

INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION.....	1
1. El efecto de los desastres naturales sobre la infraestructura social	3
2. Magnitud de las inversiones en medidas de mitigación	4
3. Criterios para la formulación de proyectos de mitigación	6
4. El análisis costo-beneficio en inversiones orientadas a mitigación	7
5. Costo-efectividad frente a costo-beneficio	8
6. Aplicación del modelo de costo-efectividad	11
7. Importancia de los análisis de vulnerabilidad para la aplicación de modelos de costo-efectividad	15
8. Etapas para la aplicación del análisis costo-efectividad en proyectos de mitigación	18
9. Rubros a considerar en un proyecto de mitigación y criterios de valuación	20
 <u>Apexos:</u>	
I Modelo aplicable en la formulación de proyectos de infraestructura social para la mitigación de desastres naturales	23
II Medidas de mitigación recomendadas	25
III Un estudio de caso: El puente de Tolten en Chile	27

INTRODUCCION

Los desastres naturales ocasionan elevados perjuicios a los países del mundo entero, sobre todo en aquellos que cuentan con recursos materiales y tecnológicos limitados para enfrentarlos. Entre los efectos de dichos fenómenos, los daños causados a la infraestructura social han sido particularmente severos. Precisamente, mantener operando dicha infraestructura durante y después de un desastre constituye un elemento crucial para salvaguardar la vida y la salud de los damnificados.

Si bien algunos riesgos pueden mitigarse, en la mayoría de las catástrofes naturales es imposible predecir su ocurrencia, aunque sí es posible elevar la protección contra la amenaza de un fenómeno al modificar o eliminar sus causas (disminuyendo el riesgo), o aminorar sus efectos (reduciendo la vulnerabilidad de los elementos afectados).

Los huracanes que se descargaron sobre el Caribe en los últimos 10 años destruyeron o dañaron instalaciones que ya habían sido perjudicadas en el pasado por fenómenos similares. Las consecuencias sociales y económicas de estos daños han sido evaluadas y discutidas en diversos estudios. Sin embargo, a pesar de la creciente sensibilización de los gobiernos y sectores interesados, son todavía insuficientes las acciones de mitigación de desastres emprendidas para incrementar la seguridad de la infraestructura social.

La carencia de elementos de reforzamiento y protección preventiva puede determinar que un solo evento natural haga desaparecer o inhabilite la infraestructura social disponible en una determinada área geográfica. Por ello, al planear las inversiones en infraestructura social o de las obras de mitigación, los gobiernos necesitan conocer el grado de vulnerabilidad de esas instalaciones frente a desastres naturales.

Los estudios realizados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) muestran que, en el caso de la infraestructura de salud, los costos de las reestructuraciones son relativamente bajos en comparación con las inversiones que se busca proteger. La medida de la rentabilidad de esta inversión se obtiene comparado este costo con el monto de las pérdidas económicas y humanas que ocasionaría un desastre en caso de no llevarla a cabo.

Las acciones emprendidas en la región de América Latina y el Caribe en materia de mitigación son aún limitadas, lo que dificulta la obtención de parámetros que permitan establecer relaciones suficientemente válidas entre el costo de las obras de reforzamiento y los beneficios esperados en términos de disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura física ante desastres naturales.

Además, no todos los beneficios o costos relacionados con los preparativos, mitigación y respuesta ante un desastre son cuantificables, razón por la cual aplicar sólo criterios de **costo-beneficio** para decidir la conveniencia de realizar proyectos de mitigación puede arrojar resultados que dejen fuera la responsabilidad que compete a los gobiernos para proporcionar suficiente seguridad en la infraestructura social.

Debido a lo anterior, cada vez se acepta más la idea de incorporar elementos del análisis de **costo-efectividad** en la evaluación de proyectos de inversión en esta área, que combinen valoraciones cuantitativas con ponderadores sobre la relevancia de la preservación de vidas humanas y de bienes y servicios que dichos proyectos tenderían a garantizar.

El presente documento, elaborado por iniciativa de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, se propone aportar elementos conceptuales para contribuir a la aplicación de modelos de costo-efectividad en proyectos de mitigación destinados a hacer menos vulnerable la infraestructura social frente a desastres naturales, tomando en cuenta sus costos en relación con los beneficios económicos y sociales que traerían aparejados. Se basa en la literatura existente sobre la materia y en algunas experiencias concretas llevadas a cabo en diversos países de la región.

1. El efecto de los desastres naturales sobre la infraestructura social

La elección del tema surge de la preocupación por el impacto a que ha sido sometida la infraestructura social latinoamericana en los últimos tres lustros a consecuencia de desastres naturales, y por el correspondiente rezago que ha generado en la atención que debe prestarse a la población, sobre todo a la de menores recursos.

Los efectos de terremotos en la infraestructura social han sido, en efecto, de gran magnitud; baste recordar los acontecidos en la ciudad de México en 1985 y en San Salvador en 1986.

En el caso de México, el sismo generó cerca de 33,000 damnificados que debieron refugiarse temporalmente en casas de campaña o edificaciones provisionales instaladas en parques y avenidas, antes de contar con nuevas viviendas. Quizás en términos de emergencia, la más crítica fue el daño a los centros de salud, que llegaron a perder una cuarta parte de su capacidad en el área metropolitana. El número de camas censables perdidas sumó 4,400, en tanto que la estimación de los daños materiales directos del sector de salud fue cercana a los 550 millones de dólares.¹ En el sector educativo se resintieron daños de diversa magnitud en 1,300 escuelas, casi la mitad del total, de las cuales 31 quedaron derrumbadas y 102 con daños severos.

En El Salvador, particularmente en la capital,² quedaron destruidas 23,000 viviendas, en tanto que otras 30,000 sufrieron fisuras y daños menores, y otras 9,000 quedaron en peligro de derrumbes o deslizamientos. Del total, 60% correspondieron a viviendas unifamiliares y otro 20% a viviendas de carácter precario. Las pérdidas directas en vivienda se estimaron en 232 millones de dólares y los costos indirectos por reubicación sumaron otros 42 millones de dólares. El sector salud quedó afectado en un 90%, sumando 2,000 camas censables inhabilitadas temporalmente. Los daños directos a este sector llegaron a 91 millones de dólares, en tanto que los indirectos alcanzaron a 6 millones de dólares. El sector educación sufrió daños directos estimados en 61 millones de dólares, e indirectos por 5 millones de dólares. Por su parte, el sector de agua y alcantarillado debió enfrentar costos directos por 20 millones de dólares e indirectos para rehabilitación de instalaciones por otros 11 millones de dólares.

Los huracanes, sobre todo en la región del Caribe, han mostrado una influencia devastadora sobre la infraestructura social. En 1988 el huracán Gilberto dañó en Jamaica 24 de los 26 hospitales públicos existentes;³ y el huracán Joan, en Nicaragua, causó daños directos en hospitales

¹ Véase CEPAL, *Daños causados por el movimiento telúrico en México y sus repercusiones sobre la economía del país* (LC/G 1367), 15 de octubre de 1985; y OPS, *Crónicas de Desastres No. 3. Terremoto en México*, s/f.

² Véase CEPAL, *El terremoto de 1986 en San Salvador: Daños, repercusiones y ayuda requerida. Perfiles de proyectos* (LC/MEX/L.39/Add.1/Rev.1), 1986.

³ Véase Organización Panamericana de la Salud (OPS), *Hacia un mundo más seguro frente a los desastres naturales. La trayectoria de América Latina y el Caribe*, 1994.

y centros de salud equivalentes a 14 millones de dólares, y daños indirectos por 30 millones de dólares.⁴

De forma más reciente, en el Caribe se destacan los casos de las Islas Anguila y Sint Maarten ante el huracán Luis, en septiembre de 1995;⁵ en el primer caso, los daños al conjunto de los sectores productivos se estimaron en 55 millones de dólares, equivalentes al 94% del producto interno bruto del país. En el caso de Sint Maarten, el perjuicio totalizó 1,070 millones de dólares, equivalentes a más de dos veces el producto nacional del año previo al desastre. En ambos casos, los daños estimados a la infraestructura social oscilaron entre 15 y 22% del deterioro total de las economías.

Estos y otros ejemplos dan cuenta de la vulnerabilidad prevaleciente en amplias zonas de la región que poseen una alta propensión a la ocurrencia de desastres naturales. La magnitud de estos efectos destructivos hace necesario la adopción urgente de estrategias de mitigación nacionales y regionales que conduzcan a la realización de proyectos con alto sentido de efectividad en la protección de vidas humanas.

Se han dado ya los primeros pasos en esta dirección. En la presente década algunos países de la región empezaron a diseñar políticas concretas sobre esta materia, principalmente en el sector de la salud, además de proceder a la conformación de equipos multidisciplinarios de profesionales expertos en la materia.

2. Magnitud de las inversiones en medidas de mitigación

Un recuento documental de lo ocurrido en la presente década revela que es aún perceptible la escasez de estudios que permitan cuantificar el costo de las inversiones necesarias para llevar a cabo proyectos de mitigación en materia de infraestructura social. Tampoco se dispone de cifras sobre un número suficiente de casos para establecer con precisión parámetros que relacionen los costos adicionales de aplicar a un hospital nuevo o en uso medidas que eleven su resistencia frente a desastres naturales, con los beneficios que aportaría a la población estos mayores desembolsos.

Las cifras que se ofrecen en esta sección, por provenir del estudio de un número limitado de casos, poseen sólo carácter ilustrativo.

Se estima *grosso modo* que en el sector salud una inversión en mitigación con la que se aumente la resistencia estructural de un hospital, cuya construcción se proyecta realizar, puede elevar los costos totales de la obra totalmente equipada entre 1 y 2%. Por otra parte, según

⁴ Véase CEPAL, *Daños ocasionados por el huracán Joan en Nicaragua: sus efectos sobre el desarrollo económico y las condiciones de vida, y requerimientos para la rehabilitación y reconstrucción* (LC/MEX/L.94).

⁵ Véase CEPAL, *The macro-economic effects and reconstruction requirements following hurricane Luis in the island of Anguilla* (LC/MEX/L.289), y *The macro-economic effects and reconstruction requirements following hurricane Luis and Marilyn in Sint Maarten, Netherlands Antilles* (LC/MEX/L.290).

cálculos de la Agencia Federal de los Estados Unidos para el Manejo de Emergencias (FEMA), ⁶ utilizados por varios investigadores, "el incremento promedio del costo de las instalaciones de salud... debería ser menos del 1.5% del costo de construcción del edificio, el cual, por supuesto, es sólo una parte del costo total del proyecto". El costo de proteger un hospital contra vientos huracanados generalmente es menor que el de protegerlo contra terremotos.

En la literatura sobre mitigación se hace referencia, por otra parte, a que la diferencia en los costos entre una edificación construida con elevadas especificaciones contra amenazas naturales como la sísmica, en comparación con una similar que no considere los mencionados estándares de resistencia, puede oscilar entre 1 y 4% del costo total de la edificación. ⁷ En otros estudios, estos costos se sitúan entre el 1 y el 2% del costo de edificación.

El análisis de los casos estudiados sobre el período 1979-1993 en América Latina y el Caribe revela que el costo de las reestructuraciones llevadas a cabo, teniendo en cuenta la necesidad de reducir los efectos de posibles fenómenos naturales futuros, oscilan entre 4 y 8% del valor de un hospital ya construido. Los trabajos de reforzamiento de estructuras, según las experiencias referidas, han llegado a representar un desembolso total que fluctúa entre 8 y 15% del costo de la parte estructural de una obra ya construida. ⁸

Se estima que el precio de los elementos no estructurales (instalaciones eléctricas, guarniciones, o materiales de laboratorio) puede llegar a representar entre 75 y 85% de los costos de edificación de un hospital. Su desprendimiento o colisión ante eventos naturales puede significar una gran pérdida para todo hospital, por lo que la instrumentación de medidas de diseño preventivo y de seguridad ahorran gastos significativos de rehabilitación.

El rubro de equipamiento es sumamente diverso, ya que abarca el equipo de laboratorio, los quirófanos, además de aparatos más o menos sofisticados de análisis clínicos. Por consiguiente, su valoración estará sujeta a las condiciones particulares del hospital de que se trate y de su disponibilidad presupuestaria.

Considerando el grado de vulnerabilidad de un hospital, podría concluirse que es más conveniente realizar esta erogación que contratar un seguro contra riesgo, o asumir los costos de reposición; lo anterior, sin considerar las pérdidas humanas y sociales.

La Organización Panamericana de la Salud inició en 1990 un programa para estimular el incremento de la resistencia a los desastres de las instalaciones de salud nuevas y existentes. Como parte de esta iniciativa ha desarrollado normas y proyectos-piloto, ha apoyado análisis de vulnerabilidad en hospitales de Chile, Colombia, Ecuador, Santa Lucía y Venezuela, y ha cooperado en los esquemas de reconstrucción de hospitales en México.

⁶ FEMA, *Seismic Considerations-Health Care Facilities*, No. 150.

⁷ Véase OPS, *Mitigación de desastres en las instalaciones de salud*.

⁸ Según experiencias en México del Hospital Juárez y en Costa Rica del Hospital Nacional de Niños y Hospital Monseñor Sanabria (las dos últimas reportadas por Miguel F. Cruz a la OPS)

El Banco Mundial promueve, asimismo, la aplicación de medidas de mitigación. En un estudio realizado por dicha institución ⁹ se concluye que para los países en desarrollo no sólo es más efectivo prevenir los desastres que recuperarse de ellos, sino que si el desarrollo sustentable es una meta, resulta imperativo que las consideraciones sobre mitigación sean incorporadas a los programas y planes de desarrollo.

3. Criterios para la formulación de proyectos de mitigación

La literatura tradicional de proyectos reconoce dos grandes rubros: los orientados a la producción de bienes (agrícolas, forestales, industriales, marinos, mineros, y pesqueros) y los orientados a servicios. En este último apartado se contemplan los proyectos de infraestructura física (aeropuertos, carreteras, comunicaciones, defensa, electrificación, etc.) y los destinados a la infraestructura social (agua potable y alcantarillado, educación, salud y vivienda).

Dada la relevancia de estos últimos en la prestación de servicios básicos a la población, y su clara influencia en la prevención de pérdidas de vidas humanas, el presente documento circunscribe su análisis a estos proyectos y en particular los enfocados a la realización de obras de mitigación.

Por otro lado, el monto de los proyectos de infraestructura social para prevención o mitigación de desastres naturales excede, regularmente, las disponibilidades de recursos financieros que los organismos públicos y privados nacionales están dispuestos a asignar a ellos, por lo que es muy importante adoptar los criterios que permitan darles una adecuada prioridad.

El análisis de todo proyecto de inversión relaciona su costo por unidad de producto generado con la eficacia con que responde a los objetivos planteados. Su rentabilidad económica se compara con la que se obtendría mediante proyectos alternativos de inversión.

Es difícil, sin embargo, encontrar elementos de comparación entre un proyecto que pueda hacer compatible la tasa interna de retorno de las inversiones entre diversos proyectos de infraestructura social. Frente a esta restricción se propone, para la formulación de proyectos de mitigación frente a desastres naturales, el desarrollo de un esquema de contenido mínimo que justifique su adopción y facilite, por ende, la obtención de los recursos de financiamiento necesarios (véase el anexo 1). El esquema sugerido define rubros genéricos y procede de experiencias en la realización de obras de infraestructura social que pueden hacerse extensivas a obras de reforzamiento o reconstrucción.

Entre los proyectos en el área social, se estima que prácticamente sólo en los relativos a vivienda y agua y saneamiento puede perseguirse la recuperación financiera de las inversiones. En cambio, en los relativos a los sectores educación y salud se presentan problemas para estimar la tasa de retorno. Por esta razón es que se usa cada vez con mayor frecuencia indicadores de costo-efectividad (C-E) para evaluar su conveniencia.

⁹ Banco Mundial, *Analyzing the Costs and Benefits of Natural Disaster Responses in the Context of the Development*, Environment, Working Paper N° 29, mayo de 1990.

4. El análisis costo-beneficio en inversiones orientadas a mitigación

Pese a lo anterior, la literatura tradicional de Evaluación de Proyectos de Inversión recomienda la aplicación del análisis costo-beneficio (C-B) no sólo a los proyectos de sectores productivos sino también a los de infraestructura social. Con este instrumento se contrasta el conjunto de beneficios o rendimientos que harían elegible una inversión con los costos en que se incurre para realizarla.¹⁰

En un proyecto tradicional, una inversión es rentable si el valor actual del flujo de ingresos (beneficios) es superior al valor actual del flujo de costos. Cuando la razón B/C resulta mayor que la unidad, o si el valor actual de la diferencia entre beneficios y costos es positiva, entonces la decisión de inversión es recomendable. Ahora bien, puede suceder que dos alternativas de inversión cumplan (sobre la misma base de años de inversión) con los requisitos de que la razón B/C sea superior a la unidad, y que el valor actual sea positivo. El problema que se enfrenta a menudo por esta dualidad de opciones es que el criterio de C-B pueda ser correcto para la decisión de emprender un proyecto, pero no para la decisión de elegir entre proyectos alternativos.¹¹

Si se deseara aplicar este enfoque a la evaluación a un proyecto de mitigación sería necesario en el momento de concebir el proyecto contar con información básica sobre las amenazas del fenómeno del que se trate y la probabilidad de su ocurrencia.¹² Existen, además, problemas de información y metodológicos para la aplicación del análisis C-B¹³ en este tipo de proyectos. No todos los beneficios o costos relacionados con el proyecto de mitigación pueden expresarse en términos monetarios.

Esta dificultad se afronta particularmente al tratar de expresar en términos financieros los beneficios sociales, políticos e incluso psicológicos, que las obras de mitigación hospitalaria podrían aportar en materia de preservación de la vida humana y de la salud.

¹⁰ Para la realización de un proyecto es necesario precisar varios elementos conceptuales, entre los que se cuentan los siguientes: el *universo* del proyecto, es decir, el conjunto de personas u organizaciones receptores de los servicios planeados; las *unidades de análisis* u objeto de la evaluación, que es la primera elección decisiva para llevar a cabo la *hipótesis*, la cual es una afirmación conjetural referente a la realidad que el proyecto pretende modificar y explica cómo es que dichas transformaciones se van a producir; el *plan de análisis* mediante el cual se sintetiza la cantidad y tipo de información requerida y la clase de análisis a aplicarse; el *contexto social*, que puede ser macro (régimen político, actitudes frente al proyecto, influencia de grupos de interés, etc.) y micro, que se refiere al ambiente en que se realiza la evaluación; los *instrumentos de información*, por ejemplo, encuestas; las *formas y pasos del procesamiento* de la información (codificación, análisis de consistencia de las variables), y las *técnicas de análisis*, que se refieren a la sensibilidad de las variables utilizadas frente a cambios de grado.

¹¹ Véase Fontaine, E. R., *Principios generales para la evaluación de proyectos*, FONEP, NAFINSA, México, 1981.

¹² Véase Dedeurwaerdere, Ann, *Cost-benefit analysis for natural disaster management. A case-study in the Phillipines*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université Catholique de Louvain, Working Paper 144, Bruselas, septiembre de 1997.

¹³ Véase Anderson, Mary B., *Analyzing the costs and benefits of natural disaster responses in the context of development*, Banco Mundial, mayo de 1990.

Otro problema reside en que en el plano metodológico hay restricciones para descontar los costos y beneficios futuros, sobre las pérdidas potenciales que el proyecto busca mitigar. Por último, la estimación del riesgo frente a desastres naturales solamente puede obtenerse a través de métodos probabilísticos que están sujetos a diversos grados de imprecisión.

De otra parte, estudios realizados en materia de desastres ¹⁴ identifican otras limitaciones del análisis C-B:

a) Los datos de daños regularmente incluyen los correspondientes a efectos directos ocasionados y omiten los indirectos, secundarios e intangibles, lo cual afecta la estimación adecuada del total de beneficios (daños evitados) que acarrearán un proyecto de mitigación.

b) El modelo C-B no toma en consideración probables cambios socioeconómicos, crecimiento de la población, modificaciones ambientales y similares, que pueden llegar a tener mayor influencia en la ocurrencia probable de nuevos desastres naturales en el área analizada.

Se corrobora, pues, que la evaluación C-B en materia de proyectos sociales es compleja y discutible, pero lo es más aun cuando se intenta aplicarla a proyectos de reestructuración con fines de mitigación. Por una parte, se trata de obras tendientes a ampliar y preservar los recursos para atención de la población, lo que introduce una dimensión cualitativa que se contrapone a un intento de medición monetaria; por la otra, por tratarse de proyectos o programas sociales, en la evaluación C-B metodológicamente se ha avanzado mucho menos que si se tratara de proyectos económicos.

Como se expresó antes, en virtud de restricciones presupuestarias, es común que los proyectos de infraestructura social para la mitigación de desastres compitan con otros programas de impacto social. Así, un proyecto de instalar clínicas de salud en zonas de mayor propensión a riesgo por desastres naturales puede anteponerse a otros proyectos como los de educación, vivienda o agua potable, cuya importancia relativa es también significativa. En este caso, el análisis C-B sólo distingue entre las razones y las proporciones más aceptables desde el punto de vista financiero, pero no puede ayudar a la orientación de la mejor decisión de inversión en materia social.

De lo expresado hasta aquí podría concluirse que si bien el análisis C-B aporta elementos útiles a la discusión, no puede por sí mismo concluir el debate en torno a la aplicación de un programa concreto de mitigación.

5. Costo-efectividad frente a costo-beneficio

En el diseño de proyectos de mitigación es importante partir de la cuantificación de la vulnerabilidad, que se expresa como un porcentaje de pérdida para un determinado nivel de amenaza. ¹⁵ Así, se dice que la vulnerabilidad por daños a edificaciones será la proporción de éstos

¹⁴ Véase Dedeurwaerdere, *Ann, Cost-benefit analysis...*, *op. cit.*

¹⁵ Véase PNUD Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO), *Vulnerabilidad y evaluación de riesgo*, Programa de entrenamiento para el manejo de desastres, Naciones Unidas, 1991.

respecto del total de edificaciones existentes en una localidad; la vulnerabilidad de la población humana se expresará en el porcentaje de pérdidas de vidas y de heridos con relación al total de la población del área considerada.

El paso siguiente consiste en la estimación de costos de la infraestructura en riesgo, o la magnitud de pérdidas potenciales y el grado de afectación a la población, lo cual permitirá generar indicadores de C-E para las medidas de mitigación. Estas cuantificaciones son válidas tanto para los proyectos orientados al reforzamiento, como para los de construcción o reubicación de instalaciones.

Estos parámetros que prefiguran las bases de evaluación de C-E contrastan con los que normalmente se aplican al análisis de C-B. Según este último, la determinación de costos y beneficios de un proyecto parte de la estimación financiera, a valor actual, de los beneficios de un proyecto, deducidos los costos, para obtener el valor de la inversión neta, o en su caso el cociente de beneficios a costos del proyecto. Los valores son deflactados mediante la tasa de descuento social prevaleciente para inversiones en infraestructura.

En virtud de las consideraciones anteriores, podría darse el caso de que los resultados de la evaluación de un mismo proyecto fueran negativos en la evaluación C-B (el proyecto da pérdidas) y positivos en la evaluación social (el proyecto incrementa el bienestar de la comunidad).¹⁶

Usualmente, la probabilidad de ocurrencia de un evento conduce a la determinación de las “pérdidas económicas potenciales”. Mediante este concepto se revelan los daños evitables, o los beneficios tangibles de un proyecto de mitigación. Dicha estimación requiere de:¹⁷

- a) El análisis histórico de los riesgos naturales, a fin de determinar su probabilidad de ocurrencia.
- b) La historia de daños en términos de pérdidas económicas atribuibles al fenómeno de que se trate, con el propósito de llegar al valor probable estimado de daños.
- c) La valuación de la situación actual de las áreas bajo estudio, para determinar el porcentaje de vulnerabilidad o propensión al riesgo.
- d) Una estimación de las instalaciones existentes por sectores productivos, con objeto de establecer las pérdidas económicas.

La probabilidad de ocurrencia de nuevos desastres, a partir de series de probabilidad condicional como guía para la valuación de probabilidad estimada, conduce a la estimación de la posible magnitud de daños en el área de estudio.

Otra restricción teórica, cuando se trata de un proyecto de mitigación, estriba en la dificultad para estimar el valor de ciertos beneficios derivados de la reducción de pérdidas

¹⁶ Cohen, Ernesto y Rolando Franco. *Evaluación de Proyectos Sociales*, Siglo XXI Editores, México, 1992.

¹⁷ Véase Dedeurwaerdere, Ann, *Cost-benefit analysis...*, op cit.

potenciales desde la perspectiva material y humana. Vale recordar que los reportes de impacto económico y social de los desastres verificados durante los últimos 15 años en la región latinoamericana ¹⁸ contienen indicadores de pérdidas de vidas humanas, heridos, trastornos por obstrucción temporal y rezago en la realización de tareas cotidianas de la población, a la par de los llamados efectos secundarios o desajustes macroeconómicos no ponderables de manera inmediata.

La sola estimación de la valuación de vidas humanas, a partir, por ejemplo, de indicadores manejados por instituciones de seguros de vida, que ponderan la vida productiva de las personas, además de ser discutible en sí, es un método de difícil aplicabilidad en contextos de extensa mortandad por la presencia de un evento desastroso.

En estas condiciones, la traducción a valores financieros de los beneficios o pérdidas potenciales humanas o materiales restringe la objetividad a la evaluación económica del proyecto. Frente a un desastre natural es necesario construir un esquema de análisis probabilístico acerca de la magnitud y fuerza del fenómeno, debido a que no se dispone de métodos que revelen el volumen de pérdidas directas o indirectas en un espacio territorial vulnerable.

Es preciso, por otra parte, contar con indicadores de tipo C-E, relativos al tipo de servicios que reportará la inversión en infraestructura social; proporciones de magnitud de cobertura de la demanda de la población, y grado de satisfacción de un servicio solicitado para un universo de población determinado.

Estos indicadores de efectividad se cotejarán, preferentemente, con los valores que se tendrían ante la ausencia de proyecto, es decir, la medición de un proyecto de mitigación habrá de contrarrestarse con el caso "sin proyecto". Este mismo análisis cabría respecto de soluciones arquitectónicas distintas en materia de mitigación.

Una forma alternativa de observar la conveniencia de realizar la evaluación a partir de los criterios de C-E sería la evaluación de un proyecto de reforzamiento de infraestructura hospitalaria cuando se tienen dos soluciones arquitectónicas para las obras de mitigación: una que emplee métodos y materiales tradicionales de reforzamiento, y otra que utilice torres metálicas exteriores con disipadores de energía ¹⁹ colocados en los vértices estructurales.

La segunda alternativa es 50% más costosa, y de manera preliminar la tasa de retorno sugeriría que la primera opción es más conveniente, pero a través de un análisis detenido de las condiciones del hospital (tan sólo el costo de desplazamiento de las instalaciones y el riesgo de trastornos a la salud de los pacientes hospitalizados que implica la primera modalidad) puede hacer funcional, social y políticamente preferible, la opción más costosa (ya que durante su construcción no deben ser desplazados los pacientes). El criterio de selección que defina la autoridad a cargo del proyecto se documentará, asimismo, con la percepción de la importancia relativa de sostener una solución frente a la otra.

¹⁸ Véase CEPAL, *Impacto económico de los desastres naturales en la infraestructura de salud* (LC/MEX/L.291), enero de 1996.

¹⁹ Véase OPS-OMS DIDRN, *Lecciones aprendidas en América Latina de mitigación en instalaciones de salud: Aspectos de costo-efectividad*, 1996.

6. Aplicación del modelo de costo-efectividad

En esencia, los objetivos de los proyectos de mitigación deberían de considerarse como los fines últimos perseguidos por la sociedad; por lo tanto, pertenecerían más bien al ámbito político y no al análisis técnico. Sin embargo, la identificación de alternativas constituye una dimensión central de este análisis. Se podrá así comparar el grado de eficiencia relativa que tienen proyectos diferentes para obtener los mismo objetivos.

Surge, por lo tanto, la necesidad de desarrollar un modelo de análisis que, sin dejar de perseguir una asignación racional de los limitados recursos, utilice instrumentos y procedimientos que permitan medir los logros que se espera alcanzar en materia de mitigación, comparándolos con los que se obtendrían por vías alternativas en circunstancias semejantes, y contrastándolos con los objetivos buscados.

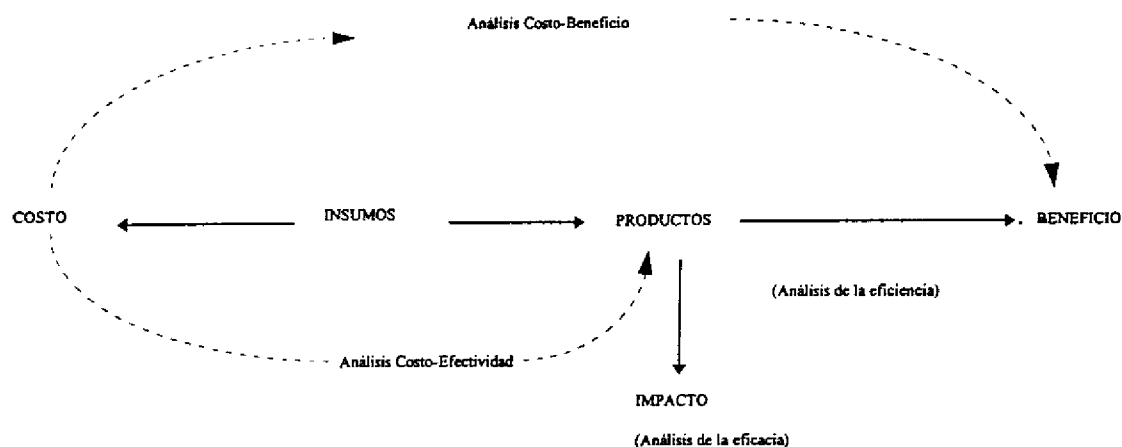
Este análisis cae más de lleno en el concepto de costo-efectividad, según el cual no se impone como prerequisite que los productos del proyecto se traduzcan a unidades monetarias.

Como es bien sabido, la evaluación tiene por objeto maximizar la eficiencia de los programas (minimización de los costos de los insumos o maximización de los productos del proyecto) o su eficacia (grado en que se alcanzan los objetivos del proyecto). Ahora bien, el análisis de C-B se basa en un principio muy simple: compara los beneficios y los costos de un proyecto particular, y si los primeros exceden a los segundos, entrega un elemento de juicio inicial que indica su aceptabilidad. A su vez, el análisis C-E, aunque sigue la misma lógica, compara los costos con la potencialidad de alcanzar más eficientemente los objetivos no expresables en moneda, sino en productos y servicios.

Por consiguiente, es importante recalcar que en la evaluación de un proyecto de mitigación de infraestructura social deben incluirse no sólo los aspectos cuantificables, ya que la posibilidad de traducir una dimensión del proyecto a unidades monetarias no es sinónimo de su relevancia. Ante esta situación, es recomendable que se realice un listado de dichos aspectos y de sus consecuencias, incluyéndolos como parte de la evaluación y permitiendo que sean tomados en cuenta en el proceso decisorio.

Gráfico 1

FLUJO DEL PROYECTO Y LA APLICACION DEL ACB O EL ACE



ACB: Análisis Costo Beneficio

ACE: Análisis Costo Efectividad

Por ejemplo, la efectividad de las inversiones de un proyecto hospitalario (o del reforzamiento de uno existente) podría medirse en función de la ampliación de los servicios (productos) de **salud** que traerá aparejada la obra, como serían:

- Número de consultas médicas de urgencia o de medicina general;
- Número de egresos de medicina interna (también los ingresos o admisiones);
- Número de camas habilitadas;
- Número de usuarios (derechohabientes) de los servicios de salud respecto del total de población demandante, y
- Personal médico y paramédico por institución.

Los proyectos de infraestructura de salud incluyen diversos niveles de atención, que a su vez comprenden instalaciones para consultorios, laboratorios, quirófanos, bancos de sangre, farmacias, guarderías, y unidades de hospitalización, entre otras.

En la determinación de los indicadores que se utilicen para medir los beneficios pueden existir limitaciones de información o de operatividad de los sistemas, por lo que se hace necesario emplear métodos indirectos de estimación a través de documentación referencial de otras instalaciones de servicio público o privado.

El paso siguiente consiste en plantear distintas alternativas de solución, especificando en cada caso la magnitud de los insumos requeridos y los productos resultantes.

Así, en el manejo de las estadísticas del sector salud relativas al seguro social mexicano en cuanto a la cobertura de la demanda de servicios médicos, se podría recurrir al concepto de consultas por cada mil usuarios referente al fragmento de la población inscrita que utiliza efectivamente los servicios, la cual representa aproximadamente un 85% de la población total de derechohabientes adscritos a las unidades médicas de la institución.²⁰

En las áreas médicas, la producción de servicios comprende una amplia gama de indicadores, diferenciados por el tipo de instalación que se trate. Así, por ejemplo, se tiene cinco grandes áreas usuales de atención: consulta externa, servicios auxiliares de diagnóstico, servicios auxiliares de tratamiento, urgencias, y hospitalización. Cabe señalar que de la correcta especificación de los indicadores definidos por área depende la correcta estimación de los costos de inversión en remodelaciones, ampliaciones, o reforzamientos estructurales.

En el caso particular del área de consulta externa, los servicios se contabilizan según: consultas otorgadas en medicina familiar, especialidades, urgencias, y dentales. En estos casos y los subsecuentes, se estiman indicadores relativos a "hora consultorio al año", "consultas por cada 1,000 derechohabientes usuarios", y "población soportada por hora consultorio al año". Estos indicadores se desagregan a su vez por región, instalación médica, o por especialidades médicas.²¹

De esta forma, de conformidad con los indicadores de servicio más frecuentemente utilizados por las instituciones de salud, es posible derivar indicadores técnicos para la estimación del C-E de los proyectos de inversión en reforzamiento de hospitales.

Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto es necesario, por otra parte, definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto determinará los respectivos costos y beneficios. Un

²⁰ Véase Instituto Mexicano del Seguro Social, *Indicadores para el Cálculo de Recursos Físicos de las Unidades Médicas*, México, 1993.

²¹ Las especialidades médicas consideradas son las siguientes: Cirugía General, Pediatría, Gineco-Obstetricia, Medicina Interna, Traumatología, Oftalmología, Otorrinolaringología, Urología, Cardiología, Dermatología, Cirugía Pediátrica, Psiquiatría, Gastroenterología, Neumología, Medicina Física, Cirugía Plástica, Neurología, Angiología, Endocrinología, Oncología, Proctología, Hematología, Reumatología, Infectología, Alergología, Cirugía Cardio-Vascular, Cirugía Maxilo-Facial, Genética, Medicina del Trabajo, Nefrología, y Audiología.

primer paso de la evaluación consiste, pues, en la prueba “con” y “sin” el proyecto, efectuando la proyección de las tendencias presentes (prognosis sin intervención) y comparándolas frente a las modificaciones que ellas sufrirían

En el sector de educación los factores relevantes en cuanto a infraestructura serían: la construcción, rehabilitación y equipamiento de unidades de educación, preescolar, básica, secundaria, media-superior, superior, instituciones de investigación, centros culturales y deportivos, y escuelas de educación especial. Los parámetros de C-E comprenderían:

- a) Número de egresados por institución
- b) Número de docentes por institución
- c) Cursos concluidos por ciclo escolar
- d) Proporción de alumnos respecto de la población total
- e) Escuelas construidas respecto de la población total
- f) Población atendida por grupos de edad
- g) Eficacia terminal esperada por institución

En un proyecto de **agua y alcantarillado**, los factores a considerar serían:

- a) Población objetivo sin dotación de agua potable, asentada en una zona de difícil acceso
- b) Número de tomas habilitadas
- c) Número de usuarios de los servicios de agua potable respecto del total de población demandante
- d) Número de instalaciones domiciliadas de alcantarillado respecto de las casas habitación de la zona

Las obras de construcción para agua se extienden a sistemas de captación, redes de distribución y tomas domiciliarias. Con relación a alcantarillado, los sistemas pueden comprender unidades de tratamiento de aguas y reciclaje.

En el sector **vivienda** los proyectos tienen una amplia gama de posibilidades constructivas de acuerdo con la disponibilidad financiera, de terrenos y de materiales de construcción. En cuanto a elementos de C-E para proyectos de este sector, los factores a considerar serían primordialmente de orden cuantitativo, más que cualitativo.

- a) Familias damnificadas
- b) Viviendas entregadas, reconstruidas, habilitadas
- c) Crédito otorgados a la construcción, adquisición o mejoramiento
- d) Lotes urbanizados
- e) Parques, centros recreativos, deportivos

7. Importancia de los análisis de vulnerabilidad para la aplicación de modelos de costo-efectividad

Si se desea emprender acciones eficaces para la mitigación de los efectos de los desastres naturales, deben conocerse previamente las características de la amenaza, su ubicación geográfica y su magnitud, tanto en el país como en el área en que se piensa instalar una obra de infraestructura o mejorar una existente. Uno de los pasos fundamentales del análisis C-E exige contar con un *diagnóstico* de la situación en el que se especifique el problema que el proyecto en cuestión tratará de superar.

La comunidad científica dispone, en la mayoría de los casos, de estadísticas sobre ocurrencia de eventos y su magnitud, áreas de afectación y probables períodos de retorno. Incluso, se cuenta a veces con esta información procesada en forma gráfica mediante mapas de zonificación y hasta microzonificación, que incluyen además características geológicas y dinámicas de los suelos de la región. Sobre esta base, se pueden estimar las pérdidas probables ante eventos futuros.²²

El análisis de la información sismológica existente en la región, tanto en los catálogos sísmicos como en las fuentes históricas, junto con la información geológica disponible en cada país, permite elaborar mapas de regionalización sísmica, en donde se divide al país en zonas de igual sismicidad. A cada zona corresponden parámetros específicos para la evaluación de las fuerzas sísmicas.

Existen datos sobre riesgos sísmicos de varias regiones de América Latina que son útiles a este respecto.²³ Dichos datos aparecen expresados en términos de la intensidad máxima esperada, con 90% de posibilidad de que ésta no sea sobrepasada. Estas zonas aparecen identificadas ya sea como líneas de fallas geológicas o mediante otras características geotectónicas.

²² Véase Rosales, Vanessa, *Políticas Generales para incorporación de las amenazas naturales en proyectos de inversión en infraestructura de la salud*, Programa Preparativos para Emergencias, Organización Panamericana de la Salud, septiembre de 1995.

²³ Son los datos conocidos como de Máxima Intensidad Modificada de Mercalli (MMI).

Por ejemplo, el Centro Nacional de Protección frente a Desastres Naturales de México (CENAPRED) elaboró un Atlas Nacional de Riesgos, en el que se distinguen los de origen geológico (sismos, vulcanismo, deslizamiento y colapso de suelos), hidrometeorológicos (ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, mareas de tempestad e inversiones térmicas) y otros fenómenos. De manera complementaria, se cuenta con información descriptiva de los fenómenos más frecuentes, su ubicación y el grado de vulnerabilidad ante su eventual aparición.

Sobre la base de esta información se han podido determinar en México aquellas zonas que presentan un mayor riesgo, así como los efectos derivados, lo cual permite alimentar y afinar los criterios de identificación, con el propósito de establecer los mecanismos de prevención de desastres en las distintas regiones del país. Como se sabe, la distancia de una determinada ubicación a los epicentros y las características de su suelo determinan el efectivo riesgo sísmico.²⁴

Dentro de un mismo país o región existen marcadas diferencias en cuanto al riesgo sísmico, que pueden llegar a superar 1.5 grados en la escala de Mercalli. A partir de datos como éstos, un proyecto de mitigación podría, por ejemplo, fijar un límite superior al 10% sobre el riesgo máximo Mercalli modificado durante un período de 20 años.

Con objeto de evaluar las fuerzas sísmicas, los edificios se clasifican de acuerdo con su uso y sus características estructurales. En cuanto al uso, la mayoría de las normas distinguen a los edificios importantes ya sea porque en ellos existan grandes concentraciones de personas, o porque su permanencia resulte vital para responder a las situaciones de emergencia provocadas por los sismos.

En virtud de que se ha logrado un avance relativamente mayor en la región en materia de la realización de proyectos de mitigación en la infraestructura de la salud, se hará referencia especial a éstos.

Conviene subrayar que los hospitales son un buen ejemplo tanto de edificios con una gran densidad de uso, como de centros indispensables para la atención de las víctimas después de un sismo. En general, a los edificios importantes se les asigna un factor de sobrediseño que afecta directamente al cálculo de las fuerzas sísmicas.²⁵

De acuerdo con las recomendaciones de la OPS,²⁶ se debe tomar en cuenta en la planificación de la construcción y en la remodelación de estructuras hospitalarias, la vulnerabilidad del área en la que se encuentran asentados o en la que se ubicarán.

²⁴ En cuanto a la calidad del suelo, suelen distinguirse 4 categorías: i) roca, ii) grava densa o su equivalente; iii) arenas de mediana densidad o arcillas rígidas, y iv) arcilla, que varía entre media y blanda.

²⁵ Véase Iglesias, Jesús "Normas de Diseño Sismorresistente en América Latina: Limitaciones", presentado al Seminario Internacional de Planeamiento celebrado en Lima, Perú, entre el 20 de agosto y el 9 de septiembre de 1989.

²⁶ Véase, Zeballos, José Luis, *El rol de la OPS en preparativos hospitalarios para situaciones de desastres*, Lima, Perú, septiembre de 1989.

Previo a ello habría que clasificar a los hospitales de acuerdo con sus factores de riesgo y vulnerabilidad frente a desastres. Paralelamente habría que desarrollar planes de respuesta interna y externa en hospitales, así como proceder al correspondiente adiestramiento del personal.

Un proyecto de mitigación deberá de estar necesariamente referido al número de víctimas y daños materiales que el reforzamiento de un hospital –o la construcción de uno nuevo con coeficientes más elevados de resistencia ante desastres naturales– permitiría evitar. Sin embargo, no resulta fácil predecir cuál sería la situación de no haberse realizado el mencionado proyecto. Por otra parte, mientras que la ocurrencia de huracanes hasta cierto punto es factible de predecir, no sucede lo mismo con los temblores.

Aún más, dado el espaciamiento temporal con que ocurren los desastres naturales y su diferente naturaleza y grado de intensidad, resulta extremadamente difícil, basándose en la experiencia pasada, derivar relaciones medianamente válidas para fijar algunos parámetros que relacionen desastre-víctimas o desastre-daños materiales.

Por ejemplo, si el estudio de las amenazas naturales en un sitio específico escogido para ubicar un hospital nuevo demuestra que se trata de una zona de altísima peligrosidad, para la cual las normas vigentes sobre diseño y construcción no pueden garantizar niveles aceptables de seguridad o de funcionalidad ante un evento natural, el proyecto debería descartarse en favor de uno en un sitio más adecuado. En caso de adoptarse esta decisión, un factor de peso es la disponibilidad y conveniencia de las “líneas vitales”: accesos, abastecimiento de agua potable y electricidad, y comunicaciones.²⁷

Naturalmente, si las modificaciones son significativas se afectará el presupuesto original del proyecto. En cambio, si se trata de un hospital existente, se parte del hecho de que éste es inamovible, y que la inversión que se haga deberá garantizar un nivel mínimo de seguridad y de funcionalidad.

Asimismo, deberán tomarse en cuenta en el análisis de vulnerabilidad²⁸ ciertos aspectos asociados a la zona de influencia del hospital en caso de una emergencia, y estimarse los efectos que un probable desastre ocasionaría en dicha zona, tales como la capacidad de acceso de personas al hospital, y la correspondiente demanda emergente del servicio hospitalario que surgiría ante esa eventualidad.

Suponiendo que el área seleccionada para proyectos de infraestructura nueva es la adecuada y que se conoce el grado de amenaza del entorno en el caso de la infraestructura existente, el siguiente paso consistiría en determinar el grado de cumplimiento del diseño propuesto a los requisitos locales de seguridad (como códigos y normas de construcción). En el caso de que los códigos de construcción no ofrezcan los requisitos de resistencia al tipo de amenaza identificada, debe propenderse a su modificación. También podrá considerarse necesario realizar obras de infraestructura preventiva en las zonas de riesgo.

²⁷ Véase Rosales, Vanessa, *Políticas generales...*, *op. cit.*

²⁸ Krauskopf, Boroschek R., *Establecimiento de un plan nacional para la reducción de los efectos sísmicos en sistemas de salud*, Conferencia Internacional sobre Mitigación de Desastres Naturales en Instalaciones de Salud, México, febrero de 1996.

No se cuenta en todos los países de la región con una normativa de soporte, como un código de construcción de cumplimiento obligatorio que permitiera cuantificar el nivel mínimo de seguridad o el riesgo aceptable. Así, es preocupante que en algunos países con reconocida susceptibilidad al embate frecuente de desastres, como terremotos y huracanes, se carezca de normas propias, adaptadas a su contexto. En muchos casos, estas normas o códigos existen, pero no tienen carácter obligatorio, o no se crearon paralelamente los mecanismos para velar por su acatamiento. En otros casos, la limitación es de orden presupuestario, por lo que la vulnerabilidad de las edificaciones persiste.

Este punto es crítico, ya que deberá definirse un “nivel de riesgo aceptable”, lo cual entraña dificultades incluso de orden ético. Por ejemplo, qué grado de pérdidas se puede aceptar; si se desea garantizar únicamente la preservación de vidas o más bien la operatividad del servicio después de un desastre; si se considera apropiado que el edificio permanezca en pie, sin colapsar, aunque se dañen equipos e instalaciones valiosas; si es suficiente que el edificio permanezca en pie sólo hasta evacuar a todos sus ocupantes; si se contará con recursos financieros para recuperar lo que se pierda; y finalmente, si existen otras instalaciones supletorias en las cercanías, a las que se pueda remitir a las víctimas de desastre.

8. Etapas para la aplicación del análisis costo-efectividad en proyectos de mitigación

Basándose en una readaptación de la metodología tradicional para la formulación de proyectos de inversión, es posible identificar las diferentes etapas a cumplir en un proyecto de mitigación.²⁹

A continuación se describe con mayor detalle la información requerida en cada una de estas fases:

a) Estudio preliminar. En esta fase se definirá la información que será empleada para el estudio del área de riesgo, los objetivos y las características del estudio y se preparará el programa de trabajo.

b) Diagnóstico. La información sobre desastres naturales y mapas de riesgo será utilizada en el diagnóstico para la identificación de áreas propensas al riesgo, zonificación de uso de suelo, e identificación preliminar de medidas de mitigación.

c) Estudios de prefactibilidad y factibilidad. La información sobre vulnerabilidad será utilizada para afinar los costos y beneficios del proyecto al nivel de prefactibilidad. Las consideraciones de riesgo serán incorporadas en las diferentes etapas de formulación del proyecto (el estudio de mercado, la localización, aspectos de ingeniería, etc.); además, deberán seleccionarse las medidas estructurales y no estructurales de mitigación.

²⁹ Preparado sobre la base de información de OEA/USAID, *Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning*, Washington, D.C., 1991.

Etapas	Proceso de preparación del proyecto	Actividades con relación a la ocurrencia de desastres
Fase preliminar: Determinación de la vulnerabilidad	Ideas de proyectos: Generación de ideas de proyectos de inversión	• Recolección de información básica sobre desastres • Determinación del valor asignable a los desastres, dentro del estudio integral
Diagnóstico: Determinación de recursos y necesidades. Identificación de la capacidad institucional frente a problemas críticos.	Perfil de proyecto Preparación de perfiles de proyectos	• Identificación de situación de desastres naturales en el área • Determinación del riesgo social aceptable de cada tipo de desastre • Determinación de la información base de riesgo y vulnerabilidad
Formulación y plan de acción: Formulación de la estrategia local, incluyendo programas de apoyo institucional y legal. Formulación de los proyectos de inversión	Prefactibilidad Formulación del proyecto. Revisión de su viabilidad técnica y económica Factibilidad Formulación detallada y evaluación final de proyectos seleccionados	• Identificación y análisis técnico de medidas de mitigación en el proyecto • Evaluación de medidas de mitigación • Evaluación de costo-efectividad • Evaluación de proyecto (s) al nivel de prefactibilidad • Selección de las mejores opciones de proyectos y medidas de mitigación • Evaluación económica final considerando el riesgo • Diseño final de proyecto (s) incluyendo medidas de mitigación estructurales y no estructurales
Instrumentación: Aplicación de la estrategia integral: programas institucional, fiscal y legal, y proyectos de inversión	Instrumentación: Instrumentación de proyectos de inversión seleccionados	• Monitoreo de procedimientos de construcción de acuerdo con diseño de ingeniería y medidas de mitigación estructural • Monitoreo de medidas de mitigación no estructural • Diseño de monitoreo de largo plazo para garantizar la operación de medidas de mitigación instrumentadas

En el nivel de factibilidad, la información disponible puede ser complementada por valuaciones de desastres específicos, lo que permitirá afinar cálculos de costo y beneficio. Pueden ser empleados métodos de evaluación probabilística para la generación de indicadores de distribución de riesgo. Asimismo, se deben incorporar indicadores específicos de costo-efectividad utilizando las cuantificaciones de los bienes y servicios que se protegerán con las medidas de mitigación.

En el caso de un proyecto de mitigación, los beneficios esperados tienen que ver con los servicios adicionales que el proyecto permite asegurar al disminuir las consecuencias de un desastre natural (por ejemplo: número de consultas médicas, número de ingresos y egresos de medicina interna, número de camas habilitadas y, en general, número de usuarios de los servicios de salud respecto del total de población demandante).