenaje		
Implementación de las obras		
Mantenimiento y evaluación posterior al proyecto	Recapitular historias de la comunidad y científicas y mostrar pruebas de efectividad	Cambiar percepciones y motivaciones en relación con la reducción de riesgo de deslizamiento urbanos

un sentido de pertenencia entre los residentes de la comunidad. Para entrevistas en vivo especialmente (que no permiten edición posterior), tener un mensaje claro —decir quiénes son los participantes en el proyecto y qué está haciendo el proyecto para reducir la amenaza de deslizamientos.

Los gobiernos pueden utilizar los documentales de TV para crear consciencia del proyecto e informar de sus resultados (figura 8.7). Asegurarse de que hay imágenes del compromiso de la comunidad, particularmente durante la cartografía y la construcción.

El programa de TV se puede repetir posteriormente cuando se inicien otros proyectos MoSSaiC en las comunidades. Las ventajas y riesgos asociados a este estilo de programación se deben revisar antes de encargar el programa (tabla 8.12). Las directrices generales para

**FIGURA 8.7 Plano inicial de un documental MoSSaiC para la TV**



Un documental enfocado en el proyecto puede ser un medio poderoso para concientizar al público y crear un fuerte sentido de propiedad en la comunidad y en los que están involucrados en la supervisión y gestión del proyecto.

*Fuente:* Gobierno de Santa Lucía.

**FIGURA 8.6 Filmación de la construcción por los medios**



a. Filmación de los contratistas de la comunidad durante la construcción de un drenaje de bajo costo. La presencia de los medios, en tales circunstancias, usualmente se recibe de forma positiva por las comunidades vulnerables.



b. Un residente de la comunidad (también contratista) explica el proyecto a la estación local de TV. Promover que los miembros de la comunidad narren la historia puede ser más poderoso que si lo hacen los gerentes del proyecto.

**TABLA 8.12 Factores que debe considerar la UCM cuando encarga un documental de TV**

VENTAJA	RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un “estándar de oro” muy superior en cuanto al reconocimiento de los medios</li> <li>• Con posibilidades de tener una vida útil larga</li> <li>• Producido profesionalmente</li> <li>• Al ser filmado en un contexto familiar/local, un documental producido localmente puede crear concientización de que una amenaza de deslizamiento se puede abordar localmente en comunidades similares</li> <li>• Podría atraer la atención y el respaldo de una persona prominente y respetada</li> <li>• Se puede utilizar en posteriores cursos de formación de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otra organización puede estar a cargo del mensaje general que se envía</li> <li>• No existe garantía de que se cubrirán todos los elementos de MoSSaiC</li> <li>• Los costos de una empresa mediática profesional pueden ser altos</li> <li>• Es posible que no capte el impacto completo de la intervención, p.ej. el caudal de los drenajes durante grandes tormentas</li> <li>• Puede recoger puntos de vista dominantes y no representativos expresados por residentes de la comunidad que participan como voluntarios</li> </ul>

transmitir mensajes a los medios de comunicación son las siguientes:

- Debe ser sencillo; usar palabras que las personas entiendan.
- Ser claro y evitar explicaciones detalladas.
- Describir de forma simple lo que el proyecto hace, no cómo funciona.
- Describir las diferencias que el proyecto producirá en la comunidad local.
- Relatar una historia humana, que explique lo que el proyecto va a hacer por una persona.

Muchas organizaciones proporcionan directrices integrales para el desarrollo comunitario y proyectos de RRD —ver, p. ej., PNUD, (2012)

### 8.5.5 Publicaciones científicas y profesionales

Hay una brecha entre el conocimiento de RRD y la acción —y entre investigadores, los que deciden las políticas, las diferentes disciplinas académicas y las profesiones relacionadas, como la ingeniería (Gaillard y Mercer, 2012). Se están haciendo esfuerzos para tratar las dificultades entre estos diferentes actores. Las soluciones potenciales incluyen la adopción de nuevos paradigmas para combinar los enfoques de reducción de amenaza y vulnerabilidad y desarrollar nuevos mecanismos de intercambio de conocimiento, vías de comunicación de información científica e incertidumbre, colaboraciones multidisciplinarias y enfoques de acción-investigación (Malamud y Petley, 2009).

MoSSaiC adopta un enfoque multidisciplinar para la entrega de medidas de reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con las comunidades, basado en fundamentos científicos y en resultados. Esta específica colaboración de investigadores, profesionales y responsables de definir las políticas de RRD se presta a la divulgación de la investigación y resultados del proyecto en los círculos académicos y profesionales.

Publicar un artículo en una revista profesional local o revista académica con participantes del proyecto clave como coautores puede ser un buen canal de comunicación por las siguientes razones:

- Las revistas académicas requieren documentos que se revisarán por colegas, por lo tanto, proporcionan retroalimentación y evaluación crítica del proyecto, oportunidades de aprender y la posterior credibilidad una vez que se acepta para su publicación.
- Los artículos en publicaciones locales se leerán por los colegas en los gobiernos y las compañías privadas que participan en las decisiones relativas a MoSSaiC.
- Los artículos pueden llegar a una audiencia diferente de las de los programas de televisión y radio.
- Cualquier artículo tendrá una vida útil bastante larga y por lo tanto, será un recurso accesible durante un periodo de tiempo que supera el de una entrevista de radio.
- Otras iniciativas de construcción se suelen exhibir normalmente en revistas profesionales

—un artículo sobre MoSSaiC aumentará la consciencia de la relación entre la construcción y la amenaza de deslizamientos.

- Tener un elemento tangible (un artículo impreso) significa tener copias que se compartirán con los residentes de la comunidad; ésta puede ser la primera vez que han visto su comunidad aparecer caracterizada de esta manera clave. Esto se sumará a la sensación de los residentes de ser valorados, lo cual es muy importante en un proyecto de acuerdo con la comunidad.

### 8.5.6 Finalizar los mensajes del proyecto

La estrategia de comunicación se termina mediante el diseño de mensajes para las distintas partes interesadas. En este sentido, “¿Tenga presente que sus mensajes deben informar a la cabeza, afectar al corazón y mover los pies a la acción!” (IFRC, 2010, 47).

Diseñar mensajes que traten de persuadir a las partes interesadas a apoyar un enfoque de acuerdo con la comunidad para la reducción del riesgo de deslizamientos. Los mensajes deben explicar

- un punto principal: La mitigación de deslizamientos de acuerdo con la comunidad funciona y compensa en muchos casos;
- qué se propone: la gestión de agua superficial en la comunidad;
- por qué vale la pena hacerlo: para lograr reducir la amenaza de deslizamientos;
- acciones requeridas de la comunidad: participación activa durante el proyecto, especialmente en relación con la movilización de la comunidad y la construcción;
- la lógica y la investigación en que se basa: pruebas de que la intervención debería funcionar, incluyendo predicciones de estabilidad de pendiente y resultados de intervenciones anteriores y
- un ejemplo de acción de la comunidad en la reducción del riesgo: un ejemplo de la vida real que involucre a residentes de la comunidad.

## 8.6 FORMAS DE DESARROLLAR LA CAPACIDAD LOCAL

El desarrollo de capacidades para cambiar el comportamiento en la reducción del riesgo de deslizamientos involucra más que la transferencia de nuevo conocimiento acerca de cómo entender y reducir las amenazas de deslizamientos en comunidades. Los proyectos MoSSaiC deben crear y desarrollar “las habilidades, relaciones y valores” de gobiernos y comunidades (UNEP, 2002). Desarrollar habilidades de reducción del riesgo de deslizamientos requiere una combinación de actividades que ponen el conocimiento en acción y generan nuevos conocimientos a través de la acción (aprender haciendo). Estas habilidades o capacidades técnicas se deben desarrollar de las capacidades funcionales —financiación y políticas, colaboración entre agencias del gobierno y participación de la comunidad.

En relación con cambios de comportamiento, las actividades de desarrollo de capacidades pueden influir en las percepciones del riesgo, la creencia en la habilidad para afrontar el riesgo (efectividad de acciones, disponibilidad de recursos y expectativa de resultados positivos), el sentido de responsabilidad y el empoderamiento. La tabla 8.13 identifica los requisitos de capacidad para que los proyectos MoSSaiC influyan en el comportamiento de reducción del riesgo de deslizamientos a nivel individual, organizacional/grupal e institucional.

Principios similares afianzan las estrategias de desarrollo de capacidades y comunicación de MoSSaiC. Ambas estrategias deben implicar un equilibrio unidireccional (información y transferencia de conocimiento) y bidireccional (diálogo y aprendizaje interactivo en la práctica) y actividades formales e informales. La tabla 8.14 presenta ejemplos de enfoques y herramientas de desarrollo de capacidades.

La UCM debe usar las guías de capacidad de los capítulos anteriores para identificar las capacidades técnicas y funcionales que se necesitan crear y desarrollar. Involucrar a las partes interesadas relevantes en la evaluación de estos requisitos y utilizar esta sección para identificar las actividades de desarrollo de capacidades para personas, equipos y quienes toman las decisiones.

**TABLA 8.13 Requisitos de la capacidad MoSSaiC a nivel individual, organizacional e institucional**

NIVEL	QUIÉN ESTÁ INVOLUCRADO	REQUISITOS DE CAPACIDAD
Individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Residentes y contratistas locales</li> <li>Miembros de los equipos de trabajo del gobierno</li> <li>UCM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento científico y local de causas y soluciones de amenazas de deslizamiento</li> <li>Experiencia en reducir las amenazas de deslizamiento</li> <li>Confianza en la habilidad de actuar efectivamente</li> </ul>
Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Líderes comunitarios; toda la comunidad</li> <li>La UCM</li> <li>Los responsables de la toma de decisiones en el gobierno</li> <li>Las comunidades de usuarios regionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sentido de responsabilidad compartida y propiedad del proyecto</li> <li>Procesos y protocolos que permiten un enfoque multidisciplinario y de agencias</li> <li>Experiencia de trabajo en equipo para ejecutar soluciones sobre el terreno</li> <li>Comunidad de profesionales</li> </ul>
Institucional/ sociedad (entorno propicio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los responsables de las decisiones en el gobierno</li> <li>Los financiadores</li> <li>Los investigadores de RRD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas para invertir en medidas preventivas de reducción de amenazas de deslizamiento</li> <li>Procesos políticos para permitir los proyectos MoSSaiC y la sostenibilidad de los resultados del proyecto</li> <li>Se informa a la investigación por necesidades de política y de los profesionales</li> </ul>

**TABLA 8.14 Ejemplos de herramientas de desarrollo de capacidades por medio del aprendizaje**

MODO	HERRAMIENTA
Transferencia de conocimiento (del conocimiento a la acción)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talleres y formación formal en aulas</li> <li>Presentaciones</li> <li>Comunicación unilateral</li> </ul>
Aprender haciendo (aprendizaje por acción o de la acción al conocimiento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cartografía interactiva, talleres y actividades realizadas en el sitio durante la implementación del proyecto</li> <li>Varias herramientas participativas de la comunidad</li> </ul>
Intercambio de conocimiento y aprendizaje mutuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conferencias</li> <li>Aprendizaje de colega a colega, supervisión y entrenamiento</li> <li>Comunidades de profesionales</li> </ul>

### 8.6.1 Para las personas

Reconocer e involucrar la experiencia y habilidades que las personas ya tienen invitándolas a participar y asignándoles funciones y responsabilidades apropiadas. Proporcionar formación en grupo (sección 8.6.2) para promover el desarrollo de nuevas habilidades, de conocimiento y confianza y permitir a las personas asumir nuevas responsabilidades.

Para muchos roles de los proyectos MoS-SaiC es importante desarrollar las capacidades de una persona y proveer los mecanismos de responsabilidad a medida que lleva a cabo

sus responsabilidades. La supervisión, orientación (coaching), guía del mentor y responsabilidad frente a sus compañeros puede ayudar a cumplir con estos dos requisitos. Por ejemplo, los supervisores de obra deben proveer formación e instrucción a los contratistas y trabajadores durante la construcción; los ingenieros pueden actuar como mentores del personal técnico y aprendices y los miembros de la UCM deben apoyar a los miembros del equipo de trabajo del gobierno.

Reconocer los logros de las personas que han hecho un trabajo de alta calidad, han

alcanzado nuevas habilidades o conocimiento o han jugado un papel importante en el proyecto. Una forma de hacerlo es diseñar un proceso de reconocimiento formal (certificación) para las personas (sección 8.8.3). La UCM debe tener el proceso de certificación autorizado formalmente por el gobierno o un organismo apropiado, ya que la base legal y administrativa para el otorgamiento de certificados o reconocimiento formal puede diferir de un país a otro.

La certificación debe ser formalmente registrada para cada persona. Esto fortalece la autoestima de las personas en comunidades vulnerables y de los miembros del equipo de trabajo del gobierno y proporciona una forma tangible de reconocimiento que debe ayudar en el desarrollo de capacidades a término medio (figura 8.8).

### 8.6.2 Para los equipos

Crear cursos de formación para la UCM y los equipos de trabajo del gobierno y de la comunidad. Esta formación se logra mejor a través de una combinación de instrucción en aula con instrucción práctica en campo (figura 8.9). Donde es factible, los instructores del curso deben incluir a los residentes de la comunidad y contratistas que han recibido reconocimiento formal por sus habilidades y conocimientos.

Hacer de las visitas de campo una parte integral de la formación. Incluir la participación activa de los asistentes en los ejercicios que se relacionan con la preparación del mapa de características de pendiente comunitaria, el mapa de zonificación del proceso de pendientes y cada etapa en el desarrollo del plan de drenaje final (figuras 8.10 y 8.11).

**FIGURA 8.9** Formación MoSSaiC en el Caribe Oriental



La formación liderada por la UCM incluye clases en aula y en el campo.

### 8.6.3 Para los políticos

Los políticos necesitan información. Ellos necesitan hechos acerca de un proyecto para entender su justificación y ser capaces de transmitir esta información a los medios (figura 8.12a) y a los equipos de trabajo del gobierno y de la comunidad a medida que surjan las oportunidades. Demostrar los resultados de la efectividad del proyecto organizando visitas al sitio donde los políticos puedan ver los resultados por ellos mismos (figura

**FIGURA 8.8** Un topógrafo y un contratista de la comunidad reciben la certificación MoSSaiC



**FIGURA 8.10** Desarrollo de las capacidades de los equipos



Personal técnico del gobierno trabaja conjuntamente para producir mapas de características de pendiente y revisa la construcción terminada.

8.12b). Las visitas de campo permiten como beneficios añadidos que los políticos puedan ver las estructuras en el lugar y hablar con los residentes de la comunidad quienes pueden entonces tener la oportunidad de reforzar sus mensajes en relación con las necesidades de la comunidad.

Las visitas al sitio con los políticos desarrollan la capacidad fomentando la interacción entre las principales partes interesadas (personal del gobierno y residentes de la comunidad) y a menudo estimula el seguimiento de las acciones tales como informes de gabinete y de apoyo promovidos por los políticos participantes.

#### 8.6.4 Para las comunidades

La participación de la comunidad es el principal mecanismo para desarrollar las capacidades de

**FIGURA 8.11** Mapa combinado de zona de proceso de pendiente y plano de drenaje inicial.



**FIGURA 8.12** Desarrollar capacidades políticas



a. Es útil asegurar la presencia de los medios cuando los políticos y los miembros de la comunidad se encuentran en campo para hablar acerca de la intervención y promover más ampliamente la visión de las intervenciones de acuerdo con la comunidad.



b. Mostrar en el sitio a los políticos una intervención terminada ayuda a crear potenciales defensores políticos.

**FIGURA 8.13 Desarrollo de las capacidades de la comunidad**



a. La implementación es uno de los mejores momentos para involucrar a los residentes de la comunidad y para que ellos compartan con otros cuando se discute el progreso del proyecto y ayuden en asuntos menores de rediseño a medida que la construcción se lleva a cabo.



b. Los miembros de la comunidad que han sido también contratistas en los proyectos MoSSaiC podrían dar instrucciones en campo para ayudar a desarrollar capacidades y fomentar de esta manera su autoestima individual.

RRD en comunidades. El capítulo 5 introduce algunos principios generales de participación de la comunidad e identifica los principios y prácticas relacionadas con MoSSaiC. La UCM también debe revisar las directrices relativas a la participación de la comunidad para el desarrollo y la RRD desde las agencias de desarrollo internacional y los profesionales (ver, p. ej., ALNAP, 2003; Mansuri y Rao, 2003; Maskrey, 1992; Banco Mundial, 2010).

Considerar cómo el enfoque de la participación de la comunidad está relacionado con la capacidad de cambio de comportamiento—desde la concientización, intereses, conocimiento y actitudes para legitimar, practicar y adoptar un nuevo comportamiento en la reducción de amenaza de deslizamientos. Identificar el equilibrio necesario entre proveer información y formación formal y el empoderamiento de la comunidad para involucrarse en la identificación, diseño, implementación y mantenimiento de las medidas de mitigación de deslizamientos.

El diálogo y la exposición de las medidas de mitigación de amenaza de deslizamientos y los procesos del proyecto pueden crear confianza entre la comunidad y el gobierno. Los equipos de trabajo del gobierno deben emplear una buena parte de su tiempo en las comunidades para desarrollar las capacidades locales durante las fases de cartografía, diseño y construcción del proyecto. Las actividades de

desarrollo de capacidades específicas que promueven la participación incluyen lo siguiente:

- Aprender de la comunidad y obtener conocimiento local.
- Compartir los fundamentos científicos y la justificación para la intervención (figura 8.13a).
- Discutir la priorización de ciertas zonas y la ubicación de los drenajes.
- Fomentar la participación de la comunidad en la toma de decisiones.
- Proporcionar supervisión en la formación de los contratistas en su trabajo.
- Crear oportunidades a través de las visitas de campo y los medios de comunicación para que los políticos, los responsables de la toma de decisiones y el público en general escuchen a los residentes comunitarios.
- Otorgar certificados a los residentes y contratistas.
- Lograr que los residentes comunitarios ayuden en la formación del personal del gobierno y miembros de otras comunidades en proyectos posteriores (figura 8.13b).

### 8.6.5 Para todos los grupos de usuarios

Organizar una conferencia con las partes interesadas para compartir las mejores prácticas después de que se llevan a cabo las diferentes intervenciones MoSSaiC. Informar sobre los problemas que puedan surgir durante el



**FIGURA 8.14** Desarrollo de capacidades regionales: Tanto en conferencias como en el sitio



proyecto y recibir las reacciones de los residentes de la comunidad al proceso. Esta reunión debe crear confianza a través de un amplio círculo y por lo tanto, ser un ejercicio importante de creación y desarrollo de capacidades. Para algunos residentes, ésta será la primera vez que asistan a una conferencia o taller, lo que les proporciona mayores niveles de auto estima.

Mantener debates en campo, así como en un ambiente de conferencia (figura 8.14), a medida que el diálogo informal capta información valiosa sobre cómo se puede mejorar la ejecución de los proyectos.

## **8.7 TERMINAR LA ESTRATEGIA DE CAMBIO DE COMPORTAMIENTO INTEGRADO**

Ambos, las comunidades y los gobiernos, necesitan adoptar nuevas prácticas y políticas si las amenazas de deslizamientos urbanos se van a tratar de forma efectiva y sostenible. Integrar las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades en el proceso del proyecto

MoSSaiC puede ayudar a que cambien las percepciones, consciencia y conocimiento de las personas, así como su motivación y capacidad para actuar. La etapa final en la escalera de la adopción es que las partes interesadas continúen usando las prácticas aprendidas durante la implementación del proyecto y la incorporación de éstas en sus actividades cotidianas. Esto incluye el mantenimiento de la infraestructura suministrada durante el proyecto, así como la iniciación de nuevos proyectos.

El mantenimiento de la infraestructura de drenaje es crítico para el éxito de la intervención MoSSaiC. El mantenimiento permite que la infraestructura funcione de acuerdo con el propósito para el cual fue diseñada y construida. Muchos estudios han demostrado que el mantenimiento oportuno reporta los beneficios de eficiencia en costos (Banco Mundial, 1994) y hacer caso omiso del mantenimiento “no solo puede producir mayores gastos en el futuro, sino que también puede imponer costos adicionales inmediatos a los usuarios” (Rioja, 2003, 2282).

Utilizar esta sección para desarrollar un plan de mantenimiento de la estructura de drenaje como parte de la estrategia general de cambio de comportamientos. Finalmente, integrar las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades dentro del plan del proyecto e identificar los resultados clave para evaluar el nivel de cambio de comportamiento.

### **8.7.1 Fomentar la adopción de buenas prácticas de mantenimiento de drenajes**

Tres estrategias para el mantenimiento posterior del drenaje pueden contribuir a la estrategia global de cambio de comportamiento: diseñar y construir drenajes con facilidad de mantenimiento, asignar las responsabilidades de mantenimiento e involucrar a la comunidad.

#### **Promover el buen diseño del drenaje y supervisar la construcción**

Los drenajes se pueden diseñar y construir de forma que el mantenimiento sea fácil de hacer —p. ej., reduciendo la probabilidad de sedimentación u obstrucción por derrubios, la creación de puntos de acceso para la limpieza de drenajes, la restricción del acceso donde los drenajes atraviesan las propiedades de las personas (para evitar intrusos) y controlar las velocidades de flujo para limitar la erosión o desgaste del drenaje o el desbordamiento por caudales altos.

**FIGURA 8.15 Consecuencias no pretendidas de las intervenciones de drenaje**



a. Los drenajes de los caminos y laderas pueden convertirse en el sitio preferido para el vertido de basura.



b. Este drenaje de interceptación, al finalizarse, fue utilizado habitualmente por grupos criminales para el acceso y escape rápido de las propiedades contiguas.

Modestos detalles de diseño estructural pueden generar considerables ahorros en mantenimiento. Los pequeños drenajes que fluyen bajo los senderos se deben diseñar para aumentar la velocidad de flujo y su auto-limpieza por medio

de alineaciones con poca curvatura y gradientes elevados. Por el contrario, el deflector de paredes, los escalones y enrocados se deben utilizar para reducir las velocidades de flujo en secciones muy inclinadas del drenaje para evitar daños. Las rejas para derrubios y sedimentos se deben incorporar en el diseño de drenaje en lugares donde el gradiente de flujo o cambios de velocidad ocasionen el depósito de sedimentos o derrubios, como en sitios previos a alcantarillas vulnerables y en ubicaciones que son de fácil acceso para limpieza y remoción de derrubios.

Para asegurar que las características de mantenimiento se implementan correctamente, la supervisión de la obra debe ser suficientemente rigurosa en el seguimiento de los detalles de construcción. Por ejemplo, un contratista puede decidir cambiar la alineación del diseño de drenaje para evitar problemas en obra. Esto puede tener el efecto de dejar un drenaje o paso enterrado más propensos al bloqueo, flujos incontrolados o daños posteriores al proyecto.

Ser consciente del comportamiento negativo que puede ocasionar la construcción de nuevos drenajes o afectar su funcionamiento. Por ejemplo, sin el acceso adecuado a las instalaciones de eliminación de residuos, los residentes pueden utilizar estos nuevos drenajes para deshacerse de su propia basura (figura 8.15a). Considerar el efecto de crear nuevos drenajes a través de la ladera que puedan proporcionar vías de acceso a delincuentes y crear nuevas inseguridades para los residentes (figura 8.15b). Estos incidentes no se pueden necesariamente eliminar, pero se pueden moderar incorporando detalles de diseño apropiados, tales como nuevas vallas para evitar el acceso no autorizado a secciones de drenaje que atraviesan las propiedades de personas.

Sin embargo, la incorporación de características de diseño de drenaje que limitan la necesidad de mantenimiento, no es suficiente por sí misma. La rápida construcción de nuevas casas después de un proyecto (figura 8.16a) y sin prestar atención a los controles de construcción, drenaje o las buenas prácticas de gestión de pendientes también pueden limitar la efectividad de los drenajes del proyecto MoSSaiC. No siempre se puede asegurar que, en tales casos, se planifiquen y se construyan las conexiones de drenaje adecuadas para las viviendas. Esto es igualmente cierto cuando las casas se reconstruyen en ubicaciones no apropiadas, tales como zonas de deslizamientos anteriores o existentes (figura 8.16b).

**FIGURA 8.16** La ausencia de controles de construcción pueden dar lugar a una construcción inapropiada



a. En comunidades no autorizadas, una casa se puede construir en pocos días; la densidad general de las viviendas puede incrementar considerablemente en un periodo relativamente corto.



b. Reparación de una casa construida en un sitio de deslizamiento que se ha hundido.

### Asignar la responsabilidad de mantenimiento

En algunos casos, puede que no se traten efectivamente los problemas de mantenimiento en la etapa conceptual del proyecto. Parte de la razón puede ser que la información dada a los diferentes grupos de partes interesadas sea ambigua acerca de dónde queda asignada la responsabilidad del mantenimiento:

- **Comunidades.** A los residentes se les puede decir que el mantenimiento será su responsabilidad después del proyecto, pero no se

les da un marco de trabajo dentro del cual movilizar la comunidad (y asegurar el compromiso real) para tal actividad.

- **Gobierno.** El personal del gobierno rara vez incluye una estrategia de mantenimiento en las propuestas del proyecto ya que esto inevitablemente llevaría el proyecto más allá del marco de tiempo estándar de los donantes y financiadores.
- **Donantes institucionales.** Las auditorías de los donantes del proyecto repetidamente indican la necesidad de mantenimiento, pero consideran que es responsabilidad del receptor de la financiación hacerse cargo del problema.

Como una consecuencia de esta ambigüedad, la responsabilidad del mantenimiento de la infraestructura posterior al proyecto en comunidades a menudo permanece mal definida (ILO, 2005). Esta falta de sentido de propiedad tiene un efecto adverso en la efectividad de tales proyectos a medio y largo plazo. Los proyectos MoSSaiC deben por lo tanto, revisar formas prácticas para asignar la responsabilidad del mantenimiento, que pueden incluir las siguientes:

- Los residentes mantienen los canalones del tejado, las conexiones de la vivienda, limpian los drenajes adyacentes a sus propiedades e informan de cualquier daño a la agencia de implementación.
- Un residente comunitario asume la responsabilidad de la limpieza de los drenajes principales.
- El gobierno contrata con un miembro de la comunidad la limpieza de los drenajes y la inspección de los daños.
- El gobierno contrata con una compañía local la limpieza del drenaje.
- El gobierno contrata con la entidad de obras públicas la inspección de daños y hacer las reparaciones de los drenajes.

### Fomentar las inspecciones estructurales y días de limpieza comunitaria

Realizar el mantenimiento estructural ayuda a maximizar la vida del diseño de la construcción. La integridad estructural de los drenajes, los canalones del tejado y las conexiones a la viviendas deben ser inspeccionadas regularmente por residentes para identificar e informar sobre grietas, escapes, degradación general o daño que podría

**FIGURA 8.17** Importancia de promover los días de limpieza en la comunidad



Sin limpieza habitual, este drenaje se podría bloquear en solo seis meses después de su construcción.

comprometer la efectividad del drenaje en la reducción de la amenaza de deslizamientos (figura 8.17).

Si los drenajes no se diseñan para un mantenimiento fácil (figura 8.18a) o las responsabilidades de mantenimiento no se acuerdan claramente (figura 8.18b) los drenajes se pueden llegar a bloquear.

Motivar a los residentes a ser proactivos en la organización de días de limpieza comunitaria. Estos eventos pueden ser razonablemente efectivos, pero rara vez son integrales; más aún, la dinámica social puede ser negativa si no está debidamente apoyada por la comunidad. Este último riesgo se puede mitigar en algún grado, motivando a los líderes de la comunidad

**FIGURA 8.18** Las rejas de derrubios se deben instalar y limpiar habitualmente



a. Escombros y basura que bloquean un drenaje que alimenta una alcantarilla debajo del camino. Cuando llueve fuertemente, la alcantarilla bloqueada provoca que el drenaje se desborde y el camino escalonado llegue a ser inseguro para los peatones. Una reja de derrubios evitaría el bloqueo de la alcantarilla.



b. Reja de derrubios instalada por una comunidad durante un proyecto MoSSaiC. Instaladas correctamente, estas rejas evitan el bloqueo del drenaje más abajo en la pendiente, pero se debe acordar y establecer un proceso de mantenimiento.

**FIGURA 8.19** Recolección y eliminación de derrubios



a. Un contratista certificado por MoSSaiC toma el liderazgo para organizar y participar en una jornada de limpieza en la comunidad.



b. Eliminar la vegetación que puede bloquear el drenaje.

(incluyendo los contratistas certificados MoS-SaiC) a que asuman la responsabilidad de estos eventos (figura 8.19).

### 8.7.2 Estrategia integrada para el cambio de comportamiento

Cartografiar los resultados se puede utilizar para planificar, supervisar y evaluar las iniciativas de cambio de comportamiento enfocándose en (1) las percepciones y motivaciones de los actores específicos (individuos, grupos y organizaciones) y (2) las situaciones que permiten un aprendizaje bidireccional, participación y responsabilidad. Los resultados de la cartografía pueden superar algunos de los problemas de planificación y medición de la eficacia de las estrategias de cambio de comportamiento (Twigg, 2007). Se aplica mejor en los proyectos donde (Jones y Hearn, 2009):

- Las partes interesadas trabajan en asociación
- Desarrollar las capacidades es un aspecto importante del proyecto
- Entender los factores sociales es fundamental
- Es necesario promover el conocimiento e influir en las políticas

- Se deben abordar los problemas complejos o multidisciplinares
- Solucionar problemas requiere reflexión, diálogo, comunicación y trabajo en equipo.

La cartografía de resultados utiliza una matriz para identificar la estrategia integrada para el logro de un resultado específico del proyecto, en este caso, cambiar el comportamiento en la reducción del riesgo de deslizamientos. Las estrategias diseñadas para lograr este resultado se dividen en las que se asignan a personas, grupos u organizaciones específicas y las que se enfocan en el medioambiente, en las cuales operan estas partes interesadas. Las estrategias entonces se subdividen de acuerdo a si producen un cambio directamente, persuaden a las personas o dan apoyo para lograr el resultado (Ver Earl, Carden y Smutylo, 2001 para directrices detalladas).

La cartografía de resultados es una herramienta útil para integrar las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades para fomentar un cambio de comportamiento. La distinción entre partes interesadas y entornos es similar a los tres niveles de capacidad (individual, organizacional e institucional/sociedad).

**TABLA 8.15 Cartografía de la estrategia integral de cambio de compartimento**

FOCO	EFEECTO	EJEMPLO MOSSAIC
Individuales, grupos u organizaciones	<b>Causal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causar un efecto directo</li> <li>• Producir un logro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar/financiar el proyecto MoSSaiC</li> <li>• Seleccionar la UCM y los equipos del gobierno y de la comunidad</li> <li>• Seleccionar las comunidades</li> <li>• Preparar mapas, estudios e informes</li> </ul>
	<b>Persuasivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar conocimiento</li> <li>• Transferir tecnología/habilidades</li> <li>• Impulsados por expertos y de objetivo único</li> <li>• Cambiar percepciones e intenciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicaciones: divulgar información, consultas, sitios de demostraciones</li> <li>• Desarrollo de capacidades: formación y talleres formales, formación en el trabajo</li> </ul>
	<b>De apoyo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación sostenida/frecuente que motiva el desarrollo de aprendizaje/habilidades</li> <li>• De acuerdo con el apoyo de instructores, supervisores, mentores y compañeros</li> <li>• Producir auto suficiencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación: participación, diálogo con la comunidad</li> <li>• Desarrollo de capacidades, participación, aprender haciendo, certificación</li> </ul>
Entorno de las partes interesadas	<b>Causal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar el ambiente físico o político</li> <li>• Incentivos y reglas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acordar los pasos, protocolos y colaboraciones del proyecto entre los ministerios del gobierno</li> <li>• Implementar las obras civiles para la mitigación de deslizamientos en las comunidades</li> </ul>
	<b>Persuasivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Divulgar información</li> <li>• Cambiar las percepciones de un público más amplio y de los responsables de la toma de decisiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de la reducción de riesgo de deslizamiento de acuerdo con la comunidad</li> <li>• Comunicación: medios de comunicación, promoción, visitas al sitio</li> <li>• Desarrollo de capacidades, interacción de los equipos de trabajo del gobierno con la comunidad para crear confianza y empoderamiento</li> </ul>
	<b>De apoyo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar colaboraciones y redes para las comunidades de usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidad de profesionales</li> <li>• Colaboración Sur-Sur, transferencia de conocimientos y apoyo</li> </ul>

Fuente: Earl, Carden y Smutylo, 2001.

La clasificación de estrategias como causal, persuasiva o de apoyo refleja aproximadamente las diferencias entre las varias herramientas de comunicación (compartir información, unidireccional y consulta y diálogo, bidireccional) y entre las herramientas de desarrollo de capacidades (transferencia de conocimiento, aprendizaje práctico y redes de conocimiento).

Utilizar la tabla 8.15 como guía para resumir e integrar las estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades. Utilizar la matriz resultante como un medio de seguimiento y evaluación de resultados en el cambio de comportamiento.

**HITO 8:**  
**Estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades acordadas e implementadas**

## 8.8 RECURSOS

### 8.8.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	CONSEJOS Y ACCIONES ÚTILES	SECCIONES DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de formular políticas	Promover cambio de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usar pruebas de intervenciones terminadas para promover la mitigación del riesgo de deslizamiento</li> </ul>	8.4; 8.6.3
	Coordinar con la UCM		
UCM	Comunicar claramente a todas las partes interesadas y a un público más amplio con los medios de comunicación apropiados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender las percepciones del riesgo</li> <li>Desarrollar una estrategia de comunicación</li> <li>Desarrollar un mensaje claro sobre el propósito de la intervención, cómo se realizará, cómo se involucrará a la comunidad y plazos realistas</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Si se dan plazos para el proyecto, asegurar que se cumplan; si no se cumplen los plazos de entrega fijados se puede perder el apoyo de la comunidad</p>	8.3; 8.4; 8.6
	Asegurar que todas las partes interesadas tienen la oportunidad de desarrollar capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las oportunidades de aprendizaje en el sitio</li> <li>Reconocer y dar responsabilidades a las personas que adoptan el proyecto y le agregan valor</li> </ul>	8.6
	Estrategia de mantenimiento post-proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar una estrategia de mantenimiento post-proyecto</li> </ul>	8.7.1
	Desarrollar una estrategia de cambio de comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trazar la estrategia de cambio de comportamiento y acciones asociadas</li> </ul>	8.7.2
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		
Equipos de trabajo del gobierno	Concientizar la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar reuniones con la comunidad para sensibilizar a los residentes</li> </ul>	8.5.1
	Considerar establecer una casa piloto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hablar con la comunidad sobre el concepto de una casa piloto e identificar posible casa</li> </ul>	8.5.2
	Desarrollar material promocional del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar carteles y material similar para crear concientización</li> </ul>	8.5.3
	Desarrollar mensajes mediáticos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involucrar a los medios y los miembros claves de la comunidad</li> </ul>	8.5.4
	Desarrollo de capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechar las oportunidades para aprender y aplicar nuevos conocimientos y habilidades en el sitio</li> <li>Considerar certificar a las personas claves en la comunidad</li> </ul>	8.6
	Comunicación con el gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar hechos relacionados con la intervención a los responsables de formular políticas que se puedan usar para promover cambios de comportamiento</li> </ul>	8.6.3
	Mantenimiento post-proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscar implementar el plan post-proyecto desarrollado por la UCM</li> </ul>	8.7.1
Equipos de trabajo de la comunidad	Concientización de las percepciones de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con los equipos de trabajo del gobierno, tratar las percepciones de riesgo, las expectativas del proyecto y factores que podrían moderar la asimilación del proyecto</li> </ul>	8.3.2
	Incorporar un proceso de comunicación bidireccional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveer orientación sobre las herramientas de comunicación apropiada</li> <li>Dialogar con los equipos de trabajo del gobierno y otros residentes de la comunidad y asistir a las reuniones</li> <li>Ayudar a seleccionar sitios demostrativos y las casas piloto dentro de la comunidad</li> </ul>	8.5
	Adoptar nuevas prácticas para la reducción del riesgo de deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en el proceso de certificación y en los cursos de formación cuando sea apropiado</li> </ul>	8.6.1
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguir las directrices de drenaje de viviendas y mantenimiento del drenaje</li> </ul>	8.7.1

## 8.8.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIONES DEL CAPÍTULO
✓ Se entiendan las percepciones y las necesidades de comunicación y capacitación de las partes interesadas				8.4.2; 8.5
✓ Se consultan los representantes de la comunidad acerca de las actividades propuestas de comunicación y desarrollo de capacidades				8.5; 8.6
✓ Se identifica una casa apropiada como casa piloto, si es pertinente				8.5.2
✓ Se crean carteles explicando los fundamentos técnicos del proyecto, si es pertinente				8.5.3
✓ Se crean oportunidades para entrevistas en TV/radio al inicio del proyecto, si es pertinente				8.5.4
✓ Hay fondos disponibles para producir un documental corto del proyecto, si es pertinente				8.5.4
✓ Se considera publicar un artículo en un periódico profesional local acerca del proyecto, si es pertinente				8.5.5
✓ Se ha finalizado la estrategia de comunicación				8.4; 8.5
✓ Se ha desarrollado la estrategia de desarrollo de capacidades				8.6
✓ Se ha creado la estrategia de mantenimiento post proyecto				8.7.1
✓ La UCM ha revisado la estrategia integrada de cambio de comportamiento				8.7.2
✓ <b>Hito 8:</b> Estrategias de comunicación y desarrollo de capacidades acordadas e implementadas				8.7.2

### 8.8.3 Certificación MoSSaiC

Las siguientes son las directrices para un proceso de certificación MoSSaiC que se pueden adaptar a las condiciones locales.

#### Fundamentos del programa de certificación

La certificación implica la evaluación del trabajo que realiza una determinada persona en una intervención MoSSaiC. La consideración de un individuo para una certificación MoSSaiC generalmente está basada en una recomendación de un miembro de la UCM, un miembro de la comunidad u otra persona con suficiente conocimiento del rol que el individuo ha tenido en el proyecto MoSSaiC.

#### Objetivos de la certificación

La certificación de un individuo asociada con las actividades relacionadas con MoSSaiC es un elemento importante para asegurar la calidad de los estándares de mantenimiento. La certificación ayuda a las partes interesadas, las asociaciones profesionales y potenciales empleadores a identificar individuos específicos que reúnan los criterios mínimos.

Los objetivos principales del proceso de certificación son los siguientes:

- Reconocimiento de personas que demostraron un estándar alto consistentemente en su contribución al proyecto MoSSaiC.
- Promoción y divulgación de las mejores prácticas.
- Estimulación de la innovación y la diversidad en las actividades relacionadas con MoSSaiC.

#### Beneficios de la certificación

Al proporcionar un estándar para evaluar a una persona comprometida con el proyecto MoSSaiC, el proceso de certificación públicamente asegura la competencia de la persona y proporciona una referencia de prestigio independiente de su proveedor de formación o empleador.

#### Evaluación

Para otorgar una certificación se debe evaluar a la persona en lo siguiente:

- **Tener comunicación efectiva con todas las partes interesadas relevantes.** Las



partes interesadas pueden incluir, aunque no se limitan, a miembros de la comunidad, funcionarios del gobierno, personal del equipo MoSSaiC y otras personas involucradas en el proyecto de forma oficial.

- **Entender el impacto de la reducción del riesgo de deslizamientos de bajo costo de acuerdo con la comunidad, dentro de su particular especialidad.** Como ejemplos de estas especialidades: construcción de drenaje de bajo costo, trabajo de topografía del sitio, construcción y supervisión de la obra.
- **Entregar un trabajo de alta calidad.**
- **Tomar la iniciativa en su área de especialización.**
- **Tener consistencia en el desempeño y compromiso continuo durante el proyecto.**

Los anteriores atributos genéricos reconocen el carácter amplio de las habilidades potenciales que una persona puede poseer y poner en práctica en una actividad MoSSaiC.

#### 8.8.4 Referencias

ALNAP (Active Learning Network for Accountability and Performance in Humanitarian Action). 2003. *Participation by Crisis-Affected Populations in Humanitarian Actions—A Handbook for Practitioners*. London: Overseas Development Institution. [http://www.alnap.org/publications/gs\\_handbook/gs\\_handbook.pdf](http://www.alnap.org/publications/gs_handbook/gs_handbook.pdf).

Benson, C. y J. Twigg. 2007. “Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations.” ProVention Consortium, Geneva.

Bessette, G. 2004. “Involving the Community: A Guide to Participatory Development Communication.” Southbound in association with the International Development Research Centre, Penang, Malaysia.

Bohm, D. 1996. “On Dialogue.” Schouten & Nelissen, Zaltbommel, the Netherlands. <http://sprott.physics.wisc.edu/Chaos-Complexity/dialogue.pdf>

Bull-Kamanga, L., K. Diagne, A. Lavell, E. Leon, F. Lerise, H. MacGregor, A. Maskrey, M. Meshack, M. Pelling, H. Reid, D. Satterthwaite, J. Songsore, K. Westgate y A. Yitambe. 2003. “From Everyday Hazards to Disasters: The Accumulation of Risk in Urban Areas.” *Environment and Urbanization* 15 (1): 193–203.

Burgess, J. y J. Chilvers. 2006. “Upping the Ante: A Conceptual Framework for Designing and Evaluating Participatory Technology Assessments.” *Science and Public Policy* 33 (10):713–28.

CADRI (Capacity for Disaster Reduction Initiative). 2011. “Basics of Capacity Development for Disaster Risk Reduction.” United Nations, Geneva.

Crookall, D. y W. Thorngate. 2009. “Acting, Knowing, Learning, Simulating, Gaming.” *Simulation Gaming* 40: 8–26.

Earl, S., F. Carden y T. Smutylo. 2001. *Outcome Mapping: Building Learning and Reflection into Development Programs*. Ottawa: International Development Research Centre. <http://web.idrc.ca/openebooks/959-3/>.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. “Participatory Communication Strategy Design.” Document ID 188865. <http://www.fao.org/docrep/008/y5794e/y5794e00.htm>.

FM Global. 2010. “Flirting with Disasters: Why Companies Risk It All.” <http://www.fmglobal.com/assets/pdf/P10168.pdf>.

Gaillard, J. C. y J. Mercer. 2012. “From Knowledge to Action: Bridging Gaps in Disaster Risk Reduction.” *Progress in Human Geography* doi:10.1177/0309132512446717.

GNDR (Global Network of Civil Society Organizations for Disaster Reduction). 2011. *If We Do Not Join Hands: Views from the Frontline—Local Reports of Progress on Implementing the Hyogo Framework for Action, with Strategic Recommendations for More Effective Implementation*. Teddington, UK: GNDR.

Höppner, C., M. Buchecker y M. Bründl. 2010. “Risk Communication and Natural Hazards.” Cap Haz-Net. WP5 Report, Berne, Switzerland.

IDRC (International Development Research Centre). 2012. “Developing a Communications Strategy.” <http://web.idrc.ca/uploads/user-S/11606746331Sheet01CommStrategy.pdf>.

IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). 2008. “VCA Training Guide: Classroom Training and Learning-by-Doing.” IFRC, Geneva.

—. 2010. *Advocacy for Disaster Risk Reduction Training Course: Facilitator’s Guide*. [http://drrinsouthasia.net/downloads/Publications\\_Case\\_Studies/IFRC/Advocacy%20for%20DRR%20Trg.%20Kit/Facilitators%20Guide%20Advocacy%20Trg.%20Kit.pdf](http://drrinsouthasia.net/downloads/Publications_Case_Studies/IFRC/Advocacy%20for%20DRR%20Trg.%20Kit/Facilitators%20Guide%20Advocacy%20Trg.%20Kit.pdf).

- ILO (International Labour Organization). 2005. "Community Contracting and Organisational Practices in Rural Areas: A Case Study of Malawi." [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_emp/@emp\\_policy/@invest/documents/publication/wcms\\_asist\\_8030.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_policy/@invest/documents/publication/wcms_asist_8030.pdf).
- Jones, H. y S. Hearn. 2009. "Outcome Mapping: A Realistic Alternative for Planning, Monitoring and Evaluation." Overseas Development Institute, UK. <http://www.odi.org.uk/resources/docs/5058.pdf>.
- Kunreuther, H. y M. Useem. 2010. "Principles and Challenges for Reducing Risks from Disasters." In *Learning from Catastrophes*, ed. H. Kunreuther y M. Useem. Upper Saddle River, NJ: Wharton School Publishing.
- Luft, J. y H. Ingham. 1950. "The Johari Window, a Graphic Model of Interpersonal Awareness." In *Proceedings of the Western Training Laboratory in Group Development*. Los Angeles.
- Lundgren, R. E. y A. H. McMakin. 2009. *Risk Communication—A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Malamud, B. D. y D. Petley. 2009. "Lost in Translation." *Public Service Review: Science and Technology* 2: 164–67.
- Mansuri, G. y V. Rao. 2003. *Evaluating Community-Based and Community-Driven Development: A Critical Review of the Evidence*. Development Research Group. Washington, DC: World Bank.
- Maskrey, A. 1992. "Defining the Community's Role in Disaster Mitigation." *Appropriate Technology Magazine* 19 (3). [http://practicalaction.org/practicalanswers/product\\_info.php?products\\_id=214](http://practicalaction.org/practicalanswers/product_info.php?products_id=214).
- McNabb, M. y K. Pearson. 2010. "Can Poor Countries Afford to Prepare for Low-Probability Events?" In *Learning from Catastrophes*, ed. H. Kunreuther y M. Useem. Upper Saddle River, NJ: Wharton School Publishing.
- Mefalopulos, P. 2008. *Development Communication Sourcebook—Broadening the Boundaries of Communication*. Washington, DC: World Bank.
- Mefalopulos, P. y C. Kamlongera. 2004. *Participatory Communication Strategy Design: A Handbook*. Southern African Development Community, Centre of Communication for Development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Paton, D. 2003. "Disaster Preparedness: A Social-Cognitive Perspective." *Disaster Prevention and Management* 12: 210–16.
- Rioja, F. K. 2003. "Filling Potholes: Macroeconomic Effects of Maintenance versus New Investments in Public Infrastructure." *Journal of Public Economics* 87 (9–10): 2281–304.
- Twigg, J. 2007. "Characteristics of a Disaster Resilient Community: A Guidance Note." <https://practicalaction.org/docs/ia1/community-characteristics-en-lowres.pdf>.
- UNU (United Nations University). 2006. "Landslides. Asia Has the Most; Americas, the Deadliest; Europe, the Costliest; Experts Seek Ways to Mitigate Landslide Losses; Danger Said Growing Due To Climate Change, Other Causes." News Release MR/E01/06/rev1.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2012. *Communicating for Results: Reaching the Outside World*. <http://web.undp.org/comtoolkit/reaching-the-outside-world/outside-world-tools.shtml>.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2002. *Capacity Building for Sustainable Development: An Overview of UNEP Environmental Capacity Development Activities*. [www.unep.org/Pdf/Capacity\\_building.pdf](http://www.unep.org/Pdf/Capacity_building.pdf).
- UNICEF. 2008. "Conference on Community-based Disaster Risk Reduction." November 26–28, Kolkata. [www.unicef.org/india/ConferenceCommunitybasedDisasterRiskReductionreport.pdf](http://www.unicef.org/india/ConferenceCommunitybasedDisasterRiskReductionreport.pdf).
- UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2004. "Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters." UNISDR, Geneva. <http://www.unisdr.org/wcdr>.
- Wisner, B. 2009. "Local Knowledge and Disaster Risk Reduction." Keynote presentation at the Side Meeting on Indigenous Knowledge, "Global Platform for Disaster Reduction," Geneva, June 17.
- World Bank. 2010. *Development and Climate Change. World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- . 2011. "Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Agriculture and Natural Resources Management Projects. Engaging Local Communities and Increasing Adaptive Capacity." Guidance Note 2 <http://siteresources.worldbank.org/EXTTOOLKIT3/Resources/3646250-1250715327143/GN2.pdf>.





**“La calidad de la supervisión de la obra tiene un gran impacto en el resultado general y eficiencia de los proyectos de construcción. Una supervisión inadecuada se considera como una de las principales causas de tener que rehacer los trabajos”.**

—S. Alwi, K. Hampson y S. Mohamed, “Investigación de la Relación entre la Supervisión de Obras y la Necesidad de Rehacerlas en Edificios de Gran Altura en Indonesia” (1999, 1)

## CAPÍTULO 7

# Ejecución de los trabajos planificados



## 7.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 7.1.1 Alcance

Este capítulo proporciona una orientación para la contratación y construcción de las obras de drenaje MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades) para mejorar la estabilidad de taludes en comunidades.

Se hace énfasis en el papel fundamental de los supervisores de obra que trabajan junto con los contratistas de la comunidad. Los grupos listados a continuación deben leer las secciones del capítulo indicadas.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓		✓		¿Cómo se preparan las partidas de obra?	7.3
	✓	✓	✓	Importancia de la supervisión de obra durante la construcción	7.5.1
		✓	✓	Buenas prácticas en la construcción	7.6
		✓	✓	Prácticas a evitar en la construcción	7.7
	✓	✓	✓	Asegurar que los trabajos se terminan con los estándares requeridos	7.8

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes de proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 7.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Listado de materiales	7.3.1
Partidas de obra	7.3.2
Plan de adquisición de materiales	7.3.3
Programación para reparar los defectos de construcción y trabajos pendientes	7.8

### 7.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Preparar la partida de obra y solicitar la documentación para la licitación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar el listado de materiales para los trabajos planificados</li> <li>• Incorporar la contingencia apropiada y cualquier costo por doble manejo (es decir, cuando sea difícil entregar el material en el sitio debido a su acceso y se requiera un lugar de almacenamiento antes de ser entregado en la obra)</li> <li>• Decidir el tamaño de la partida de obra que involucra altamente a la comunidad y cumplir con los requisitos de adquisición</li> <li>• Preparar los dibujos de diseño y planos que forman parte de cada partida de obra</li> <li>• Identificar un plan apropiado para la adquisición de materiales que depende del enfoque de contratación de la comunidad, su capacidad y los requisitos de adquisición del proyecto</li> </ul>	Las partidas de obra para implementar la intervención de drenaje y reducir la amenaza de deslizamiento
2. Llevar a cabo el proceso de licitación y contratación acordado con la comunidad <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar potenciales contratistas locales y proveer información sobre los trabajos propuestos y las partidas de obra enfatizando la necesidad de buenas prácticas en la construcción</li> <li>• Invitar a los contratistas a las licitaciones, dando ayuda o formación sobre presentación de ofertas</li> <li>• Evaluar las licitaciones, adjudicar los contratos e informar a los contratistas de las salvaguardas</li> </ul>	Se lleva a cabo la reunión para informar a los contratistas; se adjudican los contratos a la comunidad
3. Implementar la construcción <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar supervisores de obra experimentados</li> <li>• Autorizar el inicio de la construcción y reunirse con la comunidad para tratar el proceso de construcción y presentar los a supervisores de obra</li> <li>• Supervisar atentamente las obras para asegurar buenas prácticas de construcción; comunicación clara entre los contratistas, los supervisores, la comunidad y la unidad central de MoSSaiC y desembolsar oportunamente los fondos para adquisición de materiales y pago a contratistas y trabajadores</li> </ul>	Se lleva a cabo la reunión para informar la comunidad; la construcción se pone en marcha
4. Hacer el cierre de la construcción terminada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los trabajos pendientes</li> <li>• Planificar cualquier reparación necesaria o modificaciones menores</li> <li>• Hacer el cierre de la construcción una vez terminada y los pagos retenidos a los contratistas</li> </ul>	Construcción terminada y formalizado su cierre

### 7.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo se enfoca en la selección y supervisión de contratistas dentro de una comunidad para construir las obras de drenaje proyectadas y mejorar la estabilidad de los taludes.

## 7.2 INICIO

### 7.2.1 Nota informativa

#### Construcción de drenajes para reducir la amenaza de deslizamientos

Los sistemas de drenaje deficientes son un problema común en comunidades urbanas vulnerables donde la provisión de infraestructura básica de drenaje no ha seguido el ritmo de la rápida construcción de vivienda no autorizada. Los proyectos de desarrollo de acuerdo con la comunidad a menudo incluyen la construcción de drenajes para hacer frente a los

problemas de inundaciones y salud ambiental. MoSSaiC tiene mucho en común con este tipo de proyectos (por ejemplo, adoptar un enfoque de acuerdo con la comunidad, utilizar métodos de construcción apropiados y la capacidad local de construcción), pero con el requisito adicional imprescindible de que los drenajes reduzcan la amenaza de deslizamientos. Existen por lo tanto, dos ingredientes clave para la implementación efectiva de los trabajos de drenaje MoSSaiC: construcción de alta calidad que se adhiere a las especificaciones de diseño y un enfoque de acuerdo con la comunidad para involucrar y trabajar con los contratistas de la comunidad.

Las obras de drenaje MoSSaiC se diseñan en un plan de drenaje formalmente acordado que especifica las alineaciones, diseños y detalles de construcción de drenajes (capítulo 6). Este plan está diseñado para abordar los mecanismos de deslizamiento local, específicamente la infiltración de lluvia y agua de las viviendas en el material de la pendiente (capítulos 3 y 5). La implementación de las obras planificadas requiere una comprensión técnica de la justificación de la alineación y diseño del drenaje y la habilidad para construir drenajes e instalar conexiones domiciliarias que funcionen como se pretende —aliviando la amenaza de deslizamientos sin crear peligros adicionales o problemas de drenaje.

Las obras de drenaje MoSSaiC se deben implementar utilizando una forma apropiada de contratación comunitaria para involucrar contratistas y trabajadores de la comunidad en la ejecución de las obras de drenaje. La contratación comunitaria se puede definir ampliamente como “la adquisición por parte de la comunidad o en nombre de ésta” (de Silva, 2000, 2). Durante esta etapa del proyecto, los supervisores de obra juegan un papel vital en la ejecución de construcción de alta calidad y el fomento de la participación comunitaria. La supervisión de obras en el terreno permite a los contratistas contribuir con un conocimiento detallado de la ladera y las prácticas de construcción local, proporcionado al mismo tiempo instrucciones en problemas específicos de construcción y sus buenas prácticas. Debe haber procedimientos claros para la evaluación de las obras y el desembolso de los pagos a los contratistas para asegurar que se cumplen las especificaciones de diseño y construcción.

### Implementación de procesos y buenas prácticas

Utilizar un enfoque de acuerdo con la comunidad para la ejecución de obras de drenaje de buena calidad en comunidades urbanas vulnerables requiere la coordinación entre los equipos de trabajo del gobierno y la comunidad. Puede que los ingenieros del gobierno y los supervisores de obra no estén acostumbrados a trabajar con contratistas informales en comunidades no autorizadas y necesitarán adaptarse a este entorno. Del mismo modo, puede que los contratistas y los trabajadores de las comunidades no estén familiarizados con los procesos y prácticas del sector formal de la construcción. Por lo tanto, la unidad MoSSaiC (UCM) debe establecer un proceso para la implementación de las obras que permita a los contratistas de la comunidad y los equipos de trabajo del gobierno trabajar conjunta y efectivamente. (figura 7.1).

**FIGURA 7.1 Reunión de la UCM para acordar las responsabilidades durante el proceso de construcción**



El proceso para la ejecución de un drenaje efectivo para reducir la amenaza de deslizamientos debe facilitar lo siguiente:

- Contratar la construcción usando una forma apropiada de contratación comunitaria —desarrollar partidas de obra del plan de drenaje, preparar el presupuesto, llevar a cabo un proceso de licitación y adjudicar los contratos a los contratistas de la comunidad
- Comunicación clara y retroalimentación entre los ingenieros del gobierno, supervisores de obra, contratistas y residentes comunitarios para explicar los procesos de contratación y adquisición a todas las partes interesadas, dando formación a los equipos de trabajo de la comunidad (dependiendo de las formas de contratación y adquisición

comunitaria seleccionadas) y proporcionar las vías formales e informales para que los residentes comunitarios participen

- Supervisión de alta calidad en el terreno por parte de técnicos y/o ingenieros experimentados, para informar a los contratistas sobre el diseño del drenaje y las especificaciones de construcción, establecer las alineaciones del drenaje en el sitio, supervisar diariamente el sitio durante la construcción para garantizar que se cumplen las especificaciones y se resuelven los problemas e informar a la UCM sobre el progreso y ejecución de las obras terminadas para permitir el pago a los contratistas.

Una buena relación supervisor–contratista es importante para tener una construcción y unas prácticas de gestión de estabilidad de taludes sólidas. El conocimiento de estas prácticas puede provenir de la formación tradicional en un aula o haber sido obtenido en el sitio durante la construcción a través de la experiencia práctica y el conocimiento compartido. Los supervisores de obra deben estar familiarizados con las buenas prácticas de construcción, ayudar a los contratistas a lograr una construcción de alta calidad, contribuir a la experiencia de aprendizaje de contratistas y trabajadores y minimizar cualquier aspecto potencial de desacuerdo entre residentes y contratistas durante la construcción. En

**FIGURA 7.2** Reunión de campo con los contratistas



este aspecto, las reuniones en el sitio con los contratistas (figura 7.2) son de vital importancia para emprender las obras, reforzar las buenas prácticas y crear confianza en el contratista.

### Contratación comunitaria

Un elemento clave del enfoque MoSSaiC es contratar obras con contratistas y trabajadores de la comunidad. Este capítulo presenta el concepto de contratación comunitaria de las obras de construcción, pero no cubre los diferentes enfoques y procesos de adquisición.

La contratación comunitaria puede adoptar diversas formas, dependiendo de la capacidad de organización de la comunidad, la financiación del proyecto y los requisitos para la adquisición, pero se pueden reconocer las siguientes características generales y objetivos (de Silva, 2000, 3):

- Los miembros de la comunidad están involucrados en identificar las necesidades y seleccionar un proyecto.
- La participación comunitaria se motiva a través de la identificación, preparación, implementación, operaciones y mantenimiento del proyecto y usualmente se hace a través de la elección de un comité de gestión del proyecto comunitario.
- Las comunidades contribuyen con mano de obra, dinero y/o materiales. Sus contribuciones promueven que la comunidad se apropie del proyecto y en el mejor de los casos la sostenibilidad eventual de los sub-proyectos.

Los proyectos MoSSaiC comparten estas características y objetivos generales y promueven la participación de la comunidad y el sentido de propiedad a través de las etapas de cartografía, diseño del drenaje (a los cuales los miembros comunitarios aportan tiempo y conocimiento) y mantenimiento de los trabajos terminados (también involucran algunas formas de contribución comunitaria). Un distintivo de MoSSaiC es que no se requiere necesariamente que las comunidades contribuyan con mano de obra, dinero o materiales de construcción.

Para los proyectos MoSSaiC, los contratistas y trabajadores cualificados de la comunidad se contratan y se remuneran por ejecución obras de drenaje de buena calidad que cumplan con el diseño y las especificaciones de construcción requeridos para reducir la amenaza de deslizamientos. Esto asegura que



una parte sustancial de los fondos externos se retiene en la comunidad y que la autoestima de los contratistas se crea a través de la experiencia de haber terminado obras contratadas formalmente. Los miembros de la comunidad que no están directamente involucrados en la construcción pueden hacer contribuciones en especie (p. ej., proporcionar almacenamiento seguro para los materiales, agua y acceso a través de sus propiedades a la obra).

Un estudio exhaustivo de 800 proyectos de infraestructura urbana en India, Pakistán y Sri Lanka en los cuales el componente de construcción se contrató con la comunidad, encontró que el resultado general de estos proyectos fue comparable o mejor que los micro-contratos convencionales adjudicados a contratistas externos utilizando procesos de evaluación de propuestas tradicionales (Sohail y Baldwin, 2004). Adicionalmente,

el resultado de estos proyectos [en asociación con la comunidad] en relación con los elementos socioeconómicos fue probablemente muy superior al de los micro-proyectos convencionales. Por ejemplo, el número de días de mano de obra comunitaria generado por los micro-contratos inyectó dinero considerable en la economía local (Sohail y Baldwin, 2004, 201).

La tabla 7.1 muestra el orden de clasificación de varios indicadores de desempeño y sus baremos asociados, de acuerdo con el estudio de Sohail y Baldwin. Esta información puede suministrar una guía inicial a la UCM sobre

cuáles componentes de la entrega del proyecto son más importantes de supervisar y hacer seguimiento durante la implementación.

## 7.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican en la implementación de las obras planificadas:

- Asegurarse de que las funciones y responsabilidades se acuerdan, se definen bien, se comunican y se ejecutan.
- Desarrollar un proceso transparente de contratación de la comunidad que cree confianza y capacidad para todos los que se involucran.
- Comunicar continuamente el propósito de la intervención de drenaje (para captar el agua superficial y de los hogares para reducir la amenaza de deslizamientos) como el fundamento para la alineación del drenaje y el diseño de construcción. Es especialmente importante que los contratistas y supervisores tengan una buena comprensión de este propósito, ya que esto ayudará a evitar desviaciones del diseño de drenaje y de las especificaciones de construcción o prácticas de construcción deficiente que puedan hacer inefectivos los drenajes.
- Enfatizar la importancia de la supervisión como un componente crítico para lograr una intervención de drenaje de alta calidad y mantener a la comunidad involucrada durante la construcción.
- Asegurarse de que todas las salvaguardas pertinentes se consideran tanto con los propietarios de la tierra como con los residentes

**TABLA 7.1 Criterios para medidas seleccionadas de desempeño de acuerdo con la comunidad**

INDICADOR DE DESEMPEÑO	CRITERIO
Precisión de las estimaciones técnicas preliminares	± 5%
Crecimiento del costo (costo final del contrato/costo inicial del contrato)	± 9%
Proximidad del costo estimado de los ingenieros con el costo inicial del contrato	± 12%
Extensión del plazo (duración final del contrato/duración inicial del contrato)	± 20%
Tiempo de espera (el tiempo requerido para iniciar la obra/duración del contrato)	± 20%
Proximidad del costo estimado de los ingenieros y del costo final del contrato	± 25%
Tiempo entre la invitación a licitar y el inicio del contrato	20 días
Tiempo desde la etapa de aprobación a la etapa de invitación a licitar (o equivalente)	50 días
Tiempo para iniciar la operación y mantenimiento después de terminar el contrato	65 días

**Fuente:** Sohail y Baldwin, 2004; los datos provienen de una encuesta de 800 microproyectos de acuerdo con comunidades.

**Nota:** Los ítems sombreados indican los componentes que potencialmente son los más importantes para que la UCM supervise durante la implementación.

comunitarios, especialmente aquellas relacionadas con las alineaciones del drenaje.

### 7.2.3 Riesgos y desafíos

#### Interrupciones del proyecto

Las interrupciones de los proyectos debido a procedimientos institucionales prolongados o problemas de flujo de caja pueden ser muy perjudiciales para la moral. Los equipos de trabajo de la UCM y el gobierno deben ser proactivos en la prevención de posibles retrasos y compensar su impacto siendo claros con las comunidades y los contratistas en

- el marco de tiempo relacionado con la disponibilidad de fondos,
- el propósito específico de los fondos y
- el punto preciso en el cual se puede permitir que las obras avancen.

Establecer expectativas realistas y seguir adelante con la ejecución del proyecto durante las fases de cartografía y diseño de drenaje (capítulos 5 y 6) tranquilizará a la comunidad de que las obras realmente se llevarán a cabo si son apropiadas. La disposición de movilizar fondos para todos los contratistas puede ser un prerrequisito importante para el inicio exitoso y oportuno del proyecto.

#### Informar indacadamente al contratista

Asegurarse de que se informe y se supervise a los contratistas comunitarios adecuadamente es uno de los elementos más críticos de un proyecto MoSSaiC.

Los contratistas de la comunidad idealmente formarán equipos con obreros y trabajadores cualificados de la comunidad. El éxito para reducir la amenaza de deslizamientos depende de la calidad de la construcción que ellos entreguen. Inicialmente, sin embargo, puede que estos equipos no tengan una clara comprensión de la justificación del proyecto. Es vital que los contratistas y sus equipos reciban información sobre el plan general de drenaje, el propósito de la partida de obra para el cual se les contrata y las razones de los requisitos de diseño y detalles específicos en esa partida de obra. Si es posible, se debe ilustrar a los contratistas con ejemplos de prácticas de construcción buenas y malas en otras comunidades y lugares.

#### Supervisión deficiente y trabajo apresurado

Un buen diseño se puede perder por una mala supervisión en obra y por contratistas deseosos de acelerar los tiempos de construcción para obtener el pago lo antes posible. Los contratistas deben ser conscientes de que las obras terminadas se evaluarán para establecer la calidad de la construcción antes de hacer los pagos.

El deseo de los contratistas de acelerar la terminación se puede moderar mediante la supervisión adecuada (y a menudo estrecha) de las obras para asegurar que al entusiasmo para terminar el programa de obras lo acompaña el uso de buenas prácticas de construcción. Por otra parte, los supervisores de obra también cuentan con el pago de un incentivo por la terminación rápida de las obras. Por lo tanto, es importante subrayar la naturaleza crítica de los detalles de diseño y las buenas prácticas a todas las partes.

#### Prácticas cuestionables

Es bien sabido que cualquier tipo de construcción se puede asociar con prácticas cuestionables o corruptas relativas a la planificación del proyecto y las etapas previas de licitación, adjudicación del contrato, implementación del proyecto y supervisión de los trabajos. El Banco Mundial (2010) detalla una serie de actividades y prácticas (listadas en la sección 7.10.4) que la UCM debe tener en cuenta durante la ejecución de obras de drenaje.

### 7.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

La efectividad de un proyecto MoSSaiC para reducir la amenaza de deslizamientos depende en última instancia de lo que se ejecute en el terreno. Utilizar la matriz opuesta para evaluar la capacidad de la UCM y los equipos del gobierno y la comunidad para implementar las obras de drenaje planificadas.

1. Asignar una puntuación entre 1 y 3 (bajo a alto) a la capacidad para reflejar la capacidad existente para cada elemento en la columna a la izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de capacidad más común como el indicador del nivel general de capacidad.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo con el nivel general de capacidad (ver la guía al final de la página siguiente).

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Experiencia y organización gubernamental/comunitaria para contratar obras de construcción con contratistas locales	Sin experiencia previa en contratar con la comunidad	Alguna experiencia en contratación comunitaria, pero no relacionada con la construcción	Capacidad demostrada en contratación de construcción en proyectos de acuerdo con la comunidad
Supervisión de obra en comunidades vulnerables	Supervisores de obra sin experiencia en construcción en proyectos de acuerdo con la comunidad	Supervisores de obra con experiencia en construcción de drenajes, pero sin experiencia en construcción en proyectos de acuerdo con la comunidad	Disponibilidad de supervisores con experiencia en construcción de drenajes de acuerdo con la comunidad
Directrices y documentos de prácticas locales de construcción	Pocos (o sin) documentos de buenas prácticas de construcción	Directrices de construcción disponibles, pero sin distinción entre buenas y malas prácticas de construcción	Documentos existentes que muestran buenas prácticas locales en construcción
Procesos de auditoría y contabilidad	Procesos de contabilidad y de auditoría en contratos con la comunidad relativamente inmaduros	Experiencia en contabilidad y auditoría en contratos con la comunidad, pero sin procesos que motiven las buenas prácticas de construcción	Procesos de contabilidad y auditoría transparentes que motivan buenas prácticas de construcción (p. ej. vincular los desembolsos a los contratistas a la aprobación de las obras terminadas)
Salvaguardas del proyecto	Hay que localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguarda	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas disponibles de todas las agencias pertinentes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
<b>1:</b> Utilizar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda	<p>La UCM necesita fortalecer sus recursos antes de permitir el desarrollo de la construcción. Esto puede implicar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratar supervisores de obra del sector comercial con experiencia</li> <li>• Usar la documentación de este libro sobre las mejores prácticas para completar la información que podría estar disponible regionalmente</li> <li>• Desarrollar una política de contabilidad y auditoría apropiada, incluyendo una programación de pagos que recompense suficientemente las buenas prácticas del contratista comunitario</li> <li>• Acercarse a todas las agencias pertinentes para obtener sus documentos de salvaguardas e incluirlos en un documento de trabajo coherente para la contratación y construcción en proyectos de acuerdo con la comunidad</li> </ul>
<b>2:</b> Algunos elementos de este capítulo reflejan la práctica actual; leer el resto de elementos a fondo y utilizarlos para fortalecer adicionalmente la capacidad	<p>La UCM tiene fortaleza en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben como de Nivel 1 se deben abordar como se describe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si hay una experiencia limitada en supervisión, se podría contratar un supervisor sénior</li> <li>• Si los documentos de salvaguardas pertinentes están disponibles pero sin recopilar, la UCM debe integrarlos sistemáticamente en el proceso de implementación</li> <li>• Si el proceso de auditoría local no está suficientemente resuelto, el proceso se debe refinar para incorporar características como pagos finales retenidos al contratista para fomentar la calidad de la obra</li> </ul>
<b>3:</b> Utilizar este capítulo como una lista de verificación	<p>Es probable que la UCM pueda proceder usando la capacidad probada existente. Sin embargo, sería una buena práctica documentar su experiencia relevante en proyectos comunitarios y salvaguardas relacionadas</p>

## 7.3 PREPARACIÓN DE PARTIDAS DE OBRA

Al preparar la licitación y la construcción, el plan de drenaje (capítulo 6) se debe desglosar en componentes detallados (como materiales, repuestos y mano de obra y sus costos asociados —un listado de materiales) y en unidades de trabajo manejables (partidas de obra) que llevarán a cabo los contratistas.

Una partida de obra debe tener las siguientes características (de acuerdo con Wideman, 2012):

- Tener un tamaño y duración definido, limitado a periodos de tiempo relativamente cortos.
- Contener una estimación real de las cantidades y costos de las obras.
- Producir logros medibles (entregables).
- Implicar un alcance de trabajo suficientemente grande que se pueda ofertar y contratar de forma competitiva por sí mismo (prueba de razonabilidad).
- Distinguirse de, pero integrarse con, otras partidas de obra.

Las partidas de obra deben estar preparadas por un ingeniero o aparejador que sea parte del equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería o que ha sido nombrado por la UCM para esta tarea.

El ingeniero o aparejador debe utilizar esta sección como guía para la preparación de las partidas de obra y los documentos de la invitación a presentar ofertas (RFP por sus siglas en inglés) —la preparación del listado de materiales con la identificación de las partidas de obra y la preparación de los requisitos detallados de diseño de construcción para cada partida de obra. Este proceso debe llevarse a cabo de acuerdo con la forma seleccionada de adquisición de construcción y contratación comunitaria para el proyecto, que afecta el tamaño (valor) de los contratos; el proceso de licitación y las funciones/responsabilidades del gobierno, comunidad y contratistas.

### 7.3.1 Preparar el listado de materiales

El listado de materiales es un documento que contiene un desglose detallado de las cantidades y costos del material, partes y mano de obra necesaria para un proyecto de construcción.

Los costos se estiman de acuerdo con el costo aproximado local para la ejecución de una unidad de cierto tipo de trabajo, tal como la construcción de un metro de drenaje de bloques de hormigón armado.

El listado de materiales cumple dos finalidades: proporciona un desglose detallado de los costos del proyecto para la UCM (a partir del cual se puede gestionar el presupuesto y el avance del proyecto) y constituye la base para la especificación de los trabajos en los documentos y contratos (RFP) de la partida de obra.

Para crear los documentos de la RFP de la partida de obra, la información del presupuesto se combina con las especificaciones de construcción detalladas (un presupuesto especificado) y los términos y condiciones de la construcción. Los contratistas usan estas estimaciones de cantidad especificadas y las actividades de construcción asociadas para establecer los precios del trabajo para el cual están licitando.

### Estimar cantidades

El plan de drenaje final incluye una estimación del costo total del proyecto de acuerdo con las longitudes aproximadas del drenaje y el número de casas para la captación del agua de los tejados y las aguas grises (capítulo 6). Para crear un listado detallado de materiales, el plan de drenaje se debe desglosar en partes de componentes apropiados (unidades) para la construcción.

Medir y registrar las longitudes de cada tipo de nueva sección de drenaje, tuberías enterradas y reparaciones a los drenajes existentes (distinguidos por tamaño de drenaje, diseño y especificaciones de construcción) y detallar los componentes del drenaje como rejillas.

Para obtener un presupuesto para la captación de agua del tejado de las viviendas y las aguas grises, realizar una encuesta detallada de cada casa seleccionada en la fase de diseño del drenaje (sección 6.6). Esta tarea la debe realizar un topógrafo o alguien familiarizado con la metodología MoSSaiC para asegurar que se hacen las conexiones apropiadas entre las casas y los drenajes propuestos o existentes. La tabla 7.2 lista los ítems principales para incluir en la encuesta de cada casa. Idealmente, el encuestador también debe bosquejar un plano de cada casa y marcar los detalles, tales como donde el tejado necesita preparación para las

obras (figura 7.3); la longitud de los canalones y la localización de las bajantes, tanques de agua y conexiones de drenaje.

Obtener estimaciones precisas de todos los componentes necesarios para la gestión del agua del tejado, incluyendo los soportes, conectores y otros accesorios (figuras 7.4 y 7.5). La subestimación de los materiales puede generar retrasos en el trabajo y pérdida del impulso del proyecto (figura 7.6).

Desarrollar una hoja de cálculo con una página para cada casa en la que se detallen las cantidades de cada elemento requerido (figura 7.7); incluir una hoja maestra que sume las cantidades para todas las casas. Añadir una contingencia (por lo general 10%) para permitir obras o costos adicionales no previstos.

#### Confirmar cantidades y actualizar el plan

Las alineaciones de drenaje detalladas, las casas que serán conectadas y la ubicación de las tuberías y arquetas de conexión se deben confirmar con los cabezas de familia y todas las otras partes

**FIGURA 7.3 Modificaciones a la estructura del tejado para la instalación de canalones**



**TABLA 7.2 Ítems de la encuesta para identificar las casas que tendrán captación de agua de las viviendas**

COMPONENTE	ÍTEM	HABLAR CON EL RESIDENTE, MEDIR Y REGISTRAR
Preparación del tejado	Tejado galvanizado	Márgenes de tiempo para recortar el tejado galvanizado irregular
	Vigas de reemplazo	Longitud de las vigas a reparar o reemplazar para instalar frontales de alero y canalones
	Frontal de alero	Longitud de frontales de alero a reparar o reemplazar antes de colocar los canalones del tejado
Captación del agua del tejado	Canalones y bajantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud requerida</li> <li>• Número estimado de conexiones y soportes para apoyar los canalones y bajantes durante eventos de lluvias fuertes</li> <li>• Ubicación de las bajantes para que conecten con los tanques de agua y los drenajes</li> <li>• Conexiones a barriles o tanques de agua lluvia existentes y realizar las provisiones necesarias para que el desbordamiento se encauce al drenaje más cercano</li> </ul>
	Tanques de agua (si se asignan a esta casa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de los tanques de agua</li> <li>• Conexiones a las bajantes</li> <li>• Cómo se conectarán los desbordamientos a los drenajes</li> </ul>
Captación de aguas grises	Tuberías de cocinas y baños	Longitud de la tubería requerida para captar las aguas grises del fregadero, lavadoras, lavamanos y duchas
Conexiones al drenaje	Tuberías y arquetas de conexión o drenajes pequeños	Confirmar la forma de conexión, cantidad de partes y ubicación (asegurar que las conexiones tienen suficiente gradiente para maximizar el caudal)
Zunchos para huracanes	Tejado a conexiones del plato superior	Idealmente se deben incluir suficientes zunchos para permitir asegurar el material del tejado a todas las vigas

**FIGURA 7.4** Detalles de instalación de las bajantes



**FIGURA 7.5** Componentes de los canales del tejado y bajantes



interesadas relevantes (figura 78). Actualizar el plan de drenaje aprobado con estos detalles. El inventario de los ítems necesarios para conectar cada casa se debe anexar al plan como un documento separado. El documento combinado que consta del plan aprobado y el listado completo de materiales, es el documento de trabajo definitivo para usar al generar las partidas de obra.

#### Usar costos unitarios reales

Los ministerios del gobierno que regularmente emprenden o contratan obras de construcción a menudo tendrán una lista estándar de costos por unidad. Los costos unitarios seleccionados por el ingeniero o aparejador para un proyecto MoSSaiC se deben ajustar apropiadamente para

**FIGURA 7.6** Conexión de la bajante al drenaje en espera de comprar una parte de la conexión



tener en cuenta las fluctuaciones previstas en el costo de los materiales de construcción y las condiciones del sitio (como acceso deficiente por carretera) y para asegurarse de que hay beneficio para el contratista de la comunidad.

Los costos de las unidades particulares relevantes a las intervenciones MoSSaiC pueden incluir lo siguiente:

- Costo de materiales por metro de drenaje (considerar los métodos de construcción, materiales y dimensiones del drenaje relevantes)
- Costo de los canales del tejado, tuberías, tanques de agua y zunchos de huracán (incluir todos los accesorios, tornillos, clavos, etc. y materiales tales como frontales de alero para reparar tejados)
- Costo de transporte de materiales al sitio (si no hay acceso por carretera, los materiales pueden necesitar un doble manejo —transportarlos a un punto de almacenamiento y luego llevarlos al sitio)
- Costo de la mano de obra.

#### 7.3.2 Definir las partidas de obra

La UCM debe determinar el tamaño de contrato más adecuado y una estructura para el proceso de contratación comunitaria seleccionado.

**FIGURA 7.7 Hoja de cálculo para desarrollar el presupuesto de cantidades**

Nombre del residente Número de vivienda		Rellenar las celdas de color azul				
Tarea	Ítem	Costo unitario	Cantidad	Nº Longitudes	Remanente	Costo total
Reemplazo del frontal de alero	frontal de alero de 1"x8"x12'		ft	0	0 ft	0,00
	viga de 2"x6"x14'		ft	0	0 ft	0,00
	viga de 2"x6"x16'		ft	0	0 ft	0,00
	viga de 2"x6"x18'		ft	0	0 ft	0,00
	viga de 2"x6"x20'		ft	0	0 ft	0,00
	zuncho de huracán		Ítems	-	-	0,00
instalación de canalones	canalón de 6"x13'		ft	0	0 ft	0,00
	abrazadera de apoyo		Ítems	-	-	0,00
	abrazadera de unión		Ítems	-	-	0,00
	extremo		Ítems	-	-	0,00
	ángulo (ángulo D/M & PF)		Ítems	-	-	0,00
conectar canalón a bajante	toma corriente		Ítems	-	-	0,00
	curvatura de 112°		Ítems	-	-	0,00
	curvatura de 92°		Ítems	-	-	0,00
	bajante de 6"x13'		ft	0	0 ft	0,00
	pinzas de bajante		Ítems	-	-	0,00
	conector de bajante		Ítems	-	-	0,00
	base		Ítems	-	-	0,00
Conectar bajante al drenaje	tuberías de conexión		ft	0	0 ft	0,00
Conectar agua residual al drenaje	codo conector 1,5"		Ítems	-	-	0,00
General	bolsa de 1 lb de tornillos		Ítems	-	-	0,00
	tacos de anclaje		Ítems	-	-	0,00
Total						0,00

**FIGURA 7.8 Confirmación con los residentes de las conexiones de las viviendas a los drenajes**



En algunos casos, las partidas de obra pueden ser relativamente pequeñas, así que se podrán adjudicar los contratos para las obras al mayor número de contratistas de la comunidad como

sea posible. En las intervenciones típicas del Caribe Oriental, los contratos se han hecho para una construcción aproximada de 100 m de drenaje de bloques de hormigón armado. Del mismo modo, la instalación de las conexiones para el agua del tejado y aguas grises de las viviendas y los ítems relacionados pueden dividirse en partidas de obra que abarquen aproximadamente 20-30 casas.

Crear un gran número de partidas de obra pequeño puede acrecentar el número de residentes de la comunidad (que sirven como contratistas y obreros) que se benefician de la oportunidad de empleo a corto plazo, pero este enfoque crea una carga administrativa y de supervisión superior que si un número menor de contratos de más alto valor fuese adjudicado.

Equilibrar la opción de las partidas de obra numerosas de bajo valor frente a pocas partidas de obra de más alto valor necesita una cuidadosa evaluación. En el primer caso, la supervisión adecuada en el sitio para un gran número de contratistas, tal vez todos iniciando en el mismo día, plantea una mayor exigencia al personal de supervisión. Sin embargo, involucrar un número mayor de contratistas

de la comunidad puede ayudar a crear una atmósfera muy positiva que fomenta el mantenimiento y los cambios de comportamiento posteriores al proyecto en cuanto a la gestión del agua superficial a escala de viviendas.

Cumplir con las regulaciones relevantes del gobierno o la agencia de financiación en relación con el valor de los contratos emitidos. En ciertas circunstancias, las regulaciones pueden permitir que contratos por debajo de cierto valor sigan un proceso de licitación más rápido. El diseño de las partidas de obra que caen por debajo de ese valor aumenta el número de contratos que se adjudicarán (si se considera que esto es manejable y apropiado) y reduce los plazos del proyecto —un indicador de desempeño importante para los proyectos de construcción según la comunidad (tabla 71).

### 7.3.3 Preparar un plan de adquisición de materiales

El ingeniero del proyecto o aparejador deben desarrollar un plan para la compra de materiales de construcción de acuerdo al listado de materiales y la forma de contratación comunitaria que se está utilizando. Este plan debe incluir la siguiente información:

- Para la gestión del proyecto y los documentos de RFP:
  - Estándares requeridos para productos y servicios
  - Proveedores locales aprobados
  - Procedimientos de compra y responsabilidades.
- Para la gestión del proyecto y discusión con los contratistas una vez que los contratos han sido adjudicados:
  - Costos unitarios recomendados
  - Costos de almacenamiento, transporte y requerimientos previstos
  - Programas recomendados para la ejecución (justo a tiempo/diario/semanal)
  - Control y seguridad de los materiales en el sitio.

Dependiendo de la capacidad de la comunidad y los requisitos de adquisición del proyecto, la responsabilidad de la adquisición de materiales puede recaer en un miembro

del equipo de trabajo del gobierno o de la agencia de implementación o una persona nombrada por la UCM; un comité de construcción formado por la comunidad o los contratistas individuales dentro de la comunidad. En los dos últimos casos, la UCM puede tener la supervisión de la contratación a través de la aprobación de las cuentas de los contratistas y la verificación sobre el terreno tanto de la entrega del material como de la construcción.

Es importante que el proceso de adquisición de materiales cumpla con los requisitos de la agencia financiera del proyecto a la vez que siga siendo un proyecto de acuerdo con la comunidad. Esto debe equilibrar la necesidad de una rendición de cuentas ascendente, a los donantes y una descendente, a aquellos a quienes está destinado el proyecto.

### 7.3.4 Preparar las especificaciones detalladas de construcción

Para cada partida de obra, listar las especificaciones de construcción relevantes e incluir los dibujos de diseño apropiados. Utilizar la tabla 7.3 como guía para preparar las especificaciones de construcción de los componentes de un drenaje típico y referirse a los ejemplos de dibujos de diseño de drenaje en la sección 6.8.3.

Estas especificaciones se deben utilizar para informar a los posibles contratistas de los detalles de las obras de construcción requeridos y así orientar las ofertas que presenten; también deben formar parte de los términos de referencia para los contratos de las partidas de obra.

### 7.3.5 Recabar los documentos para cada partida de obra

Los siguientes documentos se deben preparar e incluir en la RFP para cada partida de obra; a partir de la adjudicación, estos documentos serán emitidos a los contratistas como parte de sus contratos:

- Descripción del alcance de los trabajos requeridos y duración del contrato
- Estimación de las cantidades y una descripción detallada de las actividades de construcción asociadas (de acuerdo con el listado de materiales, sección 7.3.1); tener en cuenta que no se debe proporcionar la estimación de costos a los contratistas potenciales



**TABLA 7.3 Requisitos y especificaciones a desarrollar para las partidas de obra**

COMPONENTE DE CONSTRUCCIÓN	ESPECIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Drenajes de bloques de hormigón armado	Dimensiones	Corregir la capacidad de drenaje, muros laterales a ras con la superficie de la pendiente para permitir la entrada de agua superficial
	Profundidad de excavación	Cimientos fuertes y evitar socavación
	Espaciado entre refuerzos	Fortalecer la estructura, evitar escapes y maximizar la vida útil del drenaje
	Mezcla para el hormigón	
	Acabado	
Drenajes colectores	Ubicación y diseño de las secciones escalonadas	Corregir la velocidad del caudal (por lo tanto corregir la capacidad), evitar el agua estancada
	Ubicación y altura de rebordes (muros del drenaje elevados)	Evitar desbordamiento
Drenajes de intercepción	Gradiente	Suficiente para asegurar el caudal y evitar el agua estancada
	Orificios de drenaje en el muro pendiente arriba del drenaje	Permitir entrada al drenaje
Todos los drenajes	Ubicación de las rejas de derrubios	Evitar bloqueos
	Secciones y rejillas cubiertas	Permitir el acceso de los peatones a las casas
	Diseño y gradiente de la pasos enterrados	Gradiente/capacidad suficiente, auto limpieza para evitar bloqueos
	Ubicación de las conexiones	Permitir conexiones a drenajes/tubería
Arquetas de conexión de hormigón	Dimensiones	Suficiente capacidad y gradiente para la entrada del flujo al drenaje
	Tubería de entrada y salida	
	Coberturas/rejas de derrubios	Evitar bloqueos
Estructuras auxiliares de contención	Diseño de estructuras menores de contención del suelo	Protección adicional apropiada de pendientes, drenajes y arroyos ante erosión o deslizamientos
	Diseño de gaviones	
	Diseño de canales de escollera natural	
Canalones de tejados	Acceso a los tejados	Permitir acceso seguro para la instalación
Salvaguardas	Especificaciones de cómo se cumplirán todas las salvaguardas requeridas	Proveer garantías de que se cumplen las salvaguardas y por lo tanto, se puede proceder con el diseño/construcción propuesta

- El plan de drenaje final y la ubicación de las partidas de obra (sección 7.3.2)
- Los requisitos para la adquisición de materiales, partes y mano de obra (sección 7.3.3); tener en cuenta que dependiendo de la forma de contratación de la comunidad, puede que los contratistas no tengan la responsabilidad de comprar los materiales
- Las especificaciones de construcción y los dibujos de diseño (sección 7.3.4)
- Los anexos a los términos del contrato relativos al plan de financiación (avances/movilización de sumas, contingencias, pago final a satisfacción completa o retención del pago hasta que se corrija el trabajo deficiente)
- Los anexos a los términos del contrato relativos a las salvaguardas (tales como procedimientos de adquisición, requisitos medioambientales para poder disponer del suelo, problemas de propiedad de la tierra, etc.)
- Guía relativa a buenas y malas prácticas de construcción (secciones 7.5, 7.6 y 7.7)
- Instrucciones a los proponentes sobre cómo presentar sus ofertas.

## 7.4 PROCESO DE LICITACIÓN

Un proceso típico de contratación comunitaria comprende tres actividades principales: solicitar potenciales contratistas e invitarlos a participar en la licitación para que presenten sus ofertas para las obras, proporcionarles orientación sobre cómo presentar sus propuestas y evaluar las ofertas y adjudicar los contratos. Este proceso y las funciones y responsabilidades de quienes evalúan y adjudican los contratos deben estar claramente definidos, públicamente transparentes y justos.

### 7.4.1 Identificar a contratistas de la comunidad

Es importante tener un proceso claro, integral, bien promocionado y transparente para encontrar posibles contratistas comunitarios e invitarlos a presentar una oferta.

Las fuentes de nombres de posibles contratistas incluyen lo siguiente:

- Residentes que solicitan trabajo a los equipos de trabajo del gobierno durante las etapas de cartografía y diseño del drenaje
- El boca a boca en la comunidad
- Reuniones de la comunidad
- Listas de contratistas de la comunidad previamente contratados por agencias gubernamentales.

### 7.4.2 Informar a los posibles contratistas

Invitar a los contratistas potenciales a una reunión de información sobre el proyecto dirigida por la persona o equipo que elaboró las partidas de obra y la persona que está a cargo del proceso de licitación. Esta sesión informativa puede abarcar lo siguiente:

- Información en el sitio: una caminata exhaustiva por el lugar de las obras propuestas en la comunidad (figura 7.9)
- Información detallada: que explique los términos específicos de los documentos y contratos de la RFP, el proceso por el cual se evaluarán los ofertantes y se adjudicarán los contratos y cómo se gestionarán los contratos
- Ayuda y orientación: dada a los contratistas que deseen presentar ofertas, que no estén familiarizados con los procesos y requerimientos formales de una licitación.

**FIGURA 7.9** Reuniones de campo con los contratistas potenciales de la comunidad



Las reuniones de campo con los contratistas potenciales de la comunidad pueden ayudar a transmitir las buenas prácticas, motivar la participación de los contratistas no experimentados y compartir el conocimiento local relevante de prácticas de construcción o de detalles del sitio.

### Información en el sitio

Para cada partida de obra, se mostrará en el sitio a los posibles contratistas lo siguiente:

- El sitio donde inician y terminan los drenajes propuestos, las dimensiones del drenaje y la forma de construcción, cómo estarán conectados a otros drenajes, los requisitos específicos de construcción (problemas de excavación, orificios de drenaje, caídas escalonadas, alcantarillas, acceso a las propiedades, etc.)
- Cuáles son las casas que tendrán conexiones a los drenajes principales para el agua del tejado y las aguas grises, en qué forma se van a conectar y todos los requisitos de cualquier construcción (por ej., zunchos de huracán, tanques de agua, tuberías de rebose para el tanque de agua).

Mientras se esté en el sitio, motivar a los posibles contratistas a que consideren lo siguiente:

- Cómo se transportarán los materiales al sitio y dónde se entregarán (figura 7.10a)
- Si puede ser necesario un doble manejo de los materiales para su transporte
- Dónde se almacenarán los materiales (en el sitio y fuera de éste si es necesario)
- Dónde se mezclará el hormigón y se obtendrá el agua (figura 7.10b); este lugar debe proporcionar acceso a un suministro adecuado de agua, espacio de almacenamiento y una proximidad razonable tanto al sitio de entrega de material

**FIGURA 7.10 Algunos problemas para abordar durante las reuniones de campo**



a. Considerar cómo se debe transportar los materiales a la obra.



b. Planificar dónde se puede mezclar el cemento.

como a la obra además de no interrumpir los caminos preexistentes que se espera que los residentes utilicen normalmente

- Dónde tendrá lugar la fabricación de los componentes para la construcción (conformación del refuerzo, construcción de encofrados, etc.)
- A dónde se llevará la tierra de la excavación
- Cómo se puede acceder a los tejados para la instalación de los canalones
- Cualquier problema que se haya pasado por alto en las especificaciones de las partidas de obra
- Cualquiera de las mejores prácticas y experiencias que se puedan incorporar en las especificaciones de las partidas de obra.

### Información detallada

Informar a los contratistas de lo siguiente:

- El proceso conforme al cual se deben presentar las propuestas y cómo se adjudican los contratos.
- El tipo de contrato que se emitirá
- La inclusión de una suma de contingencia (a menudo el 10%), cuyo gasto se autorizará por separado mediante una orden de modificación escrita
- El procedimiento de adquisición de materiales
- Los términos de pago final y requisitos de terminación de obras de acuerdo con un estándar de satisfacción
- La retención de pagos si las obras no son satisfactorias
- Cualesquiera otros términos específicos del contrato de acuerdo con las prácticas del gobierno o los requisitos de la agencia de financiación; por ejemplo, si se requiere doble manejo y almacenamiento de los materiales, las condiciones relativas a la aceptación de los procedimientos de selección del sitio de almacenamiento a incluir en los contratos (figura 7.11).

**FIGURA 7.11 La doble manipulación del material requiere un almacenamiento temporal**



### Apoyo y orientación

Intentar medir el nivel de apoyo necesario para permitir a los contratistas presentar sus ofertas. El apoyo puede ser necesario cuando los contratistas:

- tienen experiencia limitada en contratación formal,
- no están familiarizados con la terminología pertinente,
- necesitan ayuda para completar los documentos requeridos en la licitación,
- requieren ayuda para interpretar un contrato adjudicado o
- no saben leer o escribir.

Evaluar el nivel de ayuda que se necesita durante el proceso de información a los contratistas. El proceso de apoyo y orientación debe ser transparente, abierto a todos los posibles contratistas y sin violar ningún protocolo de contratación y adquisición. El proceso debe evitar la percepción de que uno de los contratistas está siendo favorecido en detrimento de otro.

Si bien puede haber muchos beneficios en el uso de contratistas de la comunidad a pequeña escala, las empresas pequeñas de contratación tienen ciertas limitaciones como su habilidad para obtener crédito y recursos financieros (Larcher, 1999). En muchos casos, el tamaño y facturación de un contratista puede estar por debajo del nivel requerido para lograr cualificar para un crédito, impidiéndole el acceso a préstamos para la movilización de la construcción (p. ej., compra de materiales y empleo de trabajadores al comienzo de la construcción antes de recibir algún pago por trabajo terminado). Esto a menudo se agrava por el hecho de que el marco institucional que apoya a la industria de la construcción en la mayoría de los países en vías de desarrollo es muy débil y subdesarrollado.

Por las anteriores razones, el plan de adquisiciones del proyecto puede permitir el desembolso de fondos de iniciación (movilización) a los contratistas. Adicionalmente, los contratistas pueden desear ayudarse mutuamente poniendo en común los recursos para las tareas comunes tales como compra de materiales y pago de los trabajadores que transportan manualmente el material al sitio. La colaboración entre contratistas es un proceso que potencialmente puede tener gran impacto en facilitar

el desarrollo de capacidades entre los miembros de la comunidad en la iniciación, ejecución e implementación del proyecto.

Si la adquisición de los materiales va a ser responsabilidad de los contratistas (en vez de una agencia o individuo nombrado por la UCM, o un comité de construcción comunitario) se debe proveer orientación en la estructura de precios y costos. En la preparación de las ofertas, los posibles contratistas deberán tener en cuenta el precio que están dispuestos a pagar por los materiales y por lo tanto, los costos probables de las obras de construcción (Ogunlana y Butt, 2000). Las estimaciones de costos también deben tener en cuenta las posibles fluctuaciones en los precios del material debido a factores como escasez del material, gastos de transporte al sitio, o cambios de proveedor (normalmente, un 60% de los materiales de construcción se importan en países en vía de desarrollo (Nordberg, 1999)) Idealmente, el contratista debe tener una visión integrada de la relación entre la estimación, licitación, presupuesto y control de costos.

### 7.4.3 Evaluar ofertas y adjudicar contratos

El proceso de evaluación de ofertas y adjudicación de contratos variará de un proyecto a otro en función de los requisitos del gobierno y la agencia de financiación, la forma seleccionada de contratación de la comunidad y el valor (o tamaño) de los contratos. En la mayoría de los casos, las ofertas presentadas se evaluarán por un comité de ofertas teniendo en cuenta los costos propuestos y las habilidades técnicas o experiencia de los contratistas. La evaluación también puede tener en cuenta los objetivos más amplios del proyecto tales como la creación de capacidad local y la creación de empleo a corto plazo. Para los proyectos pequeños o trabajos urgentes, los contratos a menudo se pueden adjudicar a contratistas designados para contratos de fuente única (sin licitación) siempre que se reciba aprobación de la agencia de financiación.

### 7.4.4 Contratistas y políticas de salvaguarda

A lo largo de los procesos que conducen a la adjudicación del contrato (figura 7.12), la UCM y todos los equipos asociados a MoSSaiC deben ser conscientes de todas las salvaguardas pertinentes, incluidas las que se detallan

**TABLA 7.4 Lista de verificación ilustrativa de salvaguardas para contratistas**

SALVAGUARDA	ACTIVADOR ILUSTRATIVO	QUÉ DEBE HACER EL CONTRATISTA
Hábitats naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existe la posibilidad de causar considerable modificación (pérdidas) o degradación de los hábitats naturales?</li> </ul>	Alertar al supervisor de obra
Áreas en disputa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Está el proyecto situado en un área en disputa?</li> <li>• ¿Se ha establecido la propiedad de la tierra y otorgado permiso por escrito si se requiere?</li> </ul>	Buscar garantías del equipo de trabajo del gobierno
Reasentamiento involuntario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Es posible que la obra implique no solo reubicación física, sino también la pérdida de la tierra u otros activos que podría dar lugar a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reubicación o pérdida de protección</li> <li>– Pérdida de activos o acceso a activos</li> <li>– Pérdida de fuentes de ingresos o medios de sustento, toda vez que las personas afectadas tienen que trasladarse a otro lugar?</li> </ul> </li> </ul>	Evitar estos problemas durante la construcción
Prácticas cuestionables (corruptas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclamo del contratista por costos más allá de los aumentos normales del costo del trabajo y las tasas de inflación</li> <li>• Materiales y equipos usados y mano de obra diferente de la especificada; la documentación no es consistente con los ítems entregados</li> <li>• Los contratistas proveen información falsa a los inspectores del proyecto sobre el progreso de la obra o los inspectores son coaccionados para aprobar pagos sujetos al progreso de la obra o certificar la conformidad con los permisos de construcción</li> <li>• Presentar o aceptar dibujos inexactos/diferentes de como se ha construido</li> </ul>	Asegurar que siempre se realicen presentaciones honestas

Fuente: <http://go.worldbank.org/WTAIODE7T0>.

**FIGURA 7.12 Firma del contratista en el sitio con un representante de la agencia de implementación**



en la tabla 7.4 (ver también 1.5.3 y 7.10.4). Estas salvaguardas se incluyen solo como guías; se puede esperar que los diferentes países, agencias de financiación y sistemas legales exijan diferentes requisitos. La UCM debe acordar una forma de comunicación de salvaguardas a los contratistas, que sea reforzada por el supervisor de obra.

## 7.5 IMPLEMENTACIÓN DE LOS TRABAJOS: REQUISITOS EN OBRA

### 7.5.1 Importancia de la supervisión de obra

La implementación de las obras se debe supervisar por supervisores de obra experimentados y formados que puedan asesorar técnicamente a los contratistas, interpretar las especificaciones de diseño de la construcción en el sitio y asegurar una construcción de buena calidad. Los supervisores de obra cualificados pueden ayudar a identificar y resolver problemas de

carencia de habilidades entre contratistas y trabajadores, dar claridad sobre especificaciones de diseño de construcción, selección incorrecta de métodos de construcción y equipos y condiciones difíciles en el sitio.

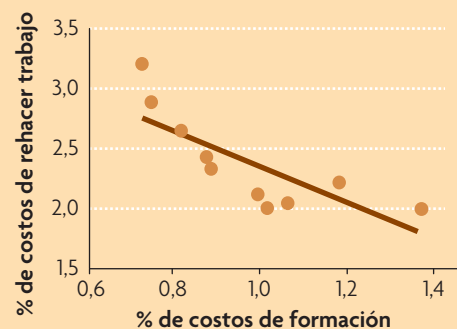
La calidad de la supervisión de obra tiene una gran influencia en el rendimiento y eficiencia de los proyectos de construcción en general. Se considera que una supervisión inadecuada puede ser una de las principales causas para rehacer los trabajos. Por lo tanto, los supervisores experimentados y bien formados tienen un papel importante en la reducción de los trabajos a rehacer debido a defectos de construcción. (Alwi, Hampson y Mohamed, 1999, 1).

Los datos sobre la relación inversa entre los costos de una construcción de mala calidad (rehacer trabajos) y los fondos empleados en formación (porcentaje del costo total del proyecto) demuestra que la formación de los supervisores de obra y contratistas es eficiente en costos (figura 7.13).

Para los proyectos de construcción según la comunidad, como los proyectos MoSSaiC, se debe contratar supervisores de obra experimentados, cuando

- es improbable que los contratistas hayan tenido trabajos fijos y pueden necesitar ayuda técnica y asesoramiento de los supervisores de obra,
- es probable que los trabajadores hayan estado desempleados durante un tiempo considerable o solo tengan una experiencia limitada en construcción,

**FIGURA 7.13** Importancia de la formación en reducir los costos de rehacer trabajo



Fuente: Alwi, Hampson y Mohamed, 1999.

- se puede emplear a un gran número de personal simultáneamente a medida que comienza el trabajo y
- los residentes a menudo solicitan trabajos adicionales que llevar a cabo una vez ha comenzado la obra.

Utilizar las siguientes secciones como un indicador de la formación de los supervisores de obra para proyectos MoSSaiC y como guía para la implementación de los trabajos de drenaje.

### Selección del supervisor de obra

El supervisor de obra debe tener experiencia en los aspectos técnicos de construcción de drenajes y la supervisión de contratos pequeños. Si es posible, él o ella además habrá trabajado con contratistas informales en comunidades urbanas vulnerables.

Idealmente, el supervisor de obra habrá estado involucrado en el proceso de cartografía y diseño del drenaje de la comunidad. Esta experiencia ayudará a asegurar que el supervisor esté familiarizado con la justificación de la reducción de amenaza de deslizamientos y el plan de drenaje, lo cual es útil por dos razones:

- Es probable que se requieran ajustes o adaptaciones de los detalles de construcción durante el curso de las obras (figura 7.14) y éstos necesitarán tener en cuenta los procesos de pendiente y contribuir a la reducción de amenaza de deslizamientos.
- Durante la construcción, el supervisor probablemente será el punto de contacto más

**FIGURA 7.14** Las marcas claras ayudan a eliminar problemas de ambigüedad para el supervisor de obra



Marcar con pintura en spray las posiciones en el suelo da claridad a los detalles de alineación.

habitual entre la comunidad y los equipos de trabajo del gobierno y la UCM. El supervisor deberá estar dispuesto y podrá responder a las preguntas de los residentes, así como resolver los problemas menores relacionados con las obras (tales como asegurar el acceso a las casas durante la construcción).

#### Reunión con la comunidad antes de iniciar la construcción

Desde su participación en la cartografía de características de la pendiente y las discusiones concernientes a los planes inicial y final de drenaje, la comunidad debe ser ya consciente de un cronograma para el inicio de las obras de drenaje. Una vez que el supervisor de obra ha sido nombrado, es una buena práctica que se reúna en el sitio con los residentes de la comunidad en contextos tanto formales como informales. El supervisor puede explicar los detalles del calendario de la construcción y otros problemas que conciernen a los residentes, tales como el almacenamiento del material y el acceso temporal a las propiedades durante la construcción.

La UCM debe informar a los residentes de la comunidad que el principal punto de contacto durante la construcción será el supervisor de obra. El contacto entre el supervisor y la comunidad es un elemento importante para asegurar que la comunidad se involucra de manera continua y positiva (figura 7.15).

#### Supervisión del inicio de la construcción

Se debe informar a los contratistas del programa de supervisión de obra propuesto: quién será el supervisor, cómo contactar con él y con qué frecuencia estará en la obra. Se debe enfatizar a los

**FIGURA 7.15 El supervisor de obra es fundamental para el éxito del proyecto y para garantizar buenas prácticas de construcción**



**FIGURA 7.16 Problema de supervisión: gran número de residentes participando con los contratistas**



contratistas y al supervisor que la calidad de la construcción es fundamental para el desempeño general de la intervención en la reducción de amenaza de deslizamientos.

El supervisor de obra debe hacer visitas diarias al sitio durante las etapas iniciales de la construcción con el propósito de:

- Resolver cualquier ambigüedad que los contratistas puedan tener en el establecimiento de las alineaciones del drenaje
- Resolver los problemas imprevistos con los residentes
- Mostrar sobre el terreno un enfoque práctico que ayuda a crear confianza entre los contratistas y los residentes de la comunidad por igual
- Establecer un nivel de compromiso en los trabajadores de los contratistas que probablemente han estado desempleados por algún tiempo y necesitan una orientación clara
- Estar alerta desde el principio a cualquier contingencia de pérdida potencial
- Asegurarse de que los contratistas solo emplean el número de trabajadores requeridos; la puesta en marcha del proyecto puede atraer a un gran número de residentes, algunos de los cuales no se contratarán en el proyecto, aunque quieran (figura 7.16).

#### 7.5.2 Inicio de la construcción: Requisitos de excavación y alineación

Durante la fase inicial de excavación y construcción del drenaje, se deberán determinar en el sitio los siguientes detalles de diseño y construcción dentro del contexto del contrato de partidas de obra y de las condiciones del terreno.

### Ubicación del inicio de la construcción

La construcción de un drenaje normalmente debe comenzar en la ubicación pendiente abajo más lejana del drenaje. Iniciar la excavación y construcción en la parte más elevada de un drenaje puede concentrar y dirigir el agua a las zonas de las laderas que carecen de drenaje, aumentando así la meteorización y deslizamientos potenciales. Las fuertes lluvias también pueden profundizar las rutas de drenaje ya excavadas, generando necesidad de más materiales (para construir drenajes mayores proporcionales al tamaño de la zanja meteorizada y profundizada) o el relleno excesivo de drenajes terminados (que pueden crear rutas de flujo subsuperficial preferencial y erosión a lo largo de los drenajes).

### Problemas de alineación detallada

Los supervisores y contratistas tendrán que hacer ajustes menores para las alineaciones de drenaje, excavación y preparación de refuerzos o encofrado de acuerdo con las condiciones detalladas del terreno y la obra.

Ajustes menores en obra al diseño del drenaje pueden involucrar lo siguiente:

- Sacar o evitar obstáculos para la excavación del drenaje, como raíces de árboles y rocas grandes

**FIGURA 7.17** Ejemplo de problemas de alineación detallada encontrados al inicio de la construcción



- Ajustar la alineación de acuerdo con las variaciones topográficas menores que de otra forma afectarían al gradiente del drenaje y su capacidad de flujo; esto es especialmente relevante en los drenajes de interceptación diseñados para operar transversalmente a la pendiente
- Suavizar la alineación de codos o uniones en el drenaje; éstos no deben tener ángulos bruscos o el agua rebosará o dañará el drenaje y debe tener suficiente profundidad y anchura para acomodar caudales de crecida
- Incorporar las condiciones de asimetría de la pendiente a las secciones transversales del drenaje; los refuerzos y muros laterales del drenaje se deben adaptar (p. ej., la figura 7.17 muestra un refuerzo mayor en el lado de arriba de la pendiente del drenaje de interceptación)

### Problemas del gradiente del canal

En las especificaciones de la partida de obra y los problemas antes mencionados relacionados con la alineación del drenaje, el supervisor y los contratistas tendrán que emitir su criterio en obra sobre la profundidad y el gradiente apropiados de excavación y las ubicaciones detalladas de cualquiera de los escalones del drenaje requeridos. Los gradientes del canal de drenaje deben garantizar suficiente velocidad de flujo, especialmente a través de tuberías enterradas y limitar la acumulación de derrubios; pero no deben ser tan escarpados como para causar desbordamiento, erosión del drenaje, e inundación pendiente abajo.

Los requisitos específicos relativos al gradiente del canal del drenaje en el sitio incluyen lo siguiente:

- Creación de escalones en los drenajes con gradientes de canal empinados para ralentizar la velocidad del flujo, especialmente donde el drenaje cambia de dirección o donde dos drenajes se unen (los escalones reducen el riesgo de desbordamiento que produce la velocidad de flujo excesiva)
- Hacer drenajes de interceptación y colectores de auto-limpieza estableciendo gradientes en el canal del drenaje que mantengan una velocidad de flujo adecuada y por lo tanto, reduzcan la deposición de derrubios (figura 7.18)



**FIGURA 7.18 Drenajes escalonados de auto limpieza**



Asegurarse de que la auto-limpieza de los drenajes escalonados funciona es un elemento vital de buena práctica y debe ser cuidadosamente supervisado en el sitio según sean las condiciones del terreno, ya que no siempre es fácil de lograr.

- Asegurarse de que los niveles del fondo del canal terminados evitarán el agua estancada o una dirección de flujo incorrecta.

### 7.5.3 Asegurarse de que el agua puede entrar en los drenajes

El vertido en el encofrado de la base de los drenajes y construcción de los muros laterales de los bloques es una fase crítica de la construcción del drenaje. Si la construcción es demasiado apresurada o mal supervisada, el resultado puede ser un drenaje ineficiente que no logra captar la escorrentía superficial y por lo tanto reducir la amenaza de deslizamientos. El contratista puede evitar una construcción de drenaje ineficiente adhiriéndose a la siguiente guía de construcción.

#### Muro de drenaje

Construir la parte superior de los muros del drenaje a ras de la superficie del terreno (en ambos lados del drenaje colector y en el lado superior de los drenajes de interceptación) (figura 7.19). Se debe enfatizar este detalle de la construcción a los residentes y contratistas. Donde hay un diseño y supervisión de obra inadecuados, no es raro que los muros laterales se construyan por encima del nivel del suelo impidiendo, de este modo, que el agua superficial entre en el drenaje.

**FIGURA 7.19 Altura del muro del drenaje terminado a nivel de la superficie del terreno adyacente**



Cuando la altura del drenaje terminado es la misma que la superficie del terreno adyacente, el agua puede entrar en el drenaje desde los lados. Aquí, los muros del drenaje tienen la altura correcta y el agua de la superficie podrá entrar en el drenaje una vez que el material de relleno haya sido añadido y compactado. Los contratistas sin experiencia a menudo construyen los muros laterales por encima del nivel de la superficie del terreno adyacente.

#### Incorporar orificios de drenaje

Los orificios de drenaje permiten que el agua entre a los drenajes captando el agua superficial (infiltrada) de los horizontes superiores del suelo. Los agujeros de drenaje en el muro lateral superior de un drenaje de interceptación son especialmente importantes. Si se excluyen, el

**FIGURA 7.20 Formación de los orificios de drenaje**



a. Los orificios de drenaje se deben incorporar en la construcción del drenaje de bloques de hormigón en el lado de la pendiente, para permitir la captación del flujo subsuperficial.



b. Orificios de drenaje formados por medio bloque colocados ortogonales al muro del drenaje.



c. Orificios de drenaje formados con tuberías pequeñas de plástico.

flujo subsuperficial puede pasar por debajo de la base del drenaje y erosionar los cimientos del drenaje en el lado inferior.

Hablar con el contratista acerca de la disposición de los agujeros de drenaje, ya que el espacio entre los redondos vertical se debe acomodar al inicio de la construcción del drenaje.

Los agujeros de drenaje se pueden construir de varias maneras, la más común es dejar brechas en la construcción de los bloques (figura 7.20a), utilizando medio bloque (figura 7.20b) e insertando tuberías de plástico (figura 7.20c).

#### Construir los drenajes antes de instalar los canalones del tejado y las conexiones de la casa

Si el agua de los hogares (aguas grises y agua del tejado) va a estar conectada al drenaje a través de tubería o drenajes menores en la vivienda, hacer las provisiones necesarias para estas conexiones durante la construcción (figura 7.21).

Instalar los canalones en el tejado después de que los drenajes estén terminados. Su instalación anterior a la construcción del drenaje puede generar descargas desde las bajantes no conectadas, cocinas y baños, erosionando el suelo, dañando los drenajes aún no terminados y potencialmente incrementando las amenazas de inundación o deslizamientos.

#### 7.5.4 Captar el agua del tejado de los hogares

##### Preparar y reparar los tejados

Durante la preparación del listado de materiales y las partidas de obra se debería haber llevado

**FIGURA 7.21 Construcción del drenaje previendo una posible conexión con tuberías de aguas grises**



a cabo un estudio cuidadoso y exhaustivo de todos los trabajos del tejado requeridos (secciones 7.3.1 y 7.3.2). La omisión de estos detalles en el cronograma de obra puede producir exceso de costos, dificultad potencial para adquirir los materiales adicionales y retrasos en la finalización de las obras.

Realizar pequeñas reparaciones y preparaciones del tejado (figura 7.22a y b) tales como las siguientes:

- Reparar o reemplazar los frontales de alero y los extremos de las vigas

**FIGURA 7.22 Problemas en la reparación del tejado**



a y b. Hacer reparaciones menores del tejado para permitir la instalación de canalones, bajantes y zunchos de huracán.

c. Algunas de las estructuras del tejado pueden necesitar ser reemplazadas. La decisión de llevar a cabo estos trabajos se debe evaluar cuidadosamente en términos de las expectativas de la comunidad y el gobierno en relación con los niveles de apoyo que se dan a las viviendas.

- Recortar la chapa galvanizada del tejado para asegurar que los canalones del tejado pueden captar toda el agua del tejado
- Volver a fijar la chapa galvanizada a las vigas donde se hayan perdido las fijaciones.

Se podrá decidir que no es práctico o económico reparar ciertas estructuras del tejado dentro de las limitaciones del presupuesto del proyecto (figura 7.22c). Si se llega a tal decisión, las razones para no instalar canalones en el tejado se deben hablar con los residentes a quienes esto afecta y con la comunidad más ampliamente, en el contexto del proyecto acordado y las prioridades presupuestarias.

#### Instalar canalones en el tejado

Conectar los canalones del tejado a frontales de alero firmes. Identificar las ubicaciones de las bajantes que permiten conectar los tanques de agua, drenajes o arquetas de hormigón con las conexiones por tubería a los drenajes.

Una vez que las ubicaciones de las bajantes han sido definidas, instalar los canalones del tejado para que el agua fluya a lo largo del canalón a las bajantes con suficiente velocidad para evitar el desbordamiento durante los eventos de lluvia intensa. Los soportes y otros accesorios deben estar alineados para asegurar que fluye en la dirección correcta (figura 7.23).

**FIGURA 7.23 Canalones de tejado recientemente instalados**



Los canalones de tejado pueden requerir invertir los canalones existente para crear direcciones de flujo eficientes a las bajantes y las conexiones de drenaje principal.

#### 7.5.5 Conectar el agua de las viviendas a los drenajes

Cada casa que recibe canalones del tejado y conexiones para las aguas grises se debe conectar a la red de drenaje. Se deben haber identificado otras posibles opciones de conexión durante el proceso de diseño del drenaje (sección 6.6.4) como conexiones directas a la tubería, conexión por tubería a una arqueta de hormigón y luego por tubería al drenaje o construcción de un drenaje pequeño para conectar al drenaje principal.

**FIGURA 7.24 Conexiones del agua del tejado de las viviendas a los drenajes principales**



Se debe tener cuidado de asegurar que las conexiones de agua del tejado de la vivienda a los drenajes principales son suficientemente rígidas y entregan tasas de flujo rápidas para conseguir auto-limpieza.

Todos los canalones de la vivienda y las conexiones por tubería a los drenajes deben ser estancos. Los supervisores deben inspeccionar los canalones del tejado, las bajantes y todos los demás conductos durante y después de la lluvia para asegurarse de que están adecuadamente instalados y firmemente sujetos. Usualmente no es difícil remediar pequeños problemas. Si no se tratan, sin embargo, las conexiones sueltas pueden producir escapes, dañar los muros y cimientos y producir meteorización e inundaciones.

#### Conexiones directas

En algunos casos, las bajantes y las tuberías de aguas grises se pueden conectar directamente a los drenajes (figura 7.24). Son buenas prácticas:

- Enterrar los tubos de conexión siempre que sea posible para evitar daños.
- Fijar firmemente la tubería de conexión al muro del drenaje en el punto de descarga de la tubería para evitar posibles desconexiones en momentos de caudales elevados.

#### Construir arquetas de hormigón para conectar las tuberías de drenaje

Las arquetas de conexión de hormigón se deben construir cuando los canalones del tejado se

instalan para asegurar que las ubicaciones planificadas son viables con respecto a la ubicación final de las bajantes.

La ubicación, diseño y construcción de la arqueta de conexión debe

- garantizar un gradiente suficiente en la tubería de salida al drenaje para auto-limpieza;
- incorporar una tubería de salida tan amplia como sea posible, o usar dos tuberías pequeñas para asegurar suficiente capacidad;
- incorporar una cubierta o reja para reducir al mínimo los bloqueos y permitir la limpieza y
- quedar cuidadosamente revestida con una delgada capa de hormigón para prevenir escapes (figura 7.25).

#### Instalar tuberías de rebosamiento en el tanque de agua

Bien sea que el residente ya recoja el agua lluvia o que se provea un nuevo tanque de agua como parte del proyecto, se necesitará instalar una tubería de rebosamiento en el tanque y conectarla al drenaje (figura 7.26). La ruta del exceso de flujo puede determinar la ubicación del tanque y por lo tanto decidir cuál bajante queda mejor conectada al tanque.

**FIGURA 7.25 Arquetas de conexión en hormigón**



Las arquetas de conexión en hormigón son una forma eficiente de recoger el agua del tejado en áreas de vivienda de alta densidad. Cuando están terminadas, se debe cubrir la tubería para evitar que causen obstrucción y se debe equipar a las arquetas con una cubierta removible.

**FIGURA 7.26 Conexión de las tuberías de desbordamiento del tanque de agua a los drenajes cercanos**



La recolección de agua lluvia en los tanques de agua debe estar acompañada de un sistema de previsión de desbordamiento a un drenaje principal cercano.

## 7.6 IMPLEMENTACIÓN DE LAS OBRAS: BUENAS PRÁCTICAS

Las siguientes directrices ofrecen ejemplos de buenas prácticas más allá de los requisitos de construcción previamente esbozados.

### 7.6.1 Verter hormigón con buen tiempo

La base del drenaje se debe verter cuando hay buena meteorología, permitiendo el suficiente tiempo para que el hormigón se seque antes de que el agua fluya en el drenaje parcialmente construido. La descarga de agua lluvia sobre una base de drenaje que no se ha secado, fácilmente erosionará la mezcla y se perderán materiales y tiempo de construcción valiosos (figura 7.27).

- Estimar el tiempo necesario para la excavación, preparación, entrega del material y transporte del material al sitio.
- Utilizar estas estimaciones para desglosar las obras requeridas en tareas que se puedan gestionar real y completamente cada día, de acuerdo con las condiciones meteorológicas.
- Prever la posibilidad de lluvia durante la noche.

- Tomar en cuenta las altas temperaturas; el hormigón se puede secar demasiado rápido y agrietarse si no se ha mantenido correctamente sombreado y húmedo.

### 7.6.2 Almacenamiento seguro de los materiales

Identificar un lugar seguro en el sitio para el almacenamiento de materiales y reducir al mínimo el riesgo de robo.

- Programar la compra y entrega de materiales para que coincida con las tareas de construcción planificadas de modo que no haya mucho material en el sitio en ningún momento; asegurarse de tener en cuenta los posibles retrasos en la entrega.
- Coordinar con los residentes para encontrar una persona de confianza que pueda almacenar los materiales de manera segura, por ejemplo, en un taller, centro comunitario, casa o patio trasero.
- Utilizar un contenedor cerrado con llave si no hay otra alternativa segura y adecuada.
- Almacenar los materiales en áreas más públicas si se van a utilizar durante la jornada de trabajo.

FIGURA 7.27 Ejemplos de bases de drenajes



a. Un vertido de la base del drenaje bien construido en buenas condiciones climáticas.



b. Erosión de una base de drenaje vertida recientemente: el refuerzo está expuesto y el agua puede eventualmente romper la base.

**FIGURA 7.28** Suministro adecuado de acceso temporal a las casas durante la construcción



### 7.6.3 Mantener un inventario

El control de inventario por las personas encargadas de adquisición y por contratistas ayuda a evitar el robo y es útil en la resolución de posibles controversias entre los residentes, trabajadores y contratistas en relación con el uso del material.

- Mantener registros, tales como facturas abiertas, recibos y registros de entregas, de todos los materiales comprados.
- Asegurarse de que el material se envía desde la ubicación de almacenamiento a la obra solamente cuando éste se necesita.
- Asegurarse de que los materiales enviados se pueden usar en la jornada de trabajo; esto reduce la probabilidad de robo.

### 7.6.4 Proporcionar acceso a los residentes

La excavación y construcción de drenajes puede conducir a problemas temporales de acceso a caminos o casas. Los contratistas necesitan mantenerse en buenos términos con los residentes y tenerlos en cuenta en caso de causar cualquier interrupción inevitable.

- Crear accesos temporales para los residentes cuando los drenajes se están construyendo (figura 7.28).

- Si el diseño final no ha hecho una previsión para crear accesos a través de un drenaje, considerar utilizar los fondos de contingencia para construir pasos sobre el drenaje.
- Debido a que extensas secciones de drenaje cubierto no captarán los flujos superficiales y pueden resultar bloqueados con derrubios, limitar el cubrimiento de secciones solo a lo que sea necesario para permitir al paso.

### 7.6.5 Minimizar escapes de las tuberías

Asegurarse de que los canalones del tejado, bajantes y todas las conexiones de tuberías a drenajes son estancos para evitar daños a las casas y crear flujos concentrados que puedan aumentar la erosión del suelo, inundación o amenazas de deslizamientos localizadas. Sea consciente de las ubicaciones de drenaje o tuberías de suministro de aguas existentes para evitar causar daños durante la construcción.

- Asegurarse de que las conexiones de tubería del drenaje son estancas (figura 7.29).
- Comprobar si hay escapes en las tuberías existentes de suministro de agua y de aguas grises y en las llaves de cierre de suministro de las viviendas.
- Asegurarse de que la excavación y construcción no causan nuevos escapes en la tubería existente.

**FIGURA 7.29 Utilizar manguitos para unir las secciones de tuberías de drenaje**



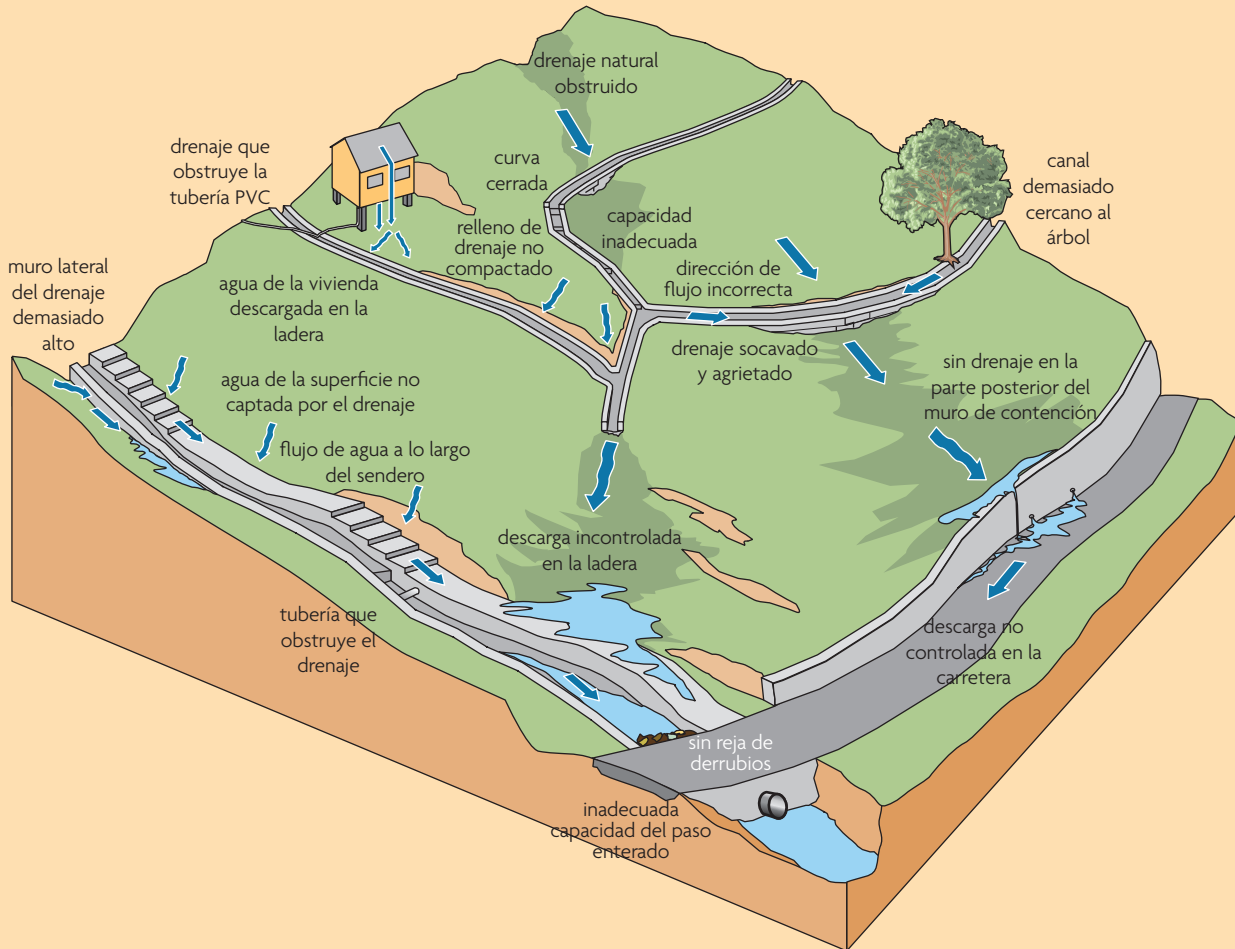
- Pedir a la empresa de agua y saneamiento que redirija las tuberías que crucen la alineación propuesta de los nuevos drenajes.

## 7.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS: PRÁCTICAS A EVITAR

El deseo de los trabajadores de la comunidad de que se les pague rápidamente junto con la mala supervisión del sitio, a veces puede conducir a una mala construcción. Deben tomarse medidas desde el principio para evitar tales circunstancias. Debido a que una deficiente construcción puede ser difícil de rectificar (tanto política como económicamente), esta sección identifica los detalles de diseño en el drenaje y las prácticas de construcción relacionadas que se deben evitar.

Lograr detalles de diseño y construcción del drenaje correctos ayuda a evitar costos innecesarios adicionales debido al desperdicio de materiales o la necesidad de repetir la obra,

**FIGURA 7.30 Ilustración de los detalles de diseño y construcción de drenaje que frecuentemente se pasan por alto**



*Fuente:* Hui, Sun y Ho, 2007. Reproducido con la autorización del Director de la Oficina de Ingeniería Geotécnica y el Director del Departamento de Ingeniería Civil, Hong Kong, SAR, China.



**TABLA 7.5 Ejemplos de detalles de diseño y construcción de drenajes que frecuentemente se pasan por alto**

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Curvas cerradas	Presencia de curvas cerradas en los canales de drenaje sin muros deflectores para controlar potenciales salpicaduras
Capacidad inadecuada	Capacidad inadecuada de provisiones de drenaje río abajo para atender la descarga de la pendiente (p.ej. canales grandes descargando a canales más pequeños) y por lo tanto produciendo desbordamientos
Caída equivocada	Canales de drenaje con una caída construida en dirección opuesta a la pretendida en el diseño
Obstrucción en el drenaje	Presencia de obstrucciones en el drenaje reduciendo su capacidad para drenar
Muros laterales muy altos	Construcción inadecuada de los canales de drenaje con las partes superiores de los muros laterales por encima del nivel del suelo adyacente produciendo erosión a lo largo del lateral del canal
Falta de rebordes	Falta de rebordes en el lado pendiente abajo de carreteras/pavimentos para minimizar la posibilidad de descarga descontrolada de escorrentía superficial pendiente abajo en puntos bajos o ubicaciones vulnerables
Falta de drenajes de intersección	Falta de drenajes de intersección a lo largo de una carretera/pavimento en pendientes largas que pueden actuar como conductos para reducir la descarga acumulada en ciertos puntos a lo largo de la carretera/pavimento y evitar erosión de la superficie o inundaciones
Canales construidos cerca de árboles maduros	Se deben retirar las raíces de algunos árboles maduros al construir canales de drenaje cerca de estos árboles con el consiguiente riesgo de un impacto adverso para la salud de los árboles, al igual que posibles daños a los canales por la acción de las raíces de los árboles posteriormente
Canales de drenaje de capacidad insuficiente	Los canales de drenaje de capacidad insuficiente pueden producir salpicaduras, desbordamientos y por lo tanto erosión de la superficie de la pendiente junto a los canales de drenaje
Sin rejas para derrubios/sedimentos	La ausencia de rejas de basura o derrubios/sedimentos en las entradas de los pasos enterrados principales/canales de drenaje los hace vulnerables a bloqueos, especialmente donde hay una escorrentía superficial considerable durante lluvias fuertes con la consiguiente necesidad de limpiar y retirar los derrubios en el área pendiente arriba
Diseño deficiente de rejas para derrubios/sedimentos	Detalles inadecuados de las rejas de basura/derrubios en las entradas de drenaje pueden dar lugar a flujo turbulento y salpicaduras
Protección inadecuada de los cabeceros de las alcantarillas en el cruce de carreteras	Protección inadecuada de los cabeceros en la entrada de los pasos bajo carreteras contra la entrada de agua en la cuneta de la carretera que produzca humedad del suelo, meteorización potencial del subsuelo y movimiento de tierra (en consecuencia, produciendo posible agrietamiento de pasos bajo la carretera y escapes que pueden afectar pendiente abajo)
Insuficientes puntos de drenajes colectores	Previsto un inadecuado número de puntos de descarga de drenajes
Arquetas de conexión de capacidad insuficiente	Arquetas de conexión de drenaje de tamaño insuficiente son propensas a bloqueos
Deficiente diseño de senderos/drenajes	Presencia de escalones de hormigón colindantes al canal del drenaje que puede actuar como factor de interceptación y evitar que la escorrentía superficial entre al canal
Deficiente diseño de conexiones de drenaje	Deficiente construcción en la conexión entre los drenajes existentes y los nuevos sistemas de drenaje de pendientes
Ausencia de drenajes de interceptación	Ausencia de drenajes de interceptación o tamaños inadecuados de los drenajes de interceptación para pendientes con considerable captación superficial

Fuente: Hui, Sun y Ho, 2007.

asegura que los drenajes funcionan según lo previsto y puede mejorar el entorno físico de los residentes (por ejemplo, mediante la reducción de inundaciones localizadas, deposición de materiales meteorizados y derrubios, agua estancada y suelos saturados de agua). Inspecciones de obra realizadas en Hong Kong SAR,

China (reportado por Hui, Sun y Ho, 2007) destacan algunos ejemplos de una atención inadecuada prestada al diseño de drenajes superficiales y detalles de construcción (tabla 7.5). La figura 7.30 ilustra varios problemas de drenaje que se encuentran comúnmente en comunidades no autorizadas.

### 7.7.1 Desperdicio de materiales y no captación de agua superficial

Los contratistas pueden percibir el diseño de la construcción de un muro lateral de drenaje parecidos a los de pequeñas estructuras de retención de suelos, por lo tanto, que incorrectamente construyan por encima del nivel de la superficie de la pendiente, obstruyendo así la entrada de la escorrentía de agua superficial al drenaje. Enfatizar a los contratistas que los muros laterales del drenaje tienen que estar al ras del nivel del suelo para captar el flujo superficial de laderas a todo su largo.

Los contratistas deben evitar construir bloques de drenaje por encima del nivel del suelo ya que esto

- desperdicia materiales;
- hace que el drenaje sea, en gran medida, ineficaz para captar aguas superficiales y
- puede producir un flujo a lo largo del exterior del drenaje, causando inundaciones aguas abajo, además de poder socavar el drenaje (figura 7.31).

**FIGURA 7.31 Drenaje construido con muros laterales a una altura inapropiada**



Los muros laterales altos evitan la entrada del flujo y permiten que el flujo vaya a lo largo y por debajo del drenaje. La altura del drenaje terminado debe estar a nivel de la superficie del terreno adyacente.

### 7.7.2 Capacidad limitada en los drenajes de sendero

La capacidad de caudal de los drenajes adyacentes a los escalones de un sendero se determina por la distancia desde el punto de mínima profundidad del drenaje con la parte posterior de la huella de los escalones del sendero. Una vez que se supera esta profundidad de flujo, el

**FIGURA 7.32 Identificar la capacidad máxima del drenaje adyacente a los escalones del sendero**



Esta capacidad puede ser menor de lo que aparece a primera vista y puede provocar un desbordamiento del caudal del drenaje y fluir a la parte baja de los escalones del sendero.

agua fluirá por los escalones y sendero abajo. Normalmente, la capacidad de drenaje del sendero es menos de 50% de la capacidad percibida (figura 7.32).

Los drenajes de sendero se deben diseñar y construir teniendo en cuenta la profundidad de la huella de los escalones del sendero cuando sea factible; en caso contrario, se debe compensar la profundidad de manera que la profundidad mínima de drenaje se considere adecuada.

Este detalle en el diseño es importante en lluvias fuertes y puede marcar la diferencia entre un sendero seguro y uno inundado con tanta agua que es demasiado peligroso usarlo.

### 7.7.3 Acceso peligroso para residentes

Durante y después de la construcción del drenaje, los residentes pueden verse afectados por problemas de acceso producidos por los nuevos drenajes que cruzan los senderos. Aunque es una buena práctica proporcionar pasos o parrillas de barras encima de los drenajes, deben diseñarse cuidadosamente a fin de no causar un peligro adicional:

- El uso de parrillas donde un sendero pasa por encima de un drenaje puede ser peligroso para niños pequeños a menos que la separación de las barras sea pequeña (figura 7.33).
- Cuando se utilizan placas de hormigón para pasar sobre los drenajes para crear accesos, éstas deben ser de una textura que evite que

**FIGURA 7.33** Algunas prácticas de construcción pueden ser peligrosas para los niños pequeños



la superficie se vuelva resbalosa durante las lluvias fuertes.

#### 7.7.4 Notas detalladas de la construcción

La supervisión del sitio y los detalles finales de la construcción son importantes para lograr la reducción de amenaza de deslizamientos. La UMC debe considerar proveer a los contratistas y supervisores con copias de las secciones

7.6 y 7.7 e incorporando las buenas prácticas locales adicionales según corresponda.

## 7.8 CIERRE DE LAS OBRAS TERMINADAS

El equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos y de ingeniería y/o el ingeniero asignado por la UMC debe asegurarse de que cada partida de obra se ha completado satisfactoriamente antes de que las obras se cierren y se hagan los pagos finales a los contratistas. Este proceso implica la confirmación de que no hay ninguna obra pendiente del contrato y que no hay defectos de construcción. Las obras menores adicionales también se pueden identificar más allá del alcance del contrato original.

Los defectos de construcción podrían incluir lo siguiente:

- Desviaciones no autorizadas de las especificaciones de diseño o construcción
- Uso de materiales de inferior calidad

**TABLA 7.6** Ejemplo de una programación informal de defectos de construcción y trabajos pendientes

DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN, TRABAJOS PENDIENTES Y TRABAJOS DE REMEDIACIÓN REQUERIDOS			
COMUNIDAD:			
FECHA:			
TÉCNICO/INGENIERO QUE INFORMA:			
CONTRATISTA:			
UBICACIÓN (NÚMERO EN EL PLANO)	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y NÚMERO DE REFERENCIA DE LA FOTOGRAFÍA	JUSTIFICACIÓN Y PRIORIDAD	DIBUJO DEL DISEÑO
12	Completar la conexión del drenaje principal al drenaje del sendero por encima de la panadería	Evitar inundaciones en las áreas de deslizamiento existentes	i
18	Completar el drenaje de la Casa 15: Unir drenajes ya construidos por encima y por debajo; se requiere un drenaje de bloques de hormigón de 30 m	Esencial para evitar la inundación de la Propiedad 16	ii
23	Instalar las conexiones de las bajantes de las casas a los drenajes principales	Esencial para evitar erosión del sendero	iii
27	Realignar el drenaje para asegurar el flujo reverso del drenaje al arroyo existente	Instrucciones dadas el 21 de Mayo en obra	iv
30	Instalar plancha de hormigón sobre el drenaje para proveer acceso a las Casas 2 a 7	Obras adicionales identificadas por la comunidad y aprobadas por el ingeniero autorizado del proyecto	v

- Mano de obra deficiente
- Problemas con el diseño y las especificaciones originales de las obras.

Los supervisores de obra deben asesorar al ingeniero en cualquier problema que surja durante la construcción, como la necesidad de pequeños cambios en la alineación o el diseño del drenaje debido a las condiciones del sitio. Los residentes de la comunidad también deben tener la oportunidad de hacer comentarios sobre las obras y sugerir pequeñas adiciones que se consideren razonablemente necesarias, como el acceso a través de los drenajes.

Las obras pendientes y los defectos debido a errores del contratista deben quedar corregidos antes del pago final. Sin embargo, los contratistas no deben ser penalizados por deficiencias en las especificaciones originales de diseño y construcción. En su lugar, las obras adicionales requeridas debido a un rediseño u obras imprevistas deben ser acordadas con los contratistas y pagadas mediante la partida de contingencia o de la emisión de un contrato adicional de fuente única.

El ingeniero y el supervisor de obra deben preparar una lista de defectos de construcción y obras pendientes para cada partida de obra e identificar las acciones correctivas necesarias para su terminación. La tabla 7.6 provee un ejemplo de la plantilla. Las obras adicionales también pueden tener especificaciones y se puede acordar un cronograma de pagos. Hablar de este cronograma en el sitio con los contratistas y acordar un marco de tiempo para su conclusión. Proporcionar copias de este cronograma al contratista, al supervisor del sitio, al ingeniero y a los líderes de la comunidad.

Una vez que las obras estén terminadas, el ingeniero autorizado hace el cierre de la construcción y se realizan los pagos finales a los contratistas.

**HITO 7:**  
**Realizado el cierre de la construcción terminada**

## 7.9 BIOINGENIERÍA POST CONSTRUCCIÓN

Aunque MoSSaiC se centra en el drenaje de agua superficial adecuado para reducir la amenaza de deslizamientos, otras intervenciones relacionadas y practicadas como la bioingeniería potencialmente pueden agregar valor (Anderson, 1983; Florineth, Rauch y Staffler, 2002; Howell, 1999a; Lewis, Salisbury y Hagen, 2001; Stokes et al., 2007). Mientras que ciertas plantas a veces pueden aumentar la resistencia del material de la pendiente, un beneficio particular de la bioingeniería es la reducción de la erosión de la pendiente. La erosión es el desprendimiento y transporte de partículas materiales por lluvias y caudales de agua (u otros agentes) y consiste en un conjunto de procesos físicos diferente a los asociados con la estabilidad de taludes (como se define en el capítulo 3). En algunas comunidades, los residentes erróneamente consideran la erosión como sinónimo de deslizamientos de tierra. Puede ser apropiado discutir estos dos procesos de ladera con los residentes y explicarles que la gestión adecuada de la vegetación de la pendiente puede ayudar a reducir tanto la erosión como la amenaza de deslizamientos. La reducción de la erosión del suelo también puede ayudar a reducir la cantidad de derrubios depositados en los drenajes durante eventos de lluvias fuertes.

Esta sección ofrece una introducción breve a la bioingeniería y a cómo puede ser parte de una buena práctica en la gestión de pendientes en comunidades. Una discusión con un especialista en plantas locales o forestales ayudaría al equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos y de ingeniería en la revisión de la posibilidad de complementar la intervención del drenaje con bioingeniería cuando la densidad de las viviendas lo permita.

### 7.9.1 ¿Qué es bioingeniería?

La bioingeniería se define comúnmente como el uso de cualquier tipo de vegetación como material de ingeniería (es decir, uno que tenga características y comportamiento cuantificables). Las medidas de bioingeniería utilizan dos componentes distintos: los componentes vivos (especie vivas) y los componentes inertes o estructurales tales como estacas muertas, muros jardinera y madera. Estos dos tipos de componentes se pueden usar solos o combinados (Campbell et al., 2008).

Las aplicaciones de bioingeniería del suelo requieren una planificación cuidadosa, ya que se deben aplicar prácticas de ingeniería y principios ecológicos. La mayoría de comunidades vegetales naturales no tienen las propiedades de ingeniería deseadas para estabilizar taludes o proteger contra la erosión superficial porque las especies no han evolucionado específicamente para esos fines (Howell, 1999 a); esto subraya la importancia de una planificación cuidadosa. Una configuración ideal de una comunidad vegetal se tiene que diseñar y mantener a medida que crece la vegetación (Figura 7.34).

### 7.9.2 El efecto de la vegetación sobre la estabilidad del talud

Algunas plantas pueden tener un papel importante en la estabilidad y protección de pendientes. Las raíces de las plantas pueden reforzar la pendiente agregando resistencia a la tracción y anclando los materiales de la pendiente. En términos de hidrología de pendientes, hay tres principales efectos hidrológicos positivos:

- La absorción de agua del suelo por las raíces reduce el contenido de agua del material de la pendiente y por lo tanto reduce la presión de poro de agua.
- La vegetación intercepta la lluvia, lo que reduce la infiltración de agua superficial.
- Al interceptar la lluvia y reducir la escorrentía de agua superficial, la vegetación puede reducir la erosión del suelo.

En algunos casos, la vegetación puede actuar para reducir la estabilidad de una pendiente por medio de los siguientes mecanismos:

- Los árboles grandes aumentan la carga de la pendiente.
- Los árboles pueden ser “derrribados por el viento”, que ejerce una fuerza sobre la pendiente durante los vientos fuertes.
- El escurrimiento por tallos y las raíces vivas o en descomposición pueden generar trayectorias de flujo preferenciales en y dentro del material de la pendiente (macro poro), aumentando la concentración de agua en ciertos lugares.
- Algunas especies cultivadas, como el banano y el plátano, contribuyen a la carga de la

**FIGURA 7.34** Desarrollo típico de plantas en las comunidades bajo el programa de bioingeniería y mantenimiento



Fuente: Howell, 1999a.

pendiente mientras desarrollan sistemas muy limitados de raíces.

Existen limitaciones reconocidas de la bioingeniería. Campbell et al. (2008, 13) lo resumen así: “aunque los beneficios de la vegetación para evitar erosión del suelo están bien definidos, su capacidad para estabilizar pendientes sujetas a fallas superficiales, está menos probada y ciertamente menos cuantificada”.

### 7.9.3 Vegetación y gestión de pendientes urbanas

En las áreas de viviendas no autorizadas, la vegetación frecuentemente se elimina para la construcción de viviendas aumentando potencialmente la amenaza de deslizamientos y la erosión del suelo. Posteriormente, la pendiente puede mantenerse libre de vegetación o sembrada con cultivos que no proporcionan una adecuada estabilización o protección a la superficie.

Al considerar la bioingeniería para complementar una intervención de drenaje

**TABLA 7.7 Ayuda en la decisión para elegir una técnica de bioingeniería**

INICIO ÁNGULO DE LA PENDIENTE	LONGITUD DE LA PENDIENTE	DRENAJE DEL MATERIAL	HUMEDAD DEL SITIO	PROBLEMA PREVIO/POTENCIAL	FUNCIÓN REQUERIDA
> 45°	> 15 m	Bueno	Húmedo	Erosión, inclinación	Armadura, refuerzo, drenaje
			Seco	Erosión	Armadura, refuerzo
		Pobre	Húmedo	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
			Seco	Erosión, inclinación	Armadura, refuerzo, drenaje
	< 15 m	Bueno	Cualquiera	Erosión	Armadura, refuerzo, captación
		Pobre	Húmedo	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
Seco	Erosión, inclinación		Armadura, reforzar, drenaje		
30°–45°	> 15 m	Bueno	Cualquiera	Erosión	Armadura, refuerzo, captación
		Pobre	Cualquiera	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
	< 15 m	Bueno	Cualquiera	Erosión	Armadura, refuerzo, captación
		Pobre	Cualquiera	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
			Cualquiera	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
		Cualquiera	Cualquiera	Erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
< 30°	Cualquiera	Bueno	Cualquiera	Erosión	Drenaje, armadura, refuerzo
		Pobre	Cualquiera	Inclinación, erosión	Drenaje, armadura, captación
	< 15 m	Cualquiera	Erosión	Armadura, captación	
	Base de cualquier pendiente		Base de cualquier pendiente	Apoyo, anclaje, captación	
<b>CONDICIONES ESPECIALES</b>					
Cualquiera <sup>a</sup>	Cualquiera <sup>a</sup>	Cualquiera <sup>a</sup>	Cualquiera <sup>a</sup>	Deslizamiento plano o fallo de cizalla	Refuerzo, anclaje
> 30°	Cualquiera	Cualquier material rocoso		Caída de derrubios	Refuerzo, anclaje
Cualquier arena suelta		Buena	Cualquiera	Erosión	Armadura
Cualquier “rato mato”		Pobre	Cualquiera	Erosión, inclinación	Armadura, drenaje
Arroyos ≤ 45°		Cualquier quebradas		Erosión (fuerte)	Armadura, refuerzo, captación

Fuente: Howell, 1999b.

**Nota:** “Cualquier material rocoso” se define como un material en el cual no se pueden sembrar plantas con raíces, pero las semillas se pueden insertar en agujeros que se pueden hacer en cualquier pendiente en un material débil, arenoso y no consolidado. Tales materiales normalmente son depósitos de ríos de origen geológico reciente. “Cualquier rato mato” se define como una textura de arcilla sedimentosa y formada por una erosión prolongada. Se puede considerar semi-laterítico. Se prefieren las técnicas que aparecen en negrita.

a. Posible superposición con los parámetros descritos en las hileras anteriores.

b. Se pueden requerir en combinación con otras técnicas enumeradas en las hileras anteriores.

TÉCNICA	
	<b>Hileras de hierba diagonales</b>
	<b>Hileras de hierba según curvas de nivel</b>
	<b>1. Hileras de hierba cuesta abajo y surcos inclinados de piedra combinada con vegetación</b> o
	2. Hileras de hierba Chevron y surcos inclinados de piedra con vegetación
	<b>Hileras de hierba diagonales</b>
	<b>1. Hileras de hierba diagonales</b> o
	2. Malla de yute y hierba sembrada al azar
	<b>1. Hileras de hierba pendiente abajo</b> o
	2. Hileras de hierba diagonal
	<b>1. Malla de yute y hierba sembrada al azar</b> o
	2. Hileras de hierba
	3. Hileras de hierba diagonales
	<b>1. Cilindros de refuerzo horizontales y siembra de arbustos/árboles</b> o
	2. Hileras de hierba pendiente abajo y surcos inclinados de piedra combinada con vegetación o
	3. Siembra de hierba en el sitio, mantillo y malla de yute de paso grande
	<b>1. Cilindros de refuerzo horizontales en forma de espina y siembra de arbustos/árboles</b> u
	2. Otro sistema de drenaje y siembra de arbustos/árboles
	<b>1. Capas intercaladas de estacas leñosas</b> o
	2. Hileras de hierba según curvas de nivel o
	3. Fajinas según curvas de nivel o
	4. Empalizadas de esquejes leñosos o
	5. Siembra de hierba en sitio, mantillo y malla de yute amplia
	<b>1. Hileras de hierba diagonales</b> o
	2. Capas intercaladas diagonales o
	3. Fajinas en forma de espina y siembra de arbustos/árboles
	4. Cilindros de refuerzo horizontales en forma de espina y siembra de arbustos/árboles u
	5. Otro sistema de drenaje y siembra de arbustos/árboles
	<b>1. Siembra de hierba en el sitio y siembra de arbustos/árboles</b> o
	2. Siembra de arbustos/árboles
	<b>1. Hileras diagonales de hierba y arbustos/árboles</b> o
	2. Siembra de arbustos/árboles
	<b>Cubrir con césped y siembra de arbustos/árboles</b>
	<b>1. Hileras diagonales de hierba y arbustos/árboles</b> o
	2. Siembra de arbustos/árboles
	<b>Siembra en sitio de arbustos/pequeños árboles</b>
	<b>Siembra en sitio de arbustos/pequeños árboles</b>
	<b>Malla de yute y hierba sembrada al azar</b>
	<b>Hileras diagonales de hierba y arbustos/árboles</b>
	<b>1. Siembra de bambú grande</b> o
	2. Comprobar las represas o
	3. Revestimiento de roca y vegetal

en hacer con una barra de acero. "Cualquier arena suelta" se define como e define como un suelo rojo con alto contenido de arcilla. Normalmente es de

MoSSaiC, hablar con los residentes de la comunidad sobre las prácticas locales de gestión de vegetación, eliminación de vegetación de las pendientes, ya sea que se cultiven para su subsistencia o para vender y los beneficios y desventajas de los diferentes programas de plantación. Involucrar a expertos e ingenieros en plantas locales para identificar plantas que tienen un efecto positivo sobre la estabilidad de las pendientes y las protegen de la erosión del suelo.

Consulte los estudios y notas de orientación sobre bioingeniería para informar sobre el programa de plantación más adecuado para la comunidad. Howell, (1999b) y Campbell et al. (2008) ofrecen los procesos integrales para seleccionar enfoques de bioingeniería (ver tabla 7.7); las revisiones importantes de la práctica de bioingeniería se pueden encontrar en Barker (1995), Campbell et al., (2008), Coppin y Richards (1990) y Gray y Sotir (1996). Wilkinson et al. (2002) proporcionan evidencia mediante modelos de los tipos de pendiente en los cuales la vegetación aumenta o disminuye el riesgo de deslizamientos. Está más allá del alcance de este libro proporcionar información sobre especies o una guía específica de

**FIGURA 7.35 Propagación de raíces laterales**



La extensión de la propagación de raíces laterales en este cedro rojo puede ayudar a reforzar las capas superiores del suelo; las especies con raíces más largas reforzarían la pendiente en profundidad.

**FIGURA 7.36** Cuatro cubiertas vegetales típicas encontradas en viviendas sobre laderas en comunidades vulnerables



**Pendientes con cubierta vegetal aceptable desde la perspectiva de estabilidad de la pendiente**

a. Viviendas de baja densidad con mínima perturbación a la pendiente. Se debe tener cuidado y asegurar el mantenimiento de esta mezcla de cubierta vegetal y que sea usada en las otras viviendas.

b. La vegetación comprende en su mayoría pastos y arbustos pequeños en una pendiente superficial con fallas menores.

**Pendientes para las cuales se podrían considerar mejoras con bioingeniería para reducir el riesgo de deslizamiento**

c. La vegetación natural y cultivo en una pendiente que ha fallado previamente (la existencia de ñame indica condiciones de humedad). Se debe tener cuidado de que la vegetación más madura no sea eliminada, el drenaje sea adecuado y la cubierta de la superficie sea mantenida.

d. Pendiente marginalmente estable esencialmente sin vegetación. Esta pendiente se beneficiaría con la plantación de césped y arbustos para ayudar a reducir el riesgo de deslizamientos.

siembra de plantas, ya que las condiciones climáticas locales jugarán un papel importante en este sentido.

En muchos casos, las hierbas y arbustos pueden proporcionar una buena solución de bioingeniería para las comunidades. Algunas especies de gramíneas, como el vetiver, tienen extensas redes de raíces y pueden proporcionar resistencia del suelo y protección de la superficie. Ellas también pueden atrapar el material suelto de la pendiente y reducir la sedimentación en drenajes superficiales. Las gramíneas necesitan abundante luz solar para establecerse y no sobreviven fácilmente en comunidad con otras plantas, por lo que cualquier arbusto y árbol se deben mantener adelgazados y podados para que las gramíneas continúen creciendo. Debido a que la hierba alta puede proporcionar un ambiente ideal para insectos, ratas y otras plagas en zonas urbanas, se requiere el debido cuidado y consideración en la planificación de su uso en cualquier intervención de bioingeniería en comunidades.

La figura 7.36 ilustra diferentes coberturas vegetales para cuatro pendientes. La gestión de la vegetación, especialmente en pendientes similares a las mostradas en la figura 7.36 c y d, puede ayudar a limitar la cantidad de lluvia y agua superficial que se infiltra en la ladera, lo que reduce el riesgo de deslizamientos. La

**FIGURA 7.37** Bioingeniería aplicada a pendiente en Hong Kong SAR, China



figura 7.37 ilustra una buena práctica de bioingeniería en una pendiente pronunciada en ausencia de estructuras de viviendas; las gramíneas presentan una excelente cualidad de retención de agua, lo que ayuda a mantener la estabilidad de la pendiente.



## 7.10 RECURSOS

### 7.10.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
UCM	Confirmar el enfoque de contratación de la comunidad para la implementación de las obras de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y facilitar un enfoque de contratación apropiada de acuerdo con los requisitos de adquisición de los financiadores/gobierno y la capacidad del gobierno/comunidad</li> </ul>	7.2
	Asegurar que los procesos de adquisición de las obras, los materiales y los estándares de construcción cumplen con los requisitos de los financiadores/gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y facilitar el proceso de licitación</li> <li>Identificar el tamaño (valor) apropiado de la partida de obra</li> <li>Autorizar un ingeniero y/o un aparejador para preparar las especificaciones de la partida de obra y que sea el responsable de hacer el cierre de las obras terminadas</li> </ul>	7.3; 7.4; 7.8
	Asegurar que existen los procesos apropiados de supervisión de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar un supervisor de obra comprometido</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Este es un papel clave en la calidad de la construcción, por lo tanto seleccionar una persona comprometida que sea respetada por los contratistas y los miembros de los equipos de la comunidad/gobierno</p>	7.5.1
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		
Equipos de trabajo del gobierno	Preparar partidas de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar un listado de materiales especificado para las obras planificadas y un plan para la adquisición de materiales</li> <li>Identificar las partidas de obra según el tamaño del contrato y el número acordado con la UCM</li> <li>Crear los documentos para la Invitación a Presentar Ofertas</li> </ul>	7.3
	Emitir la Invitación a Presentar Ofertas e informar a los contratistas potenciales de las obras requeridas, buenas prácticas y salvaguardas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una reunión para informar a los potenciales contratistas y proveer orientación y asistencia en el proceso de licitación</li> </ul>	7.4.1; 7.4.2
	Facilitar la evaluación de las ofertas y la adjudicación del contrato según el enfoque de contratación seleccionado por la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adherirse al proceso de licitación, garantizando transparencia</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Generalmente, habrá más contratistas que deseen trabajar que los que se pueden emplear. Intentar asegurar que el proceso de contratación es lo más positivo posible para todos los contratistas potenciales</p>	7.4.3
	Facilitar la supervisión de obra y la comunicación entre residentes, contratistas y los equipos de trabajo del gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveer formación para los supervisores de obra</li> <li>Asegurar la presencia diaria de los supervisores en obra para la ejecución de obras de buena calidad</li> </ul>	7.5; 7.6; 7.7
	Coordinar con los equipos de trabajo de la comunidad		
	Hacer el cierre a la terminación de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que se registran y se solucionan los problemas integralmente antes del cierre</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Emplear tiempo en la obra con miembros del equipo de trabajo del gobierno y residentes claves para asegurar, en lo posible, que todos los problemas se han identificado y terminado. Una vez que se ha cerrado el proyecto, la volver a involucrar al contratista incluso para tareas pequeñas puede llevar mucho tiempo</p>	7.8
Equipos de trabajo de la comunidad	Coordinar con la UCM y con los equipos de trabajo del gobierno el proceso de contratación comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en el proceso de contratación acordado con la comunidad</li> </ul>	7.2
	Entender las obras planificadas, las buenas prácticas de construcción, las salvaguardas apropiadas y la licitación para las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asistir a sesiones de información realizada por los equipos de trabajo del gobierno sobre el alcance de las partidas de obra, las prácticas de buena construcción y las salvaguardas</li> <li>Proponer licitaciones para las partidas de obra</li> </ul>	7.4
	Implementar las obras contratadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir drenajes e instalar conexiones de agua del tejado y aguas grises de las viviendas</li> <li>Adherirse a las directrices de supervisión de obra y a las buenas prácticas</li> </ul> <p><b>Consejo útil:</b> Evitar desperdiciar material (y la consecuente pérdida de ingresos) siguiendo las especificaciones del diseño y sin construir en exceso –buscar consejo del supervisor de obra sobre los detalles que requieran decisiones de diseño en la obra</p>	7.5; 7.6; 7.7
	Terminar la construcción con las especificaciones requeridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abordar los defectos de construcción y terminar cualquier obra pendiente a satisfacción del ingeniero autorizado del proyecto</li> </ul>	7.8
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		

## 7.10.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Se ha completado un listado de materiales especificado y un plan para la adquisición de materiales				7.2; 7.3.3
✓ Se ha completado un listado de materiales especificado y un plan para la adquisición de materiales				7.3
✓ Se han preparado las partidas de obra y las solicitudes de los documentos de licitación y se ha informado a los potenciales contratistas sobre cómo licitar				7.3.5; 7.4
✓ Los detalles del contrato incluyen las especificaciones de construcción, los dibujos de diseño y las provisiones apropiadas para movilización y contingencias				7.3
✓ Se ha seleccionado y formado un supervisor de obra y se ha informado a los contratistas sobre buenas prácticas de construcción				7.5; 7.6; 7.7
✓ Se ha preparado una programación para corregir los defectos de construcción y terminar las obras pendientes				7.8
✓ <b>Hito 7: Realizado el cierre de la construcción terminada</b>				7.8
✓ Se han cumplido todas las salvaguardas necesarias				1.5.3; 2.3.2, 7.10.4

## 7.10.3 Métodos de construcción de bajo costo apropiados

### Construcción de rejas

El siguiente método se puede utilizar para construir rejas de bajo costo adecuadas para instalar en drenajes bien mantenidos y de tamaño modesto en comunidades vulnerables.

1. Seleccionar una ubicación para la reja a la que se puede acceder fácilmente para eliminar derrubios (figura 7.38).
2. Adquirir redondos de acero, un perfil angular de hierro y todo el equipo de soldadura necesario.
3. Marcar la ubicación y ángulo de la reja en los muros laterales del drenaje; mida y corte el perfil angular de hierro en el cual la reja quedará colocada.
4. Taladrar agujeros en los muros laterales del drenaje para colocar redondos en que se apoyará el perfil angular de hierro.
5. Cortar los redondos de acero para que se ajusten a la profundidad de los agujeros y a la anchura del perfil angular de hierro. Cortar las barras de refuerzo vertical y horizontalmente de acuerdo a la longitud.

**FIGURA 7.38** Seleccionar la ubicación de la reja de derrubios



6. Colocar todos los redondos de acero verticales y soldarlos en su sitio (figura 7.39). Soldar el mango de modo que la reja terminada se pueda retirar fácilmente, deslizando hacia arriba el perfil angular de hierro; esto hará que sea más fácil mantener el drenaje

**FIGURA 7.39 Soldadura en el sitio y terminación de la reja de derrubios**



no solo aguas arriba de la reja, sino también en la sección de canal bajo el sendero, según sea necesario.

#### Cómo construir un drenaje de bajo costo

La instalación de drenajes de bajo costo que utilizan materiales locales apropiados puede involucrar a la comunidad que desarrolle buenas prácticas de gestión de pendientes y proporcionar formación práctica para supervisores, contratistas y trabajadores.

Los contratistas y residentes pueden utilizar el siguiente método (figura 7.40) para construir un drenaje sencillo de bajo costo en lugares con caudal y velocidad de flujo bajo, como en las siguientes circunstancias:

- Para conectar un pequeño número de casas a los drenajes principales
  - En lugares menos accesibles, como en la parte superior de las pendientes, donde los materiales para drenajes de hormigón no se pueden transportar o llevar
  - En las partes de pendientes inestables que necesitan drenaje superficial, pero donde el movimiento de la pendiente se puede activar deslizamientos
1. Acopiar materiales y herramientas:
    - Picos, palas y una carretilla para excavar la zanja del drenaje

- Tijeras para cortar polietileno
  - Cortadores de alambre para cortar la malla
  - Malla de calibre 16 (la margen del canal de drenaje debe ser aproximadamente de 50 cm de anchura)
  - Polietileno estable a la luz del sol (200 micrones o equivalente; permitir la suficiente superposición de láminas)
  - Cinta de medición de 10 m
  - Arena para sellar (si es necesario)
  - Alambre galvanizado para atar las secciones de la malla
  - Redondos de acero para hacer abrazaderas en forma de U
2. Excavar la zanja y las márgenes del canal de drenaje.
  3. Cuando la base del drenaje está en una combinación de material pétreo y suelo, cubrir con arena la base del drenaje.
  4. Estimar la longitud y anchura requerida del plástico y la malla.
  5. Cubrir con arena la margen del canal de drenaje cuando sea necesario.
  6. Cortar la malla a la anchura total del drenaje.
  7. Comenzando en el extremo inferior del drenaje y avanzando hacia arriba, colocar y moldear la malla en el drenaje y luego retirarla.
  8. Colocar el revestimiento de plástico en el drenaje a partir de la menor cota y trabajar hacia arriba (de forma que las láminas se superpongan y viertan agua sin escapes) (figura 7.40b).
  9. Superponer la malla al plástico (figura 7.40c).
  10. Anclar el plástico y la malla en las márgenes del canal de drenaje con clavos adecuados (por ejemplo, abrazaderas de ~ 30 cm de largo en forma de U hechas de redondos).
  11. Atar las secciones de malla con alambre galvanizado (figura 7.40d).
  12. Construir escalones en el drenaje donde sea apropiado (figura 7.40e).
  13. Conectar las tuberías de residuos de las viviendas al drenaje terminado.

**FIGURA 7.40 Construcción de un drenaje de bajo costo**



a. Líderes y residentes de la comunidad, contratistas locales y supervisores de obra organizan el inicio de la construcción de un drenaje de bajo costo.



b. Colocar un revestimiento de plástico en una base cubierta de arena.



c. Superponer la malla galvanizada.



d. Atar las mallas con alambre galvanizado.



e. Formar un escalón hacia abajo en el drenaje.



f. Terminar el drenaje con una capa de hormigón en la base del drenaje.

14. Modificar el diseño del drenaje según sea necesario o lo permitan los materiales; esto podría incluir recubrir el drenaje con una capa fina de hormigón (figura 7.40f).

#### **7.10.4 Prácticas cuestionables o corruptas en la construcción**

La UCM y todas las partes interesadas involucradas en la construcción deben aplicar las salvaguardas pertinentes del proyecto (como las de la sección 1.5.3) y evitar prácticas cuestionables o corruptas incluyendo las siguientes (Banco Mundial 2010).

##### **En la planificación y pre-licitación**

- Las estimaciones infladas en los costos, incluyendo los de compra de terrenos

- Filtración de información a un propietario o comprador privado acerca de terrenos necesarios para un proyecto público
- Proyectos aprobados sin los permisos o diseños apropiados
- Proyectos preparados para la licitación sin tener comentarios del público o de los funcionarios responsables locales
- Especificaciones del proyecto que limiten el número de oferentes
- Desviaciones de los documentos estándar de la licitación
- Contratación directa de las ofertas sin justificación adecuada
- Limitar la publicidad, comunicación insuficiente y/o tiempo adecuado para la preparación de las ofertas

- Divulgar anticipadamente la información de la licitación a un ofertante
- Aceptar ofertas después de la fecha límite de presentación
- No se descalifica a las empresas impugnadas en los informes de evaluación.

### 7.10.5 Referencias

#### En la adjudicación de contratos y ejecución del proyecto

- El comité de evaluación tiene conflicto de intereses con los ofertantes
- Modificación de los criterios de evaluación después de recibir las ofertas
- Una compañía que compita con varias ofertas
- Que el gobierno permita que el informe de evaluación de ofertas sea revisado o re-emitado
- Que el gobierno imponga subcontratos al contratista principal
- Que los miembros del personal involucrado en la adjudicación del contrato participen en la supervisión del contrato
- Variaciones en el contrato y órdenes de cambio aprobadas sin verificación adecuada
- El contratista reclame aumentos de costo superiores a los aumentos de sueldo comunes y a las tasas de inflación
- Materiales y equipos utilizados y mano de obra diferente de los especificados; la documentación no es consistente con los artículos entregados
- Contratistas que proporcionan información falsa a los inspectores sobre el progreso de los trabajos o inspectores coaccionados para aprobar pagos parciales o certificar el cumplimiento de los permisos de construcción
- Planos de construcción inexactos presentados o aceptados

#### En la supervisión

- El personal responsable de la supervisión tiene conflictos de intereses
- Los sistemas de control son insuficientes, poco fiables o se aplican inconsistentemente
- No hay seguimiento de indicaciones, sospechas o acusaciones de corrupción
- Falta de confidencialidad en las acusaciones de corrupción
- Evaluación retrasada o superficial; publicación retrasada del informe de evaluación

Alwi, S., K. Hampson y S. Mohamed. 1999.

“Investigation into the Relationship between Rework and Site Supervision in High Rise Building Construction in Indonesia.” In *Proceedings of the 2nd International Conference on Construction Process Reengineering*, 189–95. July, Sydney. <http://eprints.qut.edu.au/4161/1/4161L1.pdf>.

Anderson, M. G. 1983. “The Prediction of Soil Suction for Slopes in Hong Kong.” CE3/81, Geotechnical Control Office, Hong Kong Government.

Barker, D. H., ed. 1995. *Vegetation and Slopes: Stabilisation, Protection and Ecology*. London: Thomas Telford Publishing.

Campbell, S. D. G., R. Shaw, R. J. Sewell y J. C. F. Wong. 2008. “Guidelines for Soil Bioengineering Applications on Natural Terrain Landslide Scars.” GEO Report 227, Geotechnical Engineering Office, Government of Hong Kong Special Administrative Region.

Coppin, N. J. y I. G. Richards. 1990. *Use of Vegetation in Civil Engineering*. London: CIRIA/ Butterworths.

de Silva, S., 2000. *Community-Based Contracting: A Review of Stakeholder Experience*. Washington, DC: World Bank.

Florineth, F., H. P. Rauch y H. P. Staffler. 2002. “Stabilization of Landslides with Bio-Engineering Measures in South Tyrol/Italy and Thankot/Nepal.” In *INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim, 2002, Matsumoto/Japan*, vol. 2, 827–37. Matsumoto, Japan.

Gray, D. H. y R. B. Sotir. 1996. *Biotechnical and Bioengineering Slope Stabilisation: A Practical Guide for Erosion Control*. New York: Wiley.

Howell, J. 1999a. “Roadside Bio-Engineering—Reference Manual.” Department of Roads, Government of Nepal.

Howell, J. 1999b. “Roadside Bio-Engineering—Site Handbook.” Department of Roads, Government of Nepal.

Hui, T. H. H., H. W. Sun y K. K. S. Ho. 2007. “Review of Slope Surface Drainage with Reference to Landslide Studies and Current Practice.” GEO Report 210, Geotechnical Engineering Office, Government of Hong Kong Special Administrative Region.

- Larcher, P. 1999. "Construction: Is There a Place for Small-Scale Contracting Enterprises?" *Urban Forum* 10: 75–89.
- Lewis, L., S. L. Salisbury y S. Hagen. 2001. "Soil Bioengineering for Upland Slope Stabilization." Washington State Transportation Center, University of Washington. <http://www.wsdot.wa.gov/eesc/cae/design/roadside/rm.htm>.
- Nordberg, R. 1999. "Building Sustainable Cities." International Union for Housing Finance. <http://www.housingfinance.org/publications/others-publications>.
- Ogunlana, S. O. y K. Butt. 2000. "Construction Project Cost Feedback in Developing Economies: The Case of Pakistan." <http://www.irb.fraunhofer.de/CIBlibrary/search-quick-result-list.jsp?A&idSuche=CIB+DC8938>.
- Sohail, M. y A. N. Baldwin. 2004. "Community-Partnered Contracts in Developing Countries." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Engineering Sustainability* 157(4): 193–201.
- Stokes, A., J. Spanos, J. E. Norris y E. Cammeratt, eds. 2007. *Eco- and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability. Proceedings of the First International Conference on Eco-Engineering*. Developments in Plant and Soil Science vol. 103. Dordrecht, the Netherlands: Springer. <http://www.springerlink.com/content/978-1-4020-5592-8/#section=291629&page=1>.
- Wideman, M. 2012. "Project Management of Capital Projects—An Overview." <http://www.maxwideman.com/papers/capitalprojects/breakdown.htm>.
- Wilkinson, P. L., M. G. Anderson, D. M. Lloyd y J. P. Renaud. 2002. "Landslide Hazard and Bioengineering: Towards Providing Improved Decision Support through Integrated Model Development." *Environmental Modelling and Software* 7: 333–44.
- World Bank. 2010. *Safer Homes, Stronger Communities. A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank.





**“Lo que se logra medir es lo que cuenta. Este enfoque en resultados ayuda a los responsables de formular las políticas a seleccionar las mejores opciones para servir a los pobres. Esto facilita que los proveedores sepan cuándo están haciendo un buen trabajo. Ayuda también a los clientes a juzgar el desempeño de ambos”.**

—Banco Mundial, *Cómo Hacer que los Servicios Funcionen para los Pobres* (2004, 108)



# Evaluación del proyecto



## 9.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CAPÍTULO

### 9.1.1 Alcance

Este capítulo proporciona un marco para evaluar el proyecto MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en Comunidades) y destacar la necesidad de una base en resultados para la

reducción previa del riesgo de deslizamientos. Los grupos listados a continuación deben leer las secciones del capítulo indicadas.

AUDIENCIA				APRENDER	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
F	M	G	C		
✓	✓	✓		La importancia de la evaluación del proyecto	9.2
	✓	✓		El desarrollo de indicadores clave de desempeño	9.4–9.5

**F** = Financiadores y responsables de formular políticas **M** = Unidad Central MoSSaiC: gerentes del proyecto y expertos del gobierno **G** = equipos de trabajo del gobierno: expertos y profesionales **C** = equipos de trabajo de la comunidad: residentes, líderes, contratistas

### 9.1.2 Documentos

DOCUMENTOS A ELABORAR	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Lista de indicadores clave de desempeño para logros inmediatos del proyecto	9.4
Lista de indicadores clave de desempeño para resultados del proyecto a medio plazo	9.5
Un marco de evaluación acordado	9.4, 9.5

### 9.1.3 Etapas y logros

ETAPAS	LOGROS
1. Acordar los indicadores clave de desempeño (KPI) para los logros inmediatos del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y acordar una lista de KPI que cumplan con las necesidades de donantes/gobierno y con las medidas de logros de MoSSaiC</li> </ul>	Lista de logros de acuerdo con los KPI del proyecto para evaluación
2. Acordar los KPI para los logros del proyecto a medio plazo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y acordar una lista de medidas de resultados del proyecto que permitan evaluar la reducción de amenaza de deslizamiento, costos del proyecto y cambio de comportamiento</li> </ul>	Lista de resultados de acuerdo con los KPI del proyecto para evaluación
3. Realizar la evaluación del proyecto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acordar las responsabilidades de la recopilación de datos a corto y medio plazo y el proceso de evaluación del proyecto</li> <li>• Llevar a cabo la evaluación</li> </ul>	Informe de evaluación del proyecto

#### 9.1.4 Aspectos de acuerdo con la comunidad

Este capítulo describe cómo los miembros de la comunidad pueden contribuir a la evaluación tras el proyecto y cómo su base en resultados puede reducir la amenaza de deslizamientos de acuerdo con la comunidad.

## 9.2 INICIO

### 9.2.1 Nota informativa

#### Objetivos de la evaluación

La evaluación del proyecto tiene como objetivo “determinar la relevancia y el cumplimiento de los objetivos, la eficiencia del desarrollo, efectividad, impacto y sostenibilidad” (OECD, 2002, 21). La evaluación se lleva a cabo durante y después de los proyectos (formativa y acumulativa respectivamente), así (Banco Mundial, 2007):

- Las evaluaciones formativas se centran en la implementación y las mejoras del proyecto, independientemente de si la lógica operacional asumida corresponde a operaciones reales y cuáles son las consecuencias inmediatas que produce cada etapa de la implementación.
- Las evaluaciones acumulativas se centran en los resultados e impactos al final del proyecto (o después de una etapa particular del proyecto) para determinar el grado en que se produjeron los resultados previstos (las consecuencias y resultados del proyecto)

—permitiendo una evaluación de la creación, continuación o ampliación de un proyecto o una política determinada.

La evaluación de un proyecto MoSSaiC proporciona la base en resultados para la reducción previa del riesgo de deslizamientos (que es uno de los tres fundamentos de MoSSaiC), al demostrar si la reducción del riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad funciona y compensa y cuáles son las prácticas y políticas más apropiadas. Esta base de resultados comprende tres niveles y los marcos de tiempo de la información para evaluar el proyecto:

- **Indicadores clave de desempeño estándar (KPI).** ¿Se han cumplido los requisitos de los financiadores y las otras partes interesadas?
- **Logros de MoSSaiC a corto plazo y KPI.** ¿Se han cumplido los hitos de MoSSaiC utilizando los métodos apropiados de la base científica y el acuerdo con la comunidad?
- **Resultados de MoSSaiC a medio y largo plazo.** ¿Hay beneficios continuos del proyecto en términos de una amenaza reducida de deslizamientos y prácticas y políticas adoptadas para reducir el riesgo de deslizamientos por parte de las comunidades y el gobierno (es decir, cambio de comportamiento)?

Además de estos tres niveles o marcos de tiempo, las evaluaciones del proyecto MoSSaiC deben considerar tres categorías de eficiencia —técnica y física (reducir la amenaza), costo y cambio de comportamiento (incluyendo la sensibilización y capacitación para reducir el riesgo).

La evaluación es importante para los futuros beneficiarios en comunidades; los equipos de trabajo del gobierno y la comunidad que participan en el proyecto; la Unidad Central MoSSaiC (UCM) y la agencia con una responsabilidad contractual o legal de reportar los resultados a la fuente de financiación; financiadores de desarrollo, los responsables de formular las políticas y profesionales y los investigadores científicos.

### Diseñar el proceso de evaluación

Los gerentes de proyecto con frecuencia ven las auditorías como algo tan complejo, lento, costoso que no siempre se centran en responder las preguntas relevantes (Baker, 2000). En este sentido, Easterly (2002, 53) señala que

...grandes sumas de dinero y niveles increíbles de complejidad técnica se emplean para convertir la evaluación y control... en una herramienta funcional... Por otra parte, las burocracias pueden manipular los indicadores cuantitativos de desempeño para lograr "éxito" sin mejorar la calidad real. (Esto es diferente de una evaluación para extraer enseñanzas para prácticas futuras).

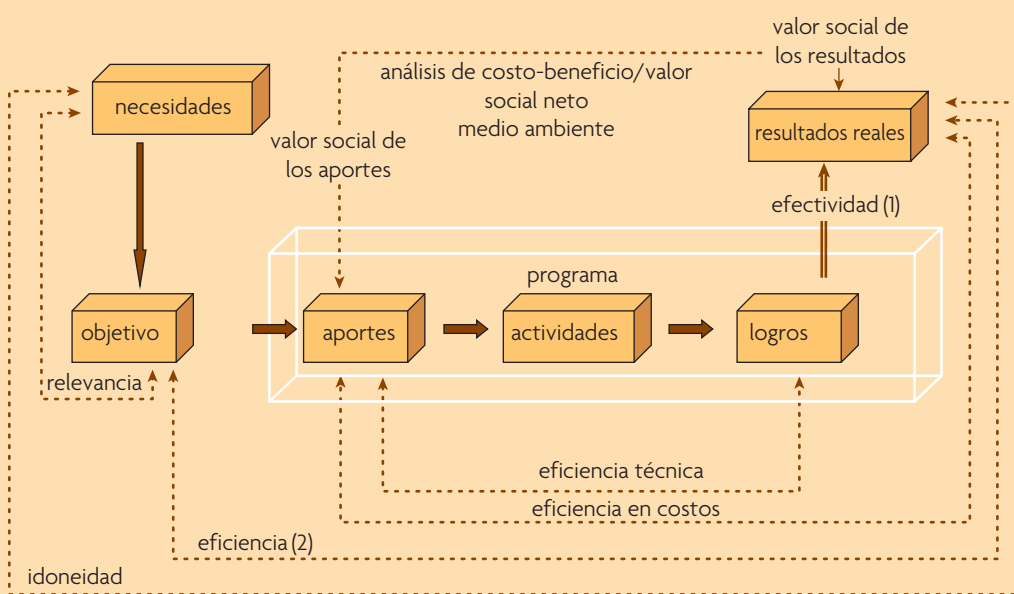
Esta forma de evaluación de proyectos tiende a conducir a una visión a corto plazo del éxito del proyecto según su eficiencia técnica (datos, actividades y logros inmediatos). La evaluación de los

resultados e impactos a medio y largo plazo rara vez está integrada en los proyectos de reducción de riesgo (Banco Mundial, 2003) y en muchos casos, no se obtienen los datos adecuados para la línea de base. Esta situación tiene dos consecuencias: en primer lugar, es difícil encontrar medidas adecuadas de éxito que puedan evaluar un proyecto en los dos o tres años siguientes a su terminación. En segundo lugar, las evaluaciones del impacto del proyecto a más largo plazo rara vez se producen, si es que se proponen en algún momento (Benson y Twigg, 2004).

Los objetivos del proyecto deben dirigir el diseño de la evaluación del proyecto para determinar si los logros a corto plazo son efectivos para generar resultados a medio y largo plazo y si estos resultados son consistentes con las necesidades de las partes interesadas y los objetivos del proyecto (McDavid y Hawthorn, 2005) (figura 9.1).

El proceso de evaluación de MoSSaiC ofrece el mayor beneficio potencial si, al igual que con el mecanismo de ejecución del proyecto, su alcance se formula a nivel local. Se debe diseñar teniendo en cuenta los objetivos, logros y resultados y permitiendo el aprendizaje para prácticas futuras (Easterly, 2002). Esta base en resultados es importante si se van a cambiar las percepciones de las personas, los gobiernos y los principales organismos internacionales de financiación para reducir el riesgo de deslizamientos de acuerdo con la comunidad.

**FIGURA 9.1 Enlaces entre los objetivos del proyecto y el éxito general del proyecto**



Fuente: McDavid y Hawthorn 2005.

### Evaluar la eficacia técnica y física (reducir la amenaza de deslizamientos)

MoSSaiC emplea métodos científicos para evaluar la amenaza de deslizamientos y los problemas de drenaje que afectan a comunidades y para determinar si las mejoras en el drenaje aumentarán la estabilidad de la pendiente. Las intervenciones de drenaje se diseñan luego sobre esta base. Una evaluación de una intervención MoSSaiC debe demostrar el nivel potencial al cual se ha reducido la amenaza de deslizamientos. La reducción de la amenaza se puede determinar mediante

- cálculos y modelos de estabilidad de taludes,
- observaciones relativas a eventos de precipitación y eficacia de los drenajes,
- observaciones relativas a la estabilidad subsiguiente de la pendiente y
- comentarios de los residentes.

### Evaluar la eficiencia en costos

Una premisa central de MoSSaiC es que a menudo es más eficiente en costos para reducir la amenaza de deslizamientos en comunidades, de lo que supone para un gobierno responder a un deslizamiento y para la comunidad recuperarse del mismo (Anderson y Holcombe, 2006). Esta eficiencia en costos se extiende al método para reducir la amenaza de deslizamientos —el uso adecuado del drenaje superficial de la pendiente para reducir la amenaza de deslizamientos para el número mayor de hogares posible. Usar personal del gobierno e involucrar a los contratistas de la comunidad debe aumentar la proporción de dinero que se estima empleado en el proyecto en el terreno.

La evaluación de la eficiencia en costos de una intervención MoSSaiC involucra monetizar todos los costos y beneficios asociados con el proyecto. En ese contexto, se determinan tres costos básicos:

- Los costos incurridos en reducir la amenaza de deslizamientos (junto con los resultados de la evaluación técnica/física)
- Los costos de no realizar una intervención (costo potencial de un deslizamiento)
- La proporción del dinero del proyecto empleado en materiales de construcción y mano de obra.

### Evaluar el desarrollo de capacidades, la concientización y el cambio de comportamiento

El énfasis en involucrar a la comunidad y el desarrollo de un equipo del gobierno para diseñar e implementar la reducción del riesgo de deslizamientos implica que MoSSaiC puede desarrollar capacidades. Este desarrollo de capacidades puede ocurrir a través de la experiencia práctica, el uso y desarrollo de habilidades existentes o por medio de formación. Adicionalmente, el proyecto puede emplear (o atraer) a los medios de comunicación y demostrar buenas prácticas de gestión de pendientes al público en general. El objetivo es generar una cultura de concientización sobre las causas del deslizamiento que puedan reducir esta amenaza. Con el tiempo y la implementación continua de proyectos en diferentes comunidades, se incorporará cierto grado de cambio de comportamiento al tratar el riesgo de deslizamientos.

Para evaluar el desarrollo de capacidades y logros en el cambio de comportamiento en un proyecto MoSSaiC es importante tener en cuenta los siguientes indicadores:

- La participación del personal técnico y de gestión clave del gobierno
- La participación de contratistas de la comunidad, residentes y líderes
- La formación de personal del gobierno, contratistas o líderes comunitarios en campo y en aula
- La adopción de prácticas y políticas para reducir la amenaza de deslizamientos por el gobierno en las siguientes intervenciones
- La adopción de buenas prácticas de gestión de pendientes y reducción de amenaza de deslizamientos por las comunidades y los contratistas después de terminar el proyecto.
- La captación de los medios de comunicación y presentación del enfoque
- Los comentarios de los participantes del proyecto

### 9.2.2 Principios rectores

Los siguientes principios rectores se aplican en la evaluación de proyectos:

- Acordar los objetivos de evaluación del proyecto MoSSaiC con las partes interesadas al iniciar el proyecto. Asegurarse de que los

KPI se relacionan directamente con los objetivos a corto, medio y largo plazo.

- Siempre que sea posible, integrar la obtención de datos de desempeño en el proceso del proyecto en vez de crear actividades separadas (o duplicarlas). Por ejemplo, la recolección de datos durante las fases de selección de comunidades, cartografía detallada de la comunidad, evaluación de amenaza de deslizamientos y diseño del drenaje (amenaza, exposición y vulnerabilidad al deslizamiento) también se pueden utilizar como datos de referencia para evaluar los cambios posteriores al proyecto en cuanto al riesgo de deslizamientos y los flujos de agua superficial. De igual manera, después del proyecto se pueden revisar las evaluaciones de la capacidad, los estudios de percepción de riesgo y el mapa de estrategias de cambio de comportamiento (debatido en el capítulo 8) para evaluar los cambios producidos.
- Establecer las responsabilidades de evaluación durante el proyecto y después de terminado. La responsabilidad de la evaluación (o control) a medio y largo plazo posterior al proyecto puede que se deba asignar a una agencia local que ya tiene un mandato o programa de investigación para evaluar y gestionar el riesgo de desastres.
- Asegurarse de que la obtención y evaluación de los datos de desempeño del proyecto son transparentes y están abiertos a auditorías independientes o externas. Adherirse a las salvaguardas de los financiadores y el gobierno para la evaluación y el control. Invitar a revisiones independientes de los resultados del proyecto para establecer la credibilidad y las enseñanzas para prácticas futuras.

### 9.2.3 Riesgos y desafíos

#### La evaluación vista como de baja prioridad

La evaluación de proyectos rara vez se ve como una prioridad durante la ejecución del proyecto y el mantenimiento de registros para los KPI o para la evaluación frecuentemente queda relegado a un plano secundario ante problemas más inmediatos y urgentes. Sin embargo, el desempeño y progreso del proyecto no se pueden medir sin evaluarlo; la obtención de datos para este fin es vital. Se le debe dar a un miembro de los equipos de trabajo del gobierno la responsabilidad de coordinar la evaluación del proyecto

para asegurar un acuerdo sobre los KPI y desarrollar una plantilla para registrar los datos relevantes y hacer el registro de una forma oportuna.

Seguir recolectando datos del proyecto a medio plazo es otro desafío y se debe orientar para que se pueda demostrar el impacto real del proyecto. Puede ser apropiado iniciar una evaluación formal del impacto continuo sobre la capacidad del gobierno y el alcance del cambio de comportamiento. Otros datos como la efectividad física de las medidas de mitigación se deben obtener a medida que los principales eventos de lluvia se sucedan durante meses o quizá años después de la terminación del proyecto.

La responsabilidad de adquirir y mantener los datos para la evaluación posterior al proyecto se puede asignar a y supervisar por una agencia que ya tenga un mandato para gestionar el riesgo de desastres, reducir la vulnerabilidad de la comunidad, realizar estudios geológicos o geotécnicos o con un programa de investigación de una universidad local.

#### Evaluación de arriba a abajo

Las evaluaciones de los proyectos de desarrollo para reducir el riesgo de desastres (RRD) continúan siendo de arriba a abajo, diseñados para proporcionar información al personal de las sedes centrales y a los donantes. Lo que es cierto es que

las evaluaciones necesitan ir más allá de los reportes “burocráticos” que presentan cuentas financieras y logros “físicos” de los proyectos, tales como los requeridos por muchas agencias de financiación. De hecho, esta clase de reporte tiende a motivar y permitir precisamente las presentaciones distorsionadas de logros que enfatizan el éxito y minimizan los fallos (Platteau, 2004, 243).

#### Impedimentos para obtener datos

El tiempo y los recursos asignados a las evaluaciones del proyecto usualmente son muy limitados, lo que lleva a un excesivo énfasis en datos de campo selectivos. Los datos pueden estar sesgados aún más por los métodos utilizados y las percepciones de aquellos involucrados tanto en adquirir como proporcionar los datos. Por ejemplo, “Los equipos de evaluación de agencias dominados por especialistas externos —a menudo hombres— parecen ser lo usual” (Benson y Twigg, 2004, 115).

Puede que las organizaciones no quieran proporcionar información que muestre que un programa fue ineficiente. No obstante, la UCM debe promover la importancia de la evaluación independientemente de los resultados potenciales; como el Banco Mundial (2004, 106) expresa:

Hay impedimentos para obtener tal información [datos e información para facilitar la evaluación]. Las organizaciones proveedoras a menudo no quieren reconocer su carencia de impacto (aún si esto no afecta directamente a sus pagos), pero reconocer cuando las cosas no están funcionando es esencial para mejorar. Adicionalmente, es necesario conocer no solo lo que funciona, sino también el por qué —para replicar el programa e incrementar su escala de cobertura.

#### 9.2.4 Adaptar la guía del capítulo a la capacidad existente

Utilizar la matriz de puntuación de la capacidad en la página opuesta para evaluar la capacidad de la UCM y los equipos de trabajo del gobierno para realizar la evaluación durante el proyecto e inmediatamente después de su terminación. Identificar la capacidad potencial para evaluar los resultados a mediano y largo plazo con posterioridad al proyecto.

1. Asignar una puntuación de capacidad de 1 a 3 (bajo a alto) para reflejar la capacidad existente de cada elemento en la columna izquierda de la matriz.
2. Identificar la puntuación de la capacidad más común como el indicador del nivel de capacidad general.
3. Adaptar la guía de este capítulo de acuerdo al nivel de capacidad general (ver guía en la parte inferior de la página opuesta).

## 9.3 REQUISITOS DE DATOS PARA EVALUAR EL PROYECTO

Los KPI son indicadores o datos utilizados para la evaluación del proyecto que relacionan los objetivos y datos del proyecto con los logros y resultados obtenidos.

- **Datos.** Los datos son los fondos, el tiempo y los recursos necesarios para el proyecto.
- **Logros.** Los logros son los resultados inmediatos de la implementación del proyecto tales como número de personas empleadas, metros de drenaje construido o número de casas con canalones de tejado instalados.
- **Resultados.** Son los resultados del proyecto a largo plazo tales como reducción de la probabilidad de deslizamientos, costos reducidos de deslizamientos o mejoras en las prácticas de gestión de pendientes.

### 9.3.1 Datos para la evaluación de proyectos MoSSaiC

Para lograr una evaluación integral del programa MoSSaiC, la UCM debe desarrollar un plan para adquirir los datos de los KPI y las pruebas relacionadas con las tres categorías —eficiencia técnica/física, eficiencia en costos y cambio de comportamiento (incluyendo la concientización sobre la reducción de riesgo y la capacidad)— en dos marcos de tiempo posteriores al proyecto:

- A la terminación del proyecto (logros)
- En el medio plazo —tres a cinco años después de la terminación del proyecto (resultados).

Los datos dentro de estas categorías (tabla 9.1) facilitan la construcción de tres grupos de KPI, presentados en las secciones 9.4 y 9.5:

- **Los KPI normalmente orientados al donante.** La UCM debe determinar si hay requisitos del donante para los KPI del proyecto MoSSaiC (tabla 9.2).
- **Los KPI de MoSSaiC detallados para los logros del proyecto.** La UCM debe crear una lista consensuada de los KPI para los logros correspondientes al proyecto específico (tabla 9.3).
- **Los KPI para los resultados del proyecto MoSSaiC.** La UCM debe crear una lista de

CAPACIDAD	CAPACIDAD EXISTENTE		
	1 = BAJA	2 = MODERADA	3 = ALTA
Experiencia en evaluación de proyectos de RRD anteriores o en proyectos de acuerdo con la comunidad	Concientización limitada de los requisitos y métodos de evaluación del proyecto	No se realiza habitualmente evaluación de proyectos, pero existe alguna experiencia en requisitos y métodos	El valor del proyecto bien reconocido y realizado habitualmente
Nivel de participación de la comunidad y apropiación del proyecto	Poco nivel de participación de la comunidad e interés aparente en la evaluación	Buen nivel de participación de la comunidad y algún interés en tomar parte en la evaluación de logros del proyecto	Alto nivel de participación comunitaria; voluntad de evaluar y supervisar los logros y resultados del proyecto
Existe precedente en el gobierno de una evaluación post-proyecto	Sin precedentes en el gobierno de una evaluación post-proyecto	Se realizan evaluaciones post-proyecto ad hoc	Agencia del gobierno o unidad responsable de evaluar y supervisar los proyectos de RRD
Cultura de adquisición de datos para evaluaciones de proyectos	No existe cultura de adquisición de datos para evaluaciones de proyectos	Intentos ocasionales en adquisición sistemática de datos, pero sin agencia coordinadora	Se mantienen sistemáticamente bases de datos relevantes; consultores involucrados en informar sobre el impacto de proyectos importantes
Experiencia de eficiencia en costos y Análisis de costo-beneficio en RRD y proyectos de acuerdo con la comunidad	Sin experiencia previa relevante en realizar análisis de eficiencia en costos y costo-beneficio	Algunos ejemplos de análisis de eficiencia en costos, pero no en el contexto de proyectos de acuerdo con la comunidad o de RRD	Experiencias previas en análisis de eficiencia en costos y costo-beneficio relevantes para MoSSaiC
Salvaguardas del proyecto	Se deben localizar las salvaguardas documentadas; sin experiencia previa en interpretar y aplicar políticas de salvaguardas	Existen documentos para algunas salvaguardas	Salvaguardas documentadas de todas las agencia pertinentes

NIVEL DE CAPACIDAD	CÓMO ADAPTAR LA GUÍA
<b>1:</b> Usar este capítulo a fondo y como catalizador para asegurar el apoyo de otras agencias según corresponda	<p>La UCM necesita fortalecer sus recursos antes de diseñar e implementar la evaluación del proyecto. Esto puede involucrar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar este libro para desarrollar un curso breve de formación para la UCM y los miembros de los equipos de trabajo del gobierno sobre la justificación de la evaluación del proyecto MoSSaiC</li> <li>• Integrar la adquisición de datos de la evaluación del proyecto en un proceso de participación de la comunidad</li> <li>• Buscar dentro del gobierno experiencia y procesos de recopilación de datos relevantes a la evaluación del proyecto MoSSaiC</li> </ul> <p>Desarrollar un método apropiado de evaluación de eficiencia en costos</p>
<b>2:</b> Algunos elementos de este capítulo reflejan prácticas actuales; leer los elementos restantes a fondo y utilizarlos para fortalecer más la capacidad	<p>La UCM tiene fortalezas en algunas áreas, pero no en todas. Los elementos que se perciben de Nivel 1 se deben abordar como se describe arriba. Los elementos con Nivel 2 se deben fortalecer de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negociar la recolección de datos relevantes de otros departamentos gubernamentales</li> <li>• Tratar los logros y resultados del proyecto en reuniones comunitarias y establecer un plan de evaluación post proyecto</li> </ul> <p>Confirmar dónde recae la responsabilidad de la evaluación post proyecto dentro del gobierno y cómo se llevará a cabo</p>
<b>3:</b> Usar este capítulo como una lista de verificación	<p>Es posible que la UCM pueda utilizar la capacidad probada existente. Sin embargo, sería una buena práctica que la UCM documentara la experiencia relevante en evaluación de proyectos y salvaguardas relacionadas.</p>

**TABLA 9.1 Datos necesarios para evaluar logros y resultados por categoría de evaluación**

CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	LOGROS DE TERMINACIÓN DEL PROYECTO	RESULTADOS E IMPACTO A MEDIO PLAZO
Técnica/física	Mapa de características de pendiente de la comunidad, mapa de zona de procesos de pendiente, matriz de priorización y plano final del drenaje	No aplicable
	Evaluar la amenaza (intervalos de recurrencia de lluvia, simulaciones de análisis de estabilidad de pendiente)	Desempeño de la estabilidad de pendiente (supervisión de pendiente, inventario de deslizamientos, datos de lluvias)
	Diseño y construcción del drenaje	Desempeño del drenaje y mantenimiento (observado)
	Mejora del medio ambiente en la comunidad, salud medioambiental y otros beneficios físicos (retroalimentación de los residentes)	
Costo	Costo total de la intervención	Costo real o potencial de deslizamientos (para uso en el análisis costo-beneficio)
	Presupuesto gastado sobre el terreno	Uso continuo de personal local para diseño y construcción (observado)
	Otros beneficios para la comunidad (capaz de ser monetizado), a corto y a largo plazo (para el uso de análisis costo-beneficio)	
Capacidad, concientización y cambio de comportamiento	Personal del gobierno involucrado/formado	Uso continuo y adopción de la experiencia, buenas prácticas y habilidades (observado/retroalimentación de las partes interesadas)
	Contratistas involucrados	
	Residentes de la comunidad involucrados	
	Captación por los medios de comunicación	Documentos profesionales escritos sobre los proyectos revisados por colegas

los KPI y los mecanismos asociados para la obtención y análisis de datos (tabla 9.4).

### 9.3.2 Conocimiento de la comunidad y datos para evaluar el proyecto

Las comunidades pueden proporcionar información valiosa para las tres categorías de evaluación de proyectos MoSSaiC:

- Aportar el conocimiento local de las características de pendiente antes de la intervención (capítulo 5)
- Controlar las grietas estructurales, los niveles freáticos y el funcionamiento del drenaje después de la intervención (secciones 9.5.3, 9.5.4 y 9.5.5)
- Observar y comentar las condiciones en la comunidad antes y después de una intervención (secciones 9.5.6 y 9.5.7).

Éstas y similares observaciones son una importante contribución a las medidas de evaluación y desempeño e involucrar a la

comunidad es un prerequisite para determinar los beneficios integrales del proyecto.

#### Antes del proyecto

Durante el proceso de cartografía de la comunidad (capítulo 5), los equipos de trabajo del gobierno deben haber registrado las indicaciones dadas por los residentes sobre los niveles máximos de agua experimentados durante las épocas de precipitaciones fuertes, áreas de agua estancada, inundación de propiedades, impacto previo de los deslizamientos en las propiedades y otros problemas que serán tratados al diseñar las intervenciones (figura 9.2).

#### Después del proyecto

Después del proyecto, se deben buscar los comentarios y observaciones de primera mano de los residentes sobre el impacto de las intervenciones para complementar otras pruebas sobre los resultados del proyecto (sección 9.5).



**FIGURA 9.2 Residentes muestran los problemas que serán abordados por las intervenciones MoSSaiC**



a. Una residente indica el máximo nivel de inundación observado antes de la intervención.



b. Un residente en el área de inestabilidad de la pendiente adyacente a su casa antes de la intervención MoSSaiC.



c. Un residente señala agua estancada antes de la intervención.

**FIGURA 9.3 Máximo nivel del caudal observado en un drenaje MoSSaiC durante el huracán Tomás**



Buscar y registrar las opiniones de los residentes, como las siguientes que reflejan sus experiencias posteriores a la intervención:

- “Si no fuera por los drenajes de MoSSaiC, habría perecido gente” (oficial del gobierno).
- “Los drenajes funcionaron perfectamente y no hubo deslizamientos” (residente de la comunidad).
- “La lluvia fue fuerte, fuerte, pero el talud aguantó. No hubo ningún deslizamiento” (residente de la comunidad).
- “La salud de los niños ha mejorado ya que hay menos agua estancada” (residente de la comunidad).

Utilizar los cuestionarios pre y pos proyecto para cuantificar o monetizar los beneficios (y problemas) resultantes del proyecto; ver sección 9.7.5.

Buscar pruebas del aumento de la concientización y entendimiento de las causas de deslizamientos y sus soluciones y los cambios generados en las prácticas de gestión de pendientes; ver capítulo 8 y sección 9.5.8.

Es de particular importancia la información sobre la profundidad del flujo en los drenajes construidos después de lluvias fuertes (figura 9.3).

## 9.4 LOGROS DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO INMEDIATO

### 9.4.1 Indicadores estándar de desempeño clave

Al inicio del proyecto, la agencia de implementación, el gobierno y potencialmente la agencia donante deben acordar una serie de KPI apropiados. La especificación de los KPI es típicamente un requisito del donante para otorgar los fondos y tenderá a centrarse más en los logros inmediatos y fácilmente identificables del proyecto en vez de los resultados a largo plazo. Este enfoque permite realizar un seguimiento del progreso y del “éxito” de un proyecto durante su implementación y a su

terminación. La tabla 9.2 presenta ejemplos de los KPI que se pueden seleccionar para un proyecto MoSSaiC.

### 9.4.2 Indicadores de desempeño clave de logros para los proyectos MoSSaiC

Mientras que los KPI estándar pueden proporcionar una lista de verificación del progreso del proyecto y su terminación, es importante reconocer lo que realmente está ocurriendo en el terreno. Los logros estándar como los listados en la tabla 9.2 —un mapa, un reporte, la cantidad de personal involucrada— no cuentan la historia completa. Se debe usar indicadores para permitir la evaluación de la eficiencia de MoSSaiC al utilizar el método científico y el del acuerdo con la comunidad (logros) para reducir

**TABLA 9.2 Indicadores clave de desempeño estándar enfocados por los donantes para los logros del proyecto**

CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	KPI ESTÁNDAR	LOGRO
Para cada comunidad		
Técnica/física	Cartografía de acuerdo con la comunidad de las características de pendiente relacionadas con los procesos de deslizamientos y de pendiente	Mapa de características de pendiente de la comunidad
	Evaluación de procesos de amenaza de deslizamientos	Mapa de zonas de procesos de pendiente, matriz de priorización, informe científico
	Diseño de una intervención de drenaje apropiada	Plano de drenaje final
	Elaboración de partidas de obra y contratos para contratistas y obreros de acuerdo con la comunidad	Contratos
	Construcción de drenajes	Drenajes
	Instalación de conexiones de aguas grises de las viviendas y aguas de los tejados	Canalones del tejado, etc.
Para el proyecto		
Costo	Costo de materiales de construcción y mano de obra	Valor monetario
	Costo de otros ítems en el presupuesto del proyecto	Valor monetario
Capacidad, concientización y cambio de comportamiento	Personal del gobierno capaz de implementar la reducción de amenaza de deslizamiento en comunidades	Número de personal en los equipos
	Contratistas de la comunidad empleados en la construcción de drenajes para reducir la amenaza de deslizamiento	Número de contratistas y obreros
	Residentes de la comunidad conscientes de las buenas prácticas de gestión de pendientes	Días pasados en la comunidad, número de reuniones

**TABLA 9.3 Indicadores clave de desempeño detallados de MoSSaiC para los logros del proyecto**

CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	KPI MoSSaiC	LOGRO
Técnica/física	Uso de métodos científicos para evaluar la amenaza de deslizamiento	Justificación científica y resultados modelo
	Uso de métodos apropiados de ingeniería para el diseño de los drenajes	Planos y cálculos de diseño
	Construcción y supervisión de obras de drenajes con un estándar aceptable	Buenas prácticas de construcción, buena calidad del drenaje
	Estándar aceptable de conexión de las viviendas a los drenajes	—p.ej. sin filtraciones o flujos incontrolados
	Mejora en el drenaje y en problemas de estabilidad de pendiente para toda la comunidad (no solo en unas pocas casas)	Número de casas/personas que se benefician directa e indirectamente
	Mejora en el suministro de agua a las viviendas más vulnerables	Número de tanques de agua instalados
Costo	Beneficios a la comunidad en términos de empleo	Número de personas/semanas empleadas
	Proporción del presupuesto gastado en materiales de construcción y mano de obra	Porcentaje del presupuesto
	Costos finales del proyecto en relación con el presupuesto original	Porcentaje del presupuesto
	Comparación del costo del proyecto con los costos potenciales de reubicar la comunidad	Costo del proyecto como porcentaje de los costos potenciales de reubicar la comunidad
Capacidad, concientización y cambio de comportamiento	Personal del gobierno, contratistas o miembros de la comunidad que reciben certificación por su participación y habilidades	Número de personas que reciben certificación
	Prueba de las aportaciones gratuitas que los residentes proveen al proyecto en términos de diseño, construcción y materiales	Contribución en especie
	Prueba de la aceptación de las buenas prácticas de gestión de pendiente y auto ayuda en las comunidades	Instalación independiente y apropiada de drenajes/canalones, etc.
	Pruebas de interés y promoción de los medios de comunicación	Número de entrevistas, carteles, noticias, etc.

la amenaza de deslizamientos en las comunidades más vulnerables (resultados):

Una buena evaluación es la investigación necesaria para asignar la causalidad entre los datos del programa y los resultados reales. Se debe dirigir al impacto total de los programas —no solo al de los logros directos de los proyectos específicos. Sin embargo, pocas evaluaciones se han hecho bien, aunque la mayoría de donantes (incluido el Banco Mundial) siempre las han previsto (Banco Mundial, 2004, 106).

La UCM debe realizar una lista de los logros específicos del proyecto MoSSaiC para reportar a la terminación de una intervención (tabla 9.3). Estos logros probablemente serán más completos que los KPI potencialmente solicitados por los donantes.

**TABLA 9.4 Indicadores clave de desempeño de MoSSaiC para los resultados del proyecto**

CATEGORÍA DE EVALUACIÓN	KPI MoSSaiC	RESULTADOS
Técnica/física	Estabilidad de la pendiente durante y después de eventos de lluvias fuertes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidad de pendiente observada (sección 9.5.1)</li> <li>• Datos de lluvias e inventario de deslizamientos (sección 9.5.2)</li> <li>• Supervisión de grietas en viviendas (sección 9.5.3)</li> <li>• Supervisión del nivel freático (secciones 9.5.2 y 9.5.4)</li> </ul>
	Desempeño del drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujos registrados de drenaje (sección 9.5.5)</li> </ul>
	Beneficios a la comunidad en términos de la mejora del medioambiente de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observaciones, opiniones de la comunidad, encuesta formal (sección 9.5.6)</li> </ul>
Costo	Costos actuales o potenciales de un deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de costo-beneficio (sección 9.5.7)</li> </ul>
	Beneficios a la comunidad en términos de empleo, mejora en los accesos, reducción de daños a las casas	
Capacidad, concientización y cambio de comportamiento	Uso continuo de personal para diseño y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buenas/malas prácticas observadas de gestión de pendientes</li> <li>• Opinión de las partes interesadas</li> <li>• Encuesta formal (sección 9.5.8)</li> </ul>
	Uso continuo y adopción de experiencia, buenas prácticas y habilidades	

## 9.5 RESULTADOS DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO A MEDIO PLAZO

Para lograr un marco integral para el desempeño del proyecto, se deben considerar medidas más allá de los beneficios inmediatos a la terminación del proyecto (logros). Los posibles indicadores de beneficios a la terminación de un proyecto de uno a cinco años (resultados) se presentan en la tabla 9.4.

### 9.5.1 Observación de estabilidad de la pendiente

Las intervenciones MoSSaiC se diseñan para reducir el riesgo de deslizamientos desencadenados por precipitaciones. Sin embargo, es difícil establecer qué habría sucedido en una pendiente en particular si no se hubiese realizado una intervención de drenaje; éste es el problema hipotético en el argumento a favor de la reducción de riesgo.

Debido a que tales intervenciones no pueden eliminar completamente la amenaza de

deslizamientos, hay una posibilidad residual de inestabilidad en tales pendientes que se puede desencadenar por

- eventos de lluvia extremos,
- deficiente mantenimiento del drenaje (bloqueado, caudal excesivo o drenajes rotos),
- deficiente mantenimiento o desconexión de los canalones del tejado y la tubería de las aguas grises de la vivienda y
- construcción de nuevas casas sin conexión a los drenajes.

Por lo tanto, se deben obtener pruebas de la estabilidad de la pendiente post proyecto, específicamente en relación con niveles altos de precipitación, pero también con una visión de las otras causas como indicación de la eficiencia (o limitación) de cada intervención.

#### Deslizamientos en zonas adyacentes

Las zonas inmediatamente adyacentes a las áreas de intervención pueden servir como un grupo de control de pendientes para inferir qué

**FIGURA 9.4** Deslizamiento en un área inmediatamente adyacente a una pendiente que ha sido estabilizada exitosamente por una intervención MoSSaiC



podría haber ocurrido si la intervención no se hubiese realizado. Por ejemplo, después de una precipitación fuerte, un área en la que se realizó una intervención MoSSaiC permaneció estable; por el contrario, el área de ladera adyacente a 50m experimentó un deslizamiento grande que ocasionó pérdida de casas y reubicación de familias (figura 9.4).

#### Base en resultados

La siguiente información se debe registrar en un periodo de uno a cinco años después de que el proyecto termine:

- La estabilidad observada en el área de la intervención de drenaje (la comunidad) durante y después de los eventos de lluvia que se habrían esperado que desencadenaran (o que lo hicieron) deslizamientos en la región/país
- El efecto de tales eventos de lluvia en el área circundante/adyacente
- Cualquier otra prueba de estabilidad/inestabilidad dentro de la zona de intervención del drenaje y la ladera circundante/adyacente que pueda ser el resultado de otros factores físicos o humanos diferentes de la lluvia.

Las fuentes de información incluyen las siguientes:

- **Gobierno.** Las comunidades normalmente contactan a las agencias cuando ocurren los deslizamientos y envían ingenieros o técnicos para inspeccionar o remediar los daños.
- **Agencias meteorológicas.** Éstas pueden proporcionar datos de lluvias y estimaciones de intervalos de recurrencia asociados.

- **Comunidades.** Los residentes generalmente tienen un conocimiento profundo y detallado de los efectos de eventos de lluvia.
- **Fotografías y medidas de la perturbación física.** Éstas se deben tomar lo más cerca posible al momento de ocurrencia del evento antes de que el crecimiento de la vegetación enmascare el deslizamiento o los residentes comiencen a reconstruir sus casas sobre el material que ha fallado.

#### 9.5.2 Información de lluvia y de estabilidad de pendientes

La siguiente información se debe obtener en un marco de tiempo de uno a cinco años:

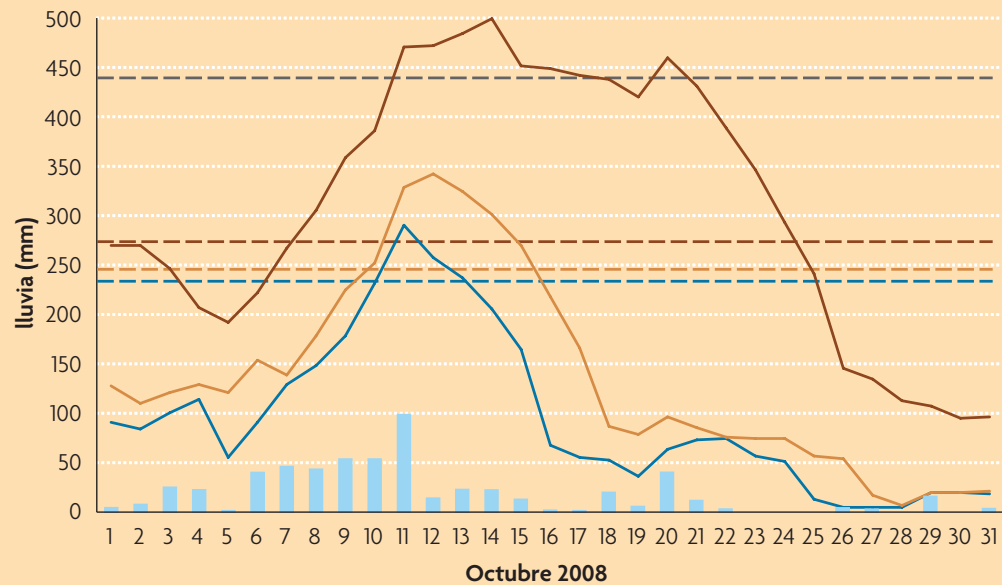
- Intensidades, volúmenes y duraciones de lluvia para eventos que se esperaba que desencadenaran deslizamientos en la región/país (o que realmente lo hagan)
- Intensidades, volúmenes y duraciones de lluvia para huracanes y tormentas tropicales o eventos con periodos de retorno > 1 en 1 año.

#### Calcular la magnitud y frecuencia de la lluvia

Para tormentas de mayor magnitud se debe estimar el periodo de retorno de un evento y los detalles de intensidad, volumen y duración de las lluvias: Si una pendiente tiene pruebas de estabilidad para un evento de lluvia en particular, esto demuestra el grado de protección que se proporciona con la intervención del drenaje.

La figura 9.5 ilustra los periodos de retorno para diferentes lluvias acumuladas en una ubicación en Santa Lucía en octubre de 2008. Como la tabla muestra, mientras que la lluvia

**FIGURA 9.5 Lluvia diaria y acumulada asociada con periodos de retorno para una ubicación en Santa Lucía, octubre de 2008**



lluvia acumulada observada durante 24 horas ■ 24 horas — 5 días — 7 días — 15 días

UMBRALES DE EVENTOS DE LLUVIA	FECHAS EN QUE SE OBSERVARON LLUVIAS ACUMULADAS > UMBRAL DEL EVENTO
— evento de los 5 años, de 5 días	cada día: 10-13 de Octubre
— evento de los 7 años, de 5 días	cada día: 10-15 de Octubre
— evento de los 15 años, de 5 días	cada día: 7-24 de Octubre
— evento de los 50 años, de 15 días	cada día: 11-21 de Octubre excepto el 19 de Octubre

de 24 horas el 11 de octubre tuvo un periodo de retorno bajo, las lluvias acumuladas de quince días para cada uno de estos días en el periodo del 20 al 21 de octubre generaron un evento mayor al de los 50 años. La figura muestra el total de lluvia acumulada para obtener una clara idea de los periodos de retorno respectivos. Se desencadenó un número de deslizamientos en el periodo cuando las lluvias de 15 días acumuladas excedieron el evento de los 50 años; notablemente, no se desencadenó ningún deslizamiento en laderas donde se habían realizado intervenciones de drenaje.

#### Estimar antes y después del intervalo de recurrencia

Utilizar datos respecto a eventos de lluvia para periodos de retorno específicos indica el desempeño de la intervención (tabla 9.5).

Se puede utilizar un cálculo regresivo de estabilidad de pendiente para estimar qué efecto hubiese causado el evento de lluvia en ausencia de una construcción de drenaje. También se pueden comparar los resultados con cualquier cálculo realizado anteriormente a la intervención del drenaje como parte de la evaluación de amenaza de deslizamientos (capítulo 6).

#### Información adicional de lluvias

Las imágenes de satélite relacionadas con eventos de lluvia mayores tales como huracanes son una fuente de datos útiles para acompañar los datos cuantitativos de lluvia, especialmente si hay cálculos asociados a la intensidad de lluvia (figura 9.6). Los huracanes pueden causar daños sustanciales a largo plazo a la infraestructura y retrasar las economías por muchos años especialmente en esos

**TABLA 9.5 Deslizamientos reportados pre y post proyecto en relación con eventos de lluvias fuertes en el Caribe Oriental**

COMUNIDAD	NÚMERO DE VIVIENDAS	Pre-MoSSaiC	IMPACTO DE LLUVIA			
			Post-MoSSaiC			
			2006 111 mm, Evento de los 4 años de 24 horas	2007 132 mm, Evento de los 5 años de 24 horas	2008 340 mm, Evento de los 100 años de 15 días	2010 533 mm, Evento de los 500 años de 24 horas
Santa Lucía 1	55	Deslizamientos graves en bajas tasas de lluvias	Ninguno reportado; deslizamiento en área adyacente	Ninguno reportado	Ninguno reportado; reactivación de deslizamiento en área adyacente	Ninguno reportado
Santa Lucía 2	428	Deslizamiento grave y evacuación de 100 casas en el área adyacente		Ninguno reportado	Deslizamiento pequeño en la comunidad	Deslizamiento pequeño en la comunidad
Santa Lucía 3		Deslizamiento grave		Ninguno reportado	Ninguno reportado	Ninguno reportado
Santa Lucía 4		Deslizamientos moderados que afectan propiedades		Ninguno reportado	Ninguno reportado	Ninguno reportado
Santa Lucía 5	20	Fallos en los muros de contención y deslizamientos considerables			Ninguno reportado	Ninguno reportado
Santa Lucía 6	60	Deslizamientos previos graves; varias pérdidas de casas; deslizamientos menores subsecuentes				Ninguno reportado
Santa Lucía 7	30	Deslizamientos que potencialmente amenazan la carretera				Ninguno reportado
Santa Lucía 8	40	Deslizamiento; con dos casas perdidas				Ninguno reportado
Santa Lucía 9	21	Deslizamiento; con una casa perdida				Ninguno reportado
Santa Lucía 10	20	Deslizamiento; con un muro de contención desplomado				Ninguno reportado
Dominica 1	72	Deslizamientos considerables		Ninguno reportado	Ninguno reportado	n.a.

**Nota:** n.a = no aplicable. La celdas en blanco indican que el proyecto no se había implementado en el momento del evento de lluvia. Eventos de lluvias fuertes que han desencadenado deslizamientos en Santa Lucía y/o Dominica fueron los siguientes:

- 2006: 2 y 3 de Septiembre
- 2007: Huracán Dean, 16 a 18 de Agosto
- 2008: 9 al 24 de Octubre
- 2010: Huracán Tomas, 30 de Octubre (datos de lluvia de Castries, Santa Lucía).

estados de pequeñas islas en vías de desarrollo. Asociar rastros de huracanes e intensidades de lluvias con la efectividad de los elementos del proyecto implementados, tales como zunchos de huracanes y drenaje, es útil para medir los resultados a medio plazo.

#### Base en resultados

Obtener los siguientes datos para evaluar la efectividad de los proyectos de mitigación de amenaza de deslizamientos para eventos de tormentas importantes que afectan a países o regiones enteros:

**FIGURA 9.6 Comparación de las principales tormentas con la imagen satélite**



**Fuente:** Imagen cortesía de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA).

- Los datos de eventos de lluvia e intervalos de recurrencia de las oficinas meteorológicas relevantes
- Las imágenes de teledetección remota y cálculos de intensidad de lluvias asociadas con eventos de tormentas importantes (de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional, el Centro de Huracanes Nacional o una agencia similar)
- Los reportes de consultoras que contienen datos de eventos de lluvia (intensidad, duración y frecuencia).

### 9.5.3 Grietas en las viviendas

Las grietas en estructuras de hormigón pueden proporcionar pistas útiles para la estabilidad de pendientes. Ocurren normalmente en comunidades vulnerables en viviendas no autorizadas ya que los residentes construyen sus casas en condiciones de estabilidad marginal de la pendiente, usando equipos técnicos limitados, sin criterios específicos de diseño y sin referencia a un código de construcción (si es que lo hay):

El incumplimiento de los códigos es una de las principales causas de vulnerabilidad en

las construcciones. A menudo, incentivos ilícitos hacen más atractivo para los administradores, arquitectos, constructores y aún para los propietarios de las viviendas eludir las normas de construcción (ONU-Habitat, 2009, 3).

Una consecuencia es que, en comunidades vulnerables, los residentes no siempre aprecian el impacto de la mala construcción en el movimiento de estructuras.

Aunque las grietas estructurales pueden ser el primer indicio de movimiento en la pendiente, hay una variedad de razones para que ocurran:

- Las cimentaciones superficiales en suelos residuales profundos se pueden desplazar cuando las condiciones hídricas del suelo cambian; los residentes a menudo inadecuadamente atribuyen estas condiciones cambiantes a la inestabilidad de la pendiente.
- Muy poco cemento en la mezcla, refuerzo insuficiente, mal diseño y otros elementos de mala construcción pueden producir cargas inapropiadas o desiguales en una estructura.
- La mayoría de los edificios experimenta grietas de forma natural en algún momento durante su vida útil.

Es importante tratar de distinguir entre las grietas en las construcciones causadas por movimientos de tierra, mala construcción o una combinación de ambos. Las grietas de construcción son con frecuencia una causa de preocupación para los residentes, pero rara vez se investigan de manera sistemática para promover la reducción de riesgo o dar seguridad a los residentes.

#### Base en resultados

El seguimiento de los cambios en la anchura de la grieta estructural ayuda a determinar la causa de la formación de las grietas y el trabajo de recuperación que se debe especificar. Debido a que el seguimiento de grietas toma tiempo, es esencial comenzar lo antes posible y hacerlo de forma continua durante todo el período de inspección e investigación.

Las grietas en estructuras se pueden supervisar sencilla y económicamente utilizando medidores de control de grietas (ver sección 9.5.3) con el fin de distinguir los tipos de comportamiento y causas de las grietas:



- **Estáticas:** no aumenta su anchura y por lo tanto no es motivo de preocupación
- **Cíclicas:** la grieta se abre y luego se cierra parcialmente, siguiendo un patrón cíclico, probablemente debido a la contracción e hinchazón del suelo causada por los cambios estacionales en las condiciones de humedad del suelo de la pendiente
- **Progresivas:** un aumento constante de anchura con el paso del tiempo, que puede sugerir la existencia de un movimiento de tierra (inestabilidad de pendientes) y que los cimientos son inadecuados para proteger la estructura (figura 9.7).

#### 9.5.4 Agua superficial y subsuperficial

Las intervenciones de drenaje MoSSaiC se diseñan para captar agua de la superficie y reducir la infiltración en los materiales de la pendiente para mejorar su estabilidad. El doble efecto en los procesos hidrológicos de pendientes debe ser una reducción tanto en la escorrentía de agua superficial como en el contenido de humedad del material de la pendiente en lugares propensos a deslizamientos. Los residentes pueden observar los cambios en los flujos de agua superficiales y los suelos saturados, así como controlar con métodos sencillos los niveles de agua subterránea.

#### Interpretar las causas de la erosión y saturación

Los residentes a menudo se preocupan acerca de los flujos de agua superficial o el surgimiento de aguas subterráneas en torno a sus viviendas causando erosión del suelo y afectando los cimientos de sus casas (figura 9.8a). Aunque la erosión no es un proceso de deslizamientos de tierra, puede indicar la inadecuada gestión del agua superficial y producir que la base de los taludes sea excesivamente escarpada. Las condiciones de saturación se pueden producir por un nivel freático poco profundo (cerca de la superficie) que emerge localmente en la superficie del suelo como flujo de retorno y puede potencialmente conducir a la erosión del suelo y el debilitamiento de los cimientos (figura 9.8b).

#### Base en resultados

Utilizar el mapa de procesos de pendiente (capítulo 5) para identificar la ubicación de los flujos de agua superficial y la saturación antes del proyecto. Visitar de nuevo estos lugares después de la finalización del proyecto para determinar si la hidrología de la pendiente ha cambiado.

**FIGURA 9.7 Evaluación y control de las grietas estructurales**



a. Grietas en la estructura atribuibles a construcción deficiente (insuficiente profundidad del pilote).



b y c. Agravación de las grietas atribuible a un deslizamiento lento progresivo que continuó moviéndose por un periodo de cuatro años. Finalmente se produjo la pérdida completa de la propiedad.

**FIGURA 9.8** Agua superficial y subsuperficial socavando la estabilidad de las estructuras de las casas



a. Agua superficial.



b. Agua subsuperficial.

Indicar las condiciones hidrológicas posteriores al proyecto en un plano en que consten las obras de drenaje implementadas.

Considerar el seguimiento de los niveles freáticos cercanos a las propiedades en las siguientes ubicaciones:

- Donde hay saturación de suelos
- En áreas propensas a inestabilidad
- En las interceptaciones de los drenajes de descarga.

Por ejemplo, la figura 9.9 muestra una inclinación de 20 grados, en cuya pendiente ascendente hay una zona de convergencia topográfica considerable. A pesar de la naturaleza poco profunda de la topografía, el nivel freático está

**FIGURA 9.9** La convergencia de agua en la parte superior de la pendiente produce inestabilidad y destrucción de la propiedad en una pendiente poco escarpada



cerca de la superficie del suelo y es la causa de la inestabilidad. Observar la presencia de malanga, un indicador potencial de las condiciones de agua en suelos saturados cerca de la superficie (ver sección 3.5.5). Se puede hacer el seguimiento de la profundidad del nivel freático en dicha zona para determinar si, con el tiempo, una intervención de drenaje pendiente arriba ha tenido un efecto positivo para reducir el nivel freático.

Se puede hacer el seguimiento de los niveles freáticos de manera simple, eficiente y económica utilizando sistemas piezómetros de baja tecnología (sección 9.74). Estos piezómetros sencillos se utilizan en vez de costosos dispositivos automatizados de seguimiento y registro de datos. Cuando la participación de la comunidad en el proyecto ha sido alta, los residentes podrán realizar el seguimiento ellos mismos después de unas instrucciones básicas.

### 9.5.5 Desempeño del drenaje

El desempeño del drenaje se debe controlar cuidadosamente después de la finalización del proyecto. Los ingenieros del gobierno y los equipos de trabajo de la comunidad deben organizar visitas a la obra durante los principales eventos de tormenta para verificar la capacidad del drenaje (figura 9.10a). Adicionalmente, se les puede pedir a los residentes que indiquen, registren o recuerden las profundidades máximas del flujo en los drenajes relacionados con el proyecto (figura 9.10b).

La base en resultados requerida para establecer el desempeño del drenaje comprende lo siguiente:

**FIGURA 9.10 Rendimiento del drenaje**



a. Descarga en un drenaje escalonado durante una tormenta fuerte que indica una capacidad adecuada.



b. Un residente indica la profundidad máxima del caudal observada en un drenaje construido recientemente durante una tormenta.

- Profundidad del flujo durante y después de una fuerte lluvia
- Datos de precipitaciones (intensidad, volumen y duración) de eventos extremos
- Pruebas de bloqueos o desbordamientos
- Pruebas de grietas y escapes.

### 9.5.6 Beneficios para la salud medioambiental

En zonas mal drenadas con insuficiente saneamiento, la escorrentía urbana se mezcla con los excrementos, difundiendo gérmenes patógenos alrededor de las comunidades y aumentando los riesgos para la salud de diversas enfermedades transmitidas por

**TABLA 9.6 Rutas de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua**

CLASIFICACIÓN	RUTA DE TRANSMISIÓN	EJEMPLOS DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS
Transmitidas por el agua	A través la ingesta de patógenos en agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades diarreicas</li> <li>• Fiebres entéricas como la tifoidea</li> <li>• Hepatitis A</li> </ul>
Agua de lavado	A través de la ingesta incidental de patógenos en el curso de otras actividades; como resultado de no tener agua suficiente para el baño e higiene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades diarreicas</li> <li>• Tracoma</li> <li>• Escamas</li> </ul>
Contacto con el agua	A través de un huésped invertebrado acuático; resulta del contacto repetido con aguas contaminadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lombriz de guinea</li> <li>• Esquistosomiasis</li> </ul>
Vector de insectos relacionados con el agua	A través de un insecto vector que se reproduce en o cerca del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malaria (parásito) y fiebre amarilla (virus)</li> </ul>

Fuente: Cairncross y Ouano, 1991

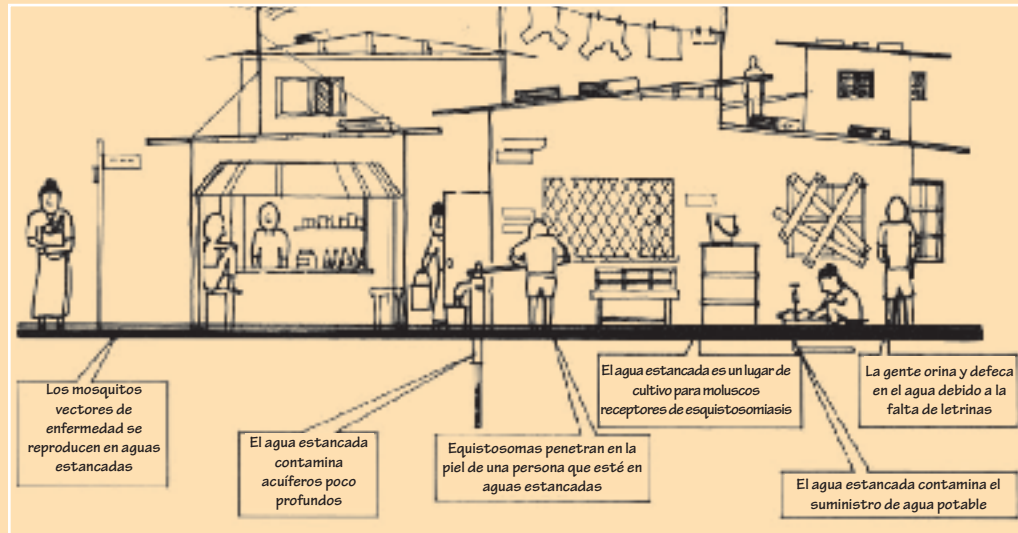
el agua (Parkinson, 2003) (figura 9.11). Estas circunstancias permiten la transmisión de un número de enfermedades importantes, incluidas las enfermedades diarreicas y la malaria (tabla 9.6).

El agua estancada también proporciona un caldo de cultivo para los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* que propagan la fiebre del dengue. La fiebre del dengue es endémica en la mayoría de los países tropicales y los casos han aumentado en muchas regiones en los últimos años. Del mismo modo, también ha habido un aumento en el número de casos de fiebre hemorrágica del dengue más grave en América Latina y el Caribe (figura 9.12).

El principal método de control del *Aedes aegypti* es eliminar los hábitats de cría (figura 9.13). Esto se puede lograr con un drenaje eficaz, vaciado de contenedores de agua o adición de insecticidas o agentes de control biológico a estas zonas. Reducir las zonas de agua estancada es el método de control preferido, debido a los posibles efectos negativos de los insecticidas para la salud.

Los residentes de algunas comunidades con intervenciones MoSSaiC han señalado que

**FIGURA 9.11 Agua estancada y transmisión de enfermedades: Las consecuencias en la salud de un drenaje deficiente**



Fuente: Cairncross y Ouano, 1991.

**FIGURA 9.12 Zona de fiebre hemorrágica dengue confirmada en un laboratorio en América antes de 1981 y 1981 a 2003**



Fuente: Centros para el Control y Prevención de Enfermedades <http://www.cdc.gov/Dengue/epidemiology/index.html>.

la salud de sus hijos ha mejorado debido a la reducción de agua estancada y menor número de mosquitos. Al mejorar el drenaje de agua y reducir el agua superficial estancada es posible que los proyectos MoSSaiC puedan reducir el número de hábitats adecuados para los mosquitos que transmiten el dengue. Indicios del efecto de MoSSaiC en temas de salud ambiental son actualmente anecdóticos, pero se podría investigar más.

### 9.5.7 Tasación económica: Valor monetario del proyecto

La tasación económica se refiere a varios métodos analíticos que determinan si los

**FIGURA 9.13 MoSSaiC y hábitats de reproducción de mosquitos**



a. Las intervenciones MoSSaiC pueden ayudar a controlar los hábitats eliminando el drenaje a áreas de agua estancada.



b. Un congelador viejo desechado es un hábitat perfecto para la reproducción de mosquitos.

proyectos y programas ofrecen un valor monetario. El alcance de una tasación económica puede variar desde el cálculo de medidas sencillas de economía, eficiencia y eficacia de un proyecto hasta el análisis de sus costos y beneficios durante su vida útil. Idealmente, una tasación económica se debe llevar a cabo tanto en la fase de planificación del proyecto, como parte de la evaluación del proyecto terminado.

Un reto particular en la evaluación de los beneficios directos de la RRD es el hecho de que tales beneficios se producen como resultado de los costos futuros evitados y no como un flujo continuo de beneficios positivos:

los beneficios no son tangibles; ...son desastres que nunca ocurrieron. Así que no debería sorprendernos que las políticas preventivas recibían un apoyo generalmente más retórico que real (Annan, 1999, 3).

Es de vital importancia que la tasación económica de los proyectos que reducen el riesgo de deslizamientos se lleve a cabo, no solo como un medio para asegurar la responsabilidad, sino con el fin de crear una base en resultados que apoye una mitigación previa de deslizamientos.

#### Tasación económica de proyectos MoSSaiC

La tasación económica de los proyectos MoSSaiC debe considerar si el presupuesto del proyecto se ha empleado correctamente y en las cosas apropiadas: si el proyecto ha sido eficiente y efectivo. Por ejemplo, un proyecto MoSSaiC particular puede utilizar los recursos de forma muy económica y eficiente y construir bien una importante red de drenajes en una comunidad. Sin embargo, si los drenajes están en la localización incorrecta o son innecesarios (no es una solución adecuada a la amenaza de deslizamientos), entonces el proyecto no ha cumplido con su objetivo de reducir el riesgo de deslizamientos y no va a ser eficiente en costos o físicamente efectivo. Otro proyecto puede ser muy eficaz al reducir el riesgo de deslizamientos físico, pero en una forma ineficiente por el gasto excesivo en materiales y otros costos. Esto llevaría a la conclusión de que el proyecto ha sido eficaz en lograr un resultado clave, pero no de una manera eficiente en costos.

Esta subsección describe dos enfoques posibles para la tasación económica de proyectos MoSSaiC terminados:

- Medidas sencillas de valor monetario del proyecto en relación con los costos monetarios para producir un número deseado de unidades de logros y/o resultados del proyecto para cumplir con sus objetivos
- El análisis costo-beneficio que busca cuantificar todos los costos y beneficios del proyecto en términos monetarios, incluyendo elementos para los que el mercado no proporciona una medida satisfactoria de valor económico.

#### Medidas sencillas de valor monetario del proyecto

La UCM debe utilizar las preguntas genéricas sobre economía, eficiencia y eficacia del proyecto que se enseñan en la tabla 9.7 para elaborar una lista de preguntas directamente relacionadas con la evaluación de proyectos MoSSaiC (medidos de acuerdo a datos, gasto, logros y resultados).

Este enfoque para tasar el valor monetario del proyecto es fácil de entender y usar. Funciona bien donde hay un pequeño número de datos, logros, resultados y objetivos claramente definidos y medibles y cuando estas medidas son las mismas para múltiples proyectos. El valor monetario de cada proyecto se demuestra en relación con proyectos comparables. Este enfoque no es apropiado para evaluar proyectos complejos con una variedad de objetivos relacionados entre sí o para las comparaciones entre proyectos donde las medidas de desempeño son diferentes para cada proyecto.

#### Análisis de la relación costo-beneficio

Los gobiernos y donantes podrían coincidir en que la mitigación es una buena idea, pero para responder a la pregunta “¿compensará?” se requiere demostrar la probabilidad del retorno de la inversión realizada en el proyecto. El análisis de la relación costo-beneficio proporciona un marco para la monetización de los costos presentes y futuros y los beneficios asociados a los diferentes proyectos ya sea en la etapa de tasación del proyecto o como una evaluación posterior. Mientras que las cuestiones de eficiencia y eficacia en función de costos descritas anteriormente consideran proyectos en relación con cada una,

**TABLA 9.7 Preguntas sencillas para ayudar medir el valor monetario del proyecto MoSSaiC**

MEDIDA DEL VALOR	PREGUNTA GENÉRICA	EJEMPLO DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO MOSSAIC
Economía	¿Se han usado los recursos del proyecto con cuidado para minimizar gastos, tiempo o esfuerzo?	¿Ha permitido el método de adquisición de materiales (arena, hormigón, refuerzos, etc.) seleccionar el proveedor más económico? (El proveedor más económico no necesariamente es el mejor)
Eficiencia	¿Ha ejecutado el proyecto los logros requeridos por un mínimo de aportación en costo, tiempo o esfuerzo o ha obtenido el máximo beneficio de un determinado nivel de aportación?	¿Cuántos dólares (aportación) costó la construcción de un metro de drenaje (logro) y es este costo por unidad más alto o bajo de lo que debería haber sido (tomando en cuenta factores ambientales como la necesidad de transportar los materiales al sitio)?
Efectividad	¿Se han cumplido de la mejor manera posible los objetivos de los logros y resultados del proyecto?	¿Están los nuevos drenajes y canalones de los tejados captando la proporción de agua y la escorrentía de agua superficial anticipada? ¿Se ha mejorado la estabilidad de la pendiente?

el análisis costo-beneficio permite cuantificar el valor absoluto de los proyectos.

El análisis de la relación costo-beneficio de los proyectos de RRD consistentemente ha encontrado que la mitigación compensa. En general por cada dólar invertido se obtiene un retorno de dos a cuatro dólares en términos de impactos de desastres evitados o reducidos (Mechler, 2005; Moench, Mechler y Stapleton, 2007). Aunque tales declaraciones pueden ayudar a convencer de la conveniencia de la reducción de riesgos, se deben tratar con precaución (Twigg, 2004) ya que los estudios son pocos e infrecuentes, por lo menos en la literatura publicada y por lo general se presentan como declaraciones de hechos que no explican cómo se realizaron los cálculos. Como Twigg (2004, 358) señala, “la facilidad con que las publicaciones sobre desastres repiten esas afirmaciones debe ser por lo menos preocupante ya que sugiere que hay disponibles pocos datos justificados”.

Debido a que este tipo de estudios es relativamente escaso, especialmente en países en vías de desarrollo y con respecto a la reducción del riesgo de deslizamientos, la inversión en RRD sigue siendo baja frente a las numerosas oportunidades de desarrollo mutuamente excluyentes (Benson y Twigg, 2004).

Utilizar los siguientes pasos como guía para llevar a cabo el análisis de la relación costo-beneficio de un proyecto MoSSaiC.

1. **Monetizar los costos y beneficios del proyecto.** Si éstos se dan en términos físicos o de bienestar, se pueden usar diferentes métodos para convertirlos en valores monetarios. Para los proyectos de RRD, los principales beneficios físicos son los costos de futuros desastres evitados (reconstrucción, reubicación y sustitución de las posesiones). Por lo tanto se debe calcular el costo de los deslizamientos con y sin el proyecto y la diferencia entre los dos escenarios. Para determinar estos costos se necesita conocer la naturaleza anticipada (tipo y magnitud) de la amenaza de deslizamientos a una escala espacial relativa al proyecto de reducción de amenaza de deslizamientos. Esto permite la identificación de los elementos expuestos a la amenaza (las casas) y la estimación de los probables daños causados (el costo del deslizamiento). También, el medio ambiente, el bienestar y los beneficios sociales pueden ser menos tangibles para la comunidad. En algunos análisis, se define un valor de presunción de vida que establezca la posible pérdida de la vida; la asignación de estos valores puede ser controvertido y éstos generalmente se utilizan en estudios de grandes áreas donde se comparan múltiples amenazas y proyectos de reducción de riesgo.
2. **Estimar la probabilidad de ocurrencia de costos por deslizamientos en el futuro.** En el caso de la reducción de amenaza de

deslizamientos se requiere el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos con y sin intervención. Estos cálculos se pueden hacer usando un modelo de estabilidad de taludes con métodos físicos para determinar la frecuencia de retorno de la lluvia necesaria para desencadenar un deslizamiento.

- 3. Descontar todos los costos de deslizamientos futuros de los valores actuales teniendo en cuenta qué tan lejos en el futuro se espera que ocurran.** El valor actual depende de la tasa de descuento y el tiempo de vida especificados del proyecto (es decir, cuánto tiempo continuará la infraestructura del proyecto produciendo una reducción de amenaza de deslizamientos).
- 4. Utilizar los criterios de análisis costo-beneficio para determinar el valor monetario del proyecto.** Los criterios estándar incluyen la relación costo-beneficio, el valor actual neto esperado del proyecto y la tasa interna de retorno. La relación costo-beneficio de un proyecto para reducir el riesgo de deslizamientos es la relación entre el costo de la inversión inicial en la reducción de riesgos y la diferencia en el valor neto esperado de los costos de deslizamientos antes y después del proyecto (el beneficio en términos de costos evitados). El valor actual neto esperado es simplemente igual a los beneficios del proyecto menos los costos. Este es positivo cuando el proyecto genera una reducción de costos de deslizamientos futuros (y los beneficios potenciales adicionales para la comunidad) que superan el costo de la intervención. Por el contrario, el valor actual neto esperado podría ser negativo si el proyecto tiene el efecto de aumentar el riesgo de deslizamientos o si un deslizamiento destruye parte del proyecto.

Se presenta un ejemplo de análisis costo-beneficio de un proyecto MoSSaiC en la sección 9.7.5. Se puede encontrar una crítica muy útil sobre herramientas y recursos generales para el análisis costo-beneficio en la página web de ProVention Consortium ([http://www.preventionweb.net/files/8088\\_WP1highres1.pdf](http://www.preventionweb.net/files/8088_WP1highres1.pdf)).

Los resultados del análisis costo-beneficio se deben utilizar en el contexto de otra

información del proyecto al evaluar el proyecto en su conjunto:

La pregunta que a menudo nos queda por ponderar en la revisión del análisis costo-beneficio (ACB) en un proyecto de mitigación de una amenaza en particular no es qué valores damos a los impactos monetizados sino qué tan grandes o pequeños son éstos en comparación con el “valor” de los impactos no monetizados. El ACB por sí solo no puede responder a esta pregunta, pero la experiencia humana y la reflexión si pueden (Ganderton, 2005).

### 9.5.8 Adoptar buenas prácticas para reducir el riesgo de deslizamiento

Uno de los objetivos clave de MoSSaiC es animar a las personas, comunidades y gobiernos a adoptar prácticas que reduzcan las amenazas de deslizamientos urbanos. El capítulo 8 presenta el proceso de cambio de comportamiento en términos de una escala de adopción (desde la percepción y consciencia, al conocimiento y la acción y finalmente a la adopción de MoSSaiC), factores que afectan a las motivaciones e intenciones al actuar y a las estrategias para la comunicación y desarrollo de capacidades. La estrategia de cambio de comportamiento se resumió en la forma de un mapa de resultados (sección 8.7.2).

Utilizar este mapa de resultados para evaluar si los logros previstos (actividades de comunicación y desarrollo de capacidades) se han llevado a cabo. Para evaluar la efectividad de la estrategia de cambio de comportamiento, buscar pruebas de la adopción de buenas prácticas y políticas de reducción del riesgo de deslizamientos (debatidas en esta sección) (sección 9.5.9) durante y después del proyecto.

#### Pruebas de la comunidad

La prueba de que las comunidades adoptan buenas prácticas para reducir el riesgo de deslizamientos, generalmente puede incluir lo siguiente:

- Instalación de drenajes alrededor de las casas utilizando los recursos propios de los residentes
- Instalación de canalones del tejado y captación de agua del tejado por los residentes
- Reducción del vertido de basura en los drenajes

- Mantenimiento y limpieza de los drenajes alrededor de las casas y, más ampliamente, durante los eventos organizados por la comunidad para limpiar la red de drenaje y rejillas de derrubios
- Menos taludes excavados en la parte trasera de las propiedades
- Una mayor conciencia general entre la mayoría de los residentes de la necesidad de buenas prácticas de drenaje, tales como la pronta notificación de fugas en las tuberías de suministro de agua a la empresa de agua y saneamiento.

### Pruebas del gobierno

A nivel gubernamental, quienes toman las decisiones deben tratar de incorporar las prácticas anteriores en los proyectos de infraestructura a gran escala y desarrollo comunitario. Las pruebas de esta adopción pueden incluir lo siguiente:

- Utilizar métodos científicos apropiados para la evaluación de la estabilidad de taludes antes de la construcción en pendientes propensas a deslizamientos
- Proveer drenajes adecuados en carreteras y proyectos de construcción de caminos peatonales en pendientes
- Incluir los requisitos contractuales específicos para la limpieza y mantenimiento de drenajes cuando se construye una nueva infraestructura
- Incorporar las normas de evaluación de estabilidad de taludes y de drenajes en los protocolos de planificación y otros instrumentos de política
- Generar conciencia y proporcionar formación a profesionales del gobierno que participen en las actividades que pueden afectar a la estabilidad de taludes.

### 9.5.9 Desarrollar nuevas las políticas para reducir el riesgo de deslizamiento

La formulación de políticas basadas en resultados se está centrando más en el desarrollo de la financiación y las políticas. A los responsables de formular políticas se les pide cada vez más “explicar no solo las opciones de política que plantean y por qué las consideran apropiadas, sino también cómo conciben ellos su posible eficacia” (Segone, 2008, 28). Este enfoque requiere cambiar desde opiniones (que se basan



en ideales, especulación o el uso selectivo de la prueba) a las pruebas, por medio de la evaluación de proyectos, la investigación académica y la experiencia (figura 9.14).

El cambio de opinión a prueba y adopción de nuevas políticas basadas en resultados tiende a ser a la vez estratégico y gradual. La base en resultados se desarrolla a través de un ciclo de proyectos piloto, evaluación de proyectos, reconocimiento del desempeño y valor del proyecto por parte de los que formulan las políticas y los financiadores, mayor compromiso de las políticas con la iniciativa y asignación de recursos a iniciativas similares. Este enfoque gradual estratégico puede crear condiciones favorables para la reforma a largo plazo, lo que permite el cambio de comportamiento en el entorno institucional y de políticas (Lavergne, 2004, 2005; Banco Mundial, 2004). Al contrario, las soluciones alternativas graduales y temporales pero no estratégicas no pueden crear las condiciones para el cambio de las políticas. El objetivo tiene que ser lograr un equilibrio razonable entre las reformas integrales y graduales, que busquen ganancias rápidas para las partes interesadas y den apoyo a los defensores de las políticas y los equipos interinstitucionales que pueden aportar otras ideas similares (Banco Mundial, 2004).

### Proyectos MoSSaiC y la política basadas en resultados

Los proyectos MoSSaiC proporcionan a los responsables de formulación de políticas tanto la base científica para la reducción de la amenaza de deslizamientos en comunidades, como la prueba de soluciones efectivas ejecutadas en el terreno:



**FIGURA 9.15 Proceso de incremento estratégico**



Fuente: Anderson et al., 2010, basado en Segone, 2008.

El cambio de las percepciones de las personas, así como las de los gobiernos con respecto a la manera más eficiente en costos para reducir el riesgo, se logra mejor cuando existe una prueba clara de que las intervenciones realmente han funcionado (Banco Mundial, 2003, 212).

El ciclo de las interacciones entre gobierno, comunidades y agencias internacionales se puede utilizar como una plataforma para el cambio de comportamiento, como se muestra en la figura 9.15, que representa seis pasos desde la formación de la UCM (paso 1) a través del reconocimiento de los proyectos en el terreno

**TABLA 9.8 Requisitos para lograr una política basada en resultados para una reducción preventiva del riesgo de desastres**

CATEGORÍA	REQUISITO GENÉRICO	REQUISITO MoSSaiC
Pruebas de acuerdo con los requisitos políticos	Requiere la publicación de la base en resultados para la toma de decisiones políticas	Aportar los logros del proyecto de la selección, cartografía, evaluación de amenazas y diseño de drenaje de la comunidad (capítulos 4-6)
	Requiere licitaciones de gastos por conceptos para proveer una base apoyada en resultados	Aportar resultados de intervenciones previas de MoSSaiC, incluyendo pruebas de relación calidad-precio y los resultados del Análisis de costo-beneficio (capítulo 9)
	Proveer acceso abierto a información para tener ciudadanos y grupos de interés más informados	Comunicar la información del proyecto por medio de la participación de la comunidad y los medios de comunicación y motivar el empoderamiento de las partes interesadas (capítulos 5 y 8)
Facilitar el uso de mejores pruebas	Motivar una mayor colaboración a través de los servicios internos	Motivar la colaboración de la UCM y los miembros del equipo de trabajo del gobierno (capítulo 2)
	Integrar a los investigadores externos más como socios que como contratistas	Motivar la inclusión de académicos e investigadores en la UCM y en los equipos de trabajo del gobierno (capítulo 2)
	Integrar el personal analítico en todas las etapas del proceso de desarrollo de la política	Proveer oportunidades para que la UCM y los equipos de trabajo del gobierno presenten el proyecto a los responsables de tomar las decisiones (capítulo 2)

Fuente: Nutley, Davies y Walter, 2002.

por parte de las agencias (paso 4) y el paso a una aceptación más amplia de las políticas preventivas y la implementación (paso 6). Este ciclo se refleja en la secuencia del proyecto y la estructura de este libro: que empieza con el establecimiento de los equipos de gobierno (capítulo 2), para pasar a la comprensión e implementación de medidas para reducir la amenaza de deslizamientos a través de la participación comunitaria (capítulos 3-8) y terminar con el desarrollo de una base en resultados a través de la evaluación de proyectos (capítulo 9).

La UCM, los que toman las decisiones del proyecto y los financiadores deben usar esta subsección para identificar cómo MoSSaiC puede proporcionar una base de resultados para reducir el riesgo de deslizamientos mediante medidas preventivas y para evaluar qué tan efectivo ha sido el proyecto influyendo en la política.

La UCM debe presentar el progreso, logros y resultados del proyecto MoSSaiC a los responsables de formular las políticas de manera que responda a sus preguntas y les permita tomar decisiones basadas en resultados. Las acciones específicas que pueden ayudar a dar apoyo a la política basada en resultados se enumeran en la tabla 9.8.

#### Evaluar la influencia de MoSSaiC en las políticas

Pruebas de que se pueda reconocer como factor en la adopción de políticas pueden incluir lo siguiente:

- Incluir MoSSaiC en los documentos del gobierno de planificación de la gestión del riesgo de desastres (por ejemplo, el gobierno de Santa Lucía de 2006, 26-27) y la promoción de la gestión del riesgo de desastres en los foros regionales.
- Transferir el conocimiento entre las comunidades (figura 9.15, paso 3).
- Interés, visitas y apoyo de nuevos donantes (paso 4).
- Un grupo amplio de partes interesadas (gobierno, donantes, fondos sociales) que trabajan juntos y presentan una nueva propuesta de intervenciones MoSSaiC (paso 5).
- La prueba de que los propios donantes promueven y proponen intervenciones MoSSaiC (paso 6).

#### 9.5.10 Finalizar el proceso de evaluación del proyecto

La UCM debe decidir conjuntamente con los que toman las decisiones en el gobierno y los

donantes, quiénes se encargarán de la evaluación durante y después del proyecto. Es posible que sea necesario asignar la responsabilidad de la evaluación posterior al proyecto a medio y largo plazo (o seguimiento) a una agencia local que ya tiene un mandato o un programa de investigación para evaluar y gestionar el riesgo de desastres.

### HITO 9:

**Acordado e implementado el marco de evaluación del proyecto**

## 9.6 TRATAR LOS FACTORES DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS A LARGO PLAZO

Los factores del riesgo de deslizamientos se relacionan con la amenaza (el evento de deslizamiento) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (personas, comunidades e infraestructura) a daños causados por ese evento de amenaza. Dado que el objetivo principal de MoSSaiC es identificar y reducir los factores físicos de amenaza de deslizamientos que afectan a las comunidades urbanas más vulnerables, el proceso de evaluación (secciones 9.3-9.5) se centra en la eficacia del proyecto para reducir la amenaza de deslizamientos y conseguir las mejoras en las prácticas de gestión de pendientes en marcos de tiempo a pequeña y mediana escala.

Esta sección considera MoSSaiC como un colaborador potencial en políticas integrales como respuestas al riesgo de deslizamientos y a las tendencias de los factores de riesgo de deslizamientos (tanto físicos como sociales) a escalas de tiempo más largas:

- La RRD bajo escenarios climáticos presentes y futuros
- La transferencia de riesgo a través de seguros a escalas individuales y nacionales
- La gestión del riesgo de deslizamientos “Sin arrepentimientos” dadas las tendencias de incertidumbre en los factores del riesgo de deslizamientos.

**TABLA 9.9 Resumen de los elementos MoSSaiC que contribuyen a la resistencia al cambio climático**

PROBLEMAS ACTUALES RELACIONADOS CON DESLIZAMIENTOS EN COMUNIDADES VULNERABLES	ELEMENTOS DE LA METODOLOGÍA MOSSAIC QUE PODRÍAN CONTRIBUIR A UNA AGENDA DE PROTECCIÓN CONTRA EL CLIMA MÁS AMPLIA
<b>Amenaza de deslizamiento desencadenados por lluvia</b>	
Deslizamientos frecuentes desencadenados por lluvias de baja intensidad o de baja duración; potencial de eventos de deslizamientos considerables con alta intensidad/duración, eventos de lluvia de baja frecuencia	Se reduce la amenaza de deslizamiento desencadenados por lluvia mediante la gestión de agua superficial en comunidades vulnerables
<b>Problemas de gestión de agua superficial en pendientes</b>	
La no captación de agua de los tejados y del drenaje de agua superficial puede producir una escorrentía intensa de lluvia, infiltración de agua superficial, saturación de suelos e inundaciones locales	La captación de agua de tejados y aguas grises de las viviendas y la gestión de agua superficial lleva a reducir la amenaza de deslizamiento y potencialmente a mejorar los problemas de salud medioambiental reduciendo la cantidad de agua estancada
<b>Problemas de suministro de agua</b>	
Problemas de suministro de agua corriente, pero captación limitada de agua lluvia	La recolección y almacenamiento integrado de agua lluvia para uso de las viviendas provee un suministro confiable para lavar/limpiar cuando el agua corriente no está disponible
<b>Daños a casas debido a eventos de lluvias extremas (p.ej. huracanes)</b>	
Los tejados y las estructuras de las casas son vulnerables a los daños causados por fuertes vientos	El reequipamiento de zunchos para huracanes aumenta la posibilidad de que los tejados se mantengan intactos en caso de tormentas, asegurando la captación continua de agua lluvia
<b>Concientización del público de las causas y soluciones de las amenazas de deslizamiento</b>	
La necesidad de concientización sobre buenas prácticas de gestión de pendientes y de cómo reducir la amenaza de deslizamiento a nivel comunitario	La participación de la comunidad en todo el proyecto MoSSaiC ayuda a proporcionar un mejor entendimiento del riesgo de deslizamiento y unas buenas prácticas de gestión de pendientes y de construcción
<b>Política de reducción del riesgo de deslizamiento</b>	
La carencia de una política de reducción del riesgo de deslizamiento en comunidades vulnerables	La metodología MoSSaiC tratada por agencias internacionales en el contexto de contribuir a la protección contra el clima (Banco Mundial, 2010a) motiva a los gobiernos a tomar en cuenta las políticas y enfoques de acuerdo con la comunidad para reducir el riesgo de deslizamiento

### 9.6.1 Reducción del riesgo de desastres y protección contra el clima

Las políticas de RRD y de adaptación al cambio climático son, en cierta medida complementarias a pesar de que recientemente han evolucionado de forma independiente:

La RRD puede hacer frente a la variabilidad climática actual y ser la primera línea de defensa contra el cambio climático, siendo por lo tanto una parte esencial de la adaptación. Por el contrario, para que la RRD sea exitosa

se deben tener en cuenta los riesgos asociados con el cambio climático y asegurar que las medidas no incrementan la vulnerabilidad al cambio climático en el medio y largo plazo (Mitchell y van Aalst, 2008, 1).

“Protección contra el clima” es el lema de la identificación y reducción de riesgos que se plantea por la variabilidad y el cambio climáticos. Hoy en día la necesidad de tener protección contra el clima es mayor que nunca ya que los factores de riesgo (ver sección 9.6.3) cambian y aumentan el riesgo, la exposición y la

**TABLA 9.10 Contexto holístico de estrategias de prevención, seguro y cómo lo afrontan las personas, comunidades y gobiernos**

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO	INDIVIDUAL/VIVIENDA	COMUNIDAD	GOBIERNO
Prevención	Inversión en la protección de activos	Programas de formación de la comunidad y participación en la construcción de mitigación del riesgo	Obras públicas para apoyar las medidas de mitigación
Auto-seguro	Poseer activos financieros y no financieros	Préstamos locales	Infraestructuras físicas y sociales adecuadas
Mercado del seguro	Seguro para propiedades y catástrofes	Micro-financiación	Seguros del presupuesto soberano y bonos de catástrofes
Cómo afrontar	Consumo de recursos humanos y físicos	Transferencias inter-vivienda y remesas privadas	Fondos de ayuda para desastres, proyectos de inversión social por medio de fondos sociales y otras redes de seguridad en dinero efectivo

Fuente: Banco Mundial, 2010b.

Nota: MoSSaiC se enfoca en medidas de prevención (resaltado).

vulnerabilidad de las comunidades y regiones a los desastres relacionados con el clima.

La protección contra el clima en las comunidades más vulnerables requiere atención urgente porque la destrucción y daños a las viviendas no autorizadas es uno de los impactos más comunes y graves de los eventos de climas extremos (Parry et al., 2009). La vivienda no autorizada a menudo no está construida para resistir este tipo de eventos, incluso bajo las actuales condiciones climáticas:

...la propiedad se construye a niveles bajo estándares y no se ajusta siquiera a los códigos y normas de construcción mínimos. Este fracaso generalizado para construir con suficiente resistencia al clima en los actuales asentamientos humanos y los que están en expansión, es la razón principal para la existencia de un déficit de adaptación... La evidencia sugiere que el déficit de adaptación sigue aumentando debido a las pérdidas por fenómenos extremos. En otras palabras, las sociedades están cada vez menos adaptadas al clima actual. Tal proceso de desarrollo se ha llamado “mala adaptación” (UNFCCC, 2007, 99).

MoSSaiC puede contribuir a una armonización planificada y la alineación de los incentivos de adaptación al cambio climático en los países en vías de desarrollo. La tabla 9.9

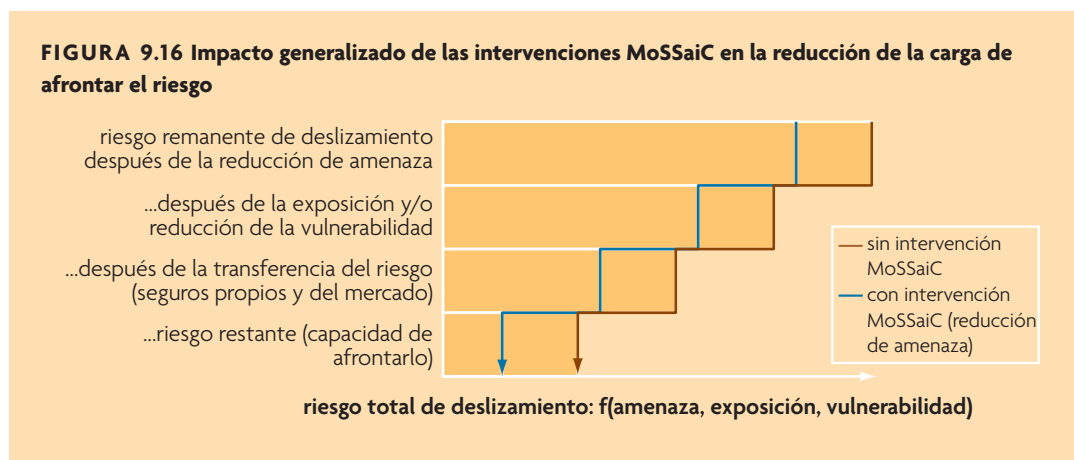
expone los elementos clave de MoSSaiC que se pueden considerar como una contribución a la protección contra el clima en comunidades vulnerables.

### 9.6.2 Conexión entre la reducción de amenaza y los seguros

El objetivo de una estrategia integral para reducir el riesgo de deslizamientos debe ser reducir el grado en que las comunidades vulnerables y los gobiernos tienen que asumir o hacer frente al impacto de los deslizamientos; ya que “lo que no se puede prevenir o asegurar, se tiene que asumir” (Banco Mundial, 2010b, 154). La reducción de la amenaza, la exposición y vulnerabilidad al deslizamiento y las estrategias de transferencia de riesgo pueden contribuir a reducir el nivel de riesgo asumido por las comunidades y los gobiernos. Algunos de estos mecanismos preventivos, de seguros y de adaptación se destacan en la tabla 9.10.

No obstante el reconocimiento de la importancia de la prevención de riesgos, aún hay relativamente muy poca aplicación práctica de medidas de reducción de riesgos en el terreno en los países de vías de desarrollo (Wamsler, 2006). Por lo tanto, los proyectos exitosos MoSSaiC representan una oportunidad importante para reducir el riesgo de deslizamientos en

**FIGURA 9.16 Impacto generalizado de las intervenciones MoSSaiC en la reducción de la carga de afrontar el riesgo**



general y la carga de riesgo en las comunidades y gobiernos.

Esta sección considera cómo las iniciativas de reducción de amenaza tales como MoSSaiC se pueden conectar con el seguro de riesgo para viviendas en comunidades vulnerables y cómo la inversión previa del gobierno en medidas de reducción de riesgo puede reducir el déficit de recursos para la financiación del riesgo de desastre posterior (figura 9.16).

#### Desafíos al asegurar viviendas en comunidades vulnerables

El riesgo de las viviendas frente a los desastres, incluidos los deslizamientos, en teoría se puede transferir a través del mercado de seguros. Sin embargo, el aumento de la resiliencia de las viviendas vulnerables a través de esquemas cuyo objetivo es distribuir los riesgos, enfrentan importantes limitaciones:

- Los hogares socioeconómicamente más vulnerables tienen perfiles de ingreso que están muy por debajo de los umbrales mínimos aceptables y prácticamente sin capacidad de ahorro.
- Los presupuestos de estos hogares más vulnerables tienen claramente muchas demandas que son más apremiantes que el seguro, cuyos costos son por adelantado y las recompensas lejanas.
- Los más vulnerables necesitan asistencia directa e inmediata después de un desastre —los esquemas en los que se ponen en común las pérdidas no serán suficientes.

La tabla 9.11 resume estas limitaciones desde el punto de vista del gobierno, las aseguradoras y los hogares.

Las soluciones de seguros solo pueden apoyar la adaptación efectiva cuando están implementadas junto con las medidas para reducir el riesgo de desastres y aumentan la resiliencia de la sociedad. Si no está incorporado en una estrategia integral de reducción de riesgos, el seguro puede realmente fomentar conductas de riesgo, que podrían producir más fatalidades y daños.

#### Vincular la protección contra el clima y el seguro de viviendas

Un gran desafío para los países de bajos ingresos propensos a los desastres es desarrollar instrumentos con incentivos adecuados (que inevitablemente implican subsidios) que permitan a los pobres participar en los programas para reducir el riesgo de desastres, tales como protección contra el clima y seguros.

Vale la pena destacar la experiencia de un programa de seguros que se llevó a cabo en Santa Lucía durante seis años (OEA, 2003). La Fundación Nacional de Investigación y Desarrollo en Santa Lucía ofreció a las personas de bajos ingresos un programa de mejora de las viviendas para hacerlas resistentes a huracanes. El programa formó a los constructores locales en sistemas de construcción más seguros, ofreció pequeños préstamos a las familias que deseaban mejorar sus viviendas y proporcionó los servicios de un inspector de construcción formado que aprobaba los materiales que se podían comprar y comprobaba que se cumplían las normas mínimas. Los propietarios de viviendas de bajos ingresos que fortalecieron sus casas a través del programa pudieron asegurar su propiedad con la filial regional de una compañía de seguros con sede en Reino Unido y establecida a través de un intermediario local. El plan de seguros cubrió los

**TABLA 9.11 Problemas de diseño y retos para enlazar la reducción del riesgo con los seguros**

RETO	GOBIERNO	SEGURO	VIVIENDA
Genérico (se aplica a todo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprometerse por adelantado a cubrir los costos de desarrollo del programa</li> <li>• Gestionar las percepciones de riesgo y beneficios (a largo plazo) versus los costes</li> <li>• Coordinar con la ayuda post-desastre para evitar la carencia de incentivos</li> <li>• Construir capacidad institucional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucrarse en el diálogo acerca de la reducción de riesgo</li> <li>• Diseñar herramientas de seguros innovadores a largo plazo aplicables dentro de un contexto de un país en vías de desarrollo</li> <li>• Diseñar herramientas para abordar la amenaza moral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos/asequibilidad adelantada</li> <li>• Percepción del riesgo</li> <li>• Percepción de beneficios (en especial pertinentes a escalas de tiempo del beneficio)</li> <li>• Disponibilidad de asistencia post-desastre</li> </ul>
Crear concientización e información del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar canales apropiados de divulgación para informar el riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar canales apropiados de divulgación de información del riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucrarse en programas de formación sobre seguros</li> <li>• Necesitan herramientas para crear habilidades para entender la información del riesgo</li> </ul>
Precio del riesgo (es decir un precio indicativo para incentivar la reducción del riesgo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordar problemas de equidad para asegurar asequibilidad y acceso a seguros en comunidades más pobres/vulnerables y en áreas de alto riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita análisis de riesgo de alta resolución</li> <li>• Costos de transacción más bajos (gastos y tiempo para verificar el riesgo y pérdida en países en vías de desarrollo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos por adelantado en la reducción de riesgo versus un ajuste de prima relativamente menor</li> </ul>
Condiciones y regulaciones favorables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno</li> <li>• Marcos legales</li> <li>• Supervisión y ejecución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites potenciales a la competitividad y las implicaciones de solidez actuarial del seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender la RRD y el seguro</li> <li>• Disponibilidad del programa de asistencia técnica (apoyo a la adaptación)</li> </ul>
Reducción de riesgo financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer fondos o invertir en medidas preventivas de reducción de riesgo que son independientes de los ciclos de elecciones u otras consideraciones políticas (sobrepasar barreras: no hay recompensa por evitar una catástrofe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos por adelantado</li> <li>• Necesidad de una colaboración cercana con el sector público para coordinar la reducción del riesgo compatible con los programas de seguros e información de riesgos</li> <li>• “¿Quién paga versus quién se beneficia?”; el asegurador puede ver poco beneficio directo de su inversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial de reducción del riesgo para la cobertura de seguro (intercambio de tiempo de trabajo dedicado a las medidas de reducción del riesgo para cubrir el seguro)</li> </ul>
Reducción de riesgo como un prerequisite para el seguro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación voluntaria en programas de seguros con el prerequisite de una RRD continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones competitivas del mercado que pueden estar en contra de los incentivos si no se coordinan con el sector público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesitan conocimiento de técnicas apropiadas y opciones en la reducción de riesgos</li> </ul>

Fuente: Adoptado de UNFCCC, 2009.

principales desastres naturales. La figura 9.17 muestra la estructura de gestión del proceso de préstamo y esquema de seguro asociado.

El esquema de seguro era obligatorio para los beneficiarios de préstamos para mejoras de sus viviendas. Se especificó una cobertura

completa con un deducible del 2% en las pólizas. Las tasas de las primas oscilaron entre un 0,60% para viviendas de bloques de hormigón y un 1,05% para las viviendas construidas en madera. Entre 1996 y noviembre de 2002, se desembolsaron 345 préstamos dentro de este

programa, con un valor promedio de los préstamos aproximado de US\$4.100 (en dólares de 2002) (OEA, 2003).

El programa es digno de mención ya que es un raro ejemplo de la orientación del seguro a los hogares más vulnerables, el acoplamiento de las mejoras de las viviendas para mitigar riesgos naturales con la cobertura del seguro de propiedad. La condición de las mejoras en las viviendas del esquema compensó la posición reportada “de círculo vicioso” del seguro al solo cubrir las amenazas naturales, es decir, que las primas del seguro de amenaza natural usualmente son muy altas ya que solo aquellos con probabilidad de hacer reclamaciones frecuentes consideran asegurarse en contra de ellas. Las altas primas asociadas solo a la cobertura de la amenaza conducen a una de dos posibilidades: el cliente decide que el seguro es demasiado costoso y no asegura la propiedad o las compañías de seguro deciden que no habrá beneficios en la suscripción de pólizas que aseguran el daño por huracanes con una prima que los clientes que estén dispuestos a pagar y se abstienen de ofrecer la cobertura.

Ser consciente de las posibles limitaciones mencionadas anteriormente, los financiadores y los gobiernos podrían considerar la combinación de un sistema de seguro con los proyectos MoSSaiC para crear un plan integral de gestión del riesgo de deslizamientos en el que

- se proporcionan medidas preventivas (o se motivan) a través de los proyectos MoSSaiC;
- el seguro está disponible para las viviendas participantes, que asuman un modelo análogo al descrito en la figura 9.17 y
- si ocurre un deslizamiento el gobierno llevaría a cabo un programa de reparación de daños.

#### Reducción del riesgo de deslizamientos y macro-financiación de desastres

El seguro es solo uno de los varios instrumentos financieros utilizados por los gobiernos para financiar las operaciones de socorro y recuperación. La tabla 9.12 enumera una variedad de otros instrumentos de financiación previos y posteriores al desastre disponibles para los gobiernos. La financiación de desastres es especialmente exigente para los países en vías de desarrollo porque no

puede haber un déficit conocido como déficit de recursos, entre los costos del desastre y los fondos a disposición del Gobierno para reconstruir y proporcionar socorro y asistencia a los esfuerzos de recuperación (Mechler et al., 2010). Esta carencia de recursos es a menudo mayor inmediatamente después de un desastre, cuando las necesidades de financiamiento son urgentes y altas y los fondos y la ayuda financiera aún no se han movilizad

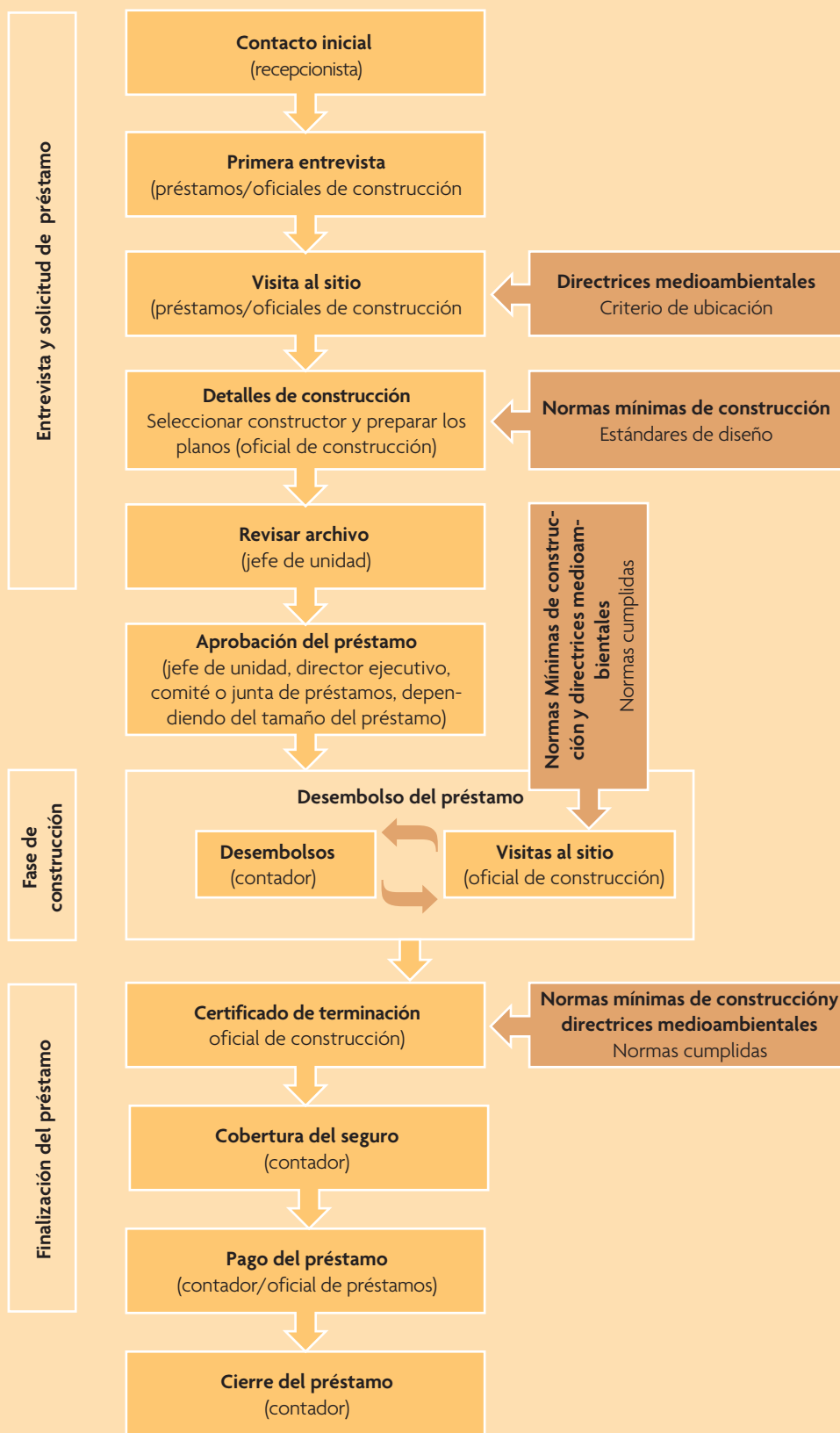
El déficit de recursos de un país se calcula identificando la probabilidad (o intervalo de recurrencia anual) de un evento de desastre en el que las pérdidas netas exceden todos los recursos financieros disponibles (figura 9.18). Para algunos países en vías de desarrollo, un evento de desastre puede crear un déficit de recursos con una probabilidad de ocurrencia tan alta como 1 en 15 años (Mechler et al., 2010).

La frecuencia y el impacto de los desastres determina si es más efectivo para los gobiernos que inviertan en la reducción o la financiación del riesgo. En general, la prevención de riesgos es más eficiente en costos para los eventos de alta probabilidad con pérdidas de tamaño bajo a medio, mientras que la financiación de riesgos se enfoca en eventos menos frecuentes y de alto impacto (Mechler et al., 2010). Para países propensos a deslizamientos desencadenados por precipitaciones y donde los eventos de alta frecuencia pueden desencadenar un déficit de recursos, se puede concebir que un programa nacional de proyectos MoSSaiC pueda contribuir a la resiliencia de desastres a escala nacional.

#### 9.6.3 Previsión de futuros escenarios de riesgo de desastres

En el capítulo 1, se identificaron una serie de problemas de políticas y tendencias que afectan el riesgo de deslizamientos urbano en los países en vías de desarrollo, incluyendo la velocidad en la asimilación de la RRD convencional, el ritmo de cambio de la sociedad y de la urbanización y las posibles tendencias de otros factores del riesgo de deslizamientos humanos o físicos. Una sociedad puede cambiar con mayor rapidez que la adopción de las políticas de RRD —p. ej., en términos de rápida urbanización y el consiguiente crecimiento de la población en los barrios marginales, que lleva al desarrollo de comunidades en laderas propensas a

**FIGURA 9.17** Modelo utilizado en Santa Lucía para el programa de mejoras de viviendas resistentes a huracanes para residentes de bajos ingresos



Fuente: OEA, 2003; reproducido con la autorización del Secretariado General de la OEA.



**TABLA 9.12 Fuentes de financiación post desastre**

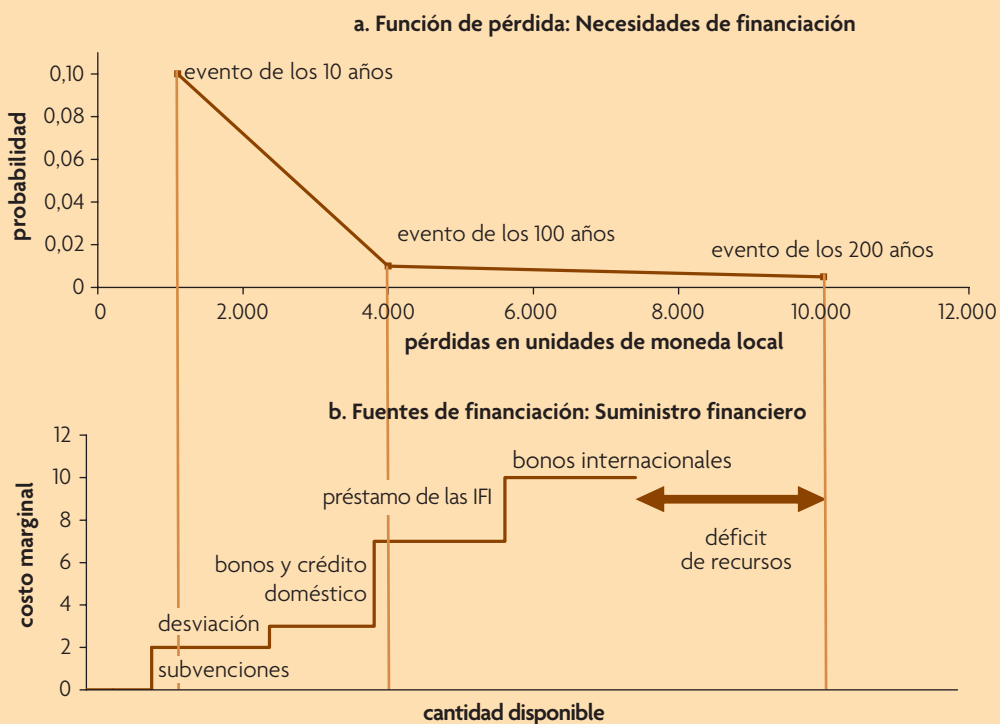
		FASE								
		Alivio (1-3 meses)			Recuperación (3-9 meses)			Reconstrucción (+9 meses)		
Financiación post-desastre	Asistencia del donante (alivio)									
	Redistribución del presupuesto									
	Crédito doméstico									
	Crédito externo									
	Ayuda del donante (reconstrucción)									
	Aumento de impuestos									
Financiación preventiva	Contingencias del presupuesto									
	Fondo reservado									
	Línea de crédito contingente									
	Seguro paramétricos									
	Bonos CAT									
	Seguros tradicionales									

Fuente: Ghesquiere y Mahul, 2007.

deslizamientos, todo ello factores poderosos en un ciclo de acumulación de riesgos. Debido a que la propiedad en laderas propensas a deslizamientos es más barata para alquilar, las

personas más vulnerables son las que viven en estas áreas. Además, debido a que las viviendas no autorizadas se pueden construir en cuestión de días, la gente puede trasladarse a las zonas

**FIGURA 9.18 Base del cálculo hipotético para el déficit de recursos**



Fuente: Mechler et al., 2010.

Nota: IFI: Institución Financiera Internacional. El déficit de recursos es la diferencia entre el costo de un desastre y los fondos disponibles para que un gobierno reconstruya y provea alivio y ayuda en los esfuerzos de recuperación.

**FIGURA 9.19 Reconocimiento de los medios de que la población urbana mundial supera el 50%**



Fuente: The Economist, 5 de mayo de 2007.

urbanas más rápido que la respuesta que pueden dar las autoridades de planificación.

Las políticas de RRD necesitan tener en cuenta diferentes escenarios de riesgo. Los escenarios son “descripciones plausibles de posibles estados futuros del mundo... no un pronóstico; más bien, cada escenario es una imagen alternativa de cómo el futuro se puede revelar” (IPCC, 2011). La identificación de futuros escenarios del riesgo de desastres implica pensar y explorar creativamente lo que está sucediendo ahora (tendencias que son noticia, figura 9.19) y la proyección de lo que depara el futuro (Rayner y Malone, 1997). Sin embargo, “en la creación de escenarios, los investigadores suelen extrapolar desde el presente para plantear un futuro que es ‘más de lo mismo’” (Rayner y Malone, 1997, 332). El mundo futuro de muchos enfoques actuales de RRD es esencialmente el mundo de hoy, pero aún más: más incorporación, más transferencia de conocimiento, más tecnología (gran parte del mismo tipo), más integración de la cartografía de múltiples amenazas. La historia sugiere que este enfoque podría ser no realista. Mahmoud et al. (2009, 800) señala que

la más sencilla referencia futura es la de un “futuro oficial”, un escenario “como se ha

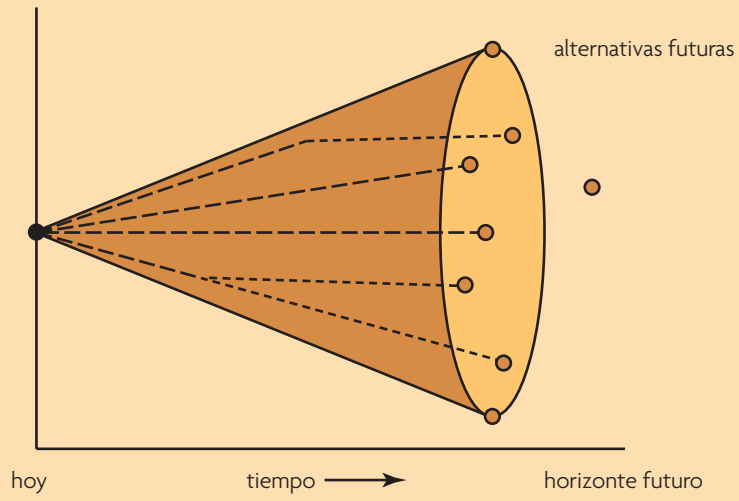
hecho toda la vida” de un estado futuro del mundo ampliamente aceptado. La mayoría de quienes toman las decisiones no aceptarán alternativas futuras a menos que el futuro oficial sea cuestionado.

Con respecto al riesgo de deslizamientos urbano, es posible definir un conjunto de diferentes pero posibles alternativas futuras (figura 9.20) relacionadas con las posibles tendencias en los factores del riesgo de deslizamientos humanos y físicos. Los siguientes dos escenarios, que son física, social y políticamente posibles, ilustran los extremos opuestos posibles de una serie de escenarios:

- **Aumento máximo en los factores del riesgo de deslizamientos.** Este escenario implica un mayor número de deslizamientos desencadenados por eventos de lluvia de alta intensidad provocados por el cambio climático, una más alta densidad de viviendas vulnerables creadas por el crecimiento de la población urbana y la ausencia de planificación y regulación y su obligatoriedad en la construcción (todo lo cual se espera que aumente aún más la acumulación actual del riesgo de deslizamiento).
- **Aumento mínimo o incluso disminución en los factores del riesgo de deslizamientos.** Este escenario no supone un cambio (o una reducción) en el número de deslizamientos desencadenados por eventos de lluvia de alta intensidad, la limitación de la densidad de viviendas en pendientes propensas a deslizamientos y la aplicación de medidas físicas y socioeconómicas para mejorar la resiliencia de los hogares (que limita la acumulación del riesgo de deslizamientos observados).

Entre estos dos extremos, se prevén, modelan y analizan varios escenarios para los factores del riesgo de deslizamientos en los cuales se identifican diferentes estrategias para tratar los riesgos futuros. MoSSaiC contribuye a estas estrategias abordando los factores actuales de amenaza de deslizamientos, equilibrando un posible aumento futuro de dichos factores y proporcionando a los gobiernos y comunidades con una base científica, una base de resultados y el acuerdo con la comunidad para una efectiva reducción del riesgo de deslizamientos a largo plazo.

**FIGURA 9.20** Diagrama conceptual de un escenario de embudo



*Fuente:* Mahmoud et al., 2009.

## 9.7 RECURSOS

### 9.7.1 ¿Quién hace qué?

EQUIPO	RESPONSABILIDAD	ACCIONES Y CONSEJOS ÚTILES	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
Financiadores y responsables de formular políticas	Concientización de la importancia de la evaluación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiaridad con la necesidad de tener medidas tanto de los logros como de los resultados del proyecto</li> </ul>	9.2.1
UCM	Establecer los KPI del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acordar los KIP para los logros y resultados del proyecto</li> </ul>	9.4
	Acordar con una agencia para repasar los resultados del proyecto	<p><b>Consejo útil:</b> Hablar con otras agencias y departamentos del gobierno para ver si la evaluación del proyecto se está llevando a cabo. Podría haber una oportunidad para colaborar o para que un acuerdo existente incorpore las necesidades de evaluación MoSSaiC</p>	9.2.4
	Desarrollar la programación de resultados del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir acerca de arreglos posibles con las agencias relevantes para asegurar que se pueda crear un programa de resultados del proyectos y una entidad se haga responsable de la evaluación a medio plazo</li> </ul>	9.5
	Organizar la realización de un Análisis de costo-beneficio	<p><b>Consejo útil:</b> Un grupo especialista (tal vez un grupo de investigación universitario o una rama apropiada del gobierno) podría estar dispuesto a realizar este trabajo</p>	9.5.7
Equipos de trabajo del gobierno	Desarrollar un sistema de base de datos para registrar los resultados del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observar los cambios en la estabilidad de la pendiente</li> <li>Conseguir información de lluvias asociadas con tormentas fuertes para demostrar estabilidad (o lo contrario) de las intervenciones</li> </ul>	9.5.1; 9.5.2
	Coordinar con los equipos de trabajo de la comunidad		
Equipos de trabajo de la comunidad	Los residentes de la comunidad contribuyen con la evaluación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveer comentarios sobre el desempeño de los drenajes durante las lluvias</li> <li>Controlar las grietas en las estructuras y los niveles freáticos</li> <li>Describir las condiciones antes y después de la intervención</li> </ul>	9.3.2
	Coordinar con los equipos de trabajo del gobierno		

### 9.7.2 Lista de verificación del capítulo

VERIFICAR QUE:	EQUIPO	PERSONA	CIERRE	SECCIÓN DEL CAPÍTULO
✓ Se identifican los KPI acordados para los logros del proyecto a corto plazo				9.4
✓ Se identifican los KPI acordados para los proyecto a medio plazo				9.5
✓ Se acuerdan los roles y responsabilidades de recolección de datos de todos los KPI				9.4; 9.5
✓ <b>Hito 9: Acordado e implementado el marco de evaluación del proyecto</b>				9.5.10
✓ Se han revisado las políticas para abordar factores de riesgo de deslizamiento a largo plazo				9.6
✓ Se cumplen todas las salvaguardas necesarias				1.5.3; 2.3.2

### 9.7.3 Instalar monitores de grietas

La mayor parte de construcciones con mampostería y hormigón se agrietan en algún momento durante su vida útil. La aparición de una grieta es un síntoma de perturbaciones en la estructura del edificio. A menudo el agrietamiento es de poca importancia, pero podría ser el primer signo de un defecto grave que afecte el servicio o la estabilidad estructural del edificio. El seguimiento de los cambios de la anchura de la grieta en el tiempo establecerá si la grieta es estática, de apertura progresiva o de apertura y cierre que sigue un patrón cíclico de movimiento. Esta información es esencial en el diagnóstico de la causa de la grieta.

Existen indicadores sencillos (figura 9.21a) que permiten el seguimiento del movimiento horizontal y vertical a través de una grieta en una superficie plana usando dos placas superpuestas parcialmente. La placa inferior está calibrada en milímetros; la placa superior es

transparente y está marcada con un cursor en forma de cruz. El indicador está pre-configurado en cero con cuatro clavijas. Las clavijas se retiran después de que el indicador se fija en la grieta. A medida que se va abriendo la grieta o si se produce un movimiento vertical, el cursor se mueve con respecto a la escala de calibración.

Idealmente, el indicador se debe fijar con tornillos o clavijas y adhesivo ya que existe el riesgo de manipulación indebida si se utilizan solo tornillos. En algunas superficies solo se puede usar adhesivo; el adhesivo debe curar completamente antes de retirar las cuatro clavijas.

Una vez que el indicador se coloca, la apertura o cierre de la grieta se puede controlar y registrar los resultados en una hoja de control de grietas (figura 9.21b).

### 9.7.4 Instalar y utilizar piezómetros sencillos

Se puede utilizar un piezómetro sencillo para medir la profundidad del nivel freático por debajo de la superficie del suelo. El dispositivo consta de un tubo con agujeros colocado en una perforación angosta. El agua entra en el piezómetro hasta que alcanza el mismo nivel del suelo.

Para instalar un piezómetro hacer lo siguiente:

1. Taladrar un agujero en el suelo de 1-3 m de profundidad, utilizando un barreno eléctrico (figura 9.22a). Un barreno eléctrico de mano puede ser suficiente para insertar un piezómetro a una profundidad de 1-2 m en suelos residuales. En suelos arcillosos pesados, puede ser necesario un barreno más potente.
2. Colocar un tubo piezómetro de plástico en la perforación; se puede utilizar un tubo de plástico de 2 pulgadas para el piezómetro. Taladrar orificios, normalmente hacia el tercio inferior del tubo, con una separación de 10 cm de separación cada uno, para permitir que el agua fluya en el tubo. Los agujeros se pueden perforar en campo (figura 9.22b).
3. Cubrir la parte superior del piezómetro para evitar que la lluvia se filtre.

**FIGURA 9.21** Medidor de control de grietas y gráficos de registro de grietas



a. Se utilizan los calibradores con el medidor de control de las grietas para incrementar la resolución de la medida.



b. Gráficos de registro de grietas.

Fuente: A vongard, [www.avongard.co.uk](http://www.avongard.co.uk).

**FIGURA 9.22 Instalación de piezómetros**



a. Perforar para instalar un piezómetro.



b. Perforar orificios en el tubo del piezómetro.



c. Establecer una red de piezómetros.

La instalación de varios piezómetros en una ubicación puede permitir determinar la superficie del nivel freático (figura 9.22c).

Para leer el piezómetro realice lo siguiente:

- Introducir un pedazo de tubo en el piezómetro y soplar en él hasta que se escuche el burbujeo; esto indica el nivel de agua en el piezómetro.
- Registrar la longitud del tubo utilizado (recortar la distancia del tubo sobre el suelo); ésta es la profundidad del nivel freático.

Tomar las lecturas del piezómetro y registrarlas durante un periodo de varios meses, particularmente en la estación húmeda. Las lecturas se pueden utilizar para determinar cualquier reducción aparente en los niveles de agua que podrían ser atribuidos a los trabajos de drenaje superficial llevados a cabo en la parte superior de la pendiente.

### 9.7.5 Análisis costo-beneficio

Los componentes del modelo integrado de evaluación del riesgo de deslizamientos, reducción de riesgos y análisis costo-beneficio utilizado en una intervención MoSSaiC se muestran en la figura 9.23. Este enfoque de análisis costo-beneficio se ilustra usando el ejemplo de Holcombe et al. (2011), el análisis de estabilidad de taludes que se puede encontrar en la sección 5.6.3.

#### Escenarios de amenaza de deslizamientos y drenajes

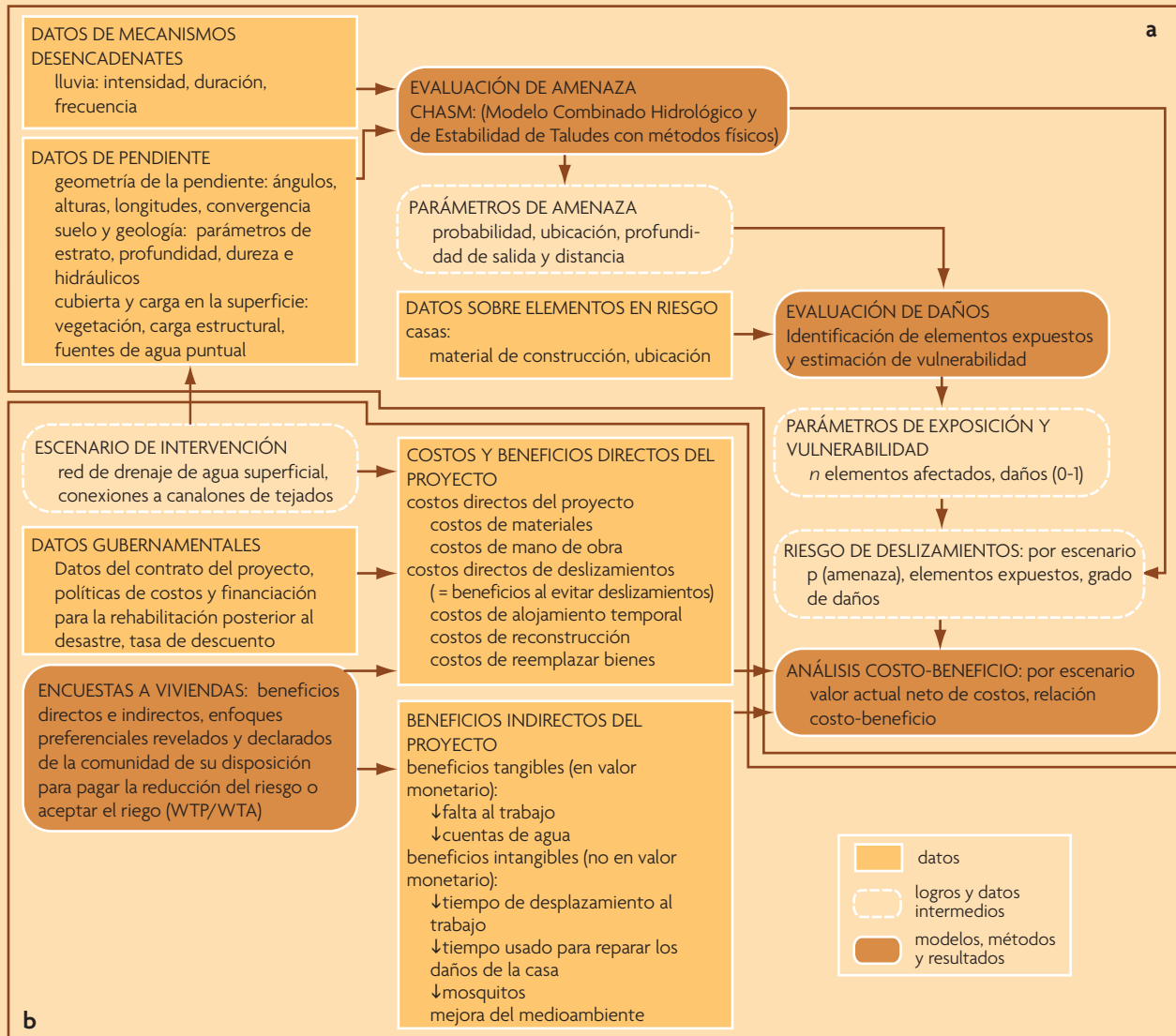
Dos escenarios de deslizamientos se probaron utilizando CHASM (Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes) (ver figuras 5.25 y 5.26):

- Falla de toda la pendiente (sección transversal  $X_1$ - $X_2$ )
- Falla de varios pequeños taludes desmontados (sección transversal  $Y_1$ - $Y_2$ ) (Holcombe et al., 2011).

Antes de la construcción de nuevos drenajes, se predijo que un evento de lluvia con un periodo de retorno de 10 años causaría deslizamientos a lo largo de la sección  $X_1$ - $X_2$  que afectaría a una gran parte de la pendiente (figura 5.27), mientras que por otro lado, se predijo que el evento de los 5 años provocaría pequeños deslizamientos en varios taludes desmontados a lo largo de la sección  $Y_1$ - $Y_2$ .

Después de la construcción de nuevos drenajes y captación del agua de las viviendas, hubo

**FIGURA 9.23 Componentes de un modelo integrado de amenaza y evaluación del riesgo de deslizamientos**



Fuente: Holcombe et al., 2011.

Nota: (a) Evaluación de riesgo de deslizamiento y análisis de costo-beneficio de la reducción de riesgo, (b) monetización de los costos y beneficios del proyecto.

menos agua disponible para infiltrar en la pendiente. Los tejados interceptaron el 35% de la lluvia y la dirigieron a los nuevos drenajes, mientras que aproximadamente el 50% de la precipitación restante se estima que fue eliminada de la pendiente en forma de escorrentía de agua interceptada a través de los drenajes. Esto se reflejó en las simulaciones de estabilidad de pendiente mediante la reducción del agua añadida a la pendiente (figura 5.28). La probabilidad que se predijo de dos escenarios de deslizamientos se redujo al evento de los 100 años para toda la pendiente (sección transversal  $X_1$ - $X_2$ ) y de los

50 años para fallas más pequeñas en pendientes desmontadas (sección transversal  $Y_1$ - $Y_2$ ).

### Monetizar los costos y beneficios del proyecto para la comunidad

El daño esperado a las casas de los diferentes tipos de construcción se calcula a partir de la magnitud pronosticada y la localización de los deslizamientos. Se calcularon los beneficios directos del proyecto de mitigación de deslizamientos desde la probabilidad de los costos futuros evitados, expresados en valores actuales usando un proceso de descuento y una tasa de descuento del 12%.

Los beneficios indirectos para la comunidad, en relación con la mejora del drenaje e instalación de canalones del tejado, incluido un mejor acceso (menos inundaciones y un menor número de caminos bloqueados por derrubios), tiempos de viaje más cortos para ir a trabajar, reducción de daños menores a los hogares por inundaciones y derrubios y el ahorro en facturas de agua a través de la captación del agua lluvia de los tejados. El valor de los beneficios indirectos se evaluó mediante los métodos de preferencias declaradas y reveladas (a través de un cuestionario a los hogares) para determinar la voluntad de las personas a pagar por los beneficios y aceptar una compensación por los deslizamientos. Estos beneficios comprenden una parte sustancial de los beneficios del proyecto en general.

Para determinar los costos y beneficios, se recogió información en la comunidad con respecto a los costos y beneficios directos e indirectos asociados a la intervención. Esta información se recogió mediante un cuestionario diseñado con la ayuda de los residentes de otra comunidad que estaban bien informados sobre MoSSaiC —quienes distribuyeron los cuestionarios y ayudaron a los residentes a completarlos.

Un ejemplo de cuestionario que se puede adaptar se encuentra en Holcombe et al. (2011). La información específica que necesita recoger el cuestionario dependerá del método de análisis costo-beneficio utilizado. Buscar la guía de expertos en este campo para orientar el diseño de un modelo costo-beneficio adecuado a las circunstancias locales y la probable disponibilidad de datos. Está fuera del alcance de este libro proporcionar una guía más allá de la ilustración de los posibles resultados de un análisis costo-beneficio (sección 9.5.7); para más información sobre una aplicación MoSSaiC para el análisis costo-beneficio, ver Holcombe et al. (2011).

### Resultados y debate

La relación costo-beneficio resultante del proyecto de reducción del riesgo de deslizamientos se estima en 1,7:1 sin mantenimiento de drenaje (asumiendo una vida útil del drenaje de siete años). La estimación aumenta a 2,7:1 con un mantenimiento adecuado (asumiendo conservadoramente una vida útil de 20 años).

Los resultados de este estudio se deben tomar solo como una base para fomentar aún más el diseño de modelos de análisis

costo-beneficio apropiados para este tipo de proyectos y no como una confirmación general aplicable a cualquier forma específica de intervención. Los resultados se basan en un estudio realizado en una pequeña comunidad de 25 casas en el Caribe Oriental. La esperanza es que al ilustrar estos resultados de un prototipo de análisis único costo-beneficio a pequeña escala, la UCM se anime a considerar el análisis costo-beneficio de proyectos MoSSaiC adicionales.

### 9.7.6 Referencias

- Anderson, M. G. y E. A. Holcombe. 2006. "Sustainable Landslide Risk Reduction in Poorer Countries." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers—Engineering Sustainability* 159: 23–30.
- Annan, K. A. 1999. "UN Report of the Secretary-General on the Work of the Organization General." Assembly Official Records Fifty-Fourth Session Supplement No. 1 (A/54/1). <http://www.un.org/Docs/SG/Report99/intro99.htm>.
- Baker, J. L. 2000. *Evaluating the Impact of Development Projects on Poverty: A Handbook for Practitioners*. Washington, DC: World Bank. <http://siteresources.worldbank.org/INTISPMA/Resources/Impact-Evaluation-Handbook-English-/impact1.pdf>.
- Benson, C. J. Twigg. 2004. "Measuring Mitigation Methodologies for Assessing Natural Hazard Risks and the Net Benefits of Mitigation—A Scoping Study." ProVention Consortium, Geneva.
- Cairncross, S. y E. A. R. Ouano. 1991. *Surface Water Drainage for Low-income Communities*. Geneva: World Health Organization and United Nations Environment Programme. Cited in Parkinson 2003.
- Easterly, W. 2002. "The Cartel of Good Intentions: The Problem of Bureaucracy in Foreign Aid Cartel of Good intentions." Working Paper 4, Center for Global Development, Washington, DC. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=999981](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=999981).
- Ganderton, P. 2005. "Benefit–Cost Analysis of Disaster Mitigation: Application as a Policy and Decision-Making Tool." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 10: 445–65.
- Ghesquiere, F. y O. Mahul. 2007. "Sovereign Natural Disaster Insurance for Developing Countries: A Paradigm Shift in Catastrophe Risk Financing?"



- Policy Research Working Paper 4345. World Bank, Washington, DC.
- Government of St. Lucia. 2006. "Landslide Response Plan." <http://web.stlucia.gov.lc/nemp/plans/LandslidePlan.pdf>.
- Holcombe, E. A., S. Smith, E. Wrighty M. G. Anderson. 2011. "An Integrated Approach for Evaluating the Effectiveness of Landslide Hazard Reduction in Vulnerable Communities in the Caribbean." *Natural Hazards*. doi:10.1007/s11069-011-9920-7
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2011. "Definition of Terms Used within the DDC Pages." [http://www.ipcc-data.org/ddc\\_definitions.html](http://www.ipcc-data.org/ddc_definitions.html).
- Lavergne, R. 2004. "Debrief—Tokyo Symposium on Capacity Development, February 4–6, 2004." Presentation prepared for Canadian International Development Agency staff.
- . 2005. "Capacity Development under Program-Based Approaches: Results from the LENPA Forum of April 2005.
- Mahmoud, M., Y. Liu, H. Hartmann, S. Stewart, T. Wagener, D. Semmens, R. Stewart, H. Gupta, D. Dominguez, F. Dominguez, D. Hulse, R. Letcher, B. Rashleigh, C. Smith, R. Street, J. Ticehurs, M. Twery, H. van Delden, R. Waldick, D. Whitey L. Winter. 2009. "A Formal Framework for Scenario Development in Support of Environmental Decision-Making" *Environmental Modelling and Software* 24: 798–808.
- McDavid, J. C. y L. R. L. Hawthorn. 2005. *Program Evaluation Performance Measurement: An Introduction to Practice*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Mechler, R. 2005. *Cost-Benefit Analysis of Natural Disaster Risk Management in Developing Countries: Manual*. Bonn: Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Mechler, R., S. Hochrainer, G. Pflug, A. Lotschy K. Williges. 2010. "Assessing the Financial Vulnerability to Climate-Related Natural Hazards: Background Paper for the World Development Report 2010 'Development and Climate Change.'" Policy Research Working Paper 5232, World Bank, Washington, DC.
- Mitchell, T. y M. van Aalst. 2008. "Convergence of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation: A Review Paper for DFID" UK Department for International Development, London. [http://www.preventionweb.net/files/7853\\_ConvergenceofDRRandCCA1.pdf](http://www.preventionweb.net/files/7853_ConvergenceofDRRandCCA1.pdf).
- Moench, M., R. Mechler y S. Stapleton. 2007. "Guidance Note on the Costs and Benefits of Disaster Risk Reduction." Prepared for UNISDR Global Platform on Disaster Risk Reduction High Level Dialogue, June 4–7
- Nutley, S., H. Davies y I. Walter. 2002. "Evidence Based Policy and Practice: Cross Sector Lessons from the UK." Working Paper 9, Economic and Social Research Council, UK Centre for Evidence Based Policy.
- OAS (Organization of American States). 2003. "Safer and Environmentally Sustainable Low-Income Housing in the OECS through Property Insurance and Home Retrofit Programs." World Bank Contract #7122427, OAS, Washington, DC.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2002. Glossary of Key Terms in Evaluation and Results Based Management. Paris: OECD.
- Parkinson, J. 2003. "Drainage and Stormwater Management Strategies for Low-Income Urban Communities." *Environment and Urbanization* 15: 115.
- Parry, M., N. Arnell, P. Berry, D. Dodman, S. Fankhauser, C. Hope, S. Kovats, R. Nicholls, D. Satterthwaite, R. Tiffany T. Wheeler. 2009. *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*. London: International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change.
- Platteau, J.-P. 2004. "Monitoring Elite Capture in Community Driven Development." *Development and Change* 35: 223–46.
- Rayner, S. y E. L. Malone. 1997. "Zen and the Art of Climate Maintenance." *Nature* 390: 332–34
- Segone, M. 2008. "Evidence-Based Policy Making and the Role of Monitoring and Evaluation within the New Aid Environment." In *Bridging the Gap: The Role of Monitoring and Evaluation in Evidence-Based Policy Making*, ed. M. Segone, 16–45. UNICEF [http://www.unicef.org/ceecis/evidence\\_based\\_policy\\_making.pdf](http://www.unicef.org/ceecis/evidence_based_policy_making.pdf).
- Twigg, J. 2004. "Disaster Risk Reduction: Mitigation and Preparedness." *Development and Emergency Programming Good Practice Review* 9 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2007. "Investment and Financial Flows to Address Climate Change." [http://unfccc.int/resource/docs/publications/financial\\_flows.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/financial_flows.pdf).
- . 2009. "Adaptation to Climate Change: Linking Disaster Risk Reduction and Insurance"

- Paper submitted to the UNFCCC for the 6th Session of the Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action under the Convention, Bonn, June 1-12. <http://unfccc.int/resource/docs/2009/smsn/ngo/163.pdf>.
- UN-Habitat. 2009. *Planning Sustainable Cities: Global Report on Human Settlements 2009*. <http://www.unhabitat.org/documents/GRHS09/FS5.pdf>.
- Wamsler, C. 2006. "Mainstreaming Risk Reduction in Urban Planning and Housing: A Challenge for International Aid Organizations." *Disaster* 30: 151-77.
- World Bank. 2003. *Strategic Communication for Development Projects: A Toolkit for Task Team Leaders*. <http://siteresources.worldbank.org/EXTDEVCOMMENG/Resources/toolkitwebjan2004.pdf>.
- . 2004. *Making Services Work for Poor People*. *World Development Report*. Washington, DC: World Bank.
- . 2007. *Introduction to Development Evaluation*. International Program for Development Evaluation Training. [http://www.worldbank.org/oed/ipdet/modules/M\\_01-na.pdf](http://www.worldbank.org/oed/ipdet/modules/M_01-na.pdf).
- . 2010a. *Natural Hazards Unnatural Disasters: The Economics of Effective Prevention*. Washington, DC: World Bank.
- . 2010b. *Safer Homes, Stronger Communities. A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. Washington, DC: World Bank.
- Zwane, A. P. y M. Kremer. 2007. "What Works in Fighting Diarrheal Diseases in Developing Countries? A Critical Review." *World Bank Research Observer* 22 (1): 1-24.





# Glosario

**Aguas grises (agua residual doméstica).** Residuos no sépticos de viviendas que generalmente incluyen agua de lavadoras, duchas y fregaderos de cocina.

**Amenaza de deslizamientos.** Probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento de tipo y magnitud específicos en un lugar determinado.

**Amenaza.** Proceso que tiene el potencial de causar daño (ej., deslizamientos).

**Análisis costo-beneficio.** Cálculo sistemático de la efectividad de los costos del proyecto, en términos del balance entre el valor actual neto de los costos y los beneficios del proyecto (descontados de la vida útil del proyecto). Los costos y beneficios del proyecto se deben valorar en términos “monetarios” para poder incluirlos en el cálculo.

**Análisis del riesgo.** Proceso de identificación de la amenaza, exposición y vulnerabilidad y de estimación del riesgo. Este análisis puede ser cualitativo, es decir la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento, exposición y vulnerabilidad de los elementos expuestos expresados en términos relativos; semi-cuantitativo, indica probabilidad o vulnerabilidad relativa o cuantitativo, es decir probabilidad numérica y medidas de pérdida.

**Anisotropía.** Variación de una propiedad física en función de la dirección en la cual se mide.

**Arqueta.** Estructura que conecta conductos de entrada y salida (similar a una cámara de conexión).

**Arqueta de conexión.** Bóveda reforzada en cemento (cuya altura, anchura y profundidad es del orden de 300 a 500 mm cada uno) que permite el flujo de entrada de una o más tuberías de aguas grises y aguas de lluvia hacia el flujo de salida por una sola tubería a un desagüe principal cercano o a otra cámara de conexión. La parte superior de la cámara generalmente está a ras de la superficie del suelo y cubierta con losa de cemento que se puede retirar para el mantenimiento y limpieza de la cámara.

**Cambios de comportamiento.** Cambio en las actitudes y prácticas de individuos y grupos (en el caso de MoSSaiC, el cambio de comportamiento deseado es la adopción de buenas prácticas y políticas de gestión de taludes por parte de las comunidades y los gobiernos).

**Casa piloto.** Casa dentro de una comunidad, en la que el servicio del drenaje está configurado para dar ejemplo de buenas prácticas al resto de la comunidad.

**Certificación.** Logro obtenido por una persona frente a un programa de desempeño previamente acordada firmado por representantes del gobierno. El término puede variar en otros países por razones legales o de otro tipo.

**Código de construcción.** Conjunto de normas que especifican el nivel mínimo aceptable de seguridad para edificios o estructuras.

**Comunidad vulnerable.** En relación con MoS-SaiC, una comunidad que se puede considerar en probabilidad de ser significativamente afectada en lo físico y socio-económico por un deslizamiento. Tendrá poca resiliencia a tal evento y dificultad para recuperarse. La pobreza se puede utilizar como un indicador de vulnerabilidad y resiliencia. Se prevé que diferentes países apliquen diferentes medidas para evaluar la vulnerabilidad e identificar y establecer prioridades en las comunidades para los proyectos MoSSaiC.

**Comunidad.** Grupo de hogares que se identifican de alguna manera con un interés o necesidad en común así como con un espacio físico. Grupo social que reside en una localidad específica.

**Consecuencias.** Resultado de un evento tal como la ocurrencia de una amenaza de deslizamientos. Depende de la exposición y vulnerabilidad de los elementos en riesgo (ej., personas, viviendas, infraestructuras).

**Contratación comunitaria.** Proceso de adquisición realizado por la comunidad o en su nombre. Si bien hay diferentes modelos de contratación comunitaria, una característica común es que se busca dar a la comunidad diferentes grados de control sobre la inversión e implementación, para motivar el sentido de apropiación y sostenibilidad de los proyectos.

**Convergencia (de un talud).** Vistos en planta, los ortogonales a las curvas de nivel del terreno convergen hacia abajo en la pendiente. Esta situación conduce a la concentración de aguas subterráneas y superficiales y por lo tanto, a mayores presiones del agua en los poros de la pendiente.

**Costos de doble manejo.** Los costos adicionales en los que se incurre cuando los materiales de construcción no se pueden entregar directamente debido a un acceso limitado. Como resultado, el material se transporta manualmente desde el punto de entrega a un sitio intermedio de almacenamiento y al lugar de construcción.

**Deflector.** Dispositivo en un conducto destinado a reducir la velocidad de flujo y la elevación del nivel de agua en los codos de drenaje (rebosamiento probable).

**Desarrollo de capacidades.** Concepto complejo que indica el proceso mediante el cual los individuos, grupos y organizaciones desarrollan sus conocimientos, habilidades, relaciones y valores para solucionar problemas y lograr metas de desarrollo. El impacto del desarrollo de capacidades se puede ver en diferentes escalas: individuos, hogares, comunidades y gobiernos.

**Divergencia (de un talud).** Vistos en planta, los ortogonales a las curvas de nivel del terreno divergen hacia abajo en la pendiente. Esta situación conduce a la divergencia de aguas subterráneas y superficiales y por lo tanto, a menores presiones del agua en los poros de la pendiente.

**Drenaje de bajo costo.** Drenaje de bloques sin cemento, contruidos con malla de polietileno y galvanizada para el revestimiento de una zanja de drenaje excavada. Es especialmente útil para drenajes pequeños que transportan caudales pequeños o de baja velocidad y donde puede ser difícil la entrega de cemento y bloques.

**Drenaje de Espina.** Patrón de drenaje que frecuentemente se usa para drenar laderas, más comúnmente para el corte de taludes en las carreteras. Comprende un drenaje central cuesta abajo con drenajes alimentadores de interceptación que se encuentran a uno y otro lado del drenaje central.

**Drenaje de interceptación.** Drenaje casi paralelo a las curvas de nivel de la pendiente (pero con una inclinación leve cuesta abajo) para capturar el agua que fluye por la pendiente.

**Elementos en riesgo.** Tales como personas, comunidades, áreas agrícolas, carreteras, instalaciones (ej., hospitales, colegios), servicios públicos (ej., canales de agua, líneas eléctricas, centrales eléctricas), infraestructura industrial/económica (fábricas, minas).

**Envoltente de resistencia.** Manera de evaluar las condiciones del umbral de estabilidad

del agua del suelo, generalmente utilizada para determinar si se requiere el mantenimiento de las presiones intersticiales negativas para que la pendiente permanezca estable. Esta técnica también permite identificar la probabilidad de la profundidad de la falla de la pendiente.

**Erosión (suelo).** Desgaste gradual del suelo por agentes tales como el agua y el viento y su pérdida, partícula a partícula.

**Escala (de mapas y planos).** Escala de un mapa o plano se define como la relación entre la distancia en un mapa y la distancia correspondiente en el terreno. Las escalas a menudo se clasifican como escala pequeña, generalmente para mapas regionales grandes o escala grande, generalmente para mapas de países o planos de ciudades.

**Evento desencadenante.** Evento natural (por ejemplo, de lluvia, sísmico, volcánico) o provocado por humanos (por ejemplo, eventos de carga de la pendiente, corte de la pendiente) que producen un deslizamiento.

**Exposición.** Ubicación de los elementos en riesgo en relación con una amenaza específica.

**Factor de seguridad.** Relación entre la resistencia al corte de un suelo (actuando de manera que resista a la falla de la pendiente) y la fuerza de corte (con la tendencia a inducir la falla de la pendiente) experimentada por el material de la pendiente. Un factor de seguridad  $< 1$  indica la inestabilidad potencial de la pendiente.

**Factores de riesgo.** Factores que sirven para fomentar un aumento potencial en el nivel de riesgo (por ejemplo, lluvia, descarga de agua en la parte alta de las laderas).

**Factores preparatorios.** Factores que pueden tener un papel potencial en la inestabilidad de la pendiente.

**Fuente puntual.** Puntos específicos de descarga de agua sobre la ladera, tal como la descarga de aguas grises de una casa o un drenaje sin revestimiento.

**Gestión del riesgo de desastres.** Una comprensión suficiente de qué procesos y factores contribuyen al riesgo para que se pueda llevar a cabo la gestión de los mismos.

**Grados de meteorización por exposición a la intemperie.** Escala que describe el nivel de la exposición de una masa de roca a la intemperie, generalmente dividido en seis clases (siendo la roca madre el grado I y siendo el suelo completamente expuesto a la intemperie el grado VI).

**Grupo Temático.** Número pequeño (alrededor de 10) de personas que proporcionan información durante una reunión interactiva de un grupo dirigido y moderado. El objetivo es someter ideas a la revisión del grupo para poder determinar la factibilidad de las mismas.

**Heterogeneidad.** Exhibición de propiedades diversas (no homogéneas).

**Incremento estratégico.** Enfoque para cambiar la práctica y la política de forma gradual.

**Indicadores claves de desempeño (KPI).** Medidas cuantitativas y cualitativas de los logros y resultados de un proyecto utilizadas para evaluar el éxito del proyecto.

**Intervalo de recurrencia.** Tiempo entre los eventos de amenaza de tamaño similar en una ubicación dada basado en la probabilidad de que el evento sea igualado o superado en el transcurso de un periodo dado (generalmente un año). Por lo tanto, el evento de los 30 años es uno que posiblemente ocurra una vez cada 30 años.

**Involucrar a la comunidad.** Informar, colaborar, involucrar, consultar y empoderar a los miembros de la comunidad.

**Líneas de responsabilidad.** Manera en que las personas se organizan en un proyecto en el que participan. Los individuos responsables de un aspecto específico de la ejecución del proyecto deben estar asignados a un supervisor o un gerente para asegurar que tienen un apoyo completo (técnica y operacionalmente) y que son responsables de sus funciones. Las líneas de información claras

son especialmente importantes en proyectos basados en la comunidad. Los residentes de la comunidad interactúan con diferentes miembros del equipo del gobierno durante el curso de un proyecto MoSSaiC y deben de ser capaces de identificar “quién es responsable frente a quién y acerca de qué”.

**Listado de materiales.** Documento que contiene un desglose detallado del trabajo que será ejecutado en un contrato a precio unitario, en el cual se indica una cantidad para cada componente y su correspondiente precio unitario.

**Logros del proyecto.** Resultados de un proyecto que son medibles inmediatamente después de la finalización del mismo.

**Mapa de riesgo.** Mapa que muestra las áreas afectadas por un riesgo particular, tal como deslizamientos.

**Medidas a posteriori.** Medidas tomadas después de que ocurra el desastre para tratar de reparar todos los daños que haya causado.

**Medidas previas.** Medidas tomadas antes de un desastre con la expectativa de que eviten o reduzcan significativamente el impacto de un posible desastre.

**Método racional.** Ecuación ampliamente utilizada para estimar la descarga de agua, producto de la intensidad de la lluvia, el área contribuyente de la ladera y un coeficiente de escorrentía.

**Meteorización (por exposición a la intemperie).** Alteración y conversión física y química de minerales en otros minerales debido a la acción del calor, agua y aire.

**Mitigación.** Disminución de los efectos adversos de amenazas o desastres.

**Nivel Abney.** Instrumento de bajo costo utilizado en levantamientos topográficos para medir en grados y en porcentajes el ángulo de una pendiente. El instrumento consiste en un visor acimutal fijo, un nivel de burbuja móvil conectado a una aguja indicadora y una escala angular.

**Partida de obra.** Especificación completa de los trabajos que debe concluir un contratista. Ésta debe especificar la naturaleza detallada de las obras que se realizarán con las indicaciones claras de las extensiones marcadas sobre el terreno del sitio, así como en el plan de drenaje. Los planos del diseño y especificaciones similares se deben incluir como parte de la partida.

**Partes interesadas.** Grupos que tienen un interés directo o indirecto en la intervención de MoSSaiC o que pueden afectar o ser afectados por la implementación y los resultados. Tales grupos incluyen los que emprenden, gestionan, informan, son afectados, promocionan y financian las intervenciones.

**Personas catalíticas.** En el contexto de MoSSaiC, el personal existente que trabaja en el gobierno o en agencias locales relevantes, que entienden la visión de MoSSaiC y que demuestran una aptitud y disposición para participar en su aplicación.

**Plantilla de etapas del proyecto.** Documento que establece los pasos iniciales del proyecto para una intervención MoSSaiC y de cuya adaptación a las condiciones locales es responsable la UCM.

**Políticas basadas en pruebas.** Proceso de política que ayuda en la toma de decisiones mejor informadas, mediante el uso de las mejores pruebas disponibles en el proceso de formulación de políticas.

**Propietarios de la tierra.** Aquellos que “poseen” la tierra sobre la cual se lleva a cabo la construcción del proyecto MoSSaiC. Nótese que la propiedad de la tierra puede ser difícil de establecer ya que el propietario podría no residir en el país y/o la propiedad de la tierra podría estar en disputa; ver la salvaguarda correspondiente.

**Prueba de corte directo.** Método ampliamente utilizado para determinar la resistencia de los suelos al corte (en términos de cohesión y ángulo de fricción interna), usado por primera vez por Coulomb en 1776.



**Retroadaptación.** Refuerzo o actualización de las estructuras existentes para hacer que sean más resistentes frente a las amenazas.

**Resiliencia.** Capacidad de una comunidad o sociedad potencialmente expuesta para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un evento amenazante. Con frecuencia se entiende como lo opuesto a la vulnerabilidad.

**Resistencia al corte.** Resistencia a la deformación producida por el desplazamiento continuo del corte de las partículas del suelo a lo largo de una superficie de ruptura.

**Resolución.** Precisión en la cual la escala de un mapa dado puede detectar la ubicación y figura de las características de un mapa; cuanto mayor la escala del mapa, más alta su posible resolución. A medida que la escala disminuye, disminuye la resolución y los límites característicos se tienen que suavizar, simplificar o no mostrarse en absoluto. Es el tamaño de la característica más pequeña que se puede representar en una superficie. Por ejemplo, zonas pequeñas pueden estar representadas por puntos.

**Resultados del proyecto.** Resultados a mediano plazo después de la implementación de un proyecto.

**Reuniones comunitarias.** Reuniones de los residentes de la comunidad para discutir cualquier aspecto relacionado con el proyecto. Estas reuniones pueden ser formales o informales, dependiendo de la naturaleza de la comunidad y lo que mejor funcione para los residentes, en términos de fecha y lugar.

**Riesgo.** En relación con desastres, es una función de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. Una medida de la probabilidad de daño.

**Riesgo aceptable.** Nivel de pérdida frente al riesgo que una sociedad o comunidad considera aceptable dadas las condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, técnicas y medioambientales existentes.

**Riesgo de deslizamientos.** Función de amenaza, exposición y vulnerabilidad a un

deslizamiento; las comunidades con un riesgo relativamente alto de deslizamiento son aquellas en las cuales una amenaza alta de deslizamiento coincide con un alto nivel de exposición (ej., densidad urbanística) y un alto grado de vulnerabilidad socioeconómica.

**Riesgo inaceptable.** Nivel de riesgo que una sociedad no está preparada para aceptar.

**Riesgo tolerable.** Riesgo que la sociedad está dispuesta a aceptar para asegurar ciertos beneficios con la confianza de que el riesgo se está controlando apropiadamente, se mantiene bajo revisión y se reduce más en tanto sea posible.

**Salvaguardas.** Requisitos, protocolos, notas orientativas, etc., de las agencias de financiación, gobiernos y otras entidades similares que definen la forma de trabajar que la UCM y todas las partes interesadas en una intervención MoSSaiC deben tener en cuenta y cumplir en todos los aspectos que les conciernen y les sean relevantes.

**Sistemas de información geográfica (SIG).** Cualquier sistema que captura, almacena, analiza, gestiona y presenta datos que están vinculados a su ubicación geográfica.

**Susceptibilidad a deslizamientos.** Propensión de un área a experimentar deslizamientos; la inestabilidad inherente de una pendiente.

**Tan Bajo Como sea Razonablemente Viable (ALARP).** Los riesgos ALARP son aquellos donde el costo de medidas adicionales para la reducción del riesgo sería excesivamente desproporcionado para los beneficios que aportarían.

**Umbral de lluvia.** Medida del umbral de la lluvia (normalmente, su duración e intensidad) que, si se sobrepasa, se ha demostrado empíricamente estar asociado con la ocurrencia de deslizamientos.

**Unidad Central MoSSaiC (UCM).** Organización definida para la coordinación de la gestión principal de las intervenciones MoSSaiC, que comprende individuos “catalíticos” dentro del país procedentes de diferentes ministerios, agencias y cuerpos relacionados.

**Vivienda no autorizada.** Vivienda que no cumple con las normas actuales relacionadas con la titularidad de la propiedad, el uso de la tierra y las zonas de planificación o construcción.

**Viviendas ilegales.** Viviendas que ilegalmente ocupan un terreno.

**Vulnerabilidad.** Grado potencial de daños o pérdidas que pueden sufrir los elementos expuestos a un deslizamiento. Generalmente se expresa en una escala de 0-1 (ningún daño a pérdida total). Con relación a deslizamientos urbanos, el daño se puede considerar directo o indirecto, físico (pérdida de vida, casas o propiedad), o socioeconómico (pérdida de sustento, pérdida de activos).

**Zunchos para huracanes.** Normalmente son barras galvanizadas de diferentes aspectos para fijar las maderas del techo a la placa del muro para asegurar la estabilidad de toda la estructura de la cubierta en épocas de vientos fuertes.

# Índice

*Las figuras y tablas se indican por f y t, siguiendo los números de página.*

## A

acumulación de riesgo, 10  
adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente  
  cambio de comportamiento, xxx, 315, 316t, 343  
  cartografía de acuerdo con la comunidad, 174, 175  
  diseño de drenaje, 221-22  
  ejecución de las obras previstas, 270-71  
  evaluación de proyectos, 356-57  
  inicio del proyecto, 58-59  
  priorización de las comunidades en situación de riesgo, 134-35  
  riesgo de deslizamientos, 85-86  
Administración Federal de Carreteras de EE.UU., ejemplo de métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de amenazas, 149  
adquisiciones. *Ver* preparación de partidas de obra  
agua corriente. *Ver* agua evaluar el efecto de una red pública de agua corriente  
agua superficial y subsuperficial, 29-30, 89f, 367-68. *Ver también* diseño de drenaje y buenas prácticas; gestión de aguas grises  
  estimación de descarga superficial, 228-30  
aguas negras. *Ver* residuos sépticos  
ALARP - Tan bajo como sea razonablemente viable, 14, 399  
Alwi, S., 264  
amenaza.  
  definición, 11-12, 395  
  factores 23  
  modelado de catástrofes para, 18  
América Latina y el Caribe. *Ver también* países específicos

comunidades tipo del Caribe Oriental y factores de riesgo, 37, 42-43, 37f  
densidad de vivienda en, 29  
desarrollo de MoSSaiC en, 10-11  
estudios de desastres de La Red, 9  
  pilotos, 37, 42-43, 42t  
  regiones del Caribe vulnerables a desastres naturales, 37, 42f  
riesgo de deslizamientos causados por precipitaciones en, 9-10  
Servicio Caribeño de Seguros por Riesgo de Catástrofes, 20

análisis de costo-beneficio, 18-19, 18-19f, 371-723, 388-90, 389f, 395  
análisis de cuñas dobles o triples, 100  
Anderson, M.G., 114-116  
ángulo de rozamiento interno, 100, 106, 122, 201, 204t. *Ver también* esfuerzo de corte  
ángulo de talud, 104, 104f, 147t, 185  
  anisotropía, 203, 395  
aprender haciendo, xxv, 173-74, 311, 319-21, 323, 334, 335t, 344t  
Ardizzone, F., 97, 99f  
Arias, A., 90-91, 96t  
Arnstein, S.R., 176  
arquetas, 253, 259, 25-63f, 395

## B

Banco Mundial  
  en campañas de comunicación, 321  
  evaluación del impacto económico de los desastres naturales, 37  
  hacer que los servicios funcionen para los pobres, 350  
  políticas de salvaguarda, 45  
  proyectos de desastres naturales, 16, 16t  
  sobre la tenencia de vivienda en países de

bajos ingresos, 25  
 Barker, D.H., 299  
 barrios marginales. *Ver* urbanización  
 Base de Datos de Eventos de Emergencia (EM-DAT), 9  
 base en resultados de la eficacia, xxiv, 3-4, 4f, 6-7,  
 18-19, 23, 28t, 36-37, 35t, 398  
 beneficios para la salud del medio ambiente, 369-  
 70  
 Binswanger-Mkhize, H.P., 43  
 bioingeniería 296-297, 298-99t, 299-200f  
 Bishop, A.W., 100, 117, 122  
 Blake, J.R., 122  
 Brooks, S.M., 114, 115  
 Buchanan, J.M., 61  
 “Buen samaritano”, enfoque, 7, 61, 61t

## C

caja de corte, 94t, 106f, 107, 198, 199t, 204,  
 cámaras de conexión, 253, 253f, 288, 289f, 395  
 cambio climático, 24  
 Campbell, S., 296  
 cambios de comportamiento, xxx, 30-48  
   adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad  
     existente, 313, 315  
   adopción de cambio, 313-21, 316t  
     aprender haciendo, 320-21, 321t  
     combinar conocimiento y acción, 319-30  
     percepción de vulnerabilidad y riesgo,  
       317  
     percepciones de los interesados, 31-19  
     proceso de cambio de comportamiento,  
       315-16, 316f  
   alta rotación de personal, 312-13  
   aspectos de acuerdo con la comunidad, 310  
   creación de capacidad local, 311, 334-39, 335t  
     comunidades, 337-38, 338f  
     conocimientos y habilidades individuales,  
       335-36, 336f  
     ejemplos de modo de aprendizaje, 335t  
     equipos, 336, 337f  
     grupos de usuarios, 338-39, 339f  
     políticos, 336-37, 337f  
   definición, 395  
   elementos esenciales, 309-310  
   estrategia de comunicación, 311, 321-23, 321t  
   formas de comunicación y mensajes del  
     proyecto, 323-34. *Ver también*  
     comunicación  
   inicio del proyecto: creación de plataforma  
     para, 58  
   nota informativa, 310-11  
   principios rectores, 311-12  
   quién hace qué, 345  
   riesgos y desafíos, 312-13  
   ultimar la estrategia integrada, 339-44  
     adopción de buenas prácticas de  
       mantenimiento de drenajes, 339-  
       40  
     asignación de responsabilidades de  
       mantenimiento, 341, 341f  
     inspecciones estructurales y días de  
       limpieza comunitaria, 341-43, 342f  
     integración de la estrategia, 343-44, 344t

canalones del tejado, 248, 248f, 249, 286, 287f  
 Caracas, República Bolivariana de Venezuela,  
   vivienda no autorizada en, 25  
 características de meteorización, 105-06, 106f,  
   183-84, 184f, 397  
 carga y estabilidad de taludes, 111-13, 112f  
 Caribe. *Ver* América Latina y el Caribe  
 cartografía  
   cartografía de susceptibilidad usando SIG, 96-  
     98, 97f, 134, 134, 149-52  
   cartografía de la amenaza de deslizamiento de  
     área amplia, 21-22, 171  
   cartografía directa de deslizamiento de tierra,  
     98  
   equipo de trabajo, 67, 67f, 142-430, 159, 178  
   mapa de riesgo de deslizamientos, 149, 398  
   mapas nacionales de riesgo, 21  
   resolución de los mapas, 21, 67, 132, 149, 169,  
     390  
 cartografía de acuerdo con la comunidad, xxvi-  
   xxvii, 169-216, 208f  
   adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad  
     existente, 174, 175  
   aspectos de acuerdo con la comunidad, 171,  
     173-74. *Ver también* compromiso de la  
     comunidad  
   características de la pendiente, 193-96, 192f  
     alteraciones en el drenaje natural, 186,  
       187f  
     ángulo de la pendiente. *Ver* ángulo del  
       talud  
     características topográficas a identificar  
       con la resolución necesaria, 173  
     conocimiento local de deslizamientos  
       anteriores, 190  
     contribuyentes a escala de hogar, 186-89,  
       191t, 192f  
     drenaje a nivel de vivienda, 188, 188-89f  
     escala de ladera, 183-86, 183f, 187t  
     exactitud del mapa, 191-92  
     geometría y material locales de la  
       pendiente, 186-87, 188f  
     modelos de estabilidad de taludes, 199-  
       202, 200-203f, 199t. *Ver también*  
       CHASM (Modelo Combinado  
       Hidrológico y de Estabilidad de  
       Taludes)  
     problemas de estabilidad de taludes, 190-  
       91, 191t  
     prueba de movimiento en el talud, 190-91,  
       190f  
     topografía y drenaje natural, 173, 183-85,  
       183-84f  
     zonas de filtración, 185, 185f  
   conocimiento de la comunidad y ganar  
     aceptación, 180-82  
   definición, 171  
   elementos esenciales, 169-71  
   evaluación cualitativa de amenaza de  
     deslizamiento, 193-97, 194f  
   evaluación física de la amenaza de  
     deslizamientos, 197-98, 198t, 207t  
 identificación de zonas de riesgo de  
 deslizamientos, 195, 196f, 197t

- información que debe incluirse, 172
  - involucrar a los miembros clave de la comunidad, 174, 179
- justificación basada científicamente, 194-95
- momento para visitas y reuniones con los residentes, 173, 192-93
- nota informativa, 171-72
- preparación mapa base para el cartografía detallado, 162-63
- presión de poro del agua, 89, 99-102, 106-07, 114-20, 198t
- principios rectores, 172-73
- propósito de, 171, 172
- repetir la encuesta, 192
- riesgos y desafíos, 173-74
- zonas para intervenciones de drenaje, 207-209
- cartografía de la amenaza de deslizamiento en zonas extensas, 21-22, 171
- cartografía según SIG
  - definición de SIG, 399
  - evaluación de la vulnerabilidad, 158-59
  - evaluación de la susceptibilidad por deslizamiento, 96-98, 97f, 134, 136-38, 149-52
  - escala espacial, 21, 28-29, 84
- casas piloto, 326-28, 327f, 327t
- categorías de catástrofes, 9, 9t
- CHASM (Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes), 114-16, 114-17f, 121, 123t, 136, 198, 200201, 205f, 206
- Chowdhury, F., 148
- ciencias de la tierra, 20-21. *Ver también* enfoque según la ciencia
- clasificación de inestabilidad de la pendiente, 87t
- clima, protección contra el, 377-78, 377t, 379
- código de construcción, 231, 328, 366, 376, 396
- cohesión, 100, 106, 117, 121-24, 199t. *Ver también* esfuerzo de corte
- comunicación
  - asociaciones gobierno-comunidad, 37
  - cobertura de TV, radio y periódicos, 330-32, 331-32t, 332f
  - comunicaciones directas, 324-26, 325t
  - definir propósitos y funciones de comunicación, 321
  - ejemplos de herramientas de comunicación por modo, canal y propósito, 323t
  - finalizar los mensajes del proyecto, 334
  - formas y mensajes de proyectos, 323-34
  - grupos temáticos, 181-82, 397f
  - hacer llegar mensajes del proyecto, 329-333, 329-30f
  - identificación de las audiencias, 322, 322t, 324t
  - informar a líderes clave sobre MoSSaiC, 48
  - material escrito y visual para las comunidades, 328-30, 328t, 331f
  - materiales de información MoSSaiC, 28-29
  - mensajes del proyecto claros para las partes interesadas, 312
  - métodos de participación comunitaria, 179-180
  - momento oportuno para informar a los medios, 312
  - pertinencia, 312
  - publicaciones científicas y profesionales, 333-34
  - reuniones. *Ver* reuniones comunitarias
  - sitios de demostración comunitarios y casas piloto, 326-28, 327f, 327t, 395
- comunidades en riesgo, priorización, 2, 3f, 131-65
  - adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente, 134, 135
  - aspectos de acuerdo con la comunidad, 132
  - combinar la información de amenaza y vulnerabilidad, 160
  - confirmar la selección, 160, 160t
  - elementos esenciales, 131-32
  - evaluación de la vulnerabilidad, 154-59, 155t
    - definición, 12
    - exposición, 154
    - GIS basado en cartografía para, 158-59
    - métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de vulnerabilidad, 156-58, 157-58t
  - interpretar los mapas de amenaza de deslizamientos, 134
  - métodos para evaluar la susceptibilidad y amenaza de deslizamientos, 143-154, 144t
    - cartografía cualitativa de susceptibilidad por superposición de índices SIG, 149-52, 158-59
    - enfoques deterministas, 153
    - enfoques probabilísticos, 152
    - métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de amenazas, 143-49, 145f, 147-48t
    - métodos estadísticos, 152-53
    - semicuantitativa y cuantitativa, 152-53
  - nota informativa, 132-33
  - obstáculos de situación, 7
  - obstáculos psicológicos, 7
  - planificación a corto plazo de, 7
  - preparación mapa base para la cartografía detallada de la comunidad, 162-63, 163f
  - principios rectores, 133-134
  - proceso de selección, xxviii-xxix, xxxi, 45, 134-43, 135t
    - acuerdo de la MCU para, 141-141
    - comparación de riesgo en varios lugares, 136-38
    - datos digitales y análisis SIG, 134, 136
    - enfoques estadísticos bivariantes y multivariantes, 136
    - fuentes de datos y métodos de análisis, 141, 140t
    - métodos heurísticos, 136
    - métodos para, 138-43, 139f
    - métodos probabilísticos, 136
    - modelo determinista espacialmente distribuido, 136
    - reconocimiento de campo y clasificación de riesgo, 136
    - seleccionar un enfoque de comparación de riesgos, 138
  - riesgos y desafíos, 134

- quién hace qué, 164
  - tamaño de las ciudades y, xxv
  - conductividad hidráulica, 102-103, 106-07, 115, 199t
  - conocimiento holístico de procesos de ladera, 85
  - consecuencias, 388. *Ver también* análisis de costo-beneficio; muertes y pérdidas
  - daños que excedan el 1% del PIB, 42f
  - involuntario, 340, 340f
  - productos y resultados como prueba de efectividad, 36, 35t, 399
  - contratación comunitaria, 268-69, 268f, 269t, 396
  - contratos, proceso de licitación, 280
  - contribuyentes antropogénicas de riesgo de deslizamientos, 27-28, 29f, 172
  - Coppin, N.J., 299
  - corrupción, 304-05
  - costos de doble manejo, 266, 274, 278, 279, 396
  - Craig, R.F., 119, 123
  - Crozier, M.J., 12, 21, 154
  - Cruden, D.M., 87, 92
- D**
- de Regt, J.P., 43
  - déficit de recursos, 378-79, 381, 383f
  - deflector, 259, 259-63f, 396
  - Departamento para el Desarrollo Internacional (Reino Unido), 130
  - desarrollo de capacidad. *Ver también* adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente
  - capacidad del gobierno, 35
  - capacidad local, 313, 334-39
  - definición, 396
  - descuento hiperbólico del riesgo, 7, 318
  - deslizamiento traslacional, 28, 84t, 85-87, 87f, 87t, 90f, 100, 134, 139t, 161t, 194t, 208t
  - deslizamiento rotacional, 28, 84t, 85, 87-88, 87f, 87t, 90f, 92f, 93, 100, 108f, 108, 139t, 161t, 194t, 208t
  - deslizamientos anteriores
  - conocimiento local de, 190
  - construcción en zonas antiguas, 111-112, 113f
  - drenaje en áreas de, 225-26, 226f
  - no aplicación de lecciones aprendidas de, 7
  - registro de, 9
  - día de limpieza comunitaria, 341-43, 343f
  - Dietrich, W.E., 153
  - diferencias culturales, 176-77
  - dilación, 7, 318
  - “dilema del Samaritano”, 7, 59, 61, 61t
  - discusiones casa por casa, 180-81, 181f
  - diseño de drenaje y buenas prácticas, xxix-xxx, 217-63
  - adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente, 221
  - alineación de los drenajes, 222-34, 223f
  - alineación ideal, 224, 224f
  - alineación lineal de drenaje y de fácil acceso, 224, 220f
  - cálculo de flujo y las dimensiones de drenaje, 227, 227f, 228t
  - eficacia de drenaje de interceptación, 232-33, 232-33f
  - estimación de descarga de las casas, 230-31
  - estimación de la descarga superficial, 228-30, 229t
  - estimación de las dimensiones de los drenajes principales, 231
  - impacto del agua de los hogares, 233-34, 234f
  - patrones y principios, 222-27
  - sitios de deslizamientos actualmente activos, 226-27, 226f
  - sitios deslizamientos actualmente inactivos, 225-26, 226f
  - topografía compleja y de acceso difícil, 224, 225f
  - alteraciones en el drenaje natural, 186, 187f
  - asignación de responsabilidades de mantenimiento, 341, 341f
  - aspectos de acuerdo con la comunidad, 218
  - capacidad, 223-24
  - captura de agua de los hogares, 222, 246-54, 287-88
  - canalones del tejado, 248, 248f, 249, 286, 287f
  - conexión a la red de drenaje, 251-53, 251-53f
  - recogida de aguas de lluvia, 249-50, 250-51f
  - zunchos de huracán, 253, 254f, 400
  - cierre del plan de final drenaje, 254-57
  - acuerdo de la comunidad, 256-57, 256-57f
  - aprobación formal, 257
  - conectividad, 222
  - desempeño del drenaje, 368, 369f
  - diseños locales para drenajes de hormigón, arquetas y deflectores, 259, 259-63f
  - drenajes de bajo costo, 302-04, 396
  - drenajes de bloque de hormigón armado, 243, 244f
  - eficacia de los drenajes, xxv
  - elementos esenciales, 217-18
  - especificaciones de drenaje, 240-46, 246-48f, 247t
  - estabilidad de taludes y, 107-10
  - gestión de aguas grises, 220, 250-51, 251f.
  - importancia de un buen diseño, 219
  - lugares elegidos para reducir la amenaza de deslizamientos de tierra, 220
  - mantenimiento de drenaje fácil, 219-20, 339-40
  - mapa comunitario de características pendiente como parte de, 171
  - nota informativa, 218-19
  - plan de drenaje propuesto, 240, 241f, 242t
  - principios rectores, 219
  - quién hace qué, 258
  - riesgos y desafíos, 219-220 pendiente del canal, 223
  - tipos de drenaje, 234-40, 236f
  - colocación encima de deslizamientos tierra para estabilizar el talud, 239, 239f
  - drenaje de interceptación, 232-33, 232-33f, 235-36, 236f, 396
  - drenaje en sendero, 237-38, 237f

- drenaje existente incompleto, 238-39, 238f
  - drenajes colectores, 236, 236f
  - incorporación de las rejas de derrubios, 239-40, 239-40f
  - zonas para las intervenciones, 209-10
    - asignar prioridades a las diferentes zonas, 210-11, 211t
    - asignar una intervención a cada zona, 209-10
    - dibujar un plano de drenaje inicial, 210, 210-11f
  - divergencia de un talud, 396. *Ver también* ángulo de inclinación
  - Dominica, impactos del programa de reducción de riesgo de acuerdo con la comunidad, 37, 36t
  - drenaje de la pendiente. *Ver* diseño de drenaje y buenas prácticas
  - drenaje en espina de pescado, 224, 224f, 396
  - drenajes de bajo costo, 302-04, 396
  - drenajes de hormigón. *Ver* diseño drenaje y buenas prácticas
  - drenajes de interceptación, 231-32, 232-33f, 235-36, 236f, 396
  - drenajes en sendero, 237-38, 237f, 294, 294f
  - Dumsi Pakha, potencial aplicabilidad de MoSSaiC principios y métodos de, 42f, 43
- E**
- Easterly, W., 44, 353
  - Ecuación de estabilidad de Bishop, 122
  - Ecuación de Mohr-Coulomb, 115, 121
  - ecuación de refuerzo por raíces, 122
  - Ecuación Millington-Quirk, 121
  - efectos económicos de los desastres, 8, 8-9f. *Ver también* consecuencias; análisis coste-beneficio
  - ejecución de las obras previstas, xxx, 266-306
    - adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente, 271, 276
    - aspectos basados en la comunidad, 266
    - bioingeniería postconstrucción, 296-300
      - ayuda en la decisión para la elección de la técnica, 298-99t
      - definición de bioingeniería, 296-97, 297f
      - efecto de la vegetación en la estabilidad del talud, 297, 299f
    - buenas prácticas, 290-92
      - acceso de residentes, 287, 287f
      - almacenamiento seguro de materiales, 290
      - control de inventario, 291
      - minimizar fugas de tuberías, 291-92, 292f, 293t
      - verter hormigón con buen tiempo, 290, 290f
    - cierre de obras terminadas, 296
    - construcción de drenaje, 266-67
    - construcción de reja de derrubios, 302-03, 302-30f
    - contratación comunitaria, 268-69, 268f, 269t, 396
    - elementos esenciales, 265-66
    - informar inadecuadamente al contratista, 270
    - interrupciones del proyecto, 270
    - métodos de construcción apropiados de bajo costo, 302-304
    - nota informativa, 266-68
    - prácticas a evitar, 292-95, 292-93f, 295t
      - acceso peligroso para los residentes, 294-95, 295f
      - capacidad restringida de drenajes sendero, 294, 294f
      - desperdicio de materiales y no captación de agua de superficie, 294, 294f
      - prácticas cuestionables o corruptas, 304-05
    - prácticas cuestionables, 270
    - preparación de partidas de obra, 272-77, 398
      - definir partidas de obra, 274-76
      - especificaciones detalladas de construcción, 276, 277t
      - listado de materiales, 272-73, 273-74f, 273t, 398
      - plan de adquisiciones, 276
      - recopilación de documentos, 276-77
    - principios rectores, 269-70
    - proceso de licitación, 278-81
      - evaluar ofertas y adjudicar contratos, 280
      - identificar contratistas 278
      - informar a los posibles contratistas, 278-80, 278-79f
      - políticas de salvaguardia, 280-81, 281f, 281t
      - prácticas cuestionables o corruptas, 304-05
    - procesos y buenas prácticas, 267-68, 267f
    - quién hace qué, 301
    - requisitos en obra, 281-90
      - canalones del tejado, 286, 287f
      - captación de agua del techo de la casa, 282-83
      - conexión de agua de las viviendas a los drenajes, 287-88, 288-89f
      - eficacia de drenaje, 285-86
      - muro de drenaje, 285-86, 286f
      - orificios de drenaje, 286-87, 287f
      - problemas de gradiente del canal, 284-85, 285f
      - requisitos de excavación y de alineación, 283-85, 284f
      - supervisión de obra, 281-83, 282f
      - tuberías de rebosamiento del tanque de agua, 288, 289f
    - riesgos y desafíos, 270
    - supervisión deficiente y trabajo apresurado, 270
  - elementos en riesgo, 20, 137t, 155t, 396. *Ver también* vulnerabilidad
  - enfoque de acuerdo con la comunidad, 3, 4f, 27t, *Ver también* compromiso comunitario: temas específicos.
    - asociaciones gobierno-comunidad, 35-36
    - cambio de comportamiento, 310
    - cartografía de acuerdo con la comunidad, 171, 174
    - comunidades en riesgo, priorización de, 132
    - definición de comunidad, xxv, 396

- deslizamientos de tierra como problema de la comunidad, 4, 23-24
- diseño de drenaje y de buenas prácticas, 218
- ejecución de las obras previstas, 266
- enfoque de MoSSaiC para, 5-6, 33-34
- equipos. *Ver* Equipos de trabajo de la comunidad
  - mecanismos de adaptación, 30, 31t
- enfoque de arriba hacia abajo, 26
  - aspectos negativos de 16,
  - equilibrio con el enfoque de abajo hacia arriba, 62
- enfoques probabilísticos, 95, 136, 153
- equipo de trabajo de promoción, 70-71, 71f
- equipo de trabajo de tareas técnico, 68-69, 69f, 142-430
- equipo de trabajo de evaluación de deslizamientos e ingeniería, 68, 69f, 142-43, 206-07, 206f, 207-209, 295-96
- equipo de trabajo de comunicación, 68-69, 70-71f
- equipo de trabajo de construcción, 72-73, 74f
- equipo de trabajo de enlace con la comunidad, 67-68, 68f, 142-43, 179
- equipos de trabajo de la comunidad, xxxii-xxxiii, 5t, 444-45, 71-74, 75f
- equipos MoSSaiC, xxvii, 44-45, 65-71
  - creación de capacidad, 336, 337f
  - desarrollo y participación, 58
  - equipo de trabajo de cartografía, 66-67, 68f, 142-43
  - equipo de trabajo de la comunidad, xxxii-xxxiii, 5t, 444-45, 71-74, 75f
  - equipo de trabajo de construcción, 72-73, 74f
  - propietarios de la tierra, 73-74, 398
  - responsabilidades de los residentes de la comunidad, 71-72, 73f
- equipo de trabajo del gobierno, xxxi, 5t, 35, 44-45, 65-71, 66-67t, 75f, 178, 311, 317
- integración de equipos y tareas, 5t, 74-77, 75f, 76-77t
- plantilla de equipos, pasos e hitos, 76-77t
- proceso de selección de comunidades, 142-43
- quién hace qué, 49, 66-67t, 78
- Unidad Central MoSSaiC (UCM)
  - definición, 399
  - establecer la, 57, 59-65
  - experiencia y creación de capacidad, 60, 61t
  - misiones de, 62-65, 63f
  - papel como emprendedor de política, 61-62, 62t
  - papel de, xxxii, 44, 56-57, 62-65
  - participación de la comunidad, 179
  - pertenencia, 65, 66t
  - práctica de gestión del país, 59
  - proceso de selección en comunidades, 142-43, 162, 161t
- erosión, 147t, 183-86, 296, 397. *Ver también*
  - amenaza de deslizamientos; estabilidad de taludes
- escala de mapas y planos, 397. *Ver también*
  - cartografía de acuerdo con la comunidad
- estabilidad de taludes, 93, 93f
  - ángulo del talud y, 104, 104f, 147t, 186
  - cálculos, 100, 100f
  - carga, 111-13, 112f
  - cartografía de acuerdo con la comunidad, 182-93. *Ver también* cartografía de acuerdo con la comunidad
  - cartografía de susceptibilidad usando SIG, 96-98, 97f, 134, 134, 149-52
  - cartografía directa de deslizamiento de tierra, 98
  - CHASM. *Ver* CHASM (Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes)
  - con el tiempo, 93, 92t
  - desempeño a medio plazo, 362-63
  - drenaje de pendientes urbanas, 108
  - evaluación de proyectos, 363
  - hidrología y drenaje de la pendiente, 101, 107-10, 108f
  - lluvia y, 103-04
  - modelado con métodos físicos, 99-102
  - modelado empírico del umbral precipitaciones, 98-99
  - modelos de elementos continuos y discretos, 101
  - modelos, 136-38, 199-202, 199t
  - observación de la estabilidad de taludes, 362-63, 362t, 363f
  - post falla, 92f, 93
  - procesos y su evaluación, 93-102, 94t
  - tipos y propiedades del material, 104-07
    - formación del suelo, 105, 105f
    - meteorización y dureza, 105-06, 1106f
    - propiedades geotécnicas, 99-102, 106, 117, 121
    - propiedades hidrológicas, 106-07, 106f
  - variables, 102-13
  - vegetación y, 110-11, 110f, 111t, 1115-16
  - visión general de los métodos de evaluación, 94-96, 94t
- estudios de escritorio, 198
- evaluación cualitativa del riesgo de deslizamiento, 193-97, 194f
- evaluación física de la amenaza deslizamientos, 197-98, 207t
- evaluación de proyectos, xxx-xxxii, 351-92
  - adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad existente, 356, 357t
  - adopción de buena prácticas de reducción de riesgos de deslizamientos, 373-74
  - análisis costo-beneficio, 371-73, 388-90, 389f
  - aspectos de acuerdo con la comunidad, 351
  - base en resultados, 363, 375t
    - pruebas de la comunidad, 373-74
    - pruebas del gobierno, 374
  - creación de capacidad, concientización y cambio de comportamiento, 354-55
  - desarrollo de nuevas políticas de reducción de riesgos de deslizamientos, 374-76, 374-75f
  - desempeño a medio plazo, 362-76, 361t
    - agua superficial y subsuperficial, 367-68, 368f
    - beneficios para la salud del medio ambiente, 369-70, 370f, 369t
    - buenas prácticas de reducción de riesgo de deslizamientos, 373-74



desempeño del drenaje, 368-69, 369f  
 evaluación económica, 370-73  
 grietas en las viviendas, 366-61, 367f  
 información de lluvia y de estabilidad de  
 pendientes, 363-66, 364f, 365t,  
 366f  
 observación de estabilidad de la  
 pendiente, 362-63, 362t, 363f  
 valor monetario del proyecto, 371, 372t  
 diseñar el proceso de evaluación, 353, 353f  
 eficacia técnica y física, 354  
 elementos esenciales, 351  
 evaluación de arriba hacia abajo, 355  
 finalizar el proceso de evaluación de  
 proyectos, 376  
 impacto y resultados inmediatos del proyecto,  
 360-61, 360-61t  
 impedimentos para obtener datos, 355-56  
 monitores de grietas, 387, 387f  
 nota informativa, 352-55  
 objetivos de la evaluación, 352-54  
 piezómetros, 387-88, 388f  
 principios rectores, 354  
 quién hace qué, 386  
 relación calidad-precio 370-73  
 rentabilidad, 354  
 requisitos de datos para, 356-59, 358f  
 conocimiento de la comunidad y datos,  
 358-59, 359f  
 datos para un proyecto MoSSaiC, 356-58  
 riesgos y desafíos, 355-56  
 tratar los factores del riesgo de deslizamiento  
 a largo plazo, 376-86  
 conectar la reducción de amenaza y los  
 seguros, 378-81, 378t, 380t, 379f,  
 383t  
 prevención de futuros escenarios de  
 riesgo de desastres, 381-85, 385f  
 reducción del riesgo de desastres y  
 protección contra el clima, 377-78,  
 377t, 379-81  
 evaluación de riesgos de deslizamientos según la  
 ciencia, xxiii, 4f, 20-21, 27-30, 27f, 28t,  
 amenaza de deslizamiento, 113-19  
 cartografía para. *Ver* cartografía de acuerdo  
 con la comunidad  
 contribuyentes antropogénicas de riesgo, 27-  
 28, 29f  
 en la gestión del riesgo de deslizamientos, 20,  
 83, 84t  
 factores de riesgo locales, 28-29  
 evaluar el efecto de una red pública de agua  
 corriente, 193, 194f  
 evento Random Hacks of Kindness (Washington,  
 DC), 117  
 eventos desencadenantes, 137t, 397. *Ver también*  
 precipitaciones  
 eventos sísmicos, 90-93, 91f  
 exposición  
 definición, 12, 397  
 riesgo de deslizamientos, 83, 154

## F

factor de seguridad, 100-01, 115, 202, 203f, 206-07,  
 205f, 397  
 factores ambientales. *Ver* ángulo de la pendiente;  
 estabilidad de taludes; parámetros del  
 suelo  
 factores situacionales  
 como barreras para las medidas de mitigación  
 de deslizamientos, 6-7  
 como determinantes de vulnerabilidad, 12  
 factores preparatorios. *Ver* amenaza de  
 deslizamientos  
 factores de riesgo de deslizamientos  
 Caribe Oriental, 37, 42-43, 37f, 42t  
 definición de riesgo de deslizamientos, 397  
 enfoque de acuerdo con la ciencia, 29-30  
 enfoque MoSSaiC, 23-26, 37f  
 físicos, 23, 27-30  
 largo plazo, 376-85  
 urbanización, 2, 10, 25-26, 89, 108, 381  
 vulnerabilidad y, 23  
 Fell, R., 146  
 Fellin, W., 204  
 financiadores  
 fondos sociales, 22-23, 22f  
 panorama de promoción internacional, 16f  
 papel clave de, xxxi  
 Finlay, P.J., 146  
 Flentje, P., 148  
 fondos sociales, papel de, 22-23, 22f  
 formato de marco lógico, 46-48, 48t  
 fuentes puntuales, 185, 186, 189t, 191, 397  
 Fundación Nacional de Investigación y  
 Desarrollo, 379

## G

género, relaciones de, 177-78, 177f, 178t  
 gestión de aguas grises, 26, 108-110, 115, 186, 189,  
 193, 202, 221, 245f, 250-51, 251f, 286, 286f,  
 395. *Ver también* diseño de drenaje y  
 buenas prácticas  
 gestión de pendientes urbanas y, 297-300, 300f  
 gestión del riesgo de desastres (GRD), 11-15, 14f  
 amenaza, definición, 11-12  
 beneficios de, xxiii, 2, 18  
 definición de, 11-12, 397  
 enfoque de acuerdo con la ciencia. *Ver*  
 enfoque según la ciencia  
 evaluación de arriba a abajo, 354-55  
 evaluación, 13. *Ver también* enfoque según la  
 ciencia  
 exposición, definición, 12  
 influencias sobre, 15-23  
 estudios locales y nacionales, 21-22  
 fondos sociales, 22-23, 22f  
 grupos internacionales de promoción, 16f  
 Marco organizacional de la ONU de  
 respuesta a desastres, 17f  
 influencias recientes, 15-23  
 modelos de riesgo de catástrofe, 18  
 pasar de políticas a posteriori a preventivas,  
 15-18  
 proceso y los pasos involucrados, 13-14, 15t

pruebas de la eficacia del proyecto. *Ver base en pruebas de la eficacia*  
 reducción (RRD), 13, 311. *Ver también*  
 mitigación del riesgo de desastres  
 seguros de riesgos de desastres, 19-20, 20f  
 vulnerabilidad, definición, 12

Glade, T., 12, 21, 154

gobierno

- asociaciones comunitarias, 33-35
- creación de capacidad, 35
- equipos de trabajo, xxxi, 5t, 35, 44-45, 65-71, 66-67t, 75f, 178, 311, 317
- experiencia, participación en medidas de reducción de riesgos, xxiii, 2, 4, 4f

Goodwin, C.N., 153

Gray, D.H., 299

GRD. *Ver gestión del riesgo de desastres*

Green, R., 30

Grupo de Trabajo de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas sobre Deslizamientos, 14

grupos de usuarios, 75, 75f, 338-39, 339f

grupos temáticos, 181, 181f, 389f

Guatemala, Ciudad de, distribución de ayuda en, 30, 32f

## H

hábitats de cría de mosquitos, 370f

Hampson, K., 264

Harpa, E.L., 153

hidrología de la pendiente, 89, 107-10

High, C., 21

Holcombe, E.A., 29, 65, 200, 388

Holmes, J., xxxi

Honduras, amenaza de flujo de derrubios en, 153, 153f

Hong Kong, China

- factores preparatorios locales y deslizamientos de tierra en, 94
- inspecciones in situ para encontrar drenaje inadecuado, 291, 294f
- Oficina de Control Geotécnico en la adecuación del muro de retención, 124
- Oficina de Ingeniería Geotécnica, ejemplo de métodos de clasificación de reconocimiento de campo y amenazas, 149
- pendiente con bioingeniería, 300f
- rejas de derrubios, uso de, 239, 240f
- “riesgo aceptable” definición en, 14, 15f

Howell, J., 299

huracanes. *Ver también* riesgo de desastres

- componentes de gestión de riesgos de, 18-19, 19f
- flujos de derrubios del huracán Mitch, 153
- huracán Tomás sobre Caribe Oriental, 103f
- impacto del huracán Allen en la economía de Santa Lucía, 42, 42f. *Ver también* Santa Lucía

## I

IDH (Índice de Desarrollo Humano), 158

impotencia frente al riesgo, 7

India

- potencial aplicabilidad de los principios y métodos para MoSSaiC, 43, 43f
- proyectos de infraestructura urbana en, 269

incertidumbre

- en la evaluación de la amenaza de deslizamiento con métodos físicos, 203-04
- en la formulación del modelo, 205
- en los parámetros del suelo, 204-05, 205f
- percepción del riesgo y, 318-19

incremento estratégico, 374-76, 375f, 397

indicadores clave de desempeño (KPI), 352, 356, 357, 360-61, 360-62t, 397

indicadores de pobreza, 158-59, 159t

Índice de Desarrollo Humano (IDH), 158

índice de estabilidad del modelo de Cartografía (SINMAP), 153

inicio del proyecto, xxvii-xxviii, xxxi, 55-79

- ámbito de aplicación de proyecto, 62-63
- calidad de la gestión de proyectos, 58, 64
- cronograma de entrega, 58
- definir la escala del proyecto, 43, 443-44t
- elementos esenciales, 55-56, 57t
- enfoque de acuerdo con la comunidad, 56, 62-65
- equipos. *Ver* equipos MoSSaiC
- marco lógico, creación de, 46-48, 48t
- nota informativa, 56-57
- plataforma para el cambio de comportamiento, 58
- políticas de salvaguardia, 45-46, 47t, 65, 399
- principios rectores, 57
- relevancia de los documentos del proyecto, 58
- riesgos y desafíos, 57-58
- Unidad Central MoSSaiC (UCM). *Ver* equipos MoSSaiC

inspecciones

- inspecciones estructurales y días de limpieza comunitaria, 341-43, 343f
- inspecciones in situ para encontrar drenaje inadecuado, 291, 292f

inundaciones, 31t, 35-36t, 189t, 190-93, 209t, 235, 243, 284, 286, 293t, 295t, 377t

involucrar a la comunidad

- aproximaciones instrumentales, 176
- beneficios de, xxiv-xxv, 2, 4, 4f, 33-35, 34t
- cartografía. *Ver* cartografía según la comunidad
- cómo trabajar dentro de una comunidad, 174-82
- cultura y diversidad, 176-77
- discusiones casa por casa, 180-81, 181f
- escuchar a los residentes, 179-80
- evitar el sesgo y tener en cuenta los intereses de todos los grupos, 179-80
- grupos de discusión informales, 181-82, 181f
- participación de líderes de la comunidad, 48, 179
- prácticas y métodos de comunicación, 179-80
- proceso interactivo, 180
- relaciones de género, 177-78, 177f, 178t

reuniones formales, 182, 182f  
tipos de participación, 174, 176, 176t  
definición, 397  
enfoques de apoyo, 176  
enfoques de colaboración, 176  
partes interesadas, 45, 46t  
prácticas, 179-80  
principios, 174-79  
requerimientos cartográficos de base  
comunitaria 170, 174  
selección de la comunidad. *Ver* comunidades  
en riesgo, priorización de  
*Istituto Italiano di Ricerca per la Protezione*  
*Idrogeologica (IRPI)*, 121  
Italia, cartografía directa de deslizamientos en,  
98, 98f

## J

Janbu, N., 101, 115  
Johari, ventana de, 317, 317f, 323

## K

Keefer, D.K., 91  
Knutson, T.R., 23  
Ko Ko, C., 148  
Konietzky, H., 107  
Kosugi, K., 107  
Kunreuther, H., 308

## L

lecciones aprendidas  
de proyectos de desastres naturales del Banco  
Mundial, 16, 18, 16t  
en la gestión del riesgo de desastres, xxvii  
no aplicación de desastres anteriores, 7  
limitaciones presupuestarias, 7  
líneas de responsabilidad, 74, 75f, 397  
listado de materiales, 272-74, 273-74f, 273t, 398  
lluvia  
desencadenamiento de desastres por  
deslizamientos y muertes, 9-10, 10-11f,  
23-24, 83, 88-93, 121, 171-72  
estabilidad de taludes y, 103-04, 363-66  
evaluación de eventos de lluvia, 103-04  
modelado empírico del umbral de lluvia.  
*Ver* umbral de lluvia  
logros del proyecto, 37, 42, 47, 356, 360-61, 362t,  
399  
Londell, M.K., 62  
Lundgren, R.E., 328

## M

Macrofinanciación de desastres, 381, 383f  
Mahmoud, M., 384  
Malone, E.L., 30  
mapa base, 143, 162-63, 163f, 173, 181-81. *Ver*  
*también* cartografía según la comunidad  
Maskrey, A., 5, 21, 54, 318, 338  
McMakin, A.H., 328  
medios de comunicación  
cobertura de TV, radio y periódicos, 330-33,  
332-33t, 332f

momento oportuno para informar a los  
medios, 312  
mediciones de laboratorio y de campo, 198  
medidas a posteriori, 15-23, 398  
medidas preventivas, 14-17, 398  
Método de Bishop, 100-101  
método de equilibrio límite, 100-01  
método de la envolvente de resistencia, 116-18, 117-  
18f, 203, 397  
método ordinario de dovelas, 100-01  
método racional, 228, 229, 229t, 230, 232, 398  
métodos de reconocimiento de campo y de  
clasificación de riesgo, 136, 143-49, 145f,  
147-48t, 156-58, 157-58t  
métodos de regresión, 98  
métodos estadísticos, 152  
Meyer, R.J., 7, 18  
Miles, S., 30  
mitigación del riesgo de desastres  
ámbito de aplicación de, 13  
beneficios de, 2, 3f, 18-19, 19f  
definición de mitigación, 398  
necesidad de probar los beneficios de, 18-19.  
*Ver también* evidencia científica de la  
eficacia  
obstáculos de situación contra, 7  
obstáculos psicológicos contra, 7  
modelado de umbrales, 98-99, 99f  
modelo de deslizamiento poco profundo  
(SHALSTAB), 153  
modelos  
CHASM. *Ver* CHASM (Modelo Combinado  
Hidrológico y de Estabilidad de  
Taludes)  
combinación de modelos hidrológicos  
dinámicos y de estabilidad de taludes,  
113-15  
evaluación física de la amenaza de  
deslizamientos, 197-98, 198t, 200f  
incertidumbre asociada con la formulación  
del modelo, 205  
modelado del umbral de lluvia, 98-99, 100f  
modelo de Cartografía del Índice de  
Estabilidad (SINMAP), 153  
modelo de deslizamientos poco profundo  
(SHALSTAB), 153  
modelos de estabilidad de pendientes, 136,  
199-202, 200-02f, 199t  
modelos de riesgo de catástrofes, 18-19  
Mohamed, S., 264  
Montgomery, D.R., 153  
MoSSaiC (Gestión de Estabilidad de Taludes en  
Comunidades)  
adaptar la guía, xxvi, xxxii, 5- 6, 22-23, 43  
aplicabilidad a lugares fuera del Caribe  
Oriental, 42-43, 43f  
basado en resultados, xxiv, 3-4, 4f, 6, 23, 36-37  
certificación, 346-47, 395  
comenzar la intervención con, 43-48  
comunidades tipo del Caribe Oriental y  
factores de riesgo, 37, 42-43, 37f  
contexto para, xxiv-xxv, xxix, 22  
diseñado para la eficacia, 22  
equipos y tareas, 5 t. *Ver también* visión de

equipos MoSSaiC, xxvii, 3, 4, 5, 4f, 11  
 finalidad de, xxiii  
 fundamentos de, xxvii, xxxi, 1-2, 4f, 27, 28t.  
*Ver también* enfoque de acuerdo con la comunidad; base de pruebas de la eficacia; enfoque según la ciencia  
 informar a los líderes clave, 48  
 inicio, 2-7, 43-48.  
 aspectos únicos de MoSSaiC, 5-6  
 nota informativa, 2-5  
 principios rectores, 6  
 riesgos y desafíos, 6-7  
 inicio del proyecto, xxvii, 55-80. *Ver también* equipos MoSSaiC, inicio del proyecto  
 locales, 4f  
 logros y resultados como prueba de efectividad, 34-35, 35t, 398, 399  
 marco y componentes, xxvi, 23, 37, 38-41t  
 papel de la gerencia y el gobierno, 4  
 pilotos, 37-43, 42t  
 riesgo de deslizamientos y, 11  
 riesgos y desafíos, 6-7  
 según la ciencia, 3, 4f, 26-29. *Ver también* enfoque según la ciencia  
 según la comunidad, 3, 4, 4f, 23, 30-36.  
*Ver también* compromiso de la comunidad,  
 visión general, 26  
 Mostyn, G.R., 146  
 muertes y pérdidas, 9-10, 10-11f, 23, 83, 88-93, 121, 171-72  
 daños que excedan del 1% del PIB, 42f  
 mujeres. *Ver relaciones de género*  
 muros de contención, 118-19, 118f, 122-24, 122f

## N

Naciones Unidas  
 definición del Consejo Económico y Social de la incorporación de la perspectiva de género, 177  
 en los intereses culturales y de la comunidad como elementos de éxito del proyecto, 176  
 Estrategia Internacional para Reducción de Desastres, 24  
 Índice de Desarrollo Humano (IDH), 158  
 “Informe de Evaluación Global sobre Reducción del Riesgo de Desastres,” 80  
 marco de organización de respuesta a desastres, 17f  
 metodologías de evaluación de la capacidad de PNUD, 59  
 recomendaciones de evaluación de riesgos de, 21  
 sobre la vulnerabilidad del Caribe Oriental, 37, 42t, 43  
 UNICEF sobre el proceso de cambio de comportamiento en la Reducción del Riesgo de Desastres de Acuerdo con la Comunidad, 309  
 Nandi, A., 97  
 Nivel Abney, 103, 104f, 398

## O

Ostrom, E., 61  
 obras proyectadas, ejecución de. *Ver* ejecución de las obras proyectadas  
 obstáculos psicológicos a las medidas de mitigación de deslizamientos, 7

## P

Pack, R.T., 153  
 países en vía de desarrollo sin litoral, 37  
 Pakistán, proyectos de infraestructura urbana en, 269  
 papel como emprendedor de política, 61-62, 62t  
 parámetros del suelo *Ver también* de cohesión; ángulo de fricción interna.  
 ecuación de Mohr-Coulomb para la resistencia al corte del suelo, 115, 121  
 estabilidad de taludes, 104-06, 105f  
 incertidumbre en, 203-06, 205f  
 partes interesadas, 45, 46t, 312, 317-19, 398. *Ver también* comunicación; participación de la comunidad  
 participación de líderes de la comunidad, 48, 179  
 partidas de obra. *Ver* preparación de partidas de obra  
 Pelling, M., 8, 21  
 pendiente descendente  
 drenajes colectores, 236, 236f  
 perfil pendiente descendente cóncava, 183-84, 184f  
 pequeños estados insulares en desarrollo (SIDS), xxiv, 8, 37, 42, 42t  
 pérdidas aseguradas, 8f, 9t  
 perfil cóncavo de la pendiente descendente, 183-84, 184f  
 Periperi (África meridional) estudios sobre desastres, 9  
 personas catalíticas, xxvii, 4, 44, 398  
 piezómetros, 387-88, 388f  
 plan de drenaje  
 final, 193, 208f, 219-20, 223f, 240, 241f, 255-57, 256f  
 inicial, 182, 192, 207, 209-11, 210f  
 propuesto, 211, 223f, 240, 241f, 242t  
 plantilla de etapas del proyecto, 76-77t, 399  
 políticas  
 desarrollar nuevas políticas de reducción de riesgos de deslizamientos, 374-76, 374-75f  
 pasar de políticas a posteriori a preventivas, 15-18  
 políticas de salvaguarda, 45-46, 47t, 65, 399  
 políticas regionales, 84-85  
 proceso de licitación, 280-81, 281f, 2781t  
 Prater, C.S., 62  
 presión de poro del agua, análisis de, 89, 99-102, 106-07, 114-20, 198  
 problema de gestión, los riesgos de deslizamientos como, 4. *Ver también* experiencia del gobierno, participación en las medidas de reducción de riesgo  
 proceso de certificación de MoSSaiC, 346-47, 395  
 propietarios de la tierra, 73-74, 398

Proyecto Nacional de Cuba de Evaluación de Riesgos por deslizamientos, 151-52, 151f  
publicaciones científicas y profesionales, 333-34

## R

Rayner, S., 30

recoger el agua de lluvia, 249-50, 24-50f

Red Activa de Aprendizaje para la Rendición de Cuentas y Desempeño en Acciones Humanitarias, 170

registros de desastres, 9

rejas de derrubios, 239-240, 239-40f

construcción, 302-02, 302-04f

limpieza, 341-42, 342-43f

relación costo-beneficio 19f, 19f, 27f, 360, 389f. *Ver también* análisis de costo-beneficio

relación valor-precio en proyectos. *Ver* evaluación de proyectos

requisitos en obra, 281-89

residuos sépticos, 186, 230-31, 247

resiliencia de las estructuras, 156, 156f, 399

resistencia al corte, 99-101, 115, 121, 399

resolución de los mapas, 21, 66-67, 134, 152, 173, 397

responsables políticos,

en la estructura de información del equipo

MoSSaiC, 75f

papel clave de, xxxi, xxxii

y políticas preventivas, 15

y proyectos MoSSaiC, 374-76

resultados del proyecto, 27f, 33-34, 35t, 48t, 351, 356, 358-59, 371, 398

retro-adaptación, 248f, 252, 253, 398

reuniones comunitarias, 181-82, 182f, 399

Richards, I.G., 299

riesgo de desastres, 7-26

aumentos en la cantidad de, 7-8, 8f

aumento en los costos de, 8-9, 8-9f

categorías de desastres, 9, 9t

definición de riesgo, 11-15

escenarios futuros 381, 383-84, 385f

gestión. *Ver* gestión del riesgo de desastres (GRD)

registro de desastres, 9

“riesgo aceptable”, 14-5, 15f

riesgos de deslizamiento de tierra, 9-10. *Ver también* amenaza de deslizamientos seguros, 19-20, 19f

riesgo de deslizamientos, xxviii, 81-128, 143-45

acumulación de riesgo, 10

adaptar la guía MoSSaiC a la capacidad

existente, 85, 86t

aspectos de acuerdo con la comunidad, 82

cartografía de susceptibilidad usando SIG, 96-98, 97f, 134, 134, 149-52

cartografía de. *Ver* cartografía de acuerdo con la comunidad; cartografía

cartografía directa de deslizamiento de tierra, 98

combinación de modelos hidrológicos

dinámicos y de estabilidad de taludes, 113-15

componente de estabilidad del talud, 115

componente hidrológico dinámico, 115

configuración del modelo, 114-115

interpretación de resultados de la simulación, 116

como problema de gestión, 4

como problema de la comunidad, 4. *Ver*

*también* comunidades en riesgo,

priorización de; enfoque de acuerdo con la comunidad como componente del riesgo de deslizamientos, 83

comprender los procesos de deslizamientos, 82-83

conocimiento holístico de procesos de ladera, 85

construcción en zonas de deslizamientos anteriores, 112, 113f

definición, 3395

enfoque según la ciencia, 20-21, 83, 84t, 113-

119. *Ver también* CHASM (Modelo Combinado Hidrológico y de Estabilidad de Taludes)

método de la envolvente de resistencia para determinar el control de tensión, 116-17, 117f

pequeños muros de contención, inadecuación de, 118-19, 118f, 122-24, 122f

estabilidad de taludes y. *Ver* estabilidad de taludes

evaluación de, xxix

cartografía según la comunidad para.

*Ver* cartografía de acuerdo con la comunidad

métodos científicos para, 113-20

eventos sísmicos, 90-94, 91f

factores agravantes, 94, 94-95t

factores preparatorios y mecanismos desencadenantes, 88-93, 94, 94-95t, 102f, 397

falta de conciencia de los riesgos, 7

geometría y características de los deslizamientos, 87-88, 88f

identificación, xxviii, 11, 85

inestabilidad y. *Ver* elementos esenciales de estabilidad de taludes, 81-82

lluvia y terremotos, 88-93

modelado umbral precipitaciones empírica, 98-99, 100f

modelos de estabilidad de taludes con métodos físicos, 99-102

movimiento pendiente y material de deslizamiento de tierra, 85-87

muertes y pérdidas asociadas con, 9-10, 10-11f, 25-26, 83, 88-93, 121, 171-72

nota informativa, 82-83

políticas regionales y, 84-85

prácticas de reducción, 373-74

principios rectores, 83-84

probabilidad, 95

quién hace qué, 120

riesgos y desafíos, 84-85

susceptibilidad, 95, 96t, 143, 145

tipos de deslizamientos, 85-93. *Ver también* deslizamientos por rotación;

deslizamientos por traslación  
riesgo, definición de, 11-15, 399  
“Riesgo aceptable”, 14, 15f, 399  
“Riesgo inaceptable”, 399.  
riesgo tolerable, 399

**S**

salvaguardas, 45-46, 47t, 65, 73-74, 138, 210, 219, 235, 247t, 277t, 280-81, 304, 399  
Samoa, pérdidas económicas por desastres en, 42  
San Salvador y hacer frente a los desastres, 30  
Santa Lucía  
daños por huracán en, 18-19, 19, 42, 42f  
deslizamientos progresivos en, 92f  
deslizamientos rotacionales en, 90f  
deslizamientos traslacionales, 90f  
impactos del programa de reducción de riesgo de acuerdo con la comunidad, 36-37, 35t  
método de construcción de drenaje en, 244-46, 245-46f  
pérdidas económicas por desastres en, 42  
programa de mejoras de viviendas para aumentar la resistencia a huracanes, 379, 382f

seguros  
conectar la reducción de riesgos y, 378-81, 379f, 378t, 380t, 383t  
riesgo de desastres, 19-20, 19f  
Servicio Caribeño de Seguros por Riego de Catástrofes, 20  
Servicio Caribeño de Seguro de Riesgo de Catástrofes, CCRIF, 20  
Shakoor, A., 98  
Sharma, H.R., 107  
sitios de demostración y casas piloto, 326-28, 327f, 327t, 395  
sostenibilidad de los proyectos MoSSaiC, xxiv-xxv, 64-65  
Sotir, R.B., 299  
Spector, S., 43t  
Sri Lanka, proyectos de infraestructura urbana en, 269  
sudeste de Asia, riesgo de deslizamiento de tierra precipitaciones desencadenada en, 9  
superficie de corte o cizalla. *Ver* superficie de deslizamiento  
superficie de deslizamiento, 99  
superficie de falla de un deslizamiento, 99-100, 202  
supervisión de la obra, 281-83, 282-83f, 295-96  
susceptibilidad, 94-95, 96t, 140 a 51, 142t  
cartografía de susceptibilidad usando SIG, 96-98, 97f, 134, 134, 149-52  
definición, 389  
métodos de evaluación de riesgos, 143-53, 144t  
Svekla, W., 32

**T**

Tarboton, D.G., 153  
Tegucigalpa, Honduras, peligro flujo de derrubios en, 153, 153f  
terremotos de El Salvador, 90, 91f

terremotos, 88-93  
tipos de drenaje. *Ver* diseño de drenaje y buenas prácticas  
topografía  
alineación de drenajes con topografía compleja, 224, 225f  
cartografiar las características, 173, 183, 183-84f  
forma de reconocimiento pendiente, 147t  
zonas de convergencia, 184-85, 184f  
Twigg, J., 21, 353, 372

**U**

umbral de lluvia, 96, 98-99, 121, 399  
Unidad Central MoSSaiC (UCM). *Ver* equipos MoSSaiC  
Universidad de Wollongong, Australia, ejemplo de métodos de reconocimiento de campo y de clasificación de amenazas, 148-49  
urbanización, 225-26, 24f, 381  
pendiente y drenaje, 108, 109f  
vegetación y gestión de pendientes, 297-99, 300f  
Useem, M., 308

**V**

Varnes, D.J., 87, 92  
vegetación  
estabilidad de taludes y, 110-13, 110f, 112f, 111t, 115, 147t, 297, 297f  
restricción de la alineación de drenaje, 224, 225f  
Venture Philanthropy Partners, 59  
Victoria, Lorna P., 168  
visión general de MoSSaiC del *Informe sobre el Desarrollo Mundial*, 26  
vivienda  
captura de agua de los hogares, 222, 246-54, 286-87  
conexión de agua de los hogares a drenajes, 287-88, 288-90f  
densidad, 30, 154  
drenaje a nivel de vivienda, 188, 188-89f  
estimar la descarga de las casas, 230-31  
grietas en las viviendas, 366-67, 367f, 386-88, 387f  
impacto del agua en los hogares, 233, 234f  
vivienda no autorizada, 10, 25, 25t, 28-29, 108-110, 109f, 399  
vivienda ocupada, 399  
vulnerabilidad  
de comunidades a deslizamientos de tierra, 154-59, 400. *Ver también* comunidades en riesgo, priorización de  
definición, 12, 83, 396  
factores de riesgo de deslizamientos, 23  
vivienda no autorizada, 25, 25t  
vulnerabilidad socioeconómica, 12, 154-56, 158-59, 159t  
vulnerabilidad temporal, 12

**W**

Wamsler, C, 15, 30, 216

Wharton School de la Universidad de  
Pennsylvania, 18  
Wilkinson, P.L., 114, 115, 121, 299

**Y**

Yunus, M., xxxi

**Z**

zonas de convergencia, 184-85, 184*f*, 396  
zonas de infiltración, 185, 187*f*  
zunchos de huracán, 253, 254*f*, 400







**M**uchas áreas del mundo están en riesgo por deslizamientos de tierra y sus consecuencias; los deslizamientos activados por lluvia afectan en particular a los países en desarrollo de los trópicos. La rápida urbanización y su crecimiento asociado de las comunidades densamente pobladas y no autorizadas en lugares peligrosos, como pendientes pronunciadas, son fuertes desencadenantes en un ciclo de acumulación de riesgo de desastres. Con frecuencia, son los más socioeconómicamente vulnerables quienes habitan en laderas propensas a estos fenómenos -aumentando así su exposición a los riesgos de deslizamientos y aumentando a menudo el propio riesgo. Hay un creciente reconocimiento de que el riesgo de desastres de deslizamientos de tierra urbanos está aumentando en los países en desarrollo y de que se requieren con urgencia nuevos enfoques para el diseño y la aplicación de medidas de reducción del riesgo de deslizamiento de tierra sobre el terreno.

*Reducción del riesgo deslizamiento de acuerdo con la comunidad: Gestión de desastres en pequeños pasos* da una guía práctica para responsables políticos, administradores de proyectos y profesionales sobre la forma de trabajar con las comunidades urbanas más vulnerables para mitigar desastres por deslizamientos. El libro tiene como objetivo establecer tres bases para realizar una reducción del riesgo de deslizamientos previa al desastre:

- una base científica: el riesgo de deslizamiento a menudo se puede reducir mediante la construcción de redes estratégicamente alineadas de drenajes superficiales;
- una base en la comunidad: no solo se ve a los residentes de la comunidad como los “en riesgo”, sino como las personas con el mejor conocimiento práctico de las laderas en que viven y que pueden participar activamente en producir soluciones de reducción de riesgos de deslizamientos,
- una base en las pruebas: la aplicación de medidas de reducción de riesgos de deslizamientos eficaces puede cambiar las prácticas y políticas de gestión del riesgo previas al desastre.

Los autores proporcionan un modelo flexible para la gestión de la estabilidad de taludes en las comunidades (“MoSSaiC”) en el que los responsables políticos, los gestores de proyectos, los profesionales y las comunidades participan en la comprensión de los riesgos de deslizamientos desencadenados por lluvia, desarrollando equipos locales para la ejecución de los proyectos, dando prioridad a las comunidades más en riesgo, diseñando o construyendo soluciones de drenaje de la pendiente apropiadas y adoptando buenas prácticas de gestión de la estabilidad de taludes. Este enfoque puede llevar a los gobiernos a desarrollar nuevas políticas para la reducción del riesgo de deslizamientos.



ISBN 978-0-8213-9456-4



SKU 19456