

# Planes de construcción, normas de edificación y selección de emplazamientos

## Nota de orientación 12

*Las Herramientas para la integración de la reducción del riesgo de desastres abarcan una serie de 14 Notas de orientación destinadas a organizaciones de desarrollo que deseen adaptar sus herramientas de programación, valoración inicial y evaluación de proyectos, para integrar la reducción del riesgo de desastres en sus actividades de desarrollo en países altamente expuestos a fenómenos extremos. Las Notas también son útiles para quienes trabajan en el ámbito de la adaptación al cambio climático.*

*Esta Nota se centra en el diseño de construcción, las normas de edificación y la selección de emplazamientos, así como en la importancia de estos aspectos en la mitigación del riesgo derivado de las amenazas naturales. Su objeto es orientar de forma general a planificadores profesionales y organizaciones de financiación que participan en proyectos de desarrollo sobre la construcción de nuevas infraestructuras, el fortalecimiento de la infraestructura ya existente y la reconstrucción posterior a los desastres. Además, ofrece orientación para analizar la amenaza que suponen las construcciones deficientes y el uso inapropiado de la tierra en zonas altamente expuestas a fenómenos extremos. Sólo se hace referencia a las construcciones reguladas (principalmente edificios) y las orientaciones conciernen al diseño de intervenciones estructurales (construcción o fortalecimiento) para la mitigación del riesgo que plantean las amenazas naturales para las personas vulnerables y sus medios de subsistencia, así como para la economía local. No se proponen soluciones técnicas concretas para amenazas determinadas, pues cada lugar, en función de los fenómenos a los que está expuesto, requiere una solución adaptada a las necesidades locales y a los recursos disponibles. Sí se incluyen, no obstante, referencias a lecturas adicionales sobre cuestiones técnicas. La Nota no aborda el tema de la infraestructura de mitigación del riesgo.*

## 1. Introducción

Una parte importante de los fondos de la asistencia para el desarrollo se invierte en la construcción de infraestructura en países en desarrollo. Sin embargo, en unos pocos segundos, un fenómeno natural extremo puede ocasionar la pérdida de estas inversiones y de los beneficios correspondientes para el desarrollo (véase el Recuadro 1). La mayoría de las pérdidas humanas y económicas directas provocadas por un evento natural se produce como resultado directo de los daños en zonas edificadas o por la ineficacia de los sistemas de alerta temprana y evacuación. No obstante, los efectos negativos de las amenazas naturales en las comunidades pueden limitarse si se tienen en cuenta estas amenazas en el momento de seleccionar los emplazamientos, diseñar nuevas infraestructuras y fortalecer la infraestructura existente.

La exclusión de medidas de mitigación de desastres en los proyectos de desarrollo resulta inaceptable, teniendo en cuenta la intensificación del riesgo de desastres en los países en desarrollo como consecuencia de la degradación ambiental (**véase la Nota de orientación 7**) y la creciente urbanización, ligadas a la rápida proliferación de viviendas deficientemente construidas, el uso incontrolado de la tierra, la sobrecarga de los servicios y las altas densidades de población. En consecuencia, las organizaciones de desarrollo deben responsabilizarse de las medidas encaminadas a incrementar la resistencia a los fenómenos extremos que incluyen en sus proyectos de construcción, pero también de las pérdidas que resultan de no incluirlas. Esta premisa es válida tanto para proyectos que se llevan directamente a la práctica como para aquellos en los que el trabajo práctico lo realizan otras partes.

## Recuadro 1

### Consecuencias de ignorar las amenazas en la construcción

Los siguientes ejemplos ilustran cómo el hecho de no adoptar medidas de mitigación de desastres o de confiar únicamente en las “mejores prácticas” locales puede conducir a grandes pérdidas humanas y económicas y retrasar la consecución de las metas de desarrollo cuando ocurre un desastre natural:

- En Mozambique, antes de las inundaciones de mayo de 2000 y durante varios años, el Banco Mundial financió la construcción de 487 escuelas de acuerdo con las prácticas de construcción locales. Las inundaciones dañaron o destruyeron 500 escuelas de enseñanza primaria y 7 de enseñanza secundaria,<sup>1</sup> lo que constituyó un duro revés para la consecución de los objetivos de desarrollo.
- En Woodbridge Bay, Dominica, el Banco de Desarrollo del Caribe, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el gobierno de Dominica financiaron la construcción de un puerto de aguas profundas. El centro Delft Hydraulics Laboratory (Países Bajos) llevó a cabo un estudio de las amenazas en el puerto, y entregó un informe al respecto. Los contratistas que diseñaron el puerto no tuvieron en cuenta la altura máxima de ola indicada en este informe y construyeron el puerto para que resistiera a olas de una altura inferior a la mitad de ésta. En 1979, un año después de concluir la obra, las estructuras y las instalaciones del puerto resultaron gravemente dañadas por el huracán *David*. Los costos de reparación ascendieron a 3,9 millones de dólares estadounidenses (estimación para 1982), lo que equivalía a un 41 por ciento de los costos de construcción del puerto. El Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe (PMDC) calculó que el fortalecimiento de las estructuras portuarias en la fase de diseño sólo habría ascendido a un 10 % de los costos de construcción.<sup>2</sup>
- El terremoto de 2001 en Bhuj, en la India, causó daños en gran escala, incluido el derrumbamiento de 461.593 viviendas rurales de mampostería ordinaria. En la India existen códigos de buenas prácticas antisísmicas, pero debido a su incumplimiento y a los deficientes mecanismos de inspección, 179 edificios de hormigón armado de gran altura de Ahmedabad, a 230 kilómetros del epicentro, sufrieron graves daños y algunos de ellos se derrumbaron. Los daños en la industria y las operaciones portuarias ascendieron a aproximadamente 5.000 millones de dólares estadounidenses en pérdidas directas e indirectas.<sup>3</sup>
- En 1998, el huracán *Mitch* asoló Honduras, causando unas pérdidas equivalentes al 41 por ciento del producto interior bruto del país (PIB).<sup>4</sup> En 1995, el huracán *Luis* causó en Antigua y Barbuda pérdidas que se valoraron en un 65 % de su PIB.<sup>5</sup>
- En enero y febrero de 2001, dos grandes terremotos devastaron El Salvador. Más de 165.000 viviendas resultaron destruidas, y 110.000 dañadas. En la mayoría de las áreas afectadas resultaron destruidas hasta el 85 por ciento de las viviendas. El alcance de la destrucción puede atribuirse principalmente a dos factores: el material de construcción utilizado y la calidad de la construcción y el mantenimiento.<sup>6</sup>

## 2. Estado actual de conocimientos

Con frecuencia, en pasadas iniciativas de desarrollo relacionadas con la construcción de infraestructura, se ha ignorado la posibilidad de diseñar y construir pensando en reducir la vulnerabilidad de la infraestructura a las amenazas naturales, debido a los costos supuestamente más elevados y a la falta de expertos en la materia. Además, la selección de los emplazamientos para servicios o instalaciones críticas muchas veces se ha realizado atendiendo al costo y la disponibilidad de los terrenos, más que a la seguridad frente a amenazas naturales potenciales. Habitualmente, para los trabajos de construcción, las organizaciones de desarrollo contratan a los contratistas confiando en las “mejores prácticas” locales. Los problemas surgen cuando dichas prácticas no incluyen la utilización de ningún tipo de código de edificación que considere la resistencia a fenómenos extremos o se basan en códigos de edificación que no tienen en

1 Banco Mundial. *Hazards of Nature, Risks to Development: An IEG Evaluation of World Bank Assistance for Natural Disasters*. Washington D. C.: Banco Mundial, Grupo Independiente de Evaluación, 2006. Disponible en: <http://www.worldbank.org/ieg/naturaldisasters/report.html> (Resumen en español disponible en: [http://www.worldbank.org/ieg/naturaldisasters/docs/executive\\_summary\\_spanish.pdf](http://www.worldbank.org/ieg/naturaldisasters/docs/executive_summary_spanish.pdf))

2 PMDC. *Costs and Benefits of Hazard Mitigation for Building and Infrastructure Development: A Case Study in Small Island Developing States*. Serie de publicaciones del Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe (PMDC). Washington D. C.: Organización de los Estados Americanos (OEA), 2004. Disponible en: <http://www.oas.org/CDMP/document/papers/tiems.htm>

3 MAE. *The Bhuj Earthquake of 2001*. CD-ROM. Mid-America Earthquake Center Reconnaissance Report, 2001.

4 Gunne-Jones, A. *Land-Use Planning: How Effective is it in Reducing Vulnerability To Natural Hazards?* Institute of Civil Defence and Disaster Studies (Reino Unido), 2006. Disponible en: <http://www.icdds.org/Resources/Publications/tabid/2017/Default.aspx>

5 Gibbs, T. *How can the resilience of infrastructure be increased? Proceedings of the 682nd Wilton Park Conference, Wiston House, West Sussex, England, 9–11 September 2002*.

6 Dowling, D. M. *Adobe housing in El Salvador: Earthquake performance and seismic improvement*. En: Rose, W. I. et al. (editores), GSA Special Paper 375: *Natural Hazards in El Salvador*. Geological Society of America (GSA), págs. 281–301, 2004.

cuenta en grado suficiente las amenazas locales. Habitualmente, hay códigos de este tipo en países en los que los fenómenos extremos naturales son poco frecuentes o en los que los archivos históricos de los desastres naturales son incompletos. El resultado son mapas de amenazas o de zonificación que no representan adecuadamente la frecuencia ni la magnitud potencial de las amenazas naturales (**véase la Nota de orientación 2**). Incluso cuando existen códigos de edificación apropiados, su correcta aplicación requiere contar con ingenieros, arquitectos y constructores formados, así como con procedimientos eficaces para hacer cumplir los códigos y realizar inspecciones. Muchas veces, el mal gobierno y la corrupción –causantes, por ejemplo, de irregularidades en el control del uso de la tierra y en los permisos y los códigos de edificación, así como de la ampliación ilegal de edificios– potencian los daños causados por los desastres. Además, la mayoría de los países en desarrollo carecen de procedimientos de certificación y de concesión de licencias para profesionales y no tienen medios para imponer el cumplimiento de las normas. No obstante, también en algunos países desarrollados los procedimientos para hacer que se apliquen los códigos han demostrado ser ineficaces, según se demostró en 1992, cuando el huracán *Andrew* azotó Florida (EE. UU.) y, en 1999, a raíz del terremoto en Izmit (Turquía).

Así, la adopción de las mejores prácticas locales y el uso de la tierra con un sentido oportunista pueden potenciar las deficiencias de los edificios y la infraestructura. Tanto las organizaciones de financiación como las de desarrollo deben velar por que los proyectos de construcción estén coordinados o sean ejecutados por especialistas o ingenieros con experiencia en el ámbito de las amenazas (ya sea contratándolos directamente o asegurando que el trabajo contratado esté dirigido por ellos). El especialista (o el equipo de expertos, según el número de amenazas y el alcance del proyecto) debe establecer un marco para el diseño y la construcción, que posteriormente podrá ser llevado a la práctica por otros ingenieros, constructores y trabajadores.

Contrariamente a la creencia generalizada, la aplicación de medidas encaminadas a incrementar la resistencia a fenómenos extremos de las construcciones puede ser relativamente económica en relación con los costos de construcción. Sí puede resultar caro, sin embargo, el establecimiento de un marco eficaz para la aceptación de estas medidas (p. ej., capacitación especializada, estudios apropiados sobre amenazas, investigación en soluciones de refuerzo de bajo costo). No obstante, si existe un mecanismo eficaz para la ejecución del control de calidad y el cumplimiento de los códigos de prácticas, estos costos serán cubiertos en su totalidad por el sector de la construcción. En muchos casos, el problema es que los códigos de edificación no tienen fuerza de ley y, en consecuencia, no se aplican, con lo que los organismos que encargan y financian proyectos de desarrollo son, además, responsables de suministrar la investigación, el desarrollo, la formación y la educación necesarios. Sin embargo, el Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe (PMDC)<sup>7</sup> concluyó que el desarrollo y la aplicación de códigos y normas de construcción apropiados no elevan los costos de desarrollo a un nivel prohibitivo. La inversión en la mitigación de desastres puede ahorrar muchos gastos en el socorro en casos de desastre y evitar importantes retrocesos en el desarrollo (véase el Recuadro 2). Cuando los organismos de desarrollo han invertido en promover construcciones resistentes a fenómenos extremos, muchos de los proyectos –cuidadosamente planificados– han arrojado grandes beneficios (véase el Recuadro 3).

## Recuadro 2

### ¿Cuánto cuesta?

La aplicación de medidas para mejorar la resistencia de las construcciones a los fenómenos extremos puede ser relativamente económica y proporcionar beneficios a largo plazo a los proyectos de desarrollo:

- En Bangladesh, la introducción de modificaciones sencillas encaminadas a mejorar la resistencia a los ciclones de las viviendas temporales de las llamadas *kutcha* (sin obra de albañilería) sólo asciende a un 5 por ciento de los costos de construcción.<sup>8</sup>
- La introducción de principios de sismoresistencia (diseño óptimo, principios de diseño por capacidad y criterios más estrictos para el diseño de las conexiones) en la fase de diseño de la infraestructura moderna incrementa los costos de construcción entre un 5 y un 14 por ciento.
- La empresa Consulting Engineers Partnership calculó que la rehabilitación en 1993 del Victoria Hospital (Santa Lucía) y en 1980 del Princess Margaret Hospital (Dominica), para mejorar su resistencia a huracanes, ascendió, respectivamente, al 1 y el 2,2 por ciento de su costo de reposición actual.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> PMDC (2001).

<sup>8</sup> Lewis, J. y Chisholm, M. P. *Cyclone-resistant Domestic Construction in Bangladesh*. En: Hodgson, R. L. P., Seraj, S. M. y Choudhury, J. R. (editores). *Implementing hazard-resistant housing. Proceedings of the First International Housing and Hazards Workshop to Explore Practical Building for Safety Solutions, Dhaka, Bangladesh, 3–5 December 1996*.

<sup>9</sup> Gibbs (2002); véase nota 5 a pie de página.

### 3. Incorporación de consideraciones relativas a las amenazas y los riesgos naturales en los proyectos de construcción

Para incrementar la seguridad de los edificios frente a las amenazas naturales, es necesario un enfoque integrado y global. Éste debe incluir la inversión en el fortalecimiento de estructuras existentes y en la promoción de una construcción más segura en los proyectos de desarrollo y de reconstrucción posterior a los desastres. En países altamente expuestos a fenómenos extremos, es esencial que tanto las organizaciones de financiación como las de desarrollo velen por que en las fases iniciales de los proyectos de construcción se consulte a ingenieros especializados en construcciones resistentes a fenómenos extremos.

#### Recuadro 3

#### Algunos éxitos observados

Comprobar que el uso de técnicas de construcción segura o de fortalecimiento proporciona una resistencia adecuada frente a los fenómenos extremos no es fácil, pues habitualmente las construcciones no tienen que enfrentarse a la amenaza respecto de la cual se han diseñado. No obstante, existen algunas excepciones que demuestran el éxito de este enfoque:

- En 1977, después de un ciclón que devastó extensas zonas costeras de Andhra Pradesh (India), el grupo voluntario AWARE construyó 1.500 viviendas en el distrito de Krishna. De acuerdo con diseños de resistencia a los ciclones desarrollados por el Central Building Research Institute, las viviendas poseían muros de bloques de hormigón (con cemento y granito como material de relleno) y un tejado de placas de hormigón armado. En 1990, 1.474 de estas viviendas resistieron a un ciclón más fuerte que el de 1977.<sup>10</sup>
- En Perú, en el marco de un programa piloto, se reforzaron los muros de las viviendas de adobe con mallas electrosoldadas recubiertas con mortero de cemento y arena. En 2001, estas viviendas no resultaron dañadas por el terremoto de Arequipa, mientras que otras viviendas cercanas se derrumbaron o sufrieron graves daños.<sup>11</sup>
- En Granada, en septiembre de 2004, tan sólo dos escuelas resistieron al huracán *Iván*. Ambas habían sido modernizadas en el marco de una iniciativa del Banco Mundial. Una de las escuelas se utilizó para alojar a personas desplazadas como consecuencia del desastre.<sup>12</sup>
- En 1987, tras el paso del tifón *Sisang* por Filipinas, el Ministerio de Bienestar Social y Desarrollo construyó 450 unidades de vivienda después de consultar al Asian Disaster Preparedness Center (ADPC). Las unidades se habían diseñado en forma de un refugio central con una cimentación de hormigón con cintas de acero atornilladas a cuatro pilares angulares de madera, al armazón de las viviendas, al armazón de los tejados y a las vigas. Todos los revestimientos de los techos y las paredes se realizaron con material local. Las viviendas resistieron a dos tifones posteriores sin daños significativos.<sup>13</sup>
- En Dominica, entre el 27 de agosto y el 18 de septiembre de 1995, los huracanes *Luis* y *Marilyn* causaron daños en 876 unidades de vivienda y unas pérdidas totales valoradas en 4,2 millones de dólares estadounidenses. Las pequeñas viviendas de madera que resultaron destruidas no se ajustaban a los códigos de edificación locales. Sin embargo, todos los edificios modernizados a través de sencillas modificaciones en las técnicas de construcción local, en el marco del programa de construcción segura del Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe, resistieron con éxito a los huracanes.<sup>14</sup>
- El 29 de mayo de 1990, un terremoto de magnitud 5,8 sacudió la región del Alto Mayo, en el noreste de Perú. Dada la baja calidad de las construcciones (la mayoría de tapial o adobe), el terremoto destruyó más de 3.000 viviendas; además, 65 personas resultaron muertas y 607 heridas. Tecnología Intermedia (IT Perú)<sup>15</sup> introdujo unas viviendas de quinchas mejoradas, en las que se modificaba ligeramente la tecnología tradicional para reducir la vulnerabilidad a los terremotos. En abril de 1991, otro terremoto, de magnitud 6,2, azotó la región

10 Sri, A. V. S. y Reddy, I. A. S. *The cyclone-prone coastal region of the State of Andhra Pradesh, India – A state-government approach*. En: Aysan, Y. et al. (1995).

11 Blondet, García y Brzev (2003).

12 Banco Mundial. *Grenada, Hurricane Ivan: Preliminary Assessment of Damages, September 17, 2004*. Washington D. C.: Banco Mundial, 2004. Disponible en: [http://siteresources.worldbank.org/INTDISMGMT/Resources/grenada\\_assessment.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTDISMGMT/Resources/grenada_assessment.pdf)

13 Diacon, D. *Typhoon Resistant Housing in the Philippines: The Core Shelter Project*. *Disasters*, Volumen 16 (3), págs. 266-271, 1992.

14 PMDC. *Toolkit: A Manual for Implementation of the Hurricane-resistant Home Improvement Program in the Caribbean*. Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe (PMDC). Washington D. C.: Organización de los Estados Americanos, 1999. Disponible en: <http://www.oas.org/cdmp/document/toolkit/toolkit.htm>

15 Basado en: Maskrey, A. *The Alto-Mayo reconstruction plan, Peru – an NGO approach* (en: Aysan et al. (1995)); Ferradas, P. *Post-disaster housing reconstruction for sustainable risk reduction in Peru*. Open House International, Volumen 31(1), 2006.

y las 70 viviendas quincha que se habían construido hasta ese momento resistieron mejor que otras al terremoto, según pudo comprobar por sí misma la población local. En los cinco años siguientes fueron construidas 1.120 viviendas quinchas adicionales, con ayuda de IT Perú, y posteriormente los propios habitantes del lugar construyeron 4.000 viviendas más de este tipo.

Para establecer los criterios de diseño para un proyecto de reducción del riesgo, deben determinarse el riesgo actual y el nivel de riesgo aceptable desde el punto de vista social. Debe realizarse una valoración inicial de las diversas amenazas en una etapa temprana, a fin de determinar los tipos de amenazas y su gravedad y recurrencia probables (**véanse las Notas de orientación 2 y 7**). La evaluación del riesgo actual incluye determinar los lugares que más probablemente dejarán de ser seguros en el caso de ocurrir un fenómeno natural extremo (p. ej., áreas propensas a sufrir inundaciones, deslizamientos de tierras o licuefacción causada por terremotos), evaluar el uso del suelo en estos lugares, y evaluar la capacidad de las construcciones locales para resistir a determinados eventos. Mediante un reconocimiento de los edificios y la infraestructura pueden detectarse las vulnerabilidades importantes antes de que ocurra un evento extremo. Después de un desastre, pueden extraerse enseñanzas a partir del comportamiento de los distintos tipos de construcción durante el evento. En los programas de reconstrucción después de los desastres deben integrarse estudios diagnósticos. Para determinar el riesgo aceptable desde el punto de vista social,<sup>16</sup> deben examinarse los códigos de edificación locales y nacionales,<sup>17</sup> la legislación internacional y las buenas prácticas, a fin de obtener una idea de los niveles actuales de riesgo aceptados para diferentes amenazas e infraestructuras. Por ejemplo, de acuerdo con la mayoría de los códigos de construcción antisísmica, las construcciones de importancia normal se diseñan para resistir a un terremoto con una probabilidad de ser superado en 50 años del 10 % (es decir, un evento con un período de retorno de 475 años). Posteriormente debe consultarse al gobierno local y a la comunidad, para determinar el nivel de riesgo para el diseño. Es importante subrayar que el nivel de riesgo aceptable desde el punto de vista social varía de acuerdo con el uso y la importancia de la construcción y el comportamiento deseado en el caso de ocurrir un fenómeno natural extremo. Por último, si el nivel de riesgo actual respecto a las amenazas detectadas superior al riesgo aceptable desde el punto de vista social, se determina que es necesario adoptar medidas para mejorar la resistencia a los eventos extremos (o la relocalización), y el riesgo aceptable desde el punto de vista social y las amenazas detectadas se convierten en los criterios de diseño para las nuevas actividades de construcción o fortalecimiento.

#### Recuadro 4

#### Problemas, oportunidades y buena práctica en la reconstrucción después de los desastres

Los proyectos de reconstrucción después de los desastres ofrecen una oportunidad real para incluir en la planificación de la construcción y el uso de la tierra medidas encaminadas a mejorar la resistencia a fenómenos extremos. Pueden aprovecharse el mayor grado de conciencia respecto de las amenazas y la mayor financiación para la construcción para promover este tipo de medidas y realizar las reformas legislativas necesarias para regular el uso del suelo, modificar los códigos de edificación en favor de la resistencia a los fenómenos extremos, asegurar el cumplimiento de los mismos, y mejorar el control de la calidad de la construcción.

En la reconstrucción posterior a un desastre, los organismos de desarrollo y humanitarios deben adoptar un enfoque coordinado. Además, los órganos locales o nacionales de gobierno deben apoyar las iniciativas de reconstrucción a gran escala. Es importante establecer marcos institucionales viables y asociaciones de financiación apropiadas. La reconstrucción no debe hacerse de forma precipitada. A las necesidades inmediatas puede responderse con medidas provisionales, y debe establecerse un calendario realista que permita realizar consultas a expertos en diseño resistente a fenómenos extremos y tener en cuenta objetivos a largo plazo en la reconstrucción. Después de los desastres, en función de las necesidades sociales, la disponibilidad de suelo y las restricciones económicas, no siempre es posible conseguir terrenos a salvo de todo peligro. No obstante, sí es posible reducir las pérdidas futuras debidas a los desastres a través de medidas de construcción y planificación apropiadas.

<sup>16</sup> El riesgo aceptable desde el punto de vista social equivale a la probabilidad de fallo de (o daño en) la infraestructura que pueden aceptar los gobiernos y la población en general en vista de la frecuencia y el alcance de las amenazas naturales, del uso y la importancia de la infraestructura, y de las consecuencias potenciales de su daño. P. ej., es inaceptable que una central de energía nuclear resulte dañada por cualquier amenaza natural; en este caso, el riesgo aceptable es cero. En la mayoría de los casos, la construcción de edificios e infraestructura capaces de resistir plenamente al fenómeno natural más grave posible es costosa (y frecuentemente no es justificable dada la singularidad de algunas amenazas naturales). Por ello se acepta un cierto riesgo.

<sup>17</sup> Los códigos de edificación abarcan las normas y las directrices para la construcción de edificios e infraestructura con un nivel mínimo de seguridad para sus ocupantes. Véase: PMDC (2001).

Es importante destacar que los recursos puestos a disposición de la reconstrucción inmediatamente después de un desastre, habitualmente no están disponibles para el fortalecimiento de la capacidad a más largo plazo o para promover cambios en la práctica. Una posible solución, expuesta en el documento de política de reducción del riesgo de desastres del Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (DFID),<sup>18</sup> es asignar un 10 por ciento de los fondos para casos de desastre a la reducción de los efectos de futuros desastres.

Es esencial que en todo el diseño y la ejecución de los proyectos participen activamente las partes interesadas locales. Se incluyen ahí los beneficiarios directos, la comunidad afectada en general, las autoridades locales, el gobierno y los expertos locales del mundo universitario y del sector de la construcción. La participación de estas partes ayuda a desarrollar una solución técnica verdaderamente sostenible (de fortalecimiento o reconstrucción de la infraestructura) e incrementa la aceptación del proyecto. Un proyecto de construcción sostenible y exitoso es más que la selección de un emplazamiento, la elección de una solución sostenible y la capacitación de constructores locales; tiene en cuenta también aspectos relacionados con la tenencia de la tierra, las finanzas, la educación para sensibilizar en torno a los riesgos y el mantenimiento futuro (véase el Recuadro 5).

### Recuadro 5 Más allá de la construcción

La mera propuesta de unas prácticas de construcción segura o de reparación y fortalecimiento no es suficiente para asegurar que dichas prácticas sean aceptadas por las comunidades. Los enfoques comunitarios integrados para una construcción más segura deben promoverse mediante:

- la sensibilización en materia de amenazas, a través de la educación;
- la participación de las comunidades en el desarrollo del proyecto, en la adopción de decisiones y en la elección del diseño;
- el desarrollo de mejoras tecnológicas adecuadas, asequibles y sostenibles en el plano local;
- el desarrollo de mecanismos eficaces para comunicar mensajes técnicos a los grupos beneficiarios;
- la capacitación especializada de constructores y operarios locales;
- la mejora de las condiciones de vida generales;
- la capacitación de arquitectos e ingenieros (en los sectores público y privado), funcionarios de la construcción y agentes encargados de hacer cumplir las leyes de la construcción; y
- la planificación de la preparación para desastres basada en la comunidad.<sup>19</sup>

En el socorro después de los desastres, los hospitales son instalaciones críticas, y su funcionamiento puede verse comprometido no sólo por la pérdida de su integridad estructural, sino también por los daños causados en los equipos hospitalarios y la infraestructura circundante (p. ej., imposibilidad de acceso o de abastecimiento de agua, o ausencia de electricidad). Deben realizarse análisis completos del riesgo para las estructuras, su contenido y la red de sistemas. La Organización Panamericana de la Salud (OPS)<sup>20</sup> ha preparado unas guías para realizar este tipo de análisis. Por otra parte, la muerte de escolares causa un gran impacto emocional, y los daños en las escuelas y la pérdida de maestros afectan negativamente a la educación de los supervivientes. Después de un desastre, las escuelas pueden utilizarse como refugios comunitarios y centros de organización y son esenciales para volver a la normalidad. Este hecho cada vez es más evidente para los ingenieros y para quienes trabajan en materia de desarrollo:

- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) está llevando a cabo la campaña “La reducción de desastres empieza en la escuela”, que promueve la educación en materia de reducción de los desastres y la aplicación de normas de construcción más rigurosas en las escuelas.
- En octubre de 2005, ActionAid, el Institute of Development Studies, la asociación Pamoja y la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) pusieron en marcha un proyecto de reducción del riesgo de desastres a través de las escuelas. El proyecto quinquenal, en el que participan siete países, busca incrementar la seguridad de las escuelas y convertirlas en centros de coordinación para las iniciativas comunitarias de prevención y mitigación de desastres y de preparación para los mismos.

<sup>18</sup> DFID. *Reducing the Risk of Disasters – Helping to Achieve Sustainable Poverty Reduction in a Vulnerable World: A DFID policy paper*. Londres: Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (DFID), 2006. Disponible en: <http://www.dfid.gov.uk/pubs/files/disaster-risk-reduction-policy.pdf>

<sup>19</sup> Aysan et al. (1995).

<sup>20</sup> Véase OPS (2003 y 2004).



## Recuadro 6

### Escuelas y hospitales

Una vez más, eventos recientes han demostrado la especial vulnerabilidad de las escuelas y los hospitales a las amenazas naturales:

- El 7 de septiembre de 2004, el huracán *Iván* (de categoría 3) azotó Granada y causó importantes daños en la infraestructura pública, especialmente en escuelas y hospitales. Sólo dos de 75 escuelas primarias y secundarias salieron casi indemnes; el hospital más grande de la isla, el Princess Alice Hospital, resultó dañado en más de un 70 % y el segundo hospital en tamaño, el St. Georges Hospital, sufrió algunos daños en los tejados y pérdidas en los equipos de laboratorio.<sup>21</sup> Se rompieron las ventanas, lo que impidió usar inmediatamente después del huracán la infraestructura poco dañada.
- El terremoto de magnitud 7,6 que sacudió Pakistán el 8 de octubre de 2005 causó graves daños en el 95 por ciento de las escuelas de la provincia de Azad Jammu Kashmir y en el 53 por ciento de las de la Provincia de la Frontera del Noroeste; algunas llegaron incluso a derrumbarse; muriendo 18.095 escolares y 853 maestros. Además, resultaron total o parcialmente dañadas 423 instalaciones de salud. Parte del personal sanitario murió o resultó herido, se perdieron datos y dejaron de funcionar los sistemas de información, produciéndose un colapso completo del sistema de salud.<sup>22</sup>
- Después del terremoto de enero de 1995 en Port Island, Kobe, Japón, el Kobe General Hospital podía seguir prestando servicios. Sin embargo, su funcionamiento se vio comprometido por el derrumbamiento del puente que unía Port Island con tierra firme.<sup>23</sup>

Las técnicas para reforzar edificios o a hacerlos seguros frente a las amenazas deben responder a todos los posibles fenómenos, no sólo el fenómeno natural causante del desastre más reciente. Muchas veces, elementos del diseño que buscan mejorar la capacidad de resistencia a un tipo de amenaza natural incrementan simultáneamente la capacidad para resistir a otras amenazas, por ejemplo, las conexiones adecuadas entre cimientos, armazones, muros y tejados de los edificios. No obstante, en ciertos casos, los elementos del diseño que mejoran la capacidad de resistencia a un tipo de fenómeno pueden reducir la capacidad de resistencia a otro tipo de evento. Por ejemplo, los tejados pesados soportan mejor los vientos fuertes de los ciclones, las tormentas y los tifones, pero también ejercen más fuerza sobre los edificios en casos de terremoto.

En los países en desarrollo, para proporcionar una solución segura, muchas veces no es necesario recurrir a métodos y materiales de construcción completamente nuevos. Deben evaluarse las prácticas de construcción locales y determinarse sus puntos débiles y fuertes teniendo en cuenta el tipo y la recurrencia de los fenómenos naturales extremos. Mediante mejoras estructurales sencillas y económicas, combinadas con métodos de construcción de calidad y un mantenimiento continuo, pueden superarse las principales deficiencias.<sup>24</sup> Cuando se introducen nuevos materiales, se debe asegurar que existe la base de conocimientos adecuada para su uso, o se debe impartir la formación necesaria, a fin de evitar que aumente la vulnerabilidad como consecuencia de una construcción precaria.

Debe prestarse especial atención a la localización y el diseño de las instalaciones y las infraestructuras críticas esenciales para el socorro y la recuperación en casos de desastre (véase el Recuadro 6, más arriba). En estos casos, los criterios de resistencia a fenómenos extremos incluidos en los códigos de prácticas para las estructuras normales no son adecuados, pues la interrupción del funcionamiento de estas instalaciones no es aceptable desde el punto de vista social. Para las instalaciones críticas, las nuevas iniciativas (p. ej., FEMA 356<sup>25</sup> y OPS (2004)) defienden un diseño basado en el comportamiento de las construcciones que tenga en cuenta el nivel más bajo de riesgo aceptable desde el punto de vista social. Ello supone asociar los objetivos de comportamiento que se desea alcanzar (p. ej., alteración del funcionamiento y daños graves, pero protección de la vida) con diferentes períodos de retorno de los fenómenos extremos (p. ej., de un evento muy poco frecuente y del evento de mayor alcance posible) para determinar la carga de diseño del edificio. Cuando el fenómeno considerado es el viento, se puede intentar adoptar un enfoque de “tolerancia (de daños) cero” en el diseño y la construcción de las instalaciones críticas. También puede promoverse la utilización de tecnologías ya probadas (como el aislamiento de base) en el diseño de nuevas instalaciones que deban seguir funcio-

<sup>21</sup> Banco Mundial (2005).

<sup>22</sup> EEFIT. *EEFIT mission: October 8, 2005 Kashmir earthquake*. Earthquake Engineering Field Investigation Team (EEFIT), 2006. Disponible en: <http://www.istructe.org/eeffit/files/EEFIT%20Mission%20Pakistan%20-%20prelim%20report.pdf>

<sup>23</sup> Davis, I. *Location and operation of evacuation centres and temporary housing policies*. Committee for Global Assessment of Earthquake Countermeasures. Hyogo Prefecture, Kobe Disaster Management Division, Japón, 2001.

<sup>24</sup> Aysan et al. (1995).

<sup>25</sup> ASCE. *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings, FEMA 356*. Washington D. C.: American Society of Civil Engineers, 2000. Disponible en: [http://www.degenkolb.com/0\\_0\\_Misc/0\\_1\\_FEMADocuments/pub/outbox/fema356/ps-draft/ps-cvr.pdf](http://www.degenkolb.com/0_0_Misc/0_1_FEMADocuments/pub/outbox/fema356/ps-draft/ps-cvr.pdf)

nando después de ocurrir un evento extremo. Muchas veces, simplemente teniendo en cuenta las amenazas naturales en la localización de las instalaciones críticas y en el diseño de la infraestructura de la que dependen, puede mejorarse notablemente la capacidad de resistencia de estas instalaciones y su funcionamiento después de los desastres. Por ejemplo, la dispersión de los servicios críticos introduce redundancias y evita los “efectos dominó” en los cortes de servicios en las comunidades afectadas por desastres. Y lo que es más importante, todas las instalaciones críticas deben estar diseñadas por profesionales con certificados apropiados y conocimientos especializados. En California, por ejemplo, el diseño de escuelas y hospitales, estrictamente controlado por una organización estatal, sólo lo realizan profesionales especialmente autorizados.

## 4. Un enfoque por etapas

Son varias las organizaciones que, sobre la base del éxito o el fracaso de proyectos en los que han participado, han propuesto procedimientos a seguir en las iniciativas de construcción y fortalecimiento para mejorar la resistencia a los fenómenos extremos. La Tabla 1 se ha elaborado a partir de un examen de estos procedimientos,<sup>26</sup> de fuentes técnicas<sup>27, 28, 29</sup> y de iniciativas que han dado buenos resultados (p. ej., Recuadro 3). En ella se resumen los aspectos que hay que tener en cuenta en las diferentes etapas de la valoración inicial de este tipo de proyectos. Estos aspectos se suman a los esbozados en la **Nota de orientación 1**.

**Tabla 1 Resumen de aspectos que hay que tener en cuenta en la programación, la identificación y la valoración inicial de un proyecto de construcción o fortalecimiento para reducir el riesgo relacionado con las amenazas naturales**

<i>Etapa</i>	<i>Aspectos clave</i>
<b>Definición de funciones y responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Definir claramente las funciones y las responsabilidades sobre los principales elementos del proyecto (es decir, evaluación del riesgo, diseño y localización de infraestructura con una capacidad de resistencia apropiada frente a los fenómenos extremos, cumplimiento del diseño y control de calidad de la construcción, operación y mantenimiento) de las personas, los organismos y las organizaciones que participan en el proyecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trabajar en coordinación con otras organizaciones (humanitarias) de desarrollo o socorro activas en la zona para evitar la duplicación de actividades de investigación sobre construcciones resistentes a fenómenos extremos y promover el uso armonizado de las normas de construcción para la resistencia a los fenómenos extremos</li> <li>■ Establecer un sistema de consulta y colaboración con ingenieros, investigadores, el gobierno local y la comunidad afectada</li> <li>■ Asegurar que los ingenieros y otros proveedores de servicios de infraestructura, más que construir o prestar los servicios por encargo, participen plenamente en el diseño del proyecto</li> </ul> </li> </ul>
<b>Evaluación de las amenazas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evaluar la frecuencia y el alcance de todas las posibles amenazas naturales (geológicas, meteorológicas o hidrológicas) en el área del proyecto (<b>véanse también las Notas de orientación 2 y 7</b>) y determinar los escenarios de fenómenos extremos más probables para tenerlos en cuenta en el diseño de la infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Preferiblemente, el documento de Estrategia de País de la organización de desarrollo ya debe proporcionar una idea de la importancia del riesgo de desastres en el país en cuestión (<b>véase la Nota de orientación 4</b>)</li> <li>■ Posiblemente pueda obtenerse información para la evaluación de las amenazas a partir de estudios realizados por universidades y mapas de amenazas. Sin embargo, según las amenazas y el lugar, puede ser necesario realizar además análisis específicos del riesgo local o estudios de microzonificación</li> <li>■ Debe examinarse la posibilidad de que se produzcan efectos locales secundarios (p. ej., deslizamientos de tierras debidos a lluvias intensas o a sacudidas)</li> </ul> </li> </ul>

26 Aysan et al. (1995); UNDRP (1982); Banco Mundial (2005).

27 Coburn, A. y Armillas, I. *Earthquake Reconstruction for Future Protection*. En: Aysan, Y. y Davis, I. (editores). *Disasters and the small dwelling: Perspectives for the UN IDNDR*. Oxford: James & James (Publishers) Ltd., 1992.

28 Davis, J. y Lambert, R. *Engineering in emergencies: A practical guide for relief workers*. Bourton-on-Dunsmore: Intermediate Technology Development Group (ITDG) Publishing/RedR, 2002. 2ª edición.

29 Lubkowski, Z. y da Silva, J. *The People of Aceh. Aceh & Nias Post-Tsunami Reconstruction: Review of Aceh Housing Program*. Londres: Arup, 2006. Disponible en: [http://www.arup.com/\\_assets/\\_download/download512.pdf](http://www.arup.com/_assets/_download/download512.pdf)



Etapa	Aspectos clave
<b>Examen de la legislación y las buenas prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evaluar los códigos de prácticas que abordan la resistencia a los fenómenos extremos y determinar si son adecuados: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ En el caso ideal, este examen ya lo habrá realizado a nivel nacional una organización de desarrollo o un organismo local de investigación/académico. Si es útil en el contexto concreto del proyecto, puede recurrirse al mismo</li> <li>■ Si no existe dicho examen, deben estudiarse los códigos de prácticas existentes que abordan la resistencia a fenómenos extremos. Para ello, se puede: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ explorar la historia de la elaboración del código y el grado en que aborda las amenazas</li> <li>■ examinar el comportamiento de los edificios/la infraestructura diseñados de acuerdo con el código en anteriores eventos extremos</li> <li>■ comparar los criterios de carga y de diseño frente a los códigos de edificación desarrollados para países con amenazas similares y países vecinos con una práctica de construcción similar</li> <li>■ examinar los códigos de buenas prácticas y de construcción internacionales, diseñar directrices apropiadas para las amenazas detectadas y evaluar su aplicabilidad</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Examen de las metodologías y la capacidad de construcción locales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Determinar las principales prácticas locales de construcción para el tipo de infraestructura pertinente. En el caso de construcciones nuevas, puede realizarse una evaluación bastante rápida, pero en los proyectos de modernización debe llevarse a cabo un análisis más detallado: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecer los puntos débiles en las estructuras y la vulnerabilidad de la infraestructura a las amenazas naturales detectadas. Éstos serán evidentes después de un desastre. Puede incluirse un estudio de la tasa de degradación de la estructura y sus materiales a lo largo del tiempo para evaluar la capacidad de resistencia a los fenómenos extremos previstos</li> <li>■ Determinar las ventajas y la durabilidad de los materiales</li> <li>■ Determinar quién realiza el diseño y la construcción (diseño sobre la base de estudios técnicos o no, construcción por el propietario o a través de contratistas) y el grado de cumplimiento del código</li> </ul> </li> <li>■ Evaluar la resistencia de las construcciones locales a las amenazas detectadas y el nivel de riesgo que éstas plantean</li> </ul>
<b>Establecimiento de los objetivos de seguridad frente a las amenazas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecer objetivos claros y mensurables de seguridad frente a las amenazas, de acuerdo con el nivel de riesgo que puedan soportar los organismos públicos y gubernamentales afectados. Tener en cuenta las cuestiones relativas a la rendición de cuentas del organismo de desarrollo</li> <li>■ Examinar diferentes objetivos de comportamiento para las instalaciones y la infraestructura críticas, en particular teniendo en cuenta los efectos potenciales en los usuarios o los clientes que resultarían negativamente afectados, en grado diferente, por la pérdida de los servicios</li> </ul>
<b>Selección del emplazamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Habitualmente, el emplazamiento para el proyecto será seleccionado por el gobierno local atendiendo a criterios de disponibilidad y económicos. Debe evaluarse la idoneidad del emplazamiento, por ejemplo mediante listas de verificación (Corsellis y Vitale<sup>30</sup> y Proyecto Esfera,<sup>31</sup> entre otros). Deben tenerse en cuenta también todas las evaluaciones de amenazas realizadas en etapas anteriores</li> <li>■ Determinar si son necesarios trabajos adicionales a fin de que el emplazamiento sea viable para el proyecto, o si debe limitarse el uso de la tierra para reducir la vulnerabilidad a las amenazas naturales</li> <li>■ Examinar si la relocalización a otro lugar de menor riesgo es una posibilidad a tener en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pueden aprovecharse la topografía y la ordenación paisajística para reducir los efectos de posibles fenómenos naturales extremos (p. ej., para minimizar el riesgo de inundaciones o modificar la velocidad y la dirección del viento)</li> <li>■ El canje de terrenos puede ser una posible solución, en colaboración con el gobierno local, aunque es más frecuente procurar proteger los terrenos de las amenazas</li> </ul> </li> </ul>
<b>Diseño y adquisición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diseñar una solución de fortalecimiento/construcción sostenible y aceptable desde el punto de vista social, que cumpla los objetivos de seguridad frente a amenazas: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Examinar las limitaciones financieras, la capacidad de construcción y la disponibilidad de material</li> <li>■ Si se trata de una iniciativa de fortalecimiento, tener en cuenta la alteración de la actividad normal</li> <li>■ Asegurar que los efectos ambientales y sociales de la solución propuesta sean aceptables (<b>véanse las Notas de orientación 7 y 11</b>)</li> <li>■ Asegurar (p. ej., a través de pruebas e investigación) que la solución propuesta conduzca a los objetivos de comportamiento fijados en la etapa anterior</li> </ul> </li> </ul>

30 Corsellis, T. y Vitale, A. *transitional settlement - displaced populations*. Cambridge, Reino Unido: "shelterproject" (University of Cambridge) y Oxfam, 2005. Disponible en: [http://www.sheltercentre.org/shelterlibrary/items/pdf/Transitional\\_Settlement\\_Displaced\\_Populations\\_2005.pdf](http://www.sheltercentre.org/shelterlibrary/items/pdf/Transitional_Settlement_Displaced_Populations_2005.pdf)

31 Proyecto Esfera. *Carta Humanitaria y Normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre*. Ginebra: Proyecto Esfera, 2004. Disponible en: <http://www.sphereproject.org/spanish/manual/index.htm>

<b>Etapa</b>	<b>Aspectos clave</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desarrollar una estrategia de adquisición que proporcione un valor general para el dinero y los recursos durante toda la vida del servicio/la instalación</li> <li>■ Evaluar la competencia del contratista: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Examinar el nivel necesario de supervisión de la obra</li> <li>■ Abordar las cuestiones relativas a la capacitación especializada necesaria para llevar a la práctica la solución propuesta (p. ej., formación en el trabajo incluida en la fase de ejecución)</li> </ul> </li> <li>■ Desarrollar ayudas y directrices de construcción basadas en las condiciones locales de amenaza, las características del material de construcción, y la capacidad y la calidad de construcción, utilizando para ello los resultados de los estudios arriba mencionados</li> </ul>
<b>Construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es esencial que la calidad de construcción no comprometa el propósito del diseño. Por ello, debe establecerse un mecanismo para la inspección y comprobación multidisciplinarias frente a las especificaciones de los trabajos en todo el proceso de construcción: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Poner a prueba los materiales y comprobar que cumplen las normas generales de diseño</li> <li>■ Velar por que se ejecute el sistema de control de calidad</li> </ul> </li> </ul>
<b>Operación y mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Proporcionar directrices para la operación y el mantenimiento, a fin de preservar el nivel de capacidad de resistencia a fenómenos extremos considerado en el diseño</li> <li>■ Establecer una estructura de financiación y gestión para la operación y el mantenimiento</li> <li>■ Definir el procedimiento a seguir para la aprobación de cualquier modificación estructural a lo largo de la vida prevista de la estructura</li> </ul>
<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deben evaluarse la idoneidad del diseño de la infraestructura y el éxito del proyecto en su conjunto. Los aspectos a tener en cuenta incluyen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Funcionalidad, aceptación social y sostenibilidad</li> <li>■ Costo del proyecto en relación con los beneficios potenciales del diseño resistente a fenómenos extremos en eventos futuros, de los conocimientos transmitidos a los constructores y de las nuevas normas de construcción introducidas</li> <li>■ Presentación de informes sobre el comportamiento de la infraestructura en todos los casos en que haya ocurrido algún fenómeno extremo</li> </ul> </li> <li>■ Resumir, difundir y tener en cuenta en futuros proyectos las enseñanzas extraídas en relación con el fortalecimiento de la capacidad de resistencia a fenómenos extremos</li> </ul>

## 5. Factores críticos para el éxito

Los factores críticos que deben abordarse para asegurar la integración exitosa de una construcción más segura son:

- **Comprobación del diseño, observación de las buenas prácticas de construcción y control de calidad.** Para comprobar los diseños, asegurar la observación de las buenas prácticas de construcción y controlar la calidad de la construcción a lo largo de todo el proceso de construcción, son necesarios políticas apropiadas, medidas de ejecución eficaces y personal técnico adecuadamente formado. La comprobación de los diseños no pueden realizarla eficazmente personas menos informadas y experimentadas que los diseñadores. La satisfacción de los objetivos de calidad puede estar condicionada a criterios de pago, a calendarios para los contratistas y a garantías de buena ejecución. Generalmente, la observación de las buenas prácticas y el control de calidad son los elementos más débiles del sistema, muchas veces debido a la falta de recursos humanos y financieros asignados a estas funciones y a la injerencia política en el sistema normativo.<sup>32</sup> Sin embargo, se estima<sup>33</sup> que la comprobación y el seguimiento del diseño y la construcción de la infraestructura se traducen en unos costos adicionales que se sitúan entre el 1 y el 2 por ciento de los costos de construcción. Distribuyéndola a lo largo de la vida útil de la construcción y sabiendo que se compensará por ahorros en los costos de mantenimiento, esta suma puede considerarse pequeña.
- **Consultas a expertos en amenazas y construcción.** Un aspecto fundamental para el éxito de las medidas encaminadas a mejorar la resistencia a los fenómenos extremos y para su integración en los proyectos de desarrollo del ámbito de la construcción es que los organismos de desarrollo y financiación reconozcan que en la coordinación y el diseño del proyecto y de los trabajos de construcción deben participar especialistas en amenazas e ingenieros civiles y estructurales. Una pequeña contribución de éstos al principio del proyecto puede asegurar que el diseño tenga en

<sup>32</sup> PMDC (2001).

<sup>33</sup> Gibbs (2002); véase nota 5 a pie de página.

cuenta el nivel correcto de riesgo y que se empleen soluciones técnicas y prácticas de construcción apropiadas. La no participación de expertos y la dependencia de las prácticas recomendadas locales pueden conducir al restablecimiento o la intensificación de la vulnerabilidad.

- **Planificación del uso de la tierra y mejora de los códigos de edificación en lo relativo a la resistencia a fenómenos extremos.** Posiblemente, las organizaciones de desarrollo deban brindar apoyo a los gobiernos, a las instituciones profesionales y a otros organismos nacionales para mejorar la evaluación de las amenazas y la representación de éstas en los códigos de edificación, para adaptar los códigos para contabilizar el aumento de las amenazas resultante del cambio climático (cuando se elabora un código a partir de otro más antiguo), y para mejorar los criterios de diseño estructural y la zonificación del uso de la tierra.
- **Mejora de la práctica.** Es posible que en los países en desarrollo deban impartirse orientación, capacitación y educación técnicas a los ingenieros, los constructores y los arquitectos locales. Para ello, es necesario cooperar con expertos en construcciones resistentes a eventos extremos para desarrollar material educativo y de capacitación apropiado, y disponer de técnicos adecuadamente capacitados que transmitan los conocimientos. Un ejemplo reciente en este ámbito ha sido el proyecto de capacitación en materia de construcción de viviendas ejecutado por la organización GOAL en Pakistán, después del terremoto de 2005.<sup>34</sup>
- **Estimular la aceptación local y la participación comunitaria.** En la mayoría de los casos, el fracaso de los proyectos de desarrollo de construcción (o de fortalecimiento) de viviendas resistentes a eventos extremos se ha debido a la falta de aceptación local. Esto ocurre en particular cuando las técnicas propuestas de fortalecimiento, construcción o reparación se desarrollan sin consultar a la comunidad afectada y por lo tanto ni son sostenibles ni responden a las necesidades locales. Además, son errores comunes que las soluciones propuestas sean excesivamente caras o se basen en materiales y técnicas de construcción nuevos, para los que la capacidad de construcción local es inadecuada, o que los materiales y las formas introducidos sean inapropiados desde los puntos de vista social, económico, cultural o climático.
- **Directrices para el diseño basado en el comportamiento de estructuras expuestas a fenómenos naturales de diferente recurrencia.** En este tipo de diseño deben determinarse los niveles de riesgo aceptables para diferentes tipos de estructuras, de acuerdo con el comportamiento que se desea muestren en el caso de diferentes frecuencias de ocurrencia de fenómenos naturales extremos. Este concepto, propuesto en el campo de la ingeniería antisísmica,<sup>35</sup> debe ampliarse para incluir múltiples amenazas y se deben introducir las políticas necesarias para asegurar que las escuelas y los hospitales se diseñen con una mayor resistencia a fenómenos extremos. Además, debe tenerse en cuenta el riesgo derivado del fallo de los componentes no estructurales (p. ej., la pérdida de la capacidad de servicio de una instalación debido a los daños en los equipos). Tener en cuenta, en la etapa de diseño de hospitales, escuelas y otras infraestructuras críticas, el comportamiento deseado cuando ocurre un fenómeno natural, promueve el establecimiento de prioridades y favorece un diseño más riguroso de los mismos.
- **Gasto adecuado en operación y mantenimiento.** Para mantener la resistencia frente a fenómenos extremos diseñada, es necesario el gasto correspondiente. Para un edificio público, el presupuesto anual de mantenimiento asciende a aproximadamente el 4 por ciento de su costo de capital actual.<sup>36</sup> A veces, con el tiempo, los fondos para la operación y el mantenimiento se desvían a otros usos. Como resultado, la instalación puede no resultar ya adecuada para su uso normal y ser más vulnerable a las amenazas naturales. Un método para asegurar la inversión constante en la operación y el mantenimiento es vincularla a un seguro que, si se mantiene adecuadamente la infraestructura, cubre los daños ocasionados por las amenazas naturales.
- **Promover la investigación sobre los efectos de los fenómenos naturales en las estructuras construidas sin planos previos.** Es necesario entender mejor el comportamiento de las estructuras diseñadas sin un proyecto previo y de los materiales de construcción tradicionales en episodios de fenómenos naturales extremos, y conocer más profundamente las tecnologías utilizadas. Los efectos de diferentes fenómenos naturales en los edificios se han estudiado en diferente grado de profundidad. Los ciclones, los tifones, las tormentas, las inundaciones, los deslizamientos de tierras y los terremotos son amenazas cuyos efectos se han investigado activamente. Sin embargo, los desastres más recientes en el Océano Índico han puesto de relieve la falta de estudios sobre los efectos de corrientes violentas y tsunamis en zonas edificadas.<sup>37</sup>
- **Una solución tecnológica no es suficiente por sí misma.** La construcción a prueba de fenómenos extremos es sólo un componente de la mitigación del riesgo de desastres que debe vincularse a otras formas de reducción del riesgo, tales como planes de evacuación y otras medidas de preparación comunitaria.

34 Véase: <http://www.goal.ie/newsroom/report0306.shtml>

35 SEAOC. *Performance-based seismic engineering of buildings, Vision 2000 Committee*. Sacramento, EE. UU.: Structural Engineers Association of California (SEAOC), 1995.

36 Gibbs (2002); véase nota 5 a pie de página.

37 EEFIT. *The Indian Ocean Tsunami, 26th December 2004*. Earthquake Engineering Field Investigation Team (EEFIT), 2005. Disponible en: [http://www.istructe.org/eeffit/files/Indian\\_Ocean\\_Tsunami.pdf](http://www.istructe.org/eeffit/files/Indian_Ocean_Tsunami.pdf)

## Recuadro 7

### Terminología sobre amenazas y desastres

Quienes trabajan en el ámbito de los desastres, reconocen de forma generalizada que la terminología sobre amenazas y desastres se utiliza sin coherencia en todo el sector, como consecuencia de la participación de profesionales e investigadores de una amplia gama de disciplinas. En las presentes Notas de orientación, los términos principales se utilizan con el significado siguiente:

Llamamos *amenaza*, *peligro* o *fenómeno natural* (*hazard*, en inglés) a los eventos geofísicos, atmosféricos o hidrológicos (p. ej., un terremoto, un deslizamiento de tierras, un tsunami, un huracán, una onda de marea, una inundación o una sequía) que poseen el potencial de causar daños o pérdidas.

La *vulnerabilidad* es el potencial para sufrir daños o pérdidas, y está relacionada con la capacidad para anticiparse a un peligro, hacerle frente, resistir al mismo y recuperarse de sus efectos. Tanto la vulnerabilidad como su antítesis, la *resiliencia*, están determinadas por factores físicos, ambientales, sociales, económicos, políticos, culturales e institucionales.

Un *desastre* es la ocurrencia de un fenómeno natural extremo, con efectos en las comunidades vulnerables, que causa daños considerables, trastornos y eventualmente heridos o muertos, y que deja a las comunidades afectadas en una situación de incapacidad para funcionar con normalidad sin asistencia externa.

El *riesgo de desastres* depende de las características y la frecuencia de los fenómenos que se producen en un lugar específico, así como de la naturaleza y el grado inherente de vulnerabilidad o resiliencia de los elementos en riesgo.

La *mitigación* abarca las medidas estructurales (físicas) o no estructurales (p. ej., planificación del uso de la tierra, educación de la población) que se adoptan para minimizar los efectos adversos de peligros naturales potenciales.

La *preparación* abarca las actividades realizadas y las medidas adoptadas antes de producirse un evento, a fin de preverlo, así como alertar y evacuar a las personas y asegurar los bienes cuando existe una amenaza concreta, y velar por una respuesta eficaz (p. ej., almacenar suministros alimentarios).

El *socorro*, la *rehabilitación* y la *reconstrucción* abarcan las medidas adoptadas después de un desastre a fin de, respectivamente, salvar vidas y atender a las necesidades humanitarias inmediatas, restablecer las actividades habituales, y restablecer la infraestructura física y los servicios.

El *cambio climático* es un cambio significativo, desde el punto de vista estadístico, en los valores medios o la variabilidad del clima en un lugar o región durante un período de tiempo prolongado, ya sea que se deba a los efectos directos o indirectos de las actividades humanas sobre la composición de la atmósfera terrestre o a la variabilidad natural.

## Otras lecturas

Los proyectos de construcción, fortalecimiento y reparación deben adaptarse a las necesidades particulares y a los recursos de las comunidades afectadas, además de a las amenazas que éstas afrontan. Existen numerosas soluciones técnicas, y varias asociaciones han elaborado directrices al respecto sobre la base de su experiencia. A continuación se presentan algunas publicaciones clave y recursos online sobre este tema.

### Gestión de proyectos de construcción encaminada a mejorar la resistencia a los fenómenos extremos

Aysan, Y., Clayton, A., Cory, A., Davis, I. y Sanderson, D. *Developing building for safety programmes: Guidelines for organizing safe building improvement programmes in disaster-prone areas*. Londres: Intermediate Technology Publications, 1995.

Balamir, M. *Methods and tools in urban risk management*. En: Komut, E. (editor). *Natural Disasters: Designing for Safety*. Unión Internacional de Arquitectos y Chamber of Architects of Turkey, 2001.

Banco Mundial. *Lessons from Natural Disasters and Emergency Reconstruction*. Washington D. C.: Banco Mundial, Departamento de Evaluación de las Operaciones, 2005. Disponible en: [http://www.worldbank.org/ieg/disasters/lessons\\_from\\_disasters.pdf](http://www.worldbank.org/ieg/disasters/lessons_from_disasters.pdf)

OEA. *Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Washington D. C.: Organización de los Estados Americanos (OEA), 1993. Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/begin.htm>

UNDRO. *El alojamiento después de los desastres: Directrices para la prestación de asistencia*. Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO), 1982. Disponible en: <http://ochaonline.un.org/AboutOCHA/Organigramme/EmergencyServicesBranchESB/LogisticsSupportUnit/Guidelinesforshelterassistance/ShelterafterdisasterGuidelinesforassistance/tabid/2022/Default.aspx>

Wamsler, C. *Mainstreaming risk reduction in urban planning and housing: a challenge for International aid organisations*. *Disasters*, Volumen 30(2), págs. 151–177, 2006. Disponible en: <http://drr.upeace.org/english/documents/Class%20-Nature%20of%20Risks%20and%20Hazards/Wamsler.2006.Mainstreaming%20Risk%20Reduction%20in%20Urban..pdf>

### Diseños resistentes a fenómenos extremos y guías prácticas de construcción

Blondet, M., García, G. V. y Brzev, S. *Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor. Contribución para "World-Housing Encyclopedia"*. Earthquake Engineering Research Institute, 2003. Disponible en: [http://www.pucp.edu.pe/noticias\\_pucp/images/documentos/whe\\_tutorial\\_adobe\\_spanish.pdf](http://www.pucp.edu.pe/noticias_pucp/images/documentos/whe_tutorial_adobe_spanish.pdf)

Coburn, A., Hughes, R., Pomonis, A. y Spence, R. *Technical Principles of Building for Safety*. Londres: Intermediate Technology Publications Ltd., 1995.

IAEE. *Guidelines for earthquake resistant non-engineered constructions*. International Association for Earthquake Engineering (IAEE), 2ª edición. 2004. Disponible en: [http://www.nicee.org/IAEE\\_English.php](http://www.nicee.org/IAEE_English.php)

PMDC. *Hazard-resistant Construction*. Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe (PMDC), Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Organización de los Estados Americanos, Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre y Programa Regional del Caribe de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), 2001. Disponible en: <http://www.oas.org/CDMP/safebldg.htm>

USAID-OEA. *Basic Minimum Standards for Retrofitting*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y Organización de los Estados Americanos (OEA), Proyecto de Mitigación de Desastres en el Caribe, 1997. Disponible en: <http://www.oas.org/CDMP/document/minstds/minstds.htm>

Sitio web de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA en su sigla en inglés) (EE. UU.): *Guides for safer building*: [http://www.fema.gov/rebuild/recover/build\\_safer.shtm](http://www.fema.gov/rebuild/recover/build_safer.shtm)

Sitio web del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT): Información sobre materiales y construcción ([http://ww2.unhabitat.org/programmes/housingpolicy/bmct\\_activities.asp](http://ww2.unhabitat.org/programmes/housingpolicy/bmct_activities.asp))

Sitio web de "shelter library": Libros sobre construcción práctica con material de bajo costo; guías sobre alojamiento después de los desastres (<http://www.sheltercentre.org/shelterlibrary/index.htm>)

### Seguridad de escuelas y hospitales

OPS. *Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud*. Washington D. C.: Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Banco Mundial, ProVention Consortium, 2004. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/dd/ped/vulnerabilidad.htm>

OPS. *Protección de las nuevas instalaciones de salud frente a desastres naturales: Guía para la promoción de la mitigación de desastres*. Washington D. C.: Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Banco Mundial, 2003. Disponible en: <http://www.paho.org/Spanish/DD/PED/proteccion.htm>

Wisner, B. et al. *School Seismic Safety: Falling Between the Cracks?* En: Rodrigue, C. y Rovai, E. (editores). *Earthquakes*. Londres: Routledge, 2004. Disponible en: <http://www.fssbc.org/downloads/SchoolSeismicSafetyFallingBetweenTheCracks.pdf>

Esta Nota de orientación ha sido escrita por Tiziana Rossetto. La autora desea agradecer a Yasemin Aysan (asesora independiente), Murat Balamir (Middle East Technical University (METU), Ankara), Fouad Bendimerad (Earthquakes and Megacities Initiative, EMI), Tony Gibbs (Tony Gibbs, Consulting Engineers Partnership Ltd.), Jo da Silva (Arup, Londres), Alistair Wray (Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno Británico, DFID), y a los miembros del Grupo Consultivo del proyecto y de la Secretaría de ProVention Consortium, su inestimable asesoramiento y sus útiles comentarios. Se reconoce con gratitud el apoyo financiero de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), el DFID, el Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega y la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi). Las opiniones expresadas son las de la autora y no representan necesariamente los puntos de vista de los revisores o los organismos de financiación.

Las *Herramientas para la integración de la reducción del riesgo de desastres* abarcan una serie de 14 Notas de orientación preparadas por ProVention Consortium y destinadas a organizaciones de desarrollo que deseen adaptar las herramientas de valoración inicial y evaluación de proyectos, para integrar la reducción del riesgo de desastres en sus actividades de desarrollo en países altamente expuestos a fenómenos extremos. La serie abarca los siguientes temas: 1) Introducción; 2) Recopilación y utilización de información sobre amenazas naturales; 3) Estrategias de reducción de la pobreza; 4) Programación por países; 5) Gestión del ciclo del proyecto; 6) Marco lógico y matriz de resultados; 7) Evaluación ambiental; 8) Análisis económico; 9) Análisis de la vulnerabilidad y la capacidad; 10) Enfoques centrados en la sostenibilidad de los medios de subsistencia; 11) Evaluación del impacto social; 12) Planes de construcción, normas de edificación y selección de emplazamientos; 13) Evaluación de iniciativas de reducción del riesgo de desastres; y 14) Apoyo presupuestario. La serie completa de Notas de orientación, junto con el estudio de antecedentes de Charlotte Benson y John Twigg "*Measuring Mitigation: Methodologies for assessing natural hazard risks and the net benefits of mitigation - A scoping study*", está disponible en <http://www.proventionconsortium.org/?pageid=37&publicationid=33#33>



**Secretaría de ProVention Consortium**  
Apartado postal 372, 1211 Ginebra 19, Suiza  
Correo electrónico: [provention@ifrc.org](mailto:provention@ifrc.org)  
Sitio web: [www.proventionconsortium.org](http://www.proventionconsortium.org)