

Empobrecimiento de las empresas de abastecimiento de agua a causa de desastres naturales

Los terremotos en El Salvador a comienzos de 2001 afectaron a más de 200 sistemas de agua y saneamiento, lo que significó daños por un monto de US\$11 millones y un desembolso del sector de cerca de US\$400.000 sólo por concepto de distribución de agua por medio de camiones cisterna (ANDA, 2001), sin considerar los gastos realizados por las empresas y los municipios en las obras de rehabilitación que sólo buscaban restablecer el servicio en el menor tiempo posible. Sin embargo, la CEPAL estimó que la reconstrucción de los sistemas afectados ascendería a un monto de US\$23,3 millones (CEPAL, 2001).

Por otra parte, la empresa de agua y saneamiento que abastece al Departamento de Piura en Perú y sirve a casi un millón de habitantes, durante el fenómeno de El Niño 1997–1998 reportó daños considerables. La empresa tuvo que costear cerca de US\$4.150.000 sólo en la implementación de obras de emergencia, y el programa de reconstrucción de los sistemas afectados fue valorado en US\$21.200.000 (EPS Grau S.A., 1998).

pasan a formar parte de la categoría de “población afectada” por el sólo hecho de no contar con estos servicios.

- La infraestructura de agua y saneamiento en zonas rurales afectadas por desastres tarda períodos excesivamente largos en ser rehabilitada, en comparación con el tiempo de recuperación de los sistemas urbanos. En muchas oportunidades, en zonas rurales, esta infraestructura es simplemente abandonada por la comunidad debido a la incapacidad de recuperar los servicios.
- Debido a la importancia de restablecer estos servicios en el menor tiempo posible, se implementan medidas de solución temporales (rehabilitación) orientadas a la reanudación del servicio. Sin embargo, este esfuerzo se traduce en que, por el simple hecho de que el suministro se ha restablecido, la población y las autoridades suponen que el problema se encuentra resuelto, aplazándose por años una verdadera reconstrucción.

Desafío para el sector de agua y saneamiento

Tal como queda reflejado en las metas de desarrollo del milenio de la ONU, la infraestructura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento son esenciales para atender los problemas existentes de deterioro del medio ambiente, y para asegurar el bienestar, la salud y el desarrollo de los pueblos. Se reconoce que en los países en desarrollo, el 80% de las enfermedades son causadas por la carencia de servicios de agua potable y malas condiciones de saneamiento (ONU).

La infraestructura de agua y saneamiento comprende los sistemas de abastecimiento de agua potable (urbanos y rurales), sistemas de disposición de excretas, tratamiento de aguas residuales, así como el manejo y disposición de residuos sólidos.

La contaminación de los cuerpos de agua obliga a ubicar las fuentes aptas para el consumo humano y los componentes del sistema en lugares cada vez más alejados de la población a la que sirven, con lo cual estos sistemas cada día son más complejos y extensos, lo que contribuye a su exposición a diferentes tipos de amenazas naturales y antrópicas.

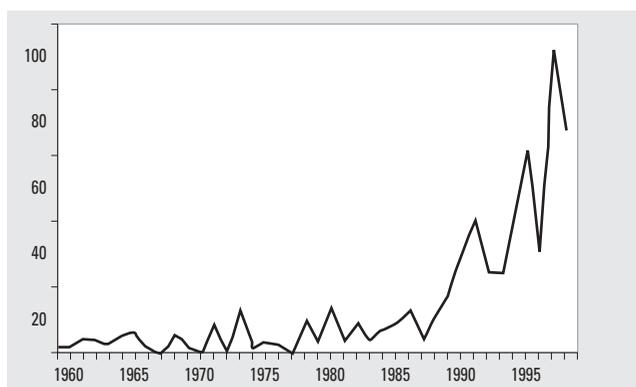
Así mismo, el aumento de la pobreza y la marginalidad, y el crecimiento desmedido y sin planificación que han experimentado las ciudades en Latinoamérica y el Caribe en las últimas décadas, han llevado a la ubicación de la población y comunidades en zonas propensas a ser afectadas por fenómenos naturales, lo que determina que los componentes de este tipo de sistemas también estén necesariamente localizados en zonas de riesgo. Esto establece un condicionante adicional a ser tomado en cuenta en la planificación y construcción de estos servicios.

Todo lo anterior ha hecho que instituciones del sector de agua y saneamiento, y en particular instituciones prestadoras de los servicios y entes reguladores de los mismos, se encuentren definiendo distintas formas y estrategias que aseguren la calidad y continuidad de los servicios de abastecimiento de agua potable, que tomen en consideración estos nuevos condicionantes y que además cuenten con la capacidad técnica y logística que les permita asegurar la continuidad de estos servicios con posterioridad a la ocurrencia de un desastre.

Los esfuerzos de las instituciones del sector deberán acompañarse de la elaboración e intercambio entre los países de instrumentos técnicos y creación de políticas dentro de los marcos reguladores de estos servicios. Estos instrumentos y políticas deberán posibilitar la incorporación de las nuevas condicionantes que impone la realidad urbana y medioambiental en el desarrollo de los servicios de agua y saneamiento en este escenario que se hace cada vez más adverso para compatibilizar los desafíos de corto y largo plazo.

Dada la recurrencia y gravedad que han tenido los desastres naturales en los últimos años, la no consideración de los mismos en la planificación y desarrollo de este tipo de infraestructura hará inalcanzable o pondrá innecesariamente en riesgo la meta propuesta por la ONU de reducir a la mitad la proporción de personas que carecen

Gráfico 6.6. Pérdidas económicas derivadas de desastres naturales relacionados con el clima a nivel mundial. 1960–1998
(millardos de US\$, 1997)



Fuente: Munich Re. Group.

El impacto del huracán Mitch hace retroceder los logros del sector de agua y saneamiento en Honduras

Durante el huracán Mitch (OPS/OMS, 1999) en Honduras, el 75% de la población (4,5 millones de hondureños) se vio privada o presentó dificultades para acceder a los servicios de agua y saneamiento. Se estimó además que a raíz de los daños, el sector de agua y saneamiento retrocedió tres décadas de trabajos y logros para alcanzar la cobertura universal de dichos servicios. Tres décadas que se perdieron en una semana y que tardarán varios años para llegar a los niveles alcanzados hasta antes del Mitch.

El impacto social que significa que poblaciones que contaban con estos servicios queden privadas de los mismos por tiempos indefinidos, hace que los logros obtenidos por el sector en el aumento de las coberturas y calidad retrocedan de manera instantánea cuando ocurre un desastre mayor.

de acceso sostenible a un suministro adecuado y económicamente asequible de agua potable (ONU) para el año 2015.

La presencia de amenazas naturales de distinto origen plantea un gran desafío para el sector de agua y saneamiento, en cuanto a compatibilizar las metas de corto plazo, basadas en el aumento de la cobertura de estos servicios, con los objetivos de largo plazo, como asegurar la calidad de estos servicios y, por qué no, asegurar que estos logros en el aumento de cobertura no se vean diezmados luego de la ocurrencia de un desastre de gran magnitud.

Desafíos para reducir la vulnerabilidad frente a desastres

- Definir las funciones sobre gestión del riesgo de las instituciones del sector de agua y saneamiento que cuenten con el mandato de regular el sector (ministerios, municipios, superintendencias, entes reguladores, empresas nacionales, etc.), asegurando que se asignen los recursos humanos, técnicos y económicos que les permitan cumplir con sus atribuciones.
- Construir alianzas con los organismos regionales y nacionales, de carácter técnico y financiero, que intervengan en el desarrollo, planeamiento y modernización del sector de agua y saneamiento.
- Trabajar junto a entidades académicas (universidades, centros de investigación, institutos, etc.) en la creación y diseminación del conocimiento entre los profesionales encargados de la planificación, diseño y operación de la infraestructura de agua y saneamiento.
- Fortalecer las capacidades de las empresas, municipios e instituciones encargadas de la prestación de los servicios de agua y saneamiento en el ámbito local, para la consideración de aspectos de gestión local de riesgos en la planificación de la infraestructura.

- Mejorar las capacidades de las instituciones normativas del sector para la incorporación de medidas de prevención y mitigación de desastres en las normas y reglamentos de diseño, construcción y operación de estos sistemas.
- Incorporar consideraciones de gestión del riesgo en los procesos relacionados con la descentralización y concesión de los servicios de agua y saneamiento.

Logros en Latinoamérica y el Caribe para la gestión de riesgos

Algunos de los logros alcanzados en el área que se pueden destacar son los siguientes:

- Elaboración de materiales técnicos y de capacitación sobre el tema de gestión del riesgo en el sector de agua y saneamiento, por distintas instituciones regionales (OPS/OMS, American Lifelines Alliance, MCEER, AIDIS).
- La Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS) ha mantenido activas, ya por ocho años consecutivos, las acciones a nivel regional de la División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Emergencias y Desastres (DIEDE), división técnica especial para la promoción de la gestión del riesgo en el sector.
- En países como Nicaragua, Costa Rica, Perú, Chile y Colombia se han fortalecido las capacidades institucionales del sector de agua y saneamiento en la gestión del riesgo.
- Universidades han incluido el tema de diversas maneras dentro de su función de creación de conocimiento y servicio al país, lo cual se ha concretado en la incorporación de cursos especiales sobre el tema en estudios de pre y posgrado.
- En países como Bolivia, Ecuador y Argentina, el tema de gestión de riesgos ha sido incorporado en los procesos de concesión de algunos de los servicios de agua y saneamiento.

ACUEDUCTO OROSI, UNA EXPERIENCIA REGIONAL EN IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN*

Antecedentes

El Acueducto Orosi es el principal y más caro sistema del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). De su funcionamiento depende el abastecimiento a gran parte de la población de la capital y algunas ciudades cercanas. Sus características principales son:

- Fuente de abastecimiento: embalse El Llano (propiedad del Instituto Costarricense de Electricidad).

* Arturo Rodríguez

- Caudal: 2.100 litros/s, que se mantiene casi constante a lo largo de todo el año.
- Longitud: 30 km, incluyendo un túnel de casi un kilómetro de longitud en las montañas de La Carpintera.
- Transporta agua cruda hasta la planta de tratamiento de Tres Ríos, con tuberías de 1.100 y 900 mm de diámetro.
- La tubería es de hierro dúctil con uniones espiga-campana en los primeros 4,5 km de la conducción, y de acero soldado el resto (excepto el túnel que es de concreto reforzado).
- La máxima presión estática en su recorrido es de 520 metros columna de agua.
- Abastece al 45% de la población de San José, Cartago y Paraíso, para un total de más de medio millón de habitantes.
- Inició sus operaciones en 1987.
- La tubería atraviesa zonas de alto riesgo sísmico y de deslizamientos. Además, cruza tres ríos o quebradas donde está expuesta a inundación o socavación.

Estudios de vulnerabilidad

Considerando la importancia del sistema y las amenazas propias de la zona, se realizó en 1993 un primer estudio de vulnerabilidad, el cual indicó la necesidad de investigaciones detalladas en los siguientes campos:

- Vulnerabilidad sísmica
- Vulnerabilidad geofísica
- Vulnerabilidad hidrológica, hidráulica y estructural

Estos estudios fueron realizados por consultores expertos en cada tema y sus resultados se exponen a continuación. Los principales riesgos detectados fueron:

Sísmicos	Aceleraciones en miembros de inercia diferente Corrimiento de fallas Deslizamientos asociados Licuefacción
Geofísicos	Deslizamientos Erosión
Hidrológicos	Inundación Socavación Golpe de rocas en suspensión

El campo sísmico

Los estudios realizados luego del terremoto de Limón de 1991 demostraron que el país puede ser dividido en dos regiones con comportamiento sísmico diferente, como se muestra en el gráfico 6.7.

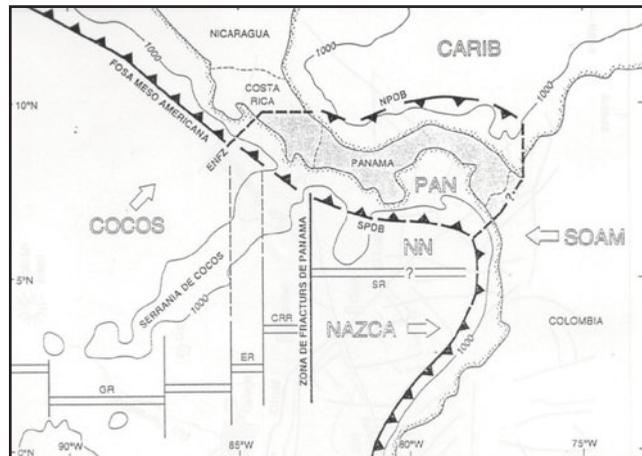
En la parte norte de Costa Rica, la subducción de la placa Cocos respecto a la placa Caribe ocurre con un ángulo muy leve, lo que somete al continente a un empuje muy fuerte. Ese empuje dio origen a la península de Nicoya, que inicialmente no existía, y a todos los volcanes activos del país. Por el contrario, en la parte sur del país, la subducción ocurre con un ángulo muy fuerte, por lo que el empuje sobre el continente es relativamente pequeño.

Como resultado de la diferencia de empujes, en la parte central del país se genera un enorme esfuerzo cortante, que da origen a gran cantidad de fallas locales y centros de actividad sísmica. Éstos pueden provocar terremotos hasta de magnitud 5,5 en la escala Richter que, debido a su superficialidad, pueden generar grandes daños. Las principales ciudades, carreteras, hospitales, industrias, aeropuertos, oleoductos, etc. del país se ubican en esa zona central, incluyendo al Acueducto Orosi.

Se determinó que la falla Navarro es la más peligrosa para el Acueducto, ya que puede producir desplazamientos relativos de hasta 50 cm, y corta el sistema en un punto de alta presión y difícil acceso. Además, la tubería se colocó dentro de un corte de roca, con paredes sólidas a 20 cm de la tubería, y la zanja se rellenó con un material compactado que limita cualquier movimiento de la misma.

En caso de ocurrir un rompimiento de falla de 50 cm, como el previsto, las paredes de roca someterían a la tubería a un efecto de tijera que sobrepasaría la resistencia del material, llegando a romperlo. La rotura generaría un escape de agua a enorme presión que desestabilizaría totalmente la ladera donde se ubica la tubería, formando una especie de cráter, cuyo acceso sería sumamente difícil. Además, el caudal en la fuga sería tan alto que provocaría enormes velocidades y altas presiones negativas dentro de la tubería, lo que haría que ésta colapsara en otros puntos del sistema.

Gráfico 6.7. Placas tectónicas en la zona



Fuente: Geomatrix Consultants Inc. 1995. "Estudio de vulnerabilidad sísmica del Acueducto Orosi".

Principales recomendaciones en el campo sísmico

Una gran ventaja está constituida por el hecho de que la tubería en el punto donde cruza la falla Navarro es de acero soldado. Este material ha demostrado un excelente comportamiento sísmico, siempre y cuando tenga libertad de movimiento.

Para hacer el sistema más flexible se propuso cambiar la forma de la zanja (como se muestra en el gráfico 6.8), dejándole pendientes a 45° y rellenándola con material redondeado que permita movimiento al ocurrir un sismo. La tubería podría entonces apoyarse contra cualquiera de las paredes o incluso salir a la superficie sin llegar a romperse.

Otras recomendaciones

El cruce de la tubería por el río Agua Caliente representaba un punto vulnerable, ya que tenía una configuración muy rígida; está ubicado muy cerca de la falla Navarro y tiene una altísima presión.

Para flexibilizar el sistema se ampliaron las columnas de apoyo, y el sistema de soporte, que era rígido, se cambió por uno que permite el movimiento de la tubería respecto a las columnas, como se muestra en el gráfico 6.9.

Gráfico 6.8. Recomendación implementada en el cruce de la falla Navarro

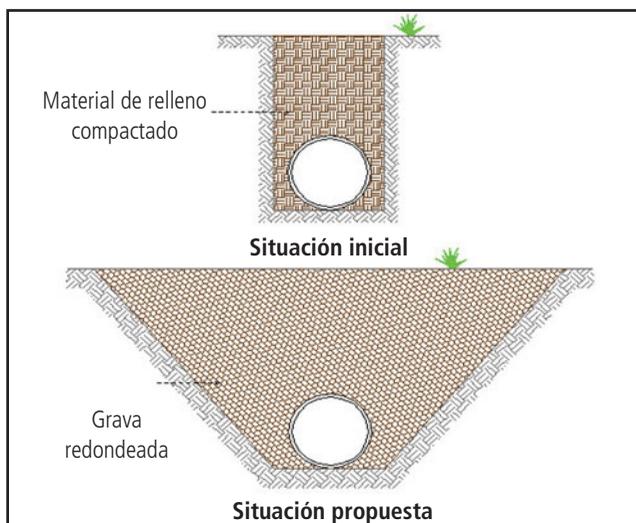
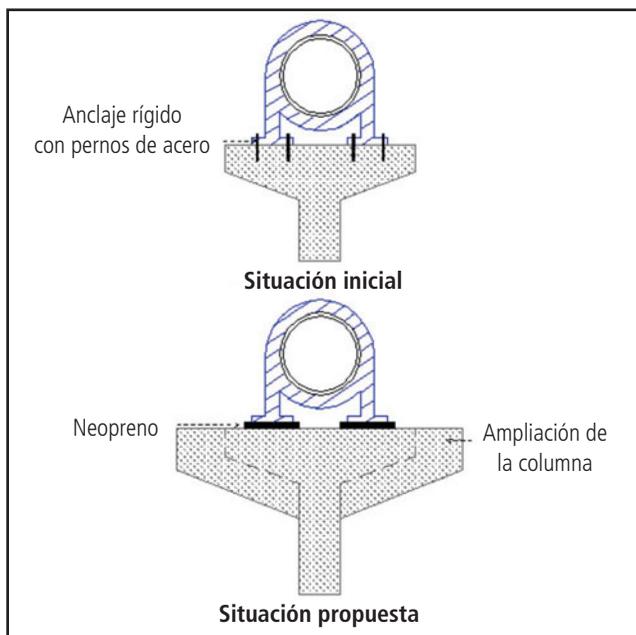
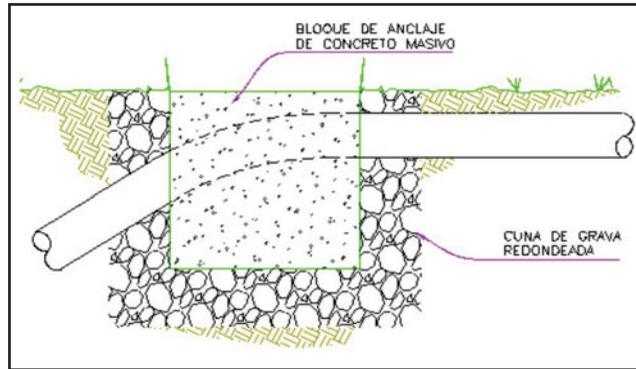


Gráfico 6.9. Flexibilización de estructura en el río Agua Caliente



Además, un bloque de anclaje de varias toneladas ubicado cerca de la falla fue cimentado de manera diferente, excavando y sustituyendo el terreno de apoyo por una capa de grava redondeada que le permite cierta flexibilidad a la hora de un terremoto, como se muestra en el gráfico 6.10.

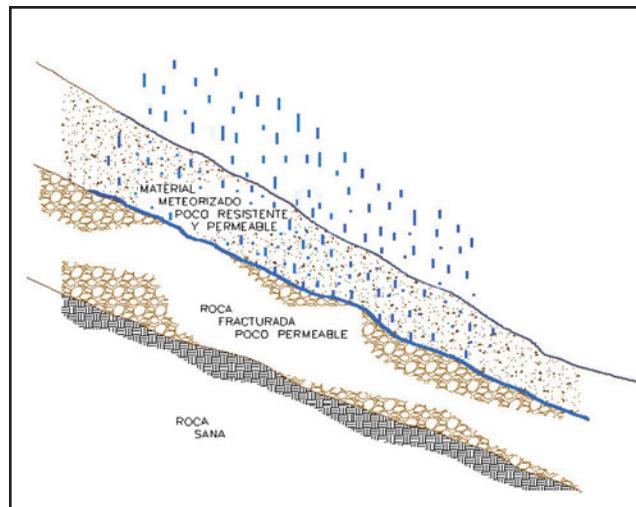
Gráfico 6.10. Flexibilización de apoyo del bloque de anclaje



En el campo geotécnico

Los primeros 7 km de la conducción se ubican en una zona de altas pendientes (mayores a 25° en algunos casos), fuertes precipitaciones ocasionales y una conformación hidrogeológica que favorece los deslizamientos, como se muestra en el gráfico 6.11.

Gráfico 6.11. Condición geológica predominante



Como se aprecia en este gráfico, el estrato más superficial, de unos 10 a 15 metros de espesor, está conformado por un material meteorizado, de escasa resistencia mecánica y alta permeabilidad. Al llover,

parte del agua escurre y un alto porcentaje se infiltra a través del material permeable. El segundo estrato es prácticamente impermeable, por lo que el agua que infiltró al primer material no puede atravesarlo. En esa condición, el agua escurre en el contacto de ambos estratos, formando una superficie lubricada que facilita el deslizamiento del primero.

Principales recomendaciones en el campo geotécnico

Para evitar el riesgo de deslizamientos se recomendaron varias obras alternativas que incluyen: pilotes reforzados chorreados in situ, vigas de amarre, tensores, subdrenajes para reducir el nivel freático, canales, etc., como se muestra en el gráfico 6.12.

Además se han realizado las siguientes obras:

- Desecación de humedales, que mantenían los taludes saturados y en riesgo de deslizamiento.
- Control mediante inclinómetros y piezómetros, utilizando aparatos electrónicos de muy alta precisión para indicar cualquier movimiento del terreno o el aumento en los niveles freáticos.
- Reforestación, con más de 15.000 árboles de la zona.
- Evacuación de aguas subterráneas y superficiales, mediante canales superficiales y subdrenajes.
- Muros de gaviones de hasta 10 metros de altura y 50 metros de longitud (véase la foto 6.1).

En el campo hidrológico

El punto más vulnerable en este sentido era el paso de la tubería por el río Agua Caliente, en donde se construyó un paso elevado que redujo considerablemente el cauce del río. Aunque la estructura tenía suficiente altura, la restricción del cauce provocaba alta

Gráfico 6.12. Obras de estabilización de taludes

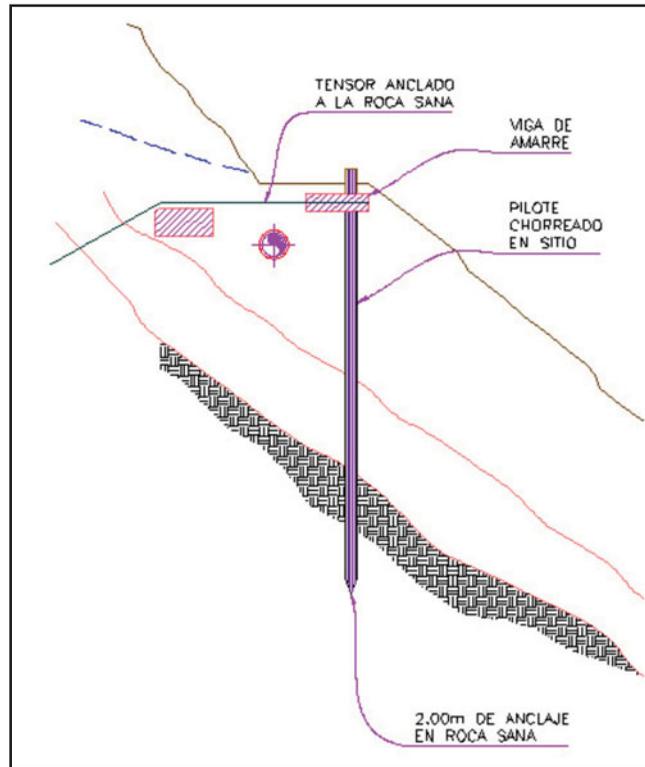


Foto 6.1. Muro de gaviones en la Vuelta del Queque



velocidad del agua, socavación y daños en la estructura en épocas de lluvia (véase la foto 6.2). La solución planteada consistió en reducir al mínimo el tamaño de las obras de protección de columnas para devolver al río su cauce original. Esas protecciones fueron reconstruidas con concreto armado y reforzadas con tensores para evitar daños posteriores.

La mayoría de las recomendaciones ya han sido implementadas, y el sistema ha sido sometido a varios fenómenos importantes, incluyendo el terremoto de Limón de 1991 y algunos deslizamientos importantes en la zona, sin llegar a dañarse.

Además, cada año, el sistema es inspeccionado por ingenieros de una firma inglesa, especialista en riesgos, que evalúa la prima que paga el AyA por el seguro del Acueducto Orosi. Sus inspecciones han sido siempre satisfactorias y eso ha permitido mantener un monto bajo por la prima del seguro.

Evaluación económica

- El Acueducto Orosi se construyó entre 1984 y 1987, con un costo total de US\$53 millones.

Foto 6.2. Daños en el paso del río Agua Caliente



Cuadro 6.1. Costo de los estudios y obras de prevención y mitigación (en pesos)

Fase I: Diagnóstico general de vulnerabilidad	8.300
Fase II: Vulnerabilidad sísmica	40.200
Vulnerabilidad geotécnica	8.700
Vulnerabilidad hidráulica, hidrológica y estructural	9.600
Fase III: Análisis de estudios previos y prioridad de obras	7.000
Fase IV: Estudios detallados para implementación de recomendaciones	20.000
Implementación de las recomendaciones	1.400.000
Total	1.493.800

Cuadro 6.2. Costos directos estimados en caso de que el sistema hubiera fallado (una sola vez) (en pesos)

Disminución en la recaudación durante los tres meses que se estima se tardaría la reparación del sistema	4.800.000
Costos de reparación del sistema	1.300.000
Costos operativos (reparto de agua en cisternas, programa de racionamiento, etc.)	1.200.000
Total	7.300.000

- El Acueducto Metropolitano genera ingresos a la institución del orden de US\$4 millones por mes, lo que representa un porcentaje muy alto del total de los ingresos. De esa suma, al menos \$1,6 millones corresponden al Acueducto Orosi, por lo que la salida de operación de este sistema generaría problemas financieros muy serios a la institución.
- Un gran número de industrias se ubican en el área metropolitana y dependen del agua para su labor. Las pérdidas para esas industrias serían millonarias en caso de que tuvieran que reducir o suspender su producción por falta de agua.
- Los índices macroeconómicos del país dependen en gran medida de la producción y el empleo que se generan en el área metropolitana.

Conclusiones de la evaluación económica

El costo del programa de reducción de vulnerabilidad del Acueducto Orosi representa solamente el 20,5% de las pérdidas directas que se hubieran generado si ese programa no se hubiera realizado y el sistema hubiera fallado. Eso, sin considerar las pérdidas indirectas, que podrían ser mucho mayores y que incluyen:

- La pérdida de vidas humanas y de propiedades en la zona.
- La reducción considerable en la producción nacional y las pérdidas para las empresas, causando incluso problemas de desempleo.
- Las molestias para los usuarios y el grave daño a la imagen institucional.
- Los problemas en otros acueductos como los de Cartago, Oreamuno y Paraíso, que también dependen del sistema.
- Las posibles demandas contra la institución y sus profesionales.

Respecto al costo del proyecto, el monto de las obras de prevención y mitigación representa sólo el 2,8%.

Cabe agregar que en este caso, los estudios de vulnerabilidad y la implementación de recomendaciones se hicieron luego de la puesta en operación del sistema. Si se hubieran realizado desde la concepción del proyecto, el costo hubiera sido mucho menor.

Este breve análisis justifica ampliamente la realización de estudios de vulnerabilidad y la implementación de medidas de reducción de vulnerabilidad de sistemas.

Participación de la comunidad

El pueblo de Orosi posee características particulares que han influenciado de una u otra manera las obras de prevención y mitigación. Se trata de una comunidad pequeña, con una gran exposición a fenómenos naturales: sismos, deslizamientos e inundaciones.

Hay evidencia histórica de fenómenos importantes que incluso han cambiado la geografía del lugar. Sin embargo, desde que se construyó el Acueducto en 1987, algunos vecinos han culpado al AyA por todos los fenómenos adversos que ocurren en la zona. AyA cometió el error de no involucrar e informar a la comunidad sobre el desarrollo de los trabajos de prevención y mitigación, lo cual provocó una relación aún más tirante.

Esa situación se agravó cuando ocurrió un deslizamiento a finales de 2002 que provocó siete muertes y mucha destrucción en Orosi (véanse las fotos 6.3 y 6.4). Algunos vecinos y la prensa culparon del desastre al Acueducto. Sin embargo, se comprobó que el deslizamiento ocurrió lejos de la conducción, por efecto de una precipitación excesiva y de las condiciones hidrogeológicas mencionadas anteriormente.

Lo ocurrido ayudó a la institución a comprender que se requería un mayor acercamiento con la comunidad, en lo que se ha estado trabajando desde entonces con las siguientes actividades:

- Charlas y visitas al sitio para mostrar los trabajos de prevención y mitigación, incluyendo a alumnos, profesores y padres de familia de todas las escuelas y colegios de la zona.
- Creación de un grupo de inspección que incluye al presidente del Comité Local de Emergencias, al cura de la localidad, a profesionales de la Comisión Local de

Fotos 6.3 y 6.4. Deslizamiento del Alto Loaiza en Orosi (septiembre 2002)



Emergencias y a algunos vecinos (ingenieros, geólogos) de la zona. Este grupo realiza visitas mensuales a las obras e informa a la comunidad.

- Edición de una publicación que se distribuye a los vecinos, donde se informa sobre los avances en los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Colaboración con el sistema de alerta temprana que estableció la comunidad.
- Elaboración de un video donde se muestran las obras de prevención y mitigación. Ese video ha sido presentado en varias charlas y en la iglesia de la comunidad.
- Apoyo al colegio para el diseño de una fuente ornamental y alquiler de maquinaria para limpieza de cauces.
- Iniciación de un proyecto de reforestación conjunto, donde las escuelas administran los viveros, y AyA compra y siembra los árboles.
- Realización de concursos en las escuelas, en los que niños deben hacer redacciones, dibujos o modelos a escala de las obras de prevención y mitigación del Acueducto.
- Reuniones mensuales con un comité de vecinos para discutir y resolver en grupo cualquier problema que se pudiera presentar.
- Fomento de una política de transparencia que le ha dado confianza a la comunidad para acercarse a comentar o preguntar cualquier inquietud que tenga, evitando los comentarios o exageraciones.

Los resultados han sido muy satisfactorios, y ahora la comunidad y la institución trabajan como un equipo en la resolución de los problemas, con beneficios evidentes para ambos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRC. 2002. *Natural Disasters Data Book 2002*.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2000. Metas de Desarrollo del Milenio: “Nosotros los pueblos. El papel de las Naciones Unidas en el siglo XXI”. Nueva York.

Organización Panamericana de la Salud (OPS) & Organización Mundial de la Salud (OMS). 1999. “Salud herida”. *Revista Masica*, 32–38.

PAHO/WHO & UNICEF. 2000. *Regional Report on Evaluation 2000 in the region of the Americas – Water Supply and Sanitation, Current Status and Prospects*.

Evaluación holística del riesgo de desastres para apoyar la gestión local

Martha Liliana Carreño T.

Introducción

Dentro de las acciones ex ante se han hecho muchos estudios que han tratado el problema del riesgo parcialmente o con enfoques específicos de alguna disciplina. Las evaluaciones de carácter técnico suelen ser vistas como ingenuas desde la perspectiva social, debido al enfoque científico, limitado a aspectos técnicos, que le ha dado la ingeniería a este tipo de estimaciones. Sin embargo, las metodologías de evaluación han demostrado en muchos casos su utilidad práctica. Por otra parte, los ingenieros suelen hacer críticas a los enfoques y análisis de los investigadores que pertenecen al campo de las ciencias sociales, debido a que sus planteamientos son básicamente opiniones críticas y, en muchos casos, tan amplios que no se concretan en soluciones o medidas prácticas que orienten la gestión preventiva. Existe una necesidad de metodologías que enfoquen la evaluación del riesgo en forma integral y multidisciplinar y que evalúen de manera conjunta el impacto directo y el impacto indirecto de un fenómeno o evento catastrófico. Tales metodologías deben tener en cuenta no sólo los daños y víctimas, sino también las características, fortalezas y debilidades de la comunidad afectada y deben ser útiles para orientar la toma de decisiones en prevención y mitigación.

Para evaluar el riesgo de acuerdo con su definición es necesario tener en cuenta, desde un punto de vista multidisciplinar, no solamente el daño físico esperado, las víctimas o pérdidas económicas equivalentes, sino también factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades. A escala urbana, por ejemplo, la vulnerabilidad como factor interno de riesgo debe relacionarse no solamente con la exposición del contexto material o la susceptibilidad física de los elementos expuestos, sino también con las fragilidades sociales y la falta de resiliencia, es decir con su capacidad para responder o absorber el impacto, de la comunidad propensa. La deficiente información, comunicación y conocimiento entre los actores sociales, la ausencia de organización institucional y comunitaria, las debilidades en la preparación para la atención de emergencias, la inestabilidad política y la falta de bienestar económico en un área geográfica contribuyen a

tener un mayor riesgo. Por lo tanto, las consecuencias potenciales no sólo están relacionadas con el impacto del evento, sino también con la capacidad para soportar el impacto y las implicaciones del mismo respecto del área geográfica considerada.

Este capítulo presenta un resumen de la metodología desarrollada para la evaluación del riesgo de una ciudad desde una perspectiva holística y su aplicación a dos grandes ciudades: Bogotá y Metro Manila. Este modelo se desarrolló y aplicó en el marco del Programa de Indicadores de Riesgo y Gestión de Riesgos para las Américas, coordinado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (véase Cardona, 2005a).

Necesidad de un enfoque holístico

Desde el punto de vista de la ingeniería y las ciencias duras, la vulnerabilidad física se transforma en riesgo (nivel de pérdidas esperadas) cuando al hacer la evaluación se define ante qué grado de amenaza se quiere establecer el potencial de daños. Al definir la amenaza o el nivel de intensidad probable del fenómeno peligroso se incluye la variable tiempo, dado que la posibilidad de desastre se establece para un lapso o un período de exposición en el que puede llegar ocurrir. De esta forma se establece el riesgo, es decir, el potencial de daños o pérdidas en términos de probabilidad de ocurrencia en un período de tiempo determinado.

Ahora bien, esta manera convencional de evaluar el riesgo sólo tiene en cuenta aspectos físicos, es decir, los daños potenciales o su equivalencia en pérdidas económicas directas. Pero desde una perspectiva integral, el riesgo significa potencial de consecuencias, que no sólo están relacionadas con los posibles efectos físicos directos, sino también con el impacto social, económico y ambiental que puede ocurrir. Dicho impacto, a su vez, depende de una serie de factores que agravan el impacto directo y que dependen de situaciones sociales del contexto y de la resiliencia de la sociedad, expresión de vulnerabilidad que no siempre es dependiente de la amenaza (Cardona, 2005a y b, Carreño *et al.*, 2005a).

Una evaluación del riesgo desde un punto de vista holístico tiene en cuenta la ausencia de desarrollo económico y social, las debilidades para absorber el impacto, las deficiencias en la gestión institucional y la falta de capacidad para la respuesta en caso de emergencia. Este enfoque integral de evaluación del riesgo intenta reflejar de la manera más adecuada posible las condiciones de deterioro social. En términos relativos, un área que experimenta un alto deterioro social es más vulnerable y, por lo tanto, está en mayor riesgo. La falta de resiliencia, definida como el inverso de la capacidad económica, social e institucional, representa la debilidad para absorber el impacto de una crisis, la falta de capacidad para responder en caso de emergencia y las deficiencias en la gestión institucional. Aceptando la hipótesis de que existe una alta relación entre las carencias de desarrollo y los diferentes aspectos de la vulnerabilidad, Cardona (2001) propone los siguientes factores, en los cuales se origina dicha vulnerabilidad:

- La exposición, que es la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos.
- La fragilidad social, que se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.
- La falta de resiliencia, que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta o adaptación y sus deficiencias para absorber el impacto.

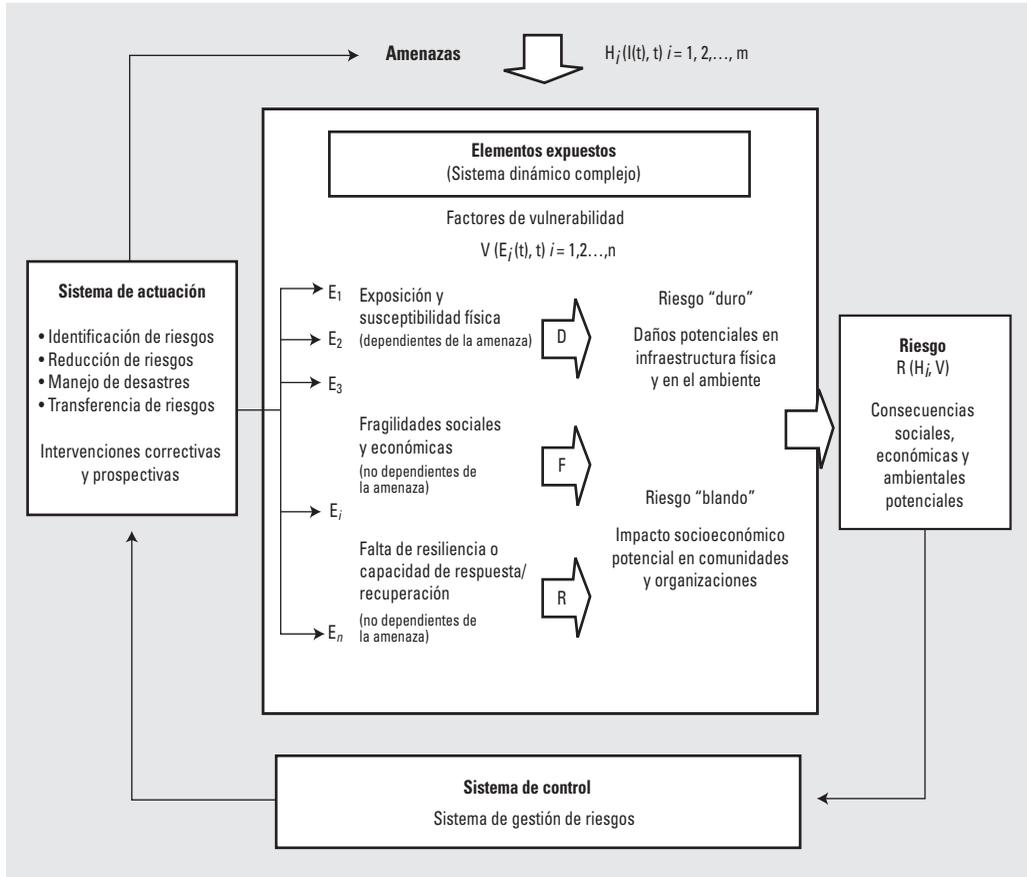
Para hacer una evaluación holística del riesgo es necesario considerar variables de diversa índole, cuyo manejo no siempre se facilita. Por esta razón, para este tipo de evaluaciones es necesario utilizar índices o indicadores. De esta manera, es posible representar la vulnerabilidad mediante una serie de componentes que reflejan susceptibilidad y fragilidad física (exposición), que dependen de la acción o severidad del fenómeno, y otros que reflejan fragilidad social y falta de resiliencia, capacidad de recuperarse y de absorber el impacto, que no están tan condicionados a la acción del fenómeno. Un ejemplo sería una buena organización institucional, una buena gobernabilidad, una buena cantidad de servicios de salud, una alta estabilidad económica, entre otros, que se pueden considerar factores de resiliencia. Su ausencia, o la falta de estas cualidades o capacidades, se traduce en vulnerabilidad, pero en una vulnerabilidad característica, muy comúnmente reconocida desde el punto de las ciencias sociales.

En resumen, existe una cierta susceptibilidad y fragilidad social y una falta de resiliencia que se expresan en una vulnerabilidad prevaeciente, que agrava el impacto directo del daño causado por la acción de un fenómeno, y en una vulnerabilidad condicional o dependiente de la amenaza, que modula el daño directo en el contexto social y material (Carreño *et al.*, 2005a). Ese planteamiento da una visión completa de los factores que originan o exacerban la vulnerabilidad, teniendo en cuenta los aspectos de resistencia física y los aspectos prevaecientes de autoprotección individual y colectiva (Cardona y Barbat, 2000). Una evaluación holística del riesgo, desde la perspectiva de los desastres, tiene en cuenta variables relacionadas con los efectos físicos y ambientales, y variables relacionadas con aspectos sociales, económicos y de capacidad de respuesta o recuperación posdesastre, o resiliencia, como lo ilustra el gráfico 7.1. Además, un sistema de gestión de riesgo que tome decisiones correctivas o prospectivas puede intervenir los factores de riesgo y así disminuirlo en forma anticipada.

Metodología de evaluación

El primer paso para una adecuada gestión de riesgos es identificar y estudiar el riesgo al que se está expuesto. Este capítulo presenta, para el caso de un centro urbano, una metodología

Gráfico 7.1. Marco teórico del enfoque holístico de evaluación y gestión del riesgo



Fuente: Cardona y Barbat (2000).

de evaluación del riesgo sísmico desde una perspectiva integral u holística que incluye, además del riesgo físico, variables económicas, sociales y de capacidad de respuesta y recuperación frente al desastre. Esta metodología puede ser utilizada para orientar la toma de decisiones en la gestión de riesgos, identificando zonas de la ciudad que pueden ser especialmente problemáticas en caso de un evento catastrófico, no sólo por el daño físico que pueden presentar, sino también por las características socioeconómicas de la población y la falta de capacidad para responder y recuperarse en caso de desastre, lo que puede agravar la situación (Carreño, 2006).

La evaluación holística del riesgo se realiza a partir de una serie de variables que representan tanto el riesgo físico como la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia del centro urbano (véase el cuadro 7.1). Los descriptores de riesgo físico se obtienen a partir de información existente sobre riesgo físico (como escenarios de daños potenciales), y los de fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia, a partir de información

Cuadro 7.1. Factores de riesgo físico, fragilidad social y falta de resiliencia y sus pesos

R_T Riesgo total					
R_F Riesgo físico			F Coeficiente de agravamiento		
F_{RF1}	Área destruida	W_{RF1}	F_{FS1}	Área de barrios marginales	W_{FS1}
F_{RF2}	Muertos	W_{RF2}	F_{FS2}	Tasa de mortalidad	W_{FS2}
F_{RF3}	Heridos	W_{RF3}	F_{FS3}	Tasa de delincuencia	W_{FS3}
F_{RF4}	Roturas red de acueducto	W_{RF4}	F_{FS4}	Índice de disparidad social	W_{FS4}
F_{RF5}	Roturas red de gas	W_{RF5}	F_{FS5}	Densidad de población	W_{FS5}
F_{RF6}	Longitud de redes eléctricas caídas	W_{RF6}	F_{FR1}	Camas hospitalarias	W_{FR1}
F_{RF7}	Vulnerabilidad centrales telefónicas	W_{RF7}	F_{FR2}	Recurso humano en salud	W_{FR2}
F_{RF8}	Vulnerabilidad subestaciones eléctricas	W_{RF8}	F_{FR3}	Espacio público	W_{FR3}
F_{RF9}	Daño en la red vial	W_{RF9}	F_{FR4}	Personal de socorro	W_{FR4}
			F_{FR5}	Nivel de desarrollo de la localidad	W_{FR5}
			F_{FR6}	Operatividad en emergencias	W_{FR6}

existente de la ciudad. Estos aspectos son factores que agravan el impacto directo de un evento peligroso.¹

Para el riesgo físico se tienen en cuenta: área destruida, número de personas fallecidas, número de heridos, daño en la red de acueducto, daños en la red de gas, redes eléctricas caídas,² entre otras. Para el coeficiente de agravamiento se tienen en cuenta factores de fragilidad social, como: área de barrios marginales, tasa de mortalidad, tasa de delincuencia, índice de disparidad social,³ densidad poblacional. Además se consideran factores de vulnerabilidad por falta de resiliencia, como: camas en hospitales, recurso humano en salud, espacio público, personal de rescate, nivel de desarrollo, operatividad en emergencia.⁴

La evaluación holística del riesgo con indicadores facilita la actualización del valor de las variables, lo que favorece la realización de análisis de sensibilidad y calibración. Se puede llevar a cabo fácilmente el seguimiento del escenario de riesgo y de la efectividad y eficiencia de las medidas de prevención y mitigación. Una vez graficados los resultados,

¹ El riesgo total se puede expresar como: $R_T = R_F(1+F)$, donde R_T es el riesgo total, R_F es el riesgo físico y F es un coeficiente de agravamiento que depende de la fragilidad socioeconómica, FS, y de la falta de resiliencia del contexto, FR.

² Todas estas variables son obtenidas de escenarios de riesgo y pueden ser calculadas utilizando diferentes metodologías (FEMA, 1999; Coburn y Spence, 2002; Yamín, en esta publicación).

³ Que puede ser equivalente al índice de necesidades básicas satisfechas, o el inverso de calidad de vida o de desarrollo humano.

⁴ También es posible utilizar el inverso del índice de gestión de riesgos en relación con el manejo de desastres, IGR_{MD} , en los casos de ciudades donde se ha evaluado el IGR (Cardona, 2005b; IDEA, 2005; Carreño *et al.*, 2006b).

para cada una de las localidades, mediante este método es sencillo identificar los aspectos más relevantes del riesgo, sin la necesidad de realizar mayores esfuerzos de análisis e interpretación de resultados.

La principal ventaja de este tipo de enfoque y modelación es la posibilidad de devolverse de los resultados mediante la desagregación de los índices en descriptores y éstos, a su vez, en indicadores, o variables, e identificar la razón por la cual una localidad presenta un mayor índice de riesgo. Esta virtud permite verificar los resultados y priorizar las acciones de prevención y planificación que se deben implementar para intervención y modificación de las condiciones que más influyen en el riesgo de una ciudad.

Aplicación a Bogotá, Colombia

A continuación se ilustra la aplicación del enfoque holístico de evaluación del riesgo en el caso de Bogotá, considerando la amenaza sísmica a la que se encuentra expuesta la ciudad.

Bogotá, capital de Colombia,

está dividida político-administrativamente en localidades o alcaldías menores. Una localidad es una división política, administrativa y territorial municipal, con competencias claras y criterios de financiación y aplicación de recursos, creada con el fin atender de manera más eficaz las necesidades de esa porción del territorio. Desde 1992, Bogotá está dividida en 20 localidades, que pueden verse en el gráfico 7.2. En este estudio se tienen en cuenta solo 19 de ellas, debido a que la localidad de Sumapaz (al sur) corresponde fundamentalmente a área rural. A su vez, estas localidades se encuentran subdivididas en 117 unidades de planeamiento zonal (UPZ).

En el caso de Bogotá ha sido posible observar la evolución de los resultados del riesgo, ya que se cuenta con escenarios de riesgo sísmico realizados por la Universidad de los Andes en 1997 (con el cual se hizo la aplicación en 2001) y 2005, teniendo en cuenta diferentes fuentes sísmicas. También se tiene información referente a la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia de la ciudad para los años 2001 y 2005.

Gráfico 7.2. División político-administrativa de la ciudad de Bogotá, Colombia

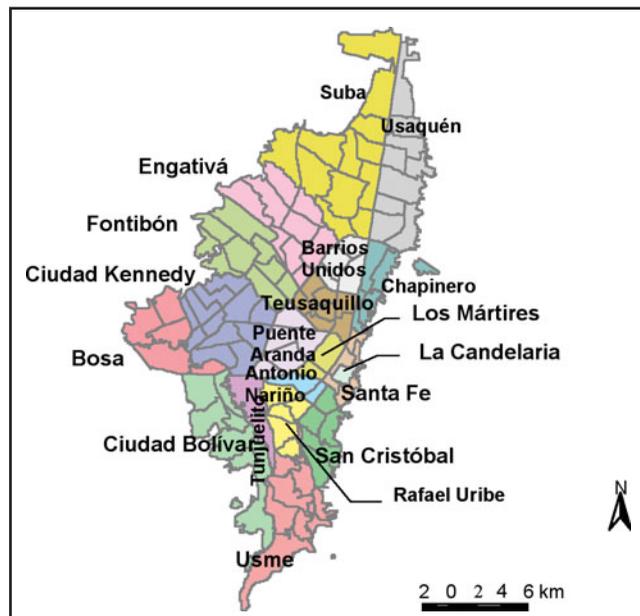
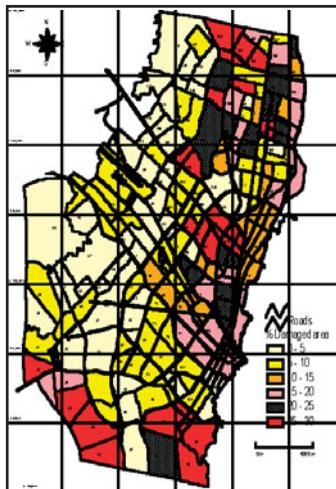


Gráfico 7.3. Escenario de riesgo sísmico físico



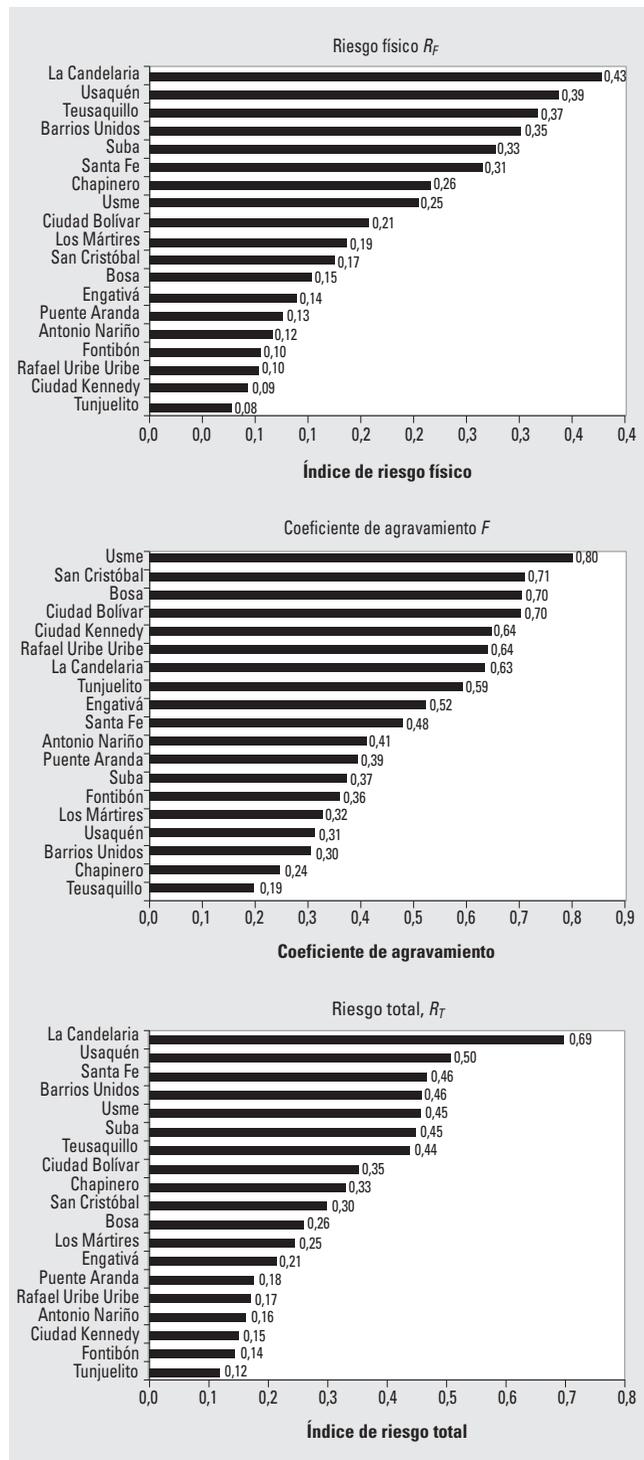
Fuente: Universidad de los Andes (1997).

El gráfico 7.3 presenta el escenario de daño utilizado para la evaluación del año 2001. El gráfico 7.4 presenta los resultados obtenidos, para riesgo físico, coeficiente de agravamiento y riesgo total.

El cuadro 7.2 presenta la clasificación de las localidades que componen a Bogotá para el año 2001, según su nivel de riesgo sísmico desde una perspectiva holística, de acuerdo con los grados o niveles de riesgo físico, fragilidad social y falta de resiliencia (que componen el coeficiente de agravamiento) y del riesgo total obtenido.

Los resultados de la evaluación en Bogotá dependen de los descriptores que componen el riesgo físico y el coeficiente

Gráfico 7.4. Resultados por localidades de Bogotá para 2001



Cuadro 7.2. Riesgo sísmico urbano de Bogotá para 2001, desde un enfoque holístico

Característica	Ind.	Grado	Rango	Localidades
Riesgo físico	R_f	Muy alto	0,45–1,00	—
		Alto	0,30–0,44	Candelaria, Usaquén, Teusaquillo, Barrios Unidos, Suba y Santa Fe
		Medio-alto	0,20–0,29	Chapinero, Usme y Ciudad Bolívar
		Medio-bajo	0,10–0,19	Mártires, San Cristóbal, Bosa, Engativá, Puente Aranda, Antonio Nariño, Fontibón y Rafael Uribe Uribe
		Bajo	0,00–0,09	Ciudad Kennedy y Tunjuelito
Coeficiente de agravamiento	F	Muy alto	0,65–1,00	Usme, San Cristóbal, Bosa y Ciudad Bolívar
		Alto	0,55–0,64	Ciudad Kennedy, Rafael Uribe Uribe, La Candelaria y Tunjuelito
		Medio-alto	0,40–0,54	Engativá, Santa Fe y Antonio Nariño
		Medio-bajo	0,20–0,39	Puente Aranda, Suba, Fontibón, Mártires, Usaquén, Barrios Unidos y Chapinero
		Bajo	0,00–0,19	Teusaquillo
Riesgo total	R_T	Muy alto	0,70–1,00	—
		Alto	0,45–0,69	La Candelaria, Usaquén, Santa Fe, Barrios Unidos, Usme y Suba
		Medio-alto	0,30–0,44	Teusaquillo, Ciudad Bolívar, Chapinero y San Cristóbal
		Medio-bajo	0,15–0,29	Bosa, Mártires, Engativá, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe, Antonio Nariño y Ciudad Kennedy
		Bajo	0,00–0,14	Fontibón y Tunjuelito

de agravamiento. Los factores de mayor incidencia, en el caso del riesgo físico, fueron: el *área destruida potencial*, y los posibles *daños en la red de acueducto*, y, en un grado menor, los posibles *daños en la red de gas* y las *redes eléctricas caídas*, el *número de fallecidos y heridos*. La contribución de los demás descriptores utilizados prácticamente fue despreciable. En el caso del coeficiente de agravamiento, los factores de mayor incidencia fueron: *el área de barrios marginales*, *la disparidad social* y *la densidad poblacional*, en lo que se refiere a fragilidades sociales. Por otra parte, desde el punto de vista de la resiliencia, la mayor incidencia la presentaron: *el nivel de desarrollo* y *el nivel de preparación para atender emergencias*. La influencia de los demás descriptores es mucho menor.

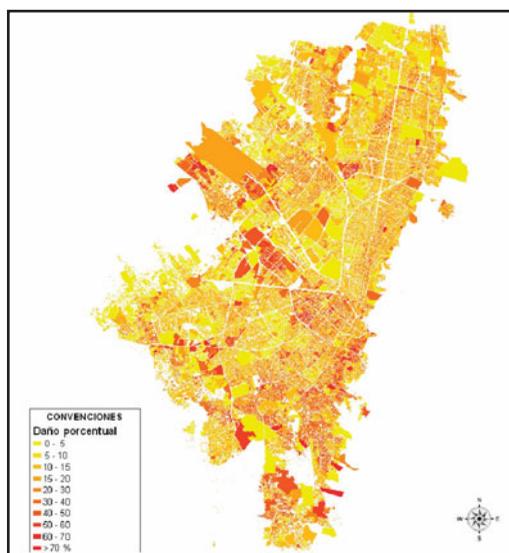
El gráfico 7.5 presenta el escenario de daños utilizado para la evaluación del año 2005. En este caso, los expertos locales decidieron que el escenario debido a un sismo en la falla frontal de la Cordillera Oriental era el más significativo para la ciudad. El gráfico 7.6 muestra los resultados obtenidos, para riesgo físico, coeficiente de agravamiento y riesgo total.

El cuadro 7.3 presenta la clasificación de las localidades que componen a Bogotá para el año 2005, según su nivel de riesgo sísmico desde una perspectiva holística, de acuerdo con los grados o niveles de riesgo físico, fragilidad social y falta de resiliencia (que componen el

coeficiente de agravamiento), y del riesgo total obtenido.

A raíz de este tipo de evaluación, la Dirección de Prevención y Atención de Desastres, DPAAE, creó una dependencia para hacer seguimiento con indicadores a las actividades del plan de prevención y atención de desastres de la ciudad y de los niveles de riesgo y desempeño de la gestión. Esta dependencia asocia los descriptores de riesgo físico aquí señalados con lo que denominan indicadores de impacto directo, y los descriptores del coeficiente de agravamiento con indicadores de impacto indirecto.

Gráfico 7.5. Escenario de riesgo sísmico físico



Fuente: Universidad de los Andes (2005).

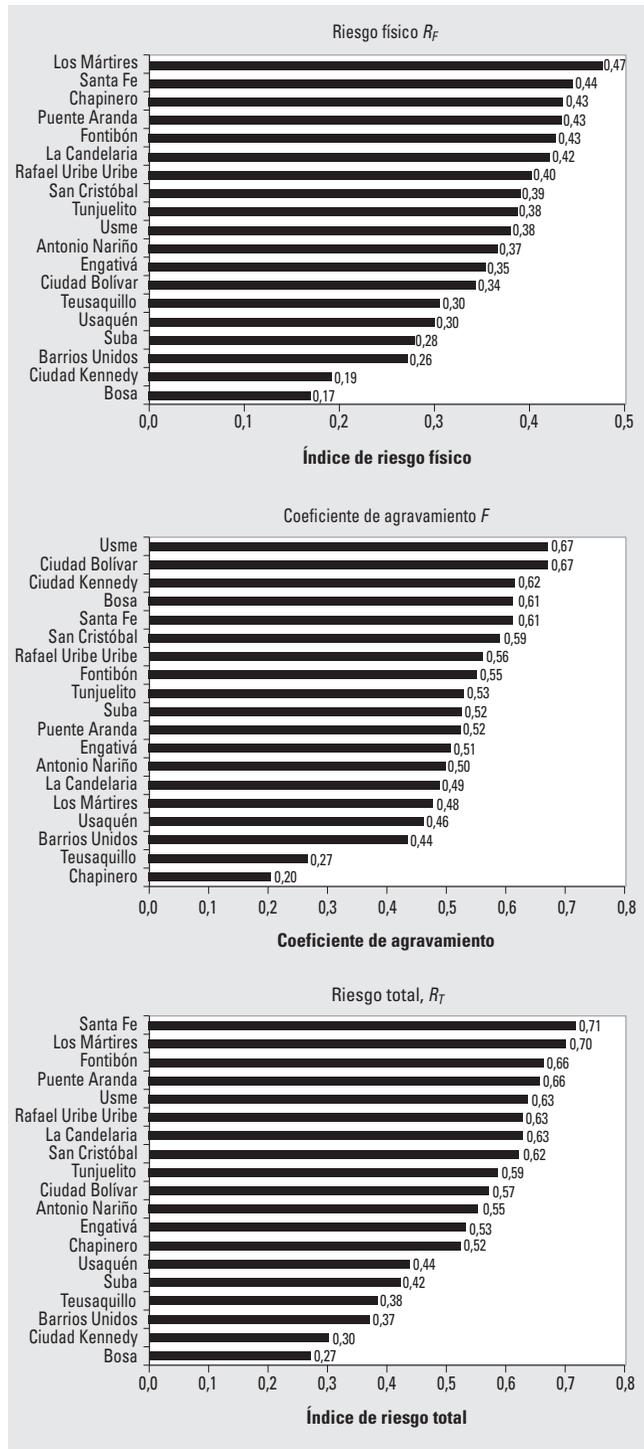
Cuadro 7.3. Riesgo sísmico urbano de Bogotá para 2005, desde un enfoque holístico

Característica	Ind.	Grado	Rango	Localidades
Riesgo físico	R_f	Muy alto	0,45–1,00	Mártires
		Alto	0,30–0,44	Santa Fe, Chapinero, Puente Aranda, Fontibón, La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Tunjuelito, Usme, Antonio Nariño, Engativá, Ciudad Bolívar, Teusaquillo y Usaquén
		Medio-alto	0,20–0,29	Suba y Barrios Unidos
		Medio-bajo	0,10–0,19	Ciudad Kennedy y Bosa
		Bajo	0,00–0,09	—
Coeficiente de agravamiento	F	Muy alto	0,65–1,00	Usme y Ciudad Bolívar
		Alto	0,55–0,64	Ciudad Kennedy, Bosa, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe y Fontibón
		Medio-alto	0,40–0,54	Tunjuelito, Suba, Puente Aranda, Engativá, Antonio Nariño, La Candelaria, Mártires, Usaquén y Barrios Unidos
		Medio-bajo	0,20–0,39	Teusaquillo y Chapinero
		Bajo	0,00–0,19	
Riesgo total	R_T	Muy alto	0,70–1,00	Santa Fe y Mártires
		Alto	0,45–0,69	Fontibón, Puente Aranda, Usme, Rafael Uribe Uribe, La Candelaria, San Cristóbal, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Antonio Nariño, Engativá y Chapinero
		Medio-alto	0,30–0,44	Usaquén, Suba, Teusaquillo, Barrios Unidos y Ciudad Kennedy
		Medio-bajo	0,15–0,29	Bosa
		Bajo	0,00–0,14	

Usando estos indicadores, actualmente la DPAE intenta definir niveles de seguridad expresados según los efectos que el Distrito Capital de Bogotá estaría dispuesto a asumir y para cada una de las localidades o alcaldías menores. El concepto se representa esquemáticamente mediante el gráfico 7.7.

Los diferentes niveles de seguridad implican la realización de cierto tipo de acciones o medidas de mitigación y la destinación de diferentes recursos. Así, cuanto mayor sea el nivel de seguridad que se espera alcanzar, mayores serán los recursos necesarios para lograrlo. Debido a que el presupuesto existente para sostener dichos niveles es limitado, actualmente se trabaja en justificar la inversión en aquellos aspectos (representados tanto por los descriptores de riesgo físico como del coeficiente de agravamiento) que puedan ser cubiertos por la restricción presupuestal. Para los niveles superiores a la restricción se espera utilizar mecanismos de transferencia del riesgo que otorguen una cobertura de efectos directos e indirectos, que actualmente son objeto de estudio por parte de la Secretaría de Hacienda

Gráfico 7.6. Resultados por localidades de Bogotá en 2005

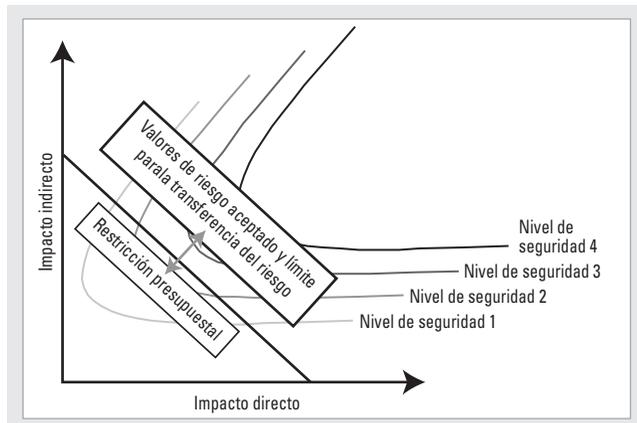


Distrital, tanto para el sector público como para el privado (ERN Colombia 2006).

A través de la ejecución de una combinación de programas de gestión ex ante y ex post se espera desarrollar proyectos que mejoren las condiciones de seguridad de los habitantes de Bogotá, lo que para la administración distrital claramente está relacionado no sólo con las medidas explícitas y convencionales de prevención y atención de desastres sino con las acciones

de los planes parciales de las localidades, el plan de desarrollo económico y social, y las orientaciones del plan de ordenamiento territorial de la ciudad.

Gráfico 7.7. Relación entre los niveles de seguridad y la restricción presupuestal en Bogotá



Fuente: Facilitado por Jairo Andrés Valcárcel, División de Indicadores, DPAE, quien orienta el modelo.

Resultados obtenidos en 2001 vs. 2005

Dado que se tienen resultados para Bogotá para los años 2001 y 2005 ha sido posible ver su evolución en el tiempo y, por lo tanto, se ha podido monitorear el riesgo. En cuanto al coeficiente de agravamiento, se puede decir que las localidades mantienen relativamente la misma situación, aunque los valores máximos han disminuido y el mínimo se ha mantenido. No obstante, en el año 2005 se observa que hay menor variación entre los resultados para las diferentes localidades. En el riesgo físico se observa una gran variación entre los resultados obtenidos para 2001 y los valores medios por localidad para 2005, lo que se debe a que los escenarios de 2005 se hicieron con una resolución mayor, es decir, la evaluación del riesgo físico es ahora mucho más detallada. El índice de riesgo físico varía de acuerdo con el escenario de daños que se tenga en cuenta. La distribución de los daños y pérdidas cambia y hay concentraciones importantes según sea el terremoto que se presente.

Aun cuando las evaluaciones más recientes son de mucho mayor resolución y los datos son de mejor calidad, se puede concluir, en general, que el riesgo sísmico físico de Bogotá en promedio a tenido un leve aumento en los últimos diez años. Ahora bien, es importante resaltar que se detecta una disminución significativa en el riesgo del contexto en términos de fragilidad social y falta de resiliencia. Este hallazgo es de especial significación, dado que las técnicas de evaluación empleadas para estimar los factores de impacto o coeficientes de

agravamiento son básicamente las mismas en los dos momentos considerados. Aunque, de acuerdo con estas evaluaciones, el riesgo sísmico total de Bogotá ha aumentado, lo que podría deberse al aumento registrado en el riesgo físico, detectar que los esfuerzos por mejorar en aspectos sociales y de capacidad de respuesta frente a desastres ha tenido efectos positivos es algo de especial importancia para la gestión del riesgo de la ciudad e ilustra el beneficio de hacer evaluaciones de riesgo con un enfoque holístico, pues de lo contrario no podría conocerse el mejoramiento logrado.

Aplicación a Metro Manila, Filipinas

Metro Manila es una megaciudad compuesta por 17 ciudades, cada una con su propia administración local (alcaldía), que pueden identificarse en el gráfico 7.8. El gráfico 7.9 presenta los resultados obtenidos de la evaluación del riesgo sísmico desde una perspectiva integral u holística, utilizando la misma metodología descrita en este capítulo.

Los resultados de la evaluación en Metro Manila dependen de los descriptores que componen el riesgo físico y el coeficiente de agravamiento. Los valores de los descriptores de riesgo físico se tomaron del escenario de daños que se consideró como el dominante. También se evaluaron otros escenarios, pero en ningún caso los valores de los daños fueron mayores. Los valores de los descriptores del coeficiente de agravamiento se obtuvieron de indicadores sociales y estadísticos de cada ciudad. Los factores de mayor incidencia, en el caso del riesgo físico, fueron: el *área destruida potencial*, el *área que se podría incendiar*, los *puentes que se podrían dañar* y, en un grado menor, los posibles *daños en la red del acueducto*. La contribución de los demás descriptores utilizados prácticamente fue despreciable. En el caso del coeficiente de agravamiento, los factores de mayor incidencia fueron: el *área de barrios marginales*, la *disparidad social* y la *densidad poblacional*, en lo que se refiere a fragilidades sociales.

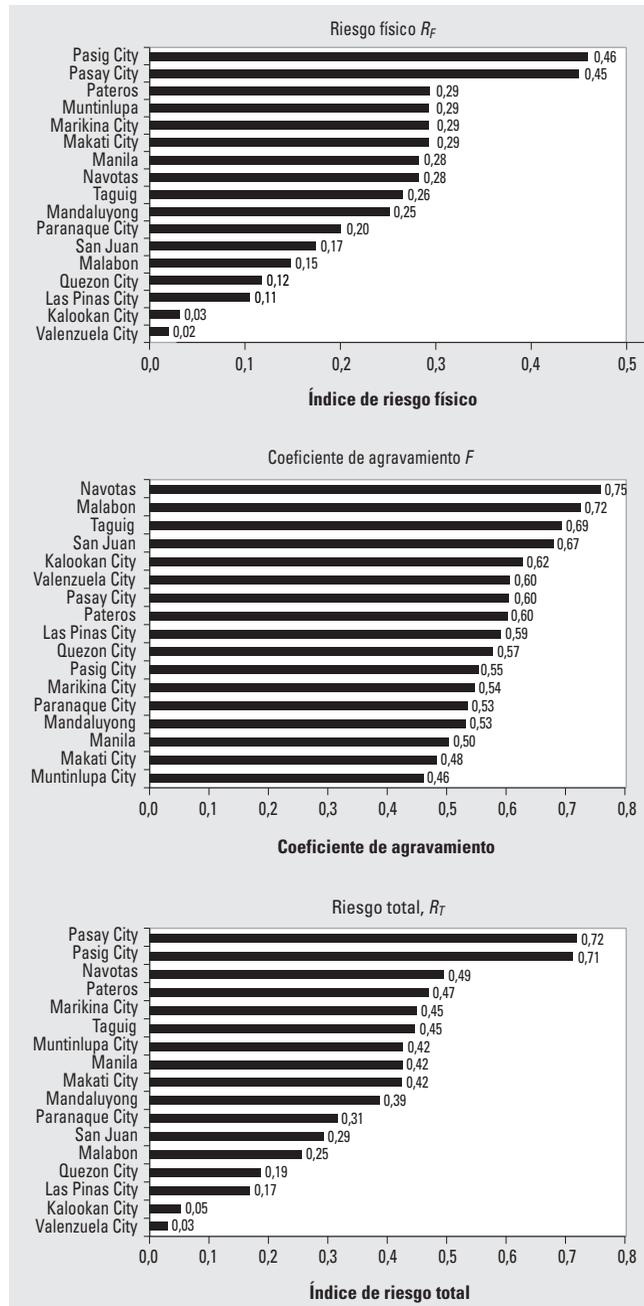
Gráfico 7.8. División político-administrativa de Metro Manila



Por otra parte, desde el punto de vista de la resiliencia, la mayor incidencia la presentaron: el *espacio público disponible*, el *nivel de desarrollo* y el *nivel de preparación para atender emergencias*. La influencia de los demás descriptores es despreciable o sus valores son casi los mismos para todas las ciudades, lo que significa que no hacen diferencia al valorar el coeficiente de agravamiento en cada una de ellas.

El factor de fragilidad social con mayor peso fue la *densidad poblacional* y en forma incipiente el *área de barrios marginales* y la *disparidad social*. Esto ilustra que para reducir el riesgo se considera fundamental desdensificar y reducir la pobreza, lo que está ligado a la planificación urbana y a los esfuerzos para mejorar el desarrollo socioeconómico. Por otra parte, desde el punto de vista de la resiliencia, el factor de mayor peso fue el *nivel de preparación para atender emergencias* y, en un grado menor, el *personal operativo*, el *nivel de desarrollo de la comunidad* y el *espacio público disponible*. Sin embargo, el *personal operativo* y el *nivel de preparación* no varían mucho en sus valores entre las ciudades, situación que se repite con el *número de camas* y el *personal hospitalario*. El *nivel de desarrollo* y el *espacio público* son, por lo tanto, las variables que tienen mayor incidencia en la diferenciación de las ciudades

Gráfico 7.9. Resultados obtenidos para Metro Manila



en su resiliencia. Lo anterior ilustra la importancia de fortalecer la organización institucional para lograr una alta capacidad de respuesta en caso de emergencias en todas las ciudades, fortalecer la gobernabilidad y la acción institucional en relación con la gestión del riesgo y explorar la manera de proveer espacio público para el alojamiento temporal en caso de desastre, lo que es del ámbito de la planificación de usos del suelo.

El cuadro 7.4 presenta la clasificación de las ciudades que componen a Metro Manila según su nivel de riesgo sísmico, desde una perspectiva holística, de acuerdo con los grados o niveles de riesgo físico, fragilidad social y falta de resiliencia (que componen el coeficiente de agravamiento) y del riesgo total obtenido.

De la desagregación de los indicadores del riesgo en sus descriptores o variables relevantes, es posible identificar los factores hacia los cuales, en cada ciudad, se debe hacer énfasis en la mitigación del riesgo, tanto desde el punto de vista físico como en aquellos aspectos del contexto social y de la capacidad de gestión, hacia los cuales hay que orientar las prioridades de la toma de decisiones.

Actualmente, la administración de Metro Manila integra estas evaluaciones a su Plan Maestro de Gestión de Riesgos. Se han realizado talleres con las personas encargadas de las diferentes instituciones para comprender la aplicación de la metodología y participar en la asignación de pesos y preferencias que se utilizan en el modelo. También se han realizado talleres interinstitucionales para asociar los resultados acerca de los problemas de riesgo identificados con las tareas de prevención de desastres que se tienen previstas en el Plan

Cuadro 7.4. Riesgo sísmico urbano de Metro Manila, desde un enfoque holístico

Característica	Ind.	Grado	Rango	Ciudades de Metro Manila
Riesgo físico	R_f	Muy alto	0,45–1,00	Pasig Pasay
		Alto	0,30–0,44	
		Medio-alto	0,20–0,29	
		Medio-bajo	0,10–0,19	
Coeficiente de agravamiento	F	Bajo	0,00–0,09	Pateros, Muntinlupa, Marikina, Makati, Manila, Navotas, Taguig, Mandaluyong, Paranaque Las Piñas, Quezon, Malabon, San Juan Valenzuela, Kalookan
		Muy alto	0,65–1,00	
		Alto	0,55–0,64	
		Medio-alto	0,40–0,54	
Riesgo total	R_T	Medio-bajo	0,20–0,39	Navotas, Malabon, Taguig, San Juan Kalookan, Valenzuela, Pasay, Pateros, Las Piñas, Quezon, Pasig Marikina, Paranaque, Mandaluyong, Manila, Makati, Muntinlupa
		Bajo	0,00–0,19	
		Muy alto	0,70–1,00	
		Alto	0,45–0,69	
Riesgo total	R_T	Medio-alto	0,30–0,44	Pasay, Pasig Navotas, Pateros, Marikina, Taguig Muntinlupa, Manila, Makati, Mandaluyong, Paranaque Las Piñas, Quezon, Malabon, San Juan Valenzuela, Kalookan
		Medio-bajo	0,15–0,29	
		Bajo	0,00–0,14	

Maestro antes mencionado en cada una de las ciudades. De esta manera, la metodología está sirviendo para sustentar y justificar, en el proceso de toma de decisiones, el tipo de acciones que se deben llevar a cabo y su respectiva priorización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardona O.D. 2001. “Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- _____. 2005a. “Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastres: informe técnico principal”. Manizales, BID/IDEA, Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: (<http://idea.unalmzl.edu.co>).
- _____. 2005b. “Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos: informe resumido”. Manizales, BID/IDEA, Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: (<http://idea.unalmzl.edu.co>).
- Cardona O.D. & A.H. Barbat. 2000. “El riesgo sísmico y su prevención”. *Cuaderno Técnico*. 5.
- Carreño, M.L., O.D. Cardona. 2005. “Riesgo sísmico de Bogotá desde una perspectiva holística”. Informe para proyecto de escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C. Bogotá, CEDERI, DPAE.
- _____. 2006. “Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos: acciones ex ante y ex post”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Carreño M.L., O.D. Cardona & A.H. Barbat. 2004. “Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo”. Colección de Monografías Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Barcelona.
- _____. 2005. “Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos”. Colección de Monografías Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Barcelona.
- _____. 2006a. Urban seismic risk evaluation: a holistic approach. *Natural Hazards*. En prensa.
- _____. 2006b. A disaster risk management performance index. *Natural Hazards*. En prensa.
- Coburn, A. & R. Spence. 2002. *Earthquake protection*. 2nd edition. Chichester, UK, John Wiley & Sons Ltd.
- ERN-Colombia. 2006. “Estimación de pérdidas económicas para diferentes escenarios de riesgo en edificaciones públicas y privadas en Bogotá y análisis económico del riesgo residual en el Distrito Capital de Bogotá”. Informes preparados para la Secretaría de Hacienda Distrital, el FONADE, el MAVDT y el Banco Mundial, Bogotá.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 1999. “Earthquake loss estimation methodology”. *HAZUS-99*.
- Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). 2005. Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: informe técnico principal. Manizales, Programa BID/IDEA de

Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: (<http://idea.unalmzl.edu.co>).

Universidad de los Andes. 1997. *Microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá*. 17 volúmenes. Bogotá, Ingeominas.

_____. 2005. Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá, DC. Bogotá, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos (CEDERI), Alcaldía Mayor de Bogotá, Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE.

Página en blanco a propósito

SECCIÓN III

**Políticas y organización institucional
para la gestión de riesgos**

Página en blanco a propósito

Como parte del proceso de fortalecimiento de una gestión local más democrática y participativa, es necesario que se abran los espacios de consulta y diálogo requeridos entre las autoridades y la sociedad civil en torno a la definición e implementación de programas y proyectos de gestión local de riesgos. Dichos procesos en sí mismos necesariamente toman en cuenta el papel protagónico de los actores locales y no pueden dejar de destacar suficientemente su importancia. En dicho contexto, la claridad con que un determinado municipio enmarca sus políticas de intervención resulta fundamental para su exitosa aplicación.

Las políticas de gestión municipal son un marco de orientaciones para la acción y en su formulación es importante precisar sus objetivos. La efectiva aplicación de las políticas lleva a definir una serie de instrumentos, cuya aplicación permite, a su vez, alcanzar los objetivos trazados.

En el capítulo 8 se describen brevemente cuáles son los objetivos de una política municipal de gestión de riesgos, enfatizando la doble perspectiva de su adopción tanto para guiar el quehacer de las autoridades municipales como para orientar la necesaria participación de la sociedad civil en la mitigación de riesgos, respuesta ante emergencias y recuperación ante desastres. Asimismo, en dicho marco se señalan los principales instrumentos mediante los cuales una municipalidad podría institucionalizar sus políticas de gestión de riesgos y promover el logro de sus objetivos en las posibles áreas de intervención.

Entre estos instrumentos de política se reseña la creación de un sistema municipal de gestión de riesgos, entendido como la relación organizada de entidades públicas y privadas que a nivel local, en razón de sus competencias o actividades, se relacionan con las labores de prevención y reducción de riesgos. Asimismo se destaca el plan municipal de gestión de riesgos como el instrumento orientador de las intervenciones interinstitucionales con base en una precisa definición de programas, subprogramas y actividades. Por otro lado, se hace referencia a un plan municipal de emergencias como instrumento diferenciado que recoja los procedimientos institucionales para la preparación, reacción y atención en caso de una crisis resultante de un desastre. Adicionalmente se destaca la importancia de establecer un sistema municipal de información para la gestión de riesgos que permita sistematizar el conocimiento de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos en el territorio municipal, contando con información relativa a los sistemas de vigilancia y alerta, capacidad de retroalimentar la gestión interinstitucional y susceptible de ser actualizado periódicamente. Finalmente se enfatiza la importancia de contar con los recursos financieros dedicados a prestar el apoyo

económico complementario que requieren las diversas actividades del proceso, reseñando lo que sería un fondo municipal para la gestión de riesgos como un instrumento adecuado para dicho propósito.

Al final del capítulo se recogen las experiencias de dos municipalidades que demuestran, desde su respectivo contexto, escala y tamaño, la aplicación particular de algunos instrumentos a su realidad específica: las municipalidades de Bogotá, Colombia, y de El Viejo, Nicaragua.

El capítulo 9 aborda los desafíos organizacionales que implica hacer efectiva la gestión municipal de riesgos desde las estructuras institucionales del gobierno local. En ello se destaca claramente que el riesgo es un problema real de política pública que requiere un enfoque multisectorial, interinstitucional e interdisciplinario y que, por lo tanto, demanda estructuras organizacionales coherentes, correctamente instaladas para asegurar la adecuada coordinación para la formulación de políticas y para velar por que las mismas se apliquen con los resultados esperados. Dadas estas características, se destaca además la conveniencia de impulsar sistemas de gestión de riesgos entre los niveles nacional y subnacional de gobierno y se presentan recomendaciones para mejorar la efectividad y la eficiencia de la gestión de riesgos municipal, señalando una ruta de acciones que pueden contribuir para dicho propósito. Finalmente se presentan consideraciones que pueden representar las principales directrices de política para orientar una estrategia para un mundo más seguro, que desde el accionar municipal resulta clave para generar consensos y consolidar redes de capacidad local.

Este capítulo muestra el caso de la municipalidad de Medellín, en Colombia, como un ejemplo concreto de la aplicación de políticas e instrumentos, y el caso de Guatemala como un ejemplo de coordinación entre los niveles nacional y subnacional en la preparación y respuesta ante desastres.

Formulación de una política municipal de gestión de riesgos

*Omar Darío Cardona A., Richard Alberto Vargas Hernández y
Asunción Alcides Morales*

Objetivos de una política de gestión de riesgos

La política de gestión de riesgos es el conjunto de orientaciones para impedir o reducir los efectos adversos sobre la población, causados por fenómenos peligrosos de origen natural o antrópico. Su éxito reside en evitar o reducir la pérdida de vidas, los daños sobre los bienes y el ambiente, y su consecuente impacto social y económico.

Los objetivos generales de una política de gestión de riesgos podrían girar en torno a la reducción de riesgos y la prevención de desastres, la socialización de la prevención y la mitigación, el logro de una respuesta efectiva en caso de emergencia, y la recuperación rápida y sostenible de las áreas afectadas. Cada uno de estos objetivos se podría subdividir en una serie de objetivos específicos; sin embargo, en cada caso (país, región, municipio) podrían ser diferentes. Cada objetivo se puede describir de manera general y en cada contexto puede desarrollarse según las características económicas, sociales, políticas y culturales.

Reducción de riesgos y prevención de desastres

Para mejorar la acción del Estado y la sociedad con fines de gestión de riesgos, es indispensable profundizar en el conocimiento de las amenazas naturales y de aquellas causadas accidentalmente por el hombre. Se debe también analizar el grado de vulnerabilidad de los asentamientos humanos y determinar las áreas de riesgo con el fin de identificar los escenarios potenciales de desastre y formular las medidas para prevenir o mitigar sus efectos mediante el fortalecimiento institucional y a través de las acciones de mediano y corto plazo que se establecen en los procesos de planificación del desarrollo sectorial y territorial, y de ordenamiento municipal.

Socialización de la prevención-mitigación

Para efectos de incorporar una actitud preventiva en la cultura y una aceptación de las acciones de prevención del Estado, se deben desarrollar programas de educación, capacitación e información pública, promovidos por las entidades del sector educativo en coordinación con las entidades territoriales y aquellas que promueven el desarrollo institucional. Se debe apoyar a los municipios en la preparación de la población, mediante simulacros y otras actividades comunitarias. Así mismo, es preciso suministrar información periódica a las autoridades municipales y departamentales en relación con aspectos legales, técnicos y de motivación. Es necesario consolidar el programa de impulso a la adecuación curricular de la educación, asociando los temas relativos a la prevención-mitigación de desastres con los de la educación ambiental, teniendo en cuenta la identificación de los riesgos naturales y tecnológicos a los cuales es vulnerable la población.

Respuesta efectiva en caso de emergencia

El fortalecimiento de la capacidad de acción y la organización institucional se constituyen en el eje para la respuesta efectiva en caso de emergencia. Este paso se debe dar en dos planos: a nivel nacional, mediante el trabajo concertado de las entidades técnicas y operativas; y a nivel local con el apoyo a la gestión a través de programas de capacitación técnica y articulación de acciones con la debida orientación de las entidades nacionales responsables. Al respecto, se debe trabajar en la elaboración de metodologías e instructivos para el desarrollo de planes de emergencia y contingencia para escenarios potenciales de desastre. Estos planes deben tener en cuenta las características físicas, económicas y sociales de cada región, así como fortalecer los organismos operativos territoriales.

Recuperación rápida y sostenible de áreas afectadas

Con el fin de superar las situaciones de desastre, se debe fortalecer la capacidad técnica, administrativa y financiera necesaria para agilizar los procesos de recuperación rápida de las áreas afectadas. Esto demanda una gran coordinación interinstitucional, que evite la duplicidad de funciones y disminuya los tiempos transcurridos entre la formulación de proyectos, su estudio y aprobación, y finalmente su ejecución para la rehabilitación y reconstrucción. En cuanto a la formulación de proyectos, se debe fortalecer la capacidad técnica a nivel local en la identificación de proyectos que tengan en cuenta las características sociales y culturales de la población afectada. Esto se logrará mediante la capacitación de funcionarios locales en la formulación y preparación de proyectos, con el apoyo de entidades del orden nacional encargadas de prestar asistencia técnica en los diferentes aspectos que involucra la reconstrucción de asentamientos humanos.

Instrumentos de una política municipal de gestión de riesgos

Los desastres son la materialización de condiciones de riesgo que no sólo dependen de la posibilidad de que se presente un fenómeno natural o tecnológico –agente perturbador–, sino también de la vulnerabilidad de la población existente en el rango de acción del fenómeno, y especialmente del hábitat urbano ante dichos peligros. En su mayoría, las condiciones de vulnerabilidad se deben a una deficiencia de desarrollo y planificación, y son una cuenta ambiental negativa hacia la cual se deben dirigir los esfuerzos de la gestión preventiva. Por consiguiente, resulta conveniente consolidar una estrategia institucional y comunitaria que permita un mayor conocimiento de los eventos potenciales, así como reducir la vulnerabilidad ante los mismos con el fin de prevenir o mitigar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de los fenómenos peligrosos.

Las acciones de los gobiernos deben garantizar un manejo oportuno de los recursos técnicos, administrativos y financieros para la atención de emergencias y rehabilitación de áreas afectadas, además de establecer las responsabilidades institucionales que permitan cumplir con los objetivos de la política de gestión de riesgos. Esta política o estrategia de Estado involucra, desde una perspectiva moderna, cuatro políticas públicas específicas distintas:

- La identificación del riesgo: que comprende la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva
- La reducción del riesgo: que involucra propiamente a la prevención-mitigación
- El manejo de desastres: que corresponde a la respuesta y la reconstrucción
- La transferencia del riesgo: que tiene que ver con la protección financiera

De lo anterior es fácil deducir que, ineludiblemente, la gestión de riesgos es transversal al desarrollo y que diversos actores sociales están necesariamente involucrados en el proceso. En este sentido, la gestión del riesgo debe contar con instrumentos que le permitan cumplir sus objetivos. De acuerdo con la experiencia de diversos procesos en diferentes países, se puede plantear que dichos instrumentos a nivel municipal podrían ser los siguientes:

- Sistema municipal de gestión de riesgos
- Plan municipal de gestión de riesgos
- Plan municipal de emergencias
- Sistema municipal de información para la gestión de riesgos
- Fondo municipal para la gestión de riesgos

Cada instrumento de política tiene una función primordial que facilita conseguir los objetivos de la misma. Estos instrumentos son indicativos y varían según las características de cada municipio.

Sistema municipal de gestión de riesgos

El principal instrumento estatal para la gestión de riesgos debe ser la creación y puesta en marcha de un sistema de gestión de riesgos, entendido como la relación organizada de entidades públicas y privadas, que en razón de sus competencias o de sus actividades tienen que ver con los diferentes campos relacionados con las labores de prevención, reducción de riesgos y respuesta en caso de desastre, incluida la reconstrucción.

En este sentido, es necesario conformar una red institucional, coordinada por una instancia nacional con réplicas en las unidades territoriales. Un sistema de esta naturaleza, además de ser una organización de instituciones abierta, adaptativa, dinámica y funcional, debe incluir un conjunto de orientaciones, normas, recursos, programas y actividades de carácter técnico-científico, de planificación, de preparación para emergencias y de participación de la comunidad. Su objetivo general debe ser la incorporación de la gestión de riesgos en la cultura y en el desarrollo económico y social de las comunidades, para de esta manera fortalecer al cuerpo social.

El sistema de gestión de riesgos debe ser instituido, en lo posible, con entidades ya existentes y concebido para que sus acciones se realicen en forma descentralizada con el apoyo de las instancias nacionales. Este sistema debe llevar a cabo sus actividades de gestión de riesgos de acuerdo con la orientación de un plan, el cual definirá, sobre diferentes ámbitos institucionales, la formulación de programas, subprogramas, actividades e instrumentos de gestión mediante la concertación interinstitucional.

Plan municipal de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos es el instrumento que define los objetivos, programas, subprogramas y actividades que orientan las acciones interinstitucionales para la reducción de riesgos, los preparativos para la atención de emergencias y la recuperación en caso de desastre. Todas las entidades, organismos públicos y privados relacionados con el tema o a los que se les solicite su contribución para la elaboración y ejecución del plan de gestión de riesgos, deben participar dentro del ámbito de su competencia y designar una sede de interlocución dentro de cada entidad que asuma la responsabilidad de facilitar y asegurar su debida participación.

Los ejes programáticos de un plan de gestión de riesgos que oriente la acción de las instituciones podrían ser los siguientes:

- Promover el desarrollo del conocimiento y evaluación del riesgo y su socialización
- Fortalecer la reducción y la previsión de los factores de riesgo