

**NACIONES UNIDAS**

**COMISIÓN ECONÓMICA  
PARA AMÉRICA LATINA  
Y EL CARIBE - CEPAL**



**CENTRO LATINOAMERICANO  
Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFÍA  
CELADE – DIVISIÓN DE  
POBLACIÓN**

---

Seminario Internacional

Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe  
Santiago de Chile, 20 y 21 de junio de 2001

## **Vulnerabilidad y Medio Ambiente**

José Javier Gómez  
División de medio ambiente y asentamientos humanos  
CEPAL

Este documento fue preparado para el Seminario internacional “Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe”, Santiago de Chile, 20 y 21 de junio. Este primer borrador (que aún no incluye una sección final de conclusiones y orientaciones de políticas) no ha sido sometido a revisión editorial

## **1. Introducción**

En los trabajos de investigación acerca de las interacciones entre medio ambiente y sociedad el planteamiento tradicional ha sido el de evaluación de impacto, es decir, se selecciona algo que puede generar cambios en el medio ambiente (precios de los combustibles, la construcción de una presa o una carretera, etc.) y se identifican sus efectos más importantes en los sistemas naturales y humanos. En la última década, sin embargo, ha ido ganando importancia creciente una nueva perspectiva de análisis, basada en el concepto de vulnerabilidad, que traslada la atención principal hacia los grupos o entidades expuestas a cambios ambientales (trabajadores agrícolas, pescadores artesanales, bosques tropicales, etc.). A diferencia del planteamiento tradicional el análisis de vulnerabilidad considera las diferentes presiones a las que puede verse sometido el grupo y en ese marco se propone, por un lado, determinar el riesgo de sufrir resultados desfavorables y, por otro, identificar aquellos factores que pueden reducir la capacidad de respuesta y adaptación a los cambios (Clark et al, 2000).

En los ámbitos económico y sobre todo social, también se observa una utilización creciente del concepto de vulnerabilidad para abordar cuestiones diversas desde perspectivas distintas a las tradicionales. En el ámbito de las ciencias sociales la noción de vulnerabilidad se está utilizando profusamente y desde muy diversos enfoques en relación con temas como pobreza, desprotección y desventajas sociales y demográficas (Rodríguez, 2000). Además de la utilización descriptiva del concepto –en las negociaciones comerciales se habla, por ejemplo, de sectores vulnerables en referencia a aquellos que pueden resultar más afectados negativamente por la competencia externa y requieren de una atención especial- en el campo de la economía existen otros desarrollos que buscan facilitar la aplicación de la noción de vulnerabilidad a la toma de decisiones a través del desarrollo de indicadores. Es el caso de los indicadores de vulnerabilidad externa que propone el Fondo Monetario Internacional en el marco del desempeño macroeconómico de los países y la prevención de crisis (FMI, 2000). También se han desarrollado indicadores de vulnerabilidad económica en relación con las circunstancias especiales de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Briguglio, 1999).

Las principales aplicaciones del concepto de vulnerabilidad en que aparece la temática medioambiental surgen vinculadas principalmente a la ocurrencia de desastres naturales, a los trabajos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés) y a las evaluaciones de vulnerabilidad de poblaciones en riesgo de sufrir escasez de alimentos llevadas a cabo por el Programa Mundial de Alimentos en diversos países del mundo. En el caso de los desastres naturales, hasta hace poco tiempo los mayores esfuerzos de investigación estaban centrados en los fenómenos físicos más que en las circunstancias de las víctimas. La constatación de que los daños causados por un mismo fenómeno físico pueden ser muy distintos dependiendo del grado de desarrollo de los países y de otras variables, está dando paso a un nuevo enfoque en el que la noción de vulnerabilidad es el elemento clave.

El objetivo principal de este documento es revisar algunos de los desarrollos teóricos y aplicaciones prácticas del enfoque de vulnerabilidad en los que éste aparece vinculado a cuestiones medioambientales. En el marco del concepto de vulnerabilidad, en el que un grupo humano (o entidad) puede sufrir cambios que afecten su bienestar, el riesgo de cambio que constituye el centro de atención del documento es el cambio ambiental. En el contexto del presente documento los cambios que afectan al bienestar de la sociedad que se consideran son dos: i) los cambios en el medio ambiente y ii) los eventos naturales que generan desastres. La

separación es artificial puesto que los desastres naturales se pueden incluir dentro de la categoría de cambios ambientales. Sin embargo, por su importancia en relación con el concepto de vulnerabilidad los desastres se han considerado aparte y en la categoría de cambios en el medio ambiente se incluyen otros cambios que, sin alcanzar la categoría de desastre, afectan a los sistemas humano y ecológico (por ejemplo, un cambio negativo en la calidad del aire o del agua a causa de la contaminación).

Por tratarse de regiones especialmente vulnerables en América Latina y el Caribe, aunque con especificidades propias, se ha dedicado un capítulo a los Pequeños Estados Insulares del Caribe, especialmente a su vulnerabilidad frente al cambio climático y otro a Centroamérica.

La parte final está dedicada a revisar el enfoque de vulnerabilidad en el marco del diseño e implementación de políticas públicas. Se identifican las sociedades y los grupos más afectados por los desastres naturales y los cambios ambientales y su relación con situaciones de pobreza y desigualdad. En segundo lugar, cómo las políticas para la reducción de la vulnerabilidad se insertan en las políticas para el desarrollo sostenible y como con la aplicación del enfoque de vulnerabilidad mejora el diseño e implementación de políticas.

## 2. Concepto de vulnerabilidad y componentes

### Concepto de vulnerabilidad

Existen muchas definiciones de vulnerabilidad. Algunas son de carácter general y pueden aplicarse en diferentes contextos mientras que otras solo son de aplicación en ámbitos muy concretos. En este segundo grupo se encuentran, por ejemplo:

- la que aplica el Programa Mundial de Alimentos que se refiere a la probabilidad de un descenso agudo en el acceso a alimentos o en los niveles de consumo por debajo de las necesidades mínimas de supervivencia (PMA, 1999);
- la Organización Panamericana de la Salud, también en términos de probabilidad, en referencia a ruptura de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario (OPS, averiguar).
- El Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC, 2001) define vulnerabilidad como el grado al cual un sistema es susceptible a, o incapaz de hacer frente, a efectos adversos del cambio climático, incluyendo variabilidad climática y eventos extremos.
- En el contexto de la ocurrencia de desastres, la vulnerabilidad se define como la probabilidad de que, debido a la intensidad de un evento externo y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente (Zapata, R., 2000); para el BID vulnerabilidad es una condición de susceptibilidad a shocks externos que pueden amenazar vidas humanas y sistemas de vida, recursos naturales, propiedades e infraestructura, productividad económica y prosperidad de una región (BID, 1999).
- En el ámbito de las ciencias sociales, las investigaciones en torno a la vulnerabilidad han utilizado diferentes enfoques (Rodríguez, J., 2000). Entre otros, vulnerabilidad como carencia de poder, vulnerabilidad en relación con el riesgo de caer por debajo de la línea de pobreza, vulnerabilidad como carencia de activos o incapacidad para movilizarlos y vulnerabilidad como desajuste entre activos y estructura de oportunidades.

Algunas de las definiciones de carácter general son:

- Vulnerabilidad es un concepto multidimensional que incluye exposición, (el grado al cual un grupo humano o ecosistema entra en contacto con un riesgo particular); sensibilidad (el grado al cual una unidad de exposición es afectada por la exposición) y resiliencia (capacidad para resistir o recuperarse del daño asociado con la convergencia de presiones múltiples); (Clark et al., 2000).
- Vulnerabilidad es la propensión interna de un ecosistema<sup>1</sup> o de algunos de sus componentes a sufrir daño ante la presencia de una determinada fuerza o energía potencialmente destructiva (Vargas, 2001).
- Vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio (Wilches-Chaux, extraído de Parés, J., 2001)

En las distintas definiciones es posible encontrar elementos comunes.

---

<sup>1</sup> Ecosistema en sentido amplio. El concepto de ecosistema incluye a los seres humanos, a los demás seres vivos y al medio físico. Hay ecosistemas naturales (en los que no ha habido intervención humana) y ecosistemas construidos. La estabilidad de los ecosistemas depende de su capacidad para resistir, adaptarse o evolucionar con los fenómenos naturales (cíclicos, como el clima y otros como incendios, inundaciones, etc.)

- En primer lugar, el concepto contiene la exposición a un elemento externo (amenaza, riesgo de cambio) que está fuera de control por parte del grupo expuesto, e incluye elementos internos que determinan la vulnerabilidad del sistema. Los que aparecen con mayor frecuencia en las diferentes definiciones son:
  - **Grado de exposición:** tiempo y modo de sometimiento de un ecosistema a un cambio externo;
  - **Sensibilidad:** grado de afectación del sistema por el cambio externo (IPCC,2001); magnitud de la respuesta de un sistema a un evento externo (Banco Mundial, año);
  - **Capacidad de adaptación:** capacidad del sistema para ajustarse al cambio externo, moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias (IPCC, 2001). Otros autores utilizan el término **resiliencia** con un significado parecido: facilidad y rapidez del sistema para recuperarse del stress (Banco Mundial);
  
- En segundo lugar, aunque distintas comunidades o individuos puedan enfrentar el mismo riesgo, ello no significa que sean igualmente vulnerables. Existe una compleja interacción entre el elemento externo y la capacidad interna de la comunidad que determina su vulnerabilidad (Vogel, 1997). El riesgo es diferenciado o relativo. A pesar de que enfrentan el mismo riesgo (por ejemplo, un huracán), la vulnerabilidad de los habitantes de Miami y la de un municipio de Honduras, por ejemplo, son diferentes. En primer lugar las infraestructuras (viviendas, servicios básicos, drenaje, etc.) tienen mayor capacidad de resistencia; en segundo lugar, existe mayor capacidad en lo que se refiere a sistemas de alerta y de información así como de rehabilitación de servicios básicos (agua potable, energía eléctrica); por último gran parte de los daños materiales están cubiertos por seguros. El resultado final es que el número de víctimas es menor (menor sensibilidad) y su capacidad de recuperación mucho mayor en el caso de Miami (mayor resiliencia).
  
- La vulnerabilidad es un proceso dinámico. No solo cambia la capacidad interna de las comunidades o individuos expuestos sino también los riesgos externos de cambio. Aparecen nuevas amenazas, como enfermedades nuevas o enfermedades conocidas que se extienden a nuevas áreas (SIDA, fiebre aftosa), riesgo de accidentes o conflictos nucleares, riesgos asociados a la reducción de la capa de ozono. A su vez, las comunidades pueden tomar diferentes medidas para enfrentar estas amenazas y adaptarse a las situaciones nuevas. En unos casos se puede impedir la entrada de la enfermedad (por ejemplo, controles contra la aftosa); en otros la única respuesta es la adaptación (por ejemplo, las medidas para evitar la exposición al sol en el sur de Chile y Argentina). Es también importante considerar el ritmo de cambio por cuanto éste afecta directamente la capacidad de adaptación de los sistemas<sup>2</sup>.
  
- La vulnerabilidad se puede incrementar a través de eventos **acumulativos** o cuando **presiones múltiples** disminuyen la capacidad del sistema humano o ecológico para resistir o adaptarse al cambio (Clark et al., 2000).
  - Existe amplia coincidencia de que en los efectos del huracán Mitch, el desastre natural más catastrófico en la historia reciente de Centroamérica, la degradación ambiental previa jugó un importante papel. Por un lado, la sequía y los incendios forestales vinculados al Fenómeno de El Niño que tuvieron lugar durante 1997 (se perdieron 1.5 millones de hectáreas de bosques) en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Por otro lado, la deforestación de áreas de protección, la obstrucción de cauces de ríos con construcciones y la disposición inadecuada de basuras (que con las lluvias posteriores

---

<sup>2</sup> En el contexto del cambio climático, el IPCC considera que los eventos extremos, la variabilidad y los ritmos de cambio son todos factores claves en la vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático.

- taponaron los desagües naturales de ríos y lagos). La combinación de acciones antrópicas y eventos naturales extremos previos expuso los suelos a la erosión y disminuyó fuertemente su capacidad de infiltración, lo que tuvo como resultado un efecto más devastador del huracán del que habría tenido en otras circunstancias (BID, 1999)<sup>3</sup>. A su vez, el huracán Mitch ha debilitado aún más la capacidad mitigadora del medio ambiente respecto a los efectos de los eventos naturales extremos, incrementándose el riesgo de movimientos de masa e inundaciones ante futuros eventos hidro-meteorológicos.
- En cuanto a presiones múltiples, los daños causados por los terremotos de enero y febrero de 2001 en El Salvador, se produjeron en un contexto de bajo crecimiento económico con un medio rural muy afectado por los bajos precios internacionales del café. Para grupos concretos, como los jornaleros agrícolas, la combinación de pérdida de ingreso por falta de trabajo y de pérdida de vivienda y otros activos por los terremotos puede resultar en la imposibilidad de recuperarse, viéndose obligados, por ejemplo, a emigrar. La vulnerabilidad frente a los desastres naturales interactúa con otro tipo de vulnerabilidad social.
  - Por su focalización explícita en las unidades expuestas, la vulnerabilidad es una propiedad de los sistemas que depende de la **escala** (Clark et al., 2000). Por ejemplo, a partir de la posible afectación de los arrecifes de coral por el cambio climático es posible hablar de la vulnerabilidad de una comunidad costera cuyos empleos y forma de vida dependen del turismo y de la pesca; también se puede hablar de la vulnerabilidad de un país (por ejemplo del Caribe) cuya preocupación se centraría en cómo puede verse afectada la economía nacional (PIB, importaciones, etc.); por último, a escala global la preocupación principal puede ser la pérdida irreversible de un patrimonio de la humanidad<sup>4</sup>. Por otro lado, situaciones de baja vulnerabilidad a escalas de país, continente o región pueden enmascarar situaciones de alta vulnerabilidad a escalas menores. Por ejemplo, la literatura científica solo respalda un vínculo entre deforestación e inundaciones en cuencas menores de 50,000 hectáreas. Si la escala de análisis es una cuenca mayor de 50,000 hectáreas la deforestación no aumentaría el riesgo de inundaciones (Banco Mundial, ...). Sin embargo, a escalas menores si existe un claro vínculo entre deforestación e inundaciones. También se puede producir la situación inversa. Mientras que la deforestación a escala local no afecta el régimen de precipitaciones, la deforestación a gran escala en zonas donde una parte importante de la lluvia se origina en la evapotranspiración (por ejemplo, Amazonas) si puede afectar el clima regional (tomado de IPCC; impactos regionales del CC; América Latina, bosques, 1997).

### Ventajas del análisis de vulnerabilidad

En el caso de medio ambiente se compara el análisis de vulnerabilidad con el enfoque tradicional de análisis de impacto ambiental. Las interacciones entre los sistemas humanos y ecológicos son procesos complejos cuyo análisis demanda una visión sistémica. En lo que se refiere a la comprensión de estos procesos, el enfoque de vulnerabilidad permite, en teoría, superar algunas de las limitaciones existentes en la perspectiva tradicional de evaluación de impacto ambiental<sup>5</sup>, caracterizada por relaciones predominantemente lineales y centrada en los fenómenos físicos. En el enfoque de vulnerabilidad, problemas ambientales que afectan a un grupo humano, por

<sup>3</sup> BID (1999); *Reducing Vulnerability to natural Hazards: Lessons Learned from Hurricanes Mitch; A strategy Paper on Environmental Management*; Washington.

<sup>4</sup> Esta última preocupación también puede ser compartida a escala nacional y local.

<sup>5</sup> El mismo fenómeno de cambio puede ser analizado desde ambas perspectivas (estudios de impacto y de vulnerabilidad). Los estudios de impacto han resultado ser más útiles cuando una sola presión domina la respuesta del sistema (Clark et al., 2000).

ejemplo la degradación de suelos, pueden ser al mismo tiempo causas y efectos, se consideran mecanismos de retroalimentación en las cadenas causales y se incluyen las interacciones con otras presiones de carácter social y económico, como pobreza y marginación. Como resultado, es posible obtener un cuadro que incorpora las principales variables que afectan un sistema y las redes causales que conforman. Esta mejor comprensión de la realidad debería contribuir a un mejor diseño e implementación de políticas dirigidas a evitar o reducir los daños que pueden sufrir sistemas humanos y ecológicos.

Además de la vinculación de los sistemas naturales con los sociales y económicos que permite la evaluación de vulnerabilidad, la utilización de diferentes escalas favorece la consideración de problemas locales que globalmente no se consideran<sup>6</sup>. En el caso de seguridad alimentaria, por ejemplo, la evaluación de vulnerabilidad a diferentes escalas, (comunidades dentro de regiones o países, individuos dentro de los hogares) ha permitido diseñar mejores sistemas de distribución de alimentos focalizando los esfuerzos en las comunidades y grupos sociales más vulnerables.

### Limitaciones

En primer lugar, solo desde hace poco tiempo la comunidad científica está dedicando esfuerzos a la comprensión de las interacciones entre medio ambiente y sociedad desde una perspectiva integral. Uno de los principales desafíos en este ámbito es la comprensión de cómo interactúa lo local y lo global. La incertidumbre científica que rodea el conocimiento de muchos de estos procesos limita la comprensión del sistema, especialmente cuando se trata de sistemas complejos que integran un gran número de amenazas de cambio que además interactúan entre sí<sup>7</sup>. Este problema de conocimiento reviste especial importancia teniendo en cuenta que el resultado de algunos de estos procesos es de carácter irreversible (como la pérdida de un ecosistema o especie) (Science, Sustainability Science, 2001). Estos problemas de conocimiento limitan la aplicación del enfoque de vulnerabilidad.

La selección de la escala o escalas de análisis es una cuestión importante. En primer lugar porque solo a determinadas escalas la interacción entre medio ambiente y sociedad es particularmente intensa y problemática (Clark et al., 2000). En segundo lugar porque las respuestas de carácter político también dependen de instituciones con determinadas competencias territoriales o sectoriales.

Otro tipo de limitaciones se refieren a los problemas existentes en determinados ámbitos para hacer operativo el concepto, especialmente lo que se refiere al desarrollo de indicadores e índices de medición. Así, el Programa Mundial de Alimentos ha desarrollado sistemas de análisis y elaboración de mapas de vulnerabilidad que, dependiendo de la disponibilidad de datos, han resultado de gran utilidad para mejorar la seguridad alimentaria en varias zonas de Africa (Vogel, 1997) y de Asia. Por otro lado, en el contexto del cambio climático no hay un consenso global sobre el significado de vulnerabilidad y sobre la forma de medirla (Escobar, J., 1999). También se han desarrollado índices de vulnerabilidad económica y ambiental para los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (ver capítulo 6). Entre sus principales beneficios se encuentran la capacidad para dirigir la atención hacia los problemas de vulnerabilidad que enfrentan estos

---

<sup>6</sup> Ese análisis integral, cuando se realiza a escala local, puede fortalecer el papel de los actores locales en la formulación e implementación de políticas.

<sup>7</sup> Además, muchos procesos biológicos experimentan cambios repentinos a umbrales particulares de temperatura y precipitación (Science, 2000).

países y facilitar las decisiones de organismos financieros y donantes respecto a la asignación de recursos financieros y asistencia técnica. Los principales problemas encontrados se refieren a la elección subjetiva de las variables, a la falta de datos para la medición de determinados problemas y, en el caso de índices compuestos, a la elección de los porcentajes de ponderación (Briguglio, 1999).

### 3. Vulnerabilidad y medio ambiente. Marco de análisis.

En el gráfico n. 1 se presentan las relaciones existentes entre vulnerabilidad y medio ambiente en el marco de las interacciones entre los sistemas naturales y humanos<sup>8</sup>. Se parte de dos subsistemas: ecológico y económico-social que pueden verse sometidos a cambios. Los cambios amenazan el bienestar de las sociedades y el funcionamiento de los sistemas ecológicos<sup>9</sup>. Estos cambios pueden ser ecológicos, económicos, sociales o políticos y pueden tomar la forma de shock repentino, tendencia de largo plazo o ciclo estacional

En el contexto del presente documento los cambios que afectan al bienestar de la sociedad que se consideran son dos: i) los cambios en el medio ambiente y ii) los eventos naturales que generan desastres. La separación es artificial puesto que los desastres naturales se pueden incluir dentro de la categoría de cambios ambientales. Sin embargo, por su importancia en relación con el concepto de vulnerabilidad, los desastres se han considerado aparte y en la categoría de cambios en el medio ambiente se incluyen otros cambios que, sin alcanzar la categoría de desastre<sup>10</sup>, afectan a los sistemas humano y ecológico (por ejemplo, un cambio negativo en la calidad del aire a causa de la contaminación). En el gráfico, el impacto de los desastres y los cambios ambientales en los subsistemas ecológico y económico-social depende de la vulnerabilidad de éstos. A su vez, la vulnerabilidad también está sometida a cambios que se originan en: i) los propios desastres o cambios ambientales; ii) otro tipo de presiones (por ejemplo, pobreza en el caso del subsistema económico-social)<sup>11</sup>.

En la parte izquierda del gráfico están situadas las relaciones causales relativas a los desastres. En la terminología que se utiliza normalmente en el ámbito de los desastres, la amenaza es el fenómeno peligroso (huracán, terremoto) y la vulnerabilidad es la disposición interna a ser afectado por una amenaza. Si no hay vulnerabilidad, no hay destrucción o pérdida (Vargas, 2001). En el gráfico, se consideran amenazas de origen natural y de origen antrópico que tienen su origen en los subsistemas ecológico y económico-social respectivamente. Los desastres afectan tanto a los sistemas humanos como a los ecológicos. Algunos autores<sup>12</sup> utilizan el término **vulnerabilidad ambiental** para referirse a riesgos de poblaciones a sufrir desastres de origen natural (los riesgos proceden del medio ambiente). Otros<sup>13</sup>, en cambio, utilizan el término para referirse a la vulnerabilidad del sub-sistema ecológico frente a desastres y cambios que pueden producir daño en el medio ambiente (por ejemplo, el derrame de petróleo en un ecosistema

---

<sup>8</sup> Un sistema socio-ecológico (Gallopín et al., 1989) es cualquier sistema compuesto de un componente humano y un componente ecológico. Puede ser urbano o rural y puede ser definido en diferentes escalas, desde lo local a lo global. GG. Este sistema, a su vez, puede ser representado por tres sub-sistemas: económico, social y ecológico.

<sup>9</sup> Desde el punto de vista humano, los impactos negativos en el sub-sistema ecológico se traducen finalmente también en pérdidas de bienestar para la sociedad ya que afectan al papel que juegan los sistemas naturales en la sociedad como constituir el soporte de vida y proveer bienes y servicios (minerales, productos agrícolas, servicios de recreación, fuente de recursos genéticos, etc.).

<sup>10</sup> Se utiliza aquí la definición de desastre como suceso, generalmente violento o repentino y frecuentemente acompañado de importantes pérdidas de vidas humanas, que causan a una sociedad sufrimiento y aflicción, un quiebre temporal de los sistemas de vida prevalecientes, considerables daños materiales y dificultades en el funcionamiento de la sociedad y la economía (CEPAL, Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales, Santiago, 1991). Otra definición de desastre: es una situación o evento que sobrepasa la capacidad local, necesitando una petición de ayuda a nivel nacional o internacional para asistencia externa (CRED).

<sup>11</sup> En el caso del sub-sistema ecológico también pueden considerarse procesos internos “normales” que afectan su vulnerabilidad (por ejemplo, un bosque es más vulnerable a incendios durante los meses secos).

<sup>12</sup> Por ejemplo, en el trabajo realizado por Lisa Segnestam y otros: *Developing Indicators, Lessons Learned from Central America* (2000) la vulnerabilidad ambiental está referida a riesgos de poblaciones a sufrir desastres naturales (concretamente, deslizamientos e inundaciones).

<sup>13</sup> Como Kaly et al. (1999) en el diseño de un índice de vulnerabilidad ambiental.

costero). En este caso la entidad expuesta al riesgo no es un sistema humano sino un sistema natural. Para evitar confusiones no se ha utilizado este término en el documento.

En el gráfico 1, los desastres generan nuevas amenazas a través de un proceso de encadenamiento de riesgos y desastres. Una amenaza inicial genera impactos destructivos en un sistema vulnerable y éste, a su vez, se convierte en amenaza sobre otro sistema y así sucesivamente (ver gráfico 2 en el capítulo 4). A mayor vulnerabilidad, mayor posibilidad de generar condiciones de reacción en cadena (Vargas, 2001).

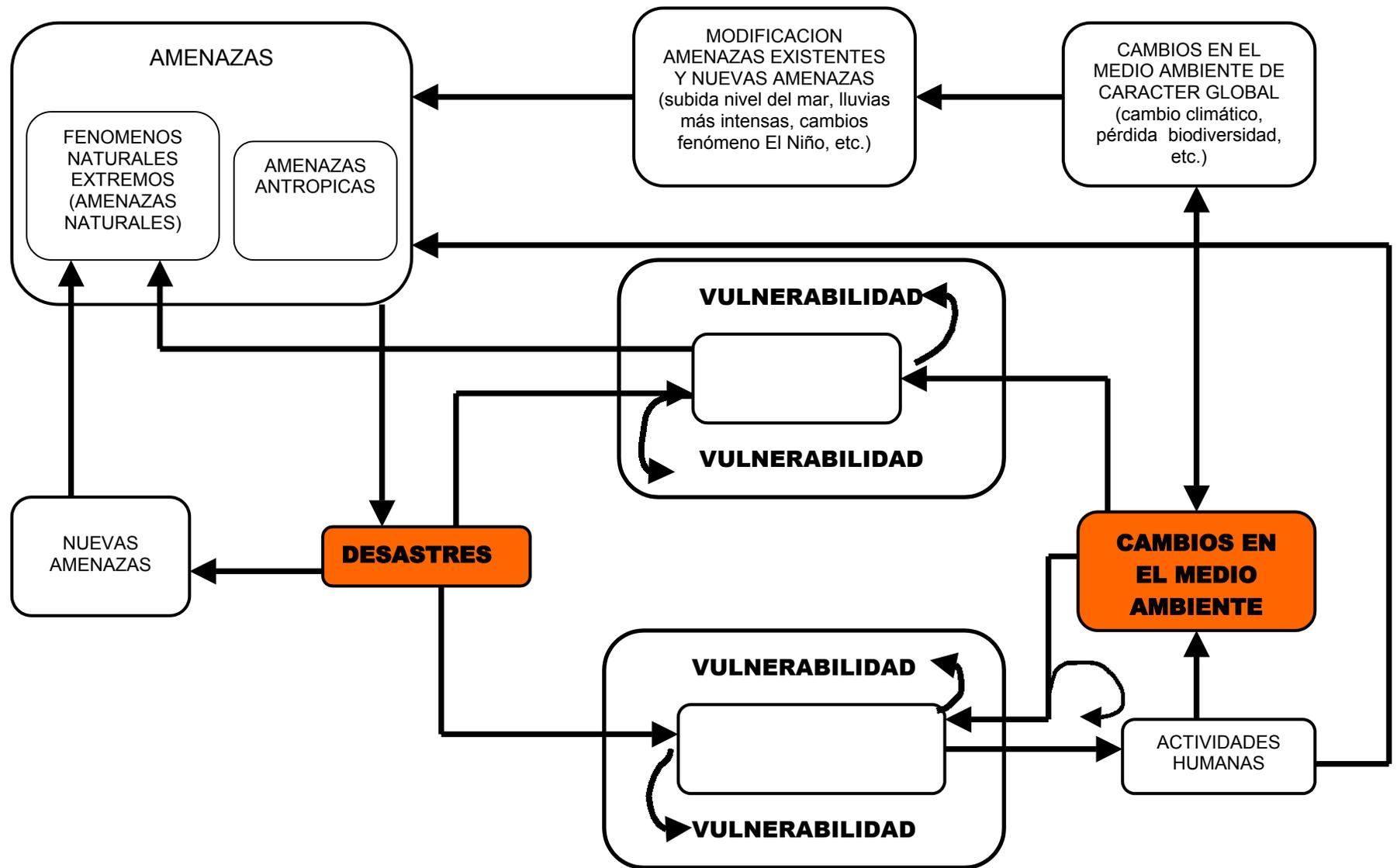
También surgen nuevas amenazas y se modifican las existentes a partir de cambios ambientales de carácter global, como pueden ser los originados por el cambio climático. Surgen amenazas que no existían antes (por ejemplo, la subida del nivel mar) y se modifican fenómenos naturales (por ejemplo, lluvias de mayor intensidad, fenómenos de El Niño más intensos). En este ámbito también se puede incluir la aparición de nuevas enfermedades (por ejemplo el SIDA).

En la parte derecha del gráfico están los cambios ambientales, que se generan a partir de las actividades humanas y que también afectan el bienestar de las poblaciones y el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Por ejemplo, la contaminación del aire en una ciudad, cambios en la calidad del agua, etc. Las relaciones entre las actividades humanas, los cambios en el medio ambiente de carácter local que generan y los cambios ambientales de carácter global constituyen el objeto de estudio del proceso llamado *cambio global*. El bucle que aparece en la parte inferior del gráfico representa la existencia de mecanismos de retroalimentación en procesos de degradación ambiental<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Algunos de estos procesos de interacción entre sociedad y medio ambiente siguen patrones definidos de funcionamiento y son denominados síndromes (ver capítulo 5).

**Gráfico 1. Vulnerabilidad y medio ambiente**





#### 4. VULNERABILIDAD Y DESASTRES NATURALES

Hasta hace poco tiempo en el análisis de los desastres naturales se ponía mucho más énfasis en los agentes causantes (fenómenos físicos como procesos geodinámicos o hidrometeorológicos) y poco en las circunstancias de las poblaciones expuestas<sup>15</sup>. En los últimos años, a partir de los análisis de vulnerabilidad, la preocupación se ha ido desplazando hacia las comunidades que sufren los daños. Bajo esta perspectiva, el riesgo depende principalmente de las condiciones sociales existentes y es la sociedad, más que la naturaleza la que decide que tiene más probabilidades de estar expuesto a peligrosos agentes geofísicos y tener defensas contra ellos (Hewitt, K., 1997). Otra de las novedades en las investigaciones sobre desastres naturales es la importancia que se está concediendo al análisis de las condiciones ambientales ante la constatación del papel jugado por la degradación ambiental en la generación o amplificación de los daños causados por desastres.

##### Recuadro 1

##### *Una vulnerabilidad creciente a los desastres naturales*

(...) Sabemos que las comunidades siempre tendrán que enfrentar riesgos naturales, como inundaciones, sequías, tormentas o terremotos. Sin embargo, hoy en día los desastres se deben tanto a las actividades humanas como a las fuerzas de la naturaleza. En realidad, el término “natural” cada vez es más engañoso.

(...) El 90% de las víctimas de los desastres en el mundo vive en países en desarrollo donde la pobreza y la presión de la población obliga a un número creciente de pobres a vivir en lugares peligrosos –en áreas inundables, en zonas propensas a sufrir terremotos y en laderas inestables. La **vulnerabilidad** de aquellos que viven en áreas de riesgo es quizá la más importante causa de las pérdidas y daños causados por los desastres.

(...) Sabemos que **prácticas ambientales y de desarrollo insostenibles** exacerbaban el problema. Talas masivas de bosques y la destrucción de humedales reducen la capacidad del suelo para absorber lluvias intensas, lo que facilita los procesos de erosión y las inundaciones. (...) Muchos científicos creen que el reciente aumento de los desastres naturales de origen hidrometeorológico es el producto del calentamiento global causado principalmente por la actividad humana.

(...) Sobre todo, nunca debemos olvidar que es la pobreza y no la elección la que conduce a la gente a vivir en áreas de riesgo. Un **desarrollo económico equitativo y sostenible** no solo es bueno por si mismo, sino también como una de las mejores formas de seguridad frente los desastres.

Kofi A. Annan (*The International Herald Tribune*, 10 septiembre 1999)

En el recuadro anterior aparecen tres de los elementos principales que caracterizan una nueva visión acerca de los desastres naturales:

- La vulnerabilidad como principal determinante de los daños causados por los desastres.
- En el marco del enfoque de vulnerabilidad, la importancia concedida a los aspectos ambientales en diferentes escalas, desde los problemas ambientales locales (por ejemplo, deforestación) a los globales (cambio climático).
- La inserción de la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres en el contexto general de las estrategias de desarrollo sostenible.

<sup>15</sup> Por ejemplo, mientras que las aseguradoras distinguen entre grupos de personas que tienen mayor propensión a sufrir accidentes de automóvil o con mayores probabilidades de sufrir muerte prematura, en el ámbito de los desastres se ha tendido a ignorar o tratar tales cuestiones como irrelevantes o incidentales. A efectos de seguros frente a fenómenos naturales o tecnológicos, se han privilegiado los análisis geofísicos y técnicos frente a quién y qué está en peligro (Hewitt, K., 1997).

Cada vez esta más en discusión la utilización del término “desastre natural” debido a la importancia que tienen las actividades humanas, tanto en los efectos desastrosos de eventos naturales como en su propia generación. Por un lado, intervenciones humanas como la deforestación en áreas de protección pueden dar lugar a que fenómenos meteorológicos como lluvias torrenciales, que en circunstancias normales no tendrían que generar mayores daños, se conviertan en inundaciones o deslizamientos de tierras que provocan pérdidas humanas y materiales; en otros casos, eventos naturales extremos ven amplificadas sus efectos por acciones antrópicas previas. Por otro lado, es la propia intervención humana la que puede estar generando o amplificando la intensidad y frecuencia de los eventos naturales extremos. De acuerdo al Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) las modificaciones del clima causadas por las emisiones de gases de efecto invernadero tienen relación con el aumento en la frecuencia de desastres de origen hidro-meteorológico. Por estos motivos, algunos expertos empiezan a utilizar el término “desastre socio-natural”.

### Componentes de la vulnerabilidad

En la terminología que se utiliza normalmente en el ámbito de los desastres, la amenaza es el fenómeno peligroso (huracán, terremoto) y la vulnerabilidad es la disposición interna a ser afectado por una amenaza. Si no hay vulnerabilidad, no hay destrucción o pérdida. El riesgo ante un desastre representa la probabilidad que éste ocurra y es producto de la interacción entre amenazas y factores de vulnerabilidad. El riesgo presenta determinadas características: es dinámico y cambiante, es diferenciado (no afecta igual a los actores de una comunidad) y cada actor social tiene una determinada percepción sobre él.

Los componentes del concepto de vulnerabilidad descritos en el capítulo 2, como grado de exposición, resiliencia, etc. también se aplican en el caso de los desastres naturales. Por ejemplo, Vargas (2001) considera que la vulnerabilidad a los desastres depende de cinco componentes:

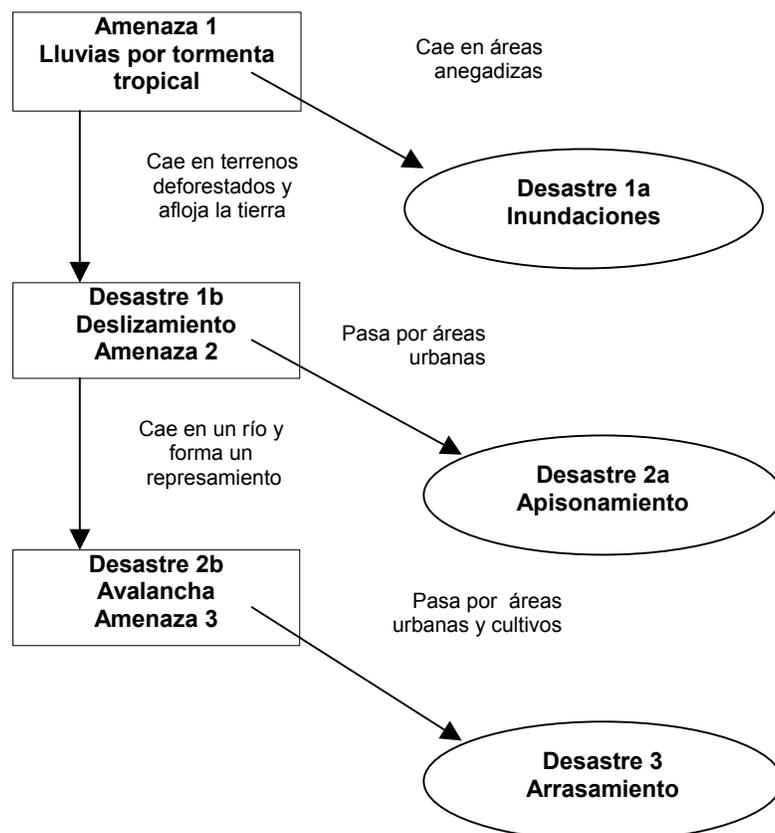
- Grado de exposición: tiempo y modo de sometimiento de un sistema a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa (cuánta energía potencialmente destructiva recibe y por cuánto tiempo).
- Protección: defensas del sistema que reducen o eliminan la afectación que le puede causar una actividad con potencial destructivo. En el caso de un riesgo de deslizamiento, por ejemplo, la presencia de un bosque como barrera natural o de infraestructura de protección.
- Reacción inmediata: capacidad del sistema para reaccionar, protegerse y evitar el daño en el momento en que se desencadena la energía con potencial destructivo o desestabilizador. Por ejemplo, existencia de sistemas de alerta temprana y de una organización para la emergencia.
- Recuperación básica: restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes del sistema, evitando su muerte o deterioro con posterioridad al evento destructivo. También se le llama rehabilitación.
- Reconstrucción: recuperación del equilibrio y las condiciones normales de vida de un sistema, por su retorno a la condición previa o, más frecuentemente, a una nueva condición más evolucionada y menos vulnerable.

Anderson y Woodrow (1989) oponen capacidad a vulnerabilidad, en el sentido de la habilidad de las comunidades y personas para protegerse, hacer frente a las emergencias y recuperarse de un desastre.

Los desastres pueden generar nuevas amenazas a través de un proceso de encadenamiento de riesgos y desastres. Una amenaza inicial genera impactos destructivos en un sistema vulnerable y éste, a su vez, se convierte en amenaza sobre otro sistema y así sucesivamente (ver gráfico 2). A mayor vulnerabilidad, mayor posibilidad de generar condiciones de reacción en cadena (Vargas, 2001).

## Gráfico 2. Ejemplo de encadenamiento de amenaza y desastre

Ejemplo: Una tormenta tropical desata lluvias torrenciales (amenaza 1) que pueden causar inundaciones en áreas anegadizas (desastre 1a) y también deslizamientos de tierra en áreas de ladera (desastre 1b). Los deslizamientos, a su vez, son una nueva amenaza (amenaza 2) que puede destruir una concentración de población (desastre 2a) y represar un río (desastre 2b). La presa del río (amenaza 3), puede provocar una avalancha que destruya zonas de cultivo y otras poblaciones (desastre 3).



Fuente: Vargas, J., 2001

### Desastres naturales: tendencias y efectos

La información existente sobre los efectos de los desastres naturales<sup>16</sup> en la segunda mitad del siglo XX muestra varias tendencias claras:

- De acuerdo con datos procedentes de la industria del seguro el número de catástrofes naturales por año ha aumentado desde menos de 50 durante la década del 70, hasta un promedio de 120 desde 1989 hasta el año 2000 (Swiss, Re sigma n.2/2001)<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> La obtención de información confiable sobre los efectos de los desastres presenta muchas dificultades. En primer lugar porque no hay un acuerdo general sobre lo que significa “desastre”. Por este motivo, a excepción de las estimaciones realizadas por la CEPAL, el resto de las cifras deben utilizarse con precaución.

<sup>17</sup> El criterio que utiliza esta fuente para registrar un evento como catástrofe de la naturaleza es: un número de muertos y/o desaparecidos superior a 20, y/o un número de heridos superior a 50, y/o un número de desamparados superior a 2,000; o un monto mínimo de daños totales; o un monto mínimo de daños asegurados.

- El número de muertes asociadas a eventos extremos ha disminuido desde 1950 hasta nuestros días, con un estancamiento en los últimos 20 años (ver gráfico 3)<sup>18</sup>. Teniendo en cuenta el aumento de la población, esto se atribuye a mejores predicciones meteorológicas, mejores sistemas de alerta y mayor conciencia de los riesgos. Easterling, D et al (2000); *Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts*; en Science vol. 289; 22 septiembre 2000. Las cifras indicadas no consideran, sin embargo, los llamados “pequeños desastres” (menos de 10 muertos). Por otro lado, las estadísticas normalmente solo recogen las víctimas del evento extremo sin considerar lo que ocurre en las fases siguientes de rehabilitación y reconstrucción. Para algunos autores, en algunos desastres los daños ocurridos durante estas fases posteriores pueden incluso superar las del desastre propiamente dicho. Por tanto, independientemente de la tendencia, el número de muertes por desastres naturales es superior al que aparece en las estadísticas<sup>19</sup>.
- Un incremento constante de las pérdidas económicas que resulta explosivo en la última década (ver gráfico 3). Las mayores pérdidas económicas se han contabilizado en los países desarrollados; en EE.UU. por ejemplo, durante la década de los noventa se produjeron los desastres naturales con mayores daños económicos de su historia (el terremoto de Northridge y el huracán Andrew) y también el que se supone desastre más costoso de la historia mundial (el terremoto de Kobe en Japón). En el caso de EE.UU., el aumento de las pérdidas económicas se atribuye principalmente al incremento de la población en áreas de riesgo (Florida, California) y a su concentración en grandes ciudades (Science, vol 284, 18 june 1999).

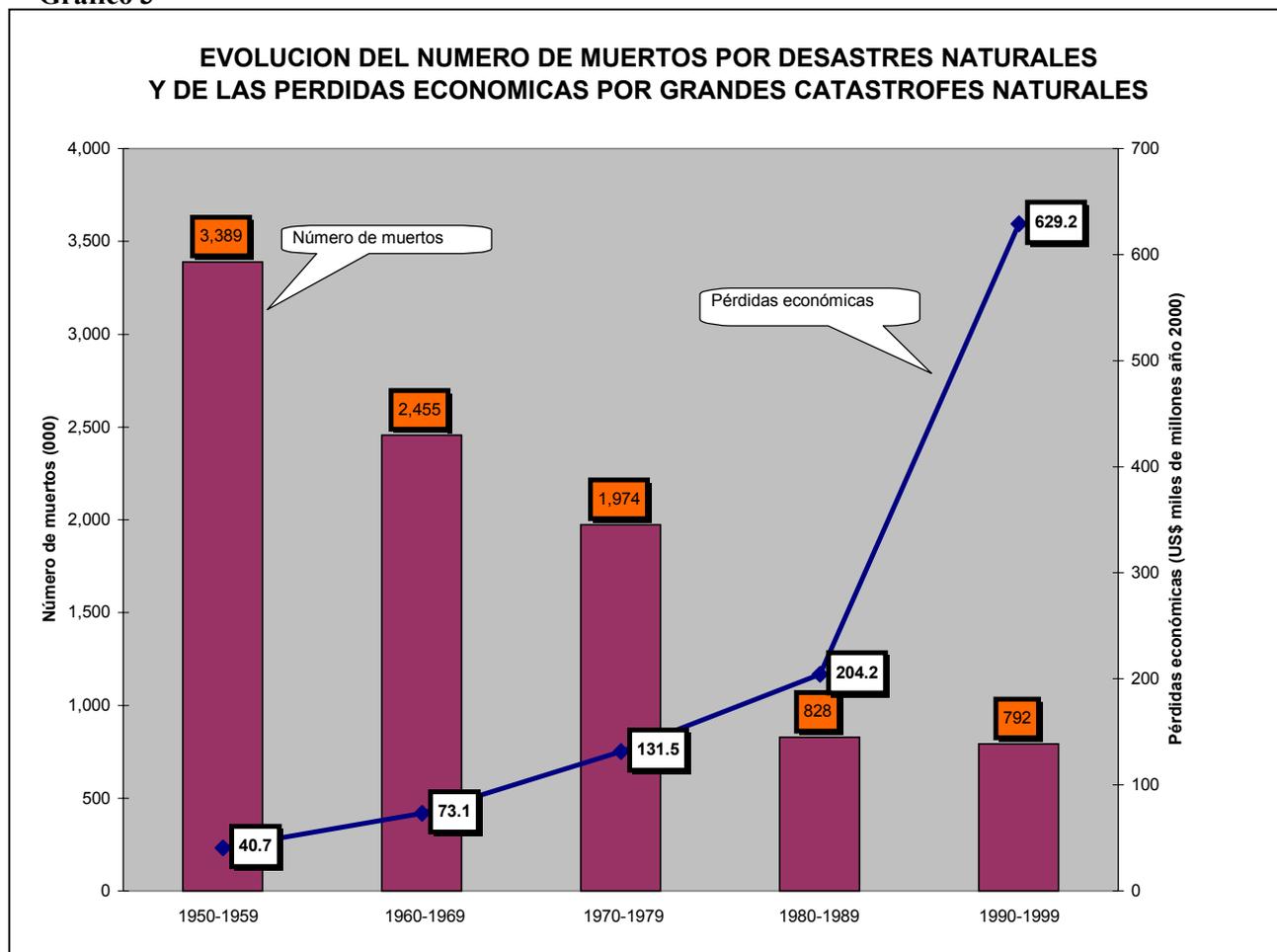
La información sobre daños económicos de América Latina a partir de los desastres naturales evaluados por la CEPAL desde 1972 hasta 1999 muestra una tendencia similar a la observada mundialmente. En US\$ de 1998, los daños totales entre los años 1972 a 1980 fueron de 8,523 millones frente a los 22,238 millones entre los años 1990 y 1999 (CEPAL, 1999).

---

<sup>18</sup> Las cifras del gráfico deben manejarse con cuidado ya que provienen de fuentes distintas. El número de muertes procede de *EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium* y los criterios utilizados para registrar un desastre son: 10 o más muertos, o más de 100 personas afectadas, o una llamada a la asistencia internacional, o una declaración de estado de emergencia. El monto de daños procede del grupo asegurador Munich Re. En este caso el criterio es más restrictivo puesto que se trata de *grandes catástrofes naturales* que son aquellas en la capacidad de ayuda de la propia región afectada es claramente sobrepasada y se demanda de otras regiones o países. Es el caso cuando miles de personas mueren, cientos de miles quedan sin hogar o cuando un país sufre daños económicos sustanciales. La fuente alerta sobre la confiabilidad de las estimaciones de daños económicos.

<sup>19</sup> Durante el período 1988-1998, en tan solo nueve países latinoamericanos sucedieron en promedio 5,4 desastres “pequeños” (0-10 muertos) por día, un desastre “mediano” (11-100 muertos) cada 14 días y un desastre “grande” (más de 100 muertos) cada 223 días. Los desastres “pequeños” y medianos representan muchas más muertes y pérdidas que los “grandes”. Fuente PNUD: “Estrategia Regional PNUD para la reducción de desastres en América Central”. 1999.

Gráfico 3



Fuentes: CRED y Munich Re.

De acuerdo con información de la Federación Internacional de la Cruz Roja, en 1998, por primera vez, el número de refugiados por causa de desastres naturales (los llamados “refugiados ecológicos” que suman 25 millones de personas o el 58% del total de refugiados) ha superado al de desplazados por las guerras.

Además de los muertos y heridos, la experiencia de CEPAL en los desastres naturales de América Latina y el Caribe, muestra como sus principales consecuencias negativas en el mediano y largo plazo, las siguientes (CEPAL, 1999):

- Destrucción de la infraestructura económica y social, de acervos familiares y de vínculos sociales (viviendas, efectos personales, etc.). Por otro lado, las inversiones necesarias para los procesos de rehabilitación y reconstrucción desplazan otras prioridades establecidas anteriormente, lo que puede afectar sectores económicos y/o sociales o el desarrollo regional.
- Según la magnitud del desastre y los sectores afectados pueden producirse desequilibrios macroeconómicos, como desequilibrios externos a causa del incremento en el nivel de endeudamiento, desequilibrios fiscales originados en la situación de emergencia y que se mantienen en el tiempo y procesos inflacionarios, especialmente en el proceso de reconstrucción. Todo ello se puede traducir en un aumento del riesgo-país, lo que afecta la capacidad de crédito del país y los flujos de inversión extranjera.

- Un efecto negativo sobre la distribución del ingreso. Algunos autores (Cannon, 1994) afirman que después de una inundación o una sequía los activos tienden a ser redistribuidos de acuerdo con los patrones preexistentes de propiedad. Sin embargo, si puede producirse una desviación de recursos del estado desde los sectores más desfavorecidos por la necesidad de atender otro tipo de inversiones más urgentes.
- Cambios ambientales, algunos pueden ser de carácter irreversible; los principales cambios en el medio ambiente detectados en los desastres más recientes (huracanes Georges, Mitch y Keith, Fenómeno de El Niño 1997-98, lluvias de Venezuela 1999) han sido erosión y pérdida de suelos, disminución de la capacidad hidráulica de cauces con severos cambios en la geodinámica de cuencas y sistemas hidrográficos, deforestación y afectación de ecosistemas costeros como manglares, arrecifes de coral, playas y praderas marinas.

### Desempeño ambiental y desastres naturales

En algunos de los desastres más recientes (en la región el huracán Mitch, fuera de ella las inundaciones de agosto de 1998 en China) se ha puesto de relieve la importancia de la degradación ambiental previa como un factor que ha contribuido a aumentar los efectos negativos de los desastres. Aunque las inundaciones son un fenómeno natural, sus efectos pueden ser intensificados por las alteraciones humanas del medio ambiente tales como alteraciones en los patrones de drenaje a causa de urbanización, prácticas agrícolas y deforestación.

La conexión entre deforestación y desastres naturales no ha sido muy bien documentada<sup>20</sup>. Sin embargo, los bosques juegan un papel clave en la protección del suelo contra la erosión y en el almacenamiento de agua. La eliminación de bosques incrementa significativamente la escorrentía superficial y degrada los suelos. Además, el aumento en el volumen de sedimentos disminuye el cauce de los cursos de agua y puede taponar drenajes naturales. Por último, en suelos expuestos a procesos de erosión el riesgo de deslizamientos es mucho mayor (BID, 1999).

En el caso del huracán Mitch (1998), una investigación del CIAT, PNUMA... con análisis de fotos de satélite muestra una posible relación entre las inundaciones del norte, centro y sur de Honduras con la escasa cubierta forestal y el cambio del uso del suelo en las cuencas hidrográficas. Por su limitada protección los suelos estaban expuestos a sufrir procesos erosivos intensos en las áreas de ladera con alto riesgo de deslizamientos y represamientos de ríos. La deforestación que comenzó a mediados de los años 60 en Honduras, también habría sido la principal causante de los estragos causados por el huracán Fifi veinticuatro años atrás de acuerdo con Susman et al. (1983). La expansión de la producción bananera en los valles y el desplazamiento de los campesinos a las zonas de ladera, que perdieron su cubierta forestal, dio origen a procesos de erosión. Ello habría sido la causa de sucesos como el de Choloma, cuyos 2,300 habitantes fueron sepultados cuando se rompió una presa formada por deslizamientos. La pérdida de cubierta vegetal de las laderas de las montañas por la expansión de los cultivos y la eliminación de los bosques también habría sido la causa principal de los daños sufridos en Jamaica a causa del huracán Gilbert en 1988 (Pulwarty, 1997).

<sup>20</sup> La literatura científica respalda un vínculo entre deforestación e inundaciones solo a nivel local –dentro de una cuenca de menos de unas 50,000 hectáreas- (Bruijnzeel y Bremmer, 1989). Para mayores cuencas, sin embargo, el limitado número de estudios con series temporales de largo plazo sobre inundaciones no muestra ningún vínculo entre deforestación e inundaciones. A primera vista los resultados resultan paradójicos: ¿Cómo puede la deforestación causar inundaciones en pequeñas cuencas pero no en las grandes? La hipótesis es que las inundaciones de cuencas amplias dependen más de la intensidad de la lluvia que de la forma en que se usa la tierra. La mayoría de las tormentas son pequeñas y pasajeras. Las subcuencas individuales tienden a inundarse en **secuencia**, cuando la tormenta ha pasado, más que simultáneamente. Las inundaciones locales son así prorrateadas en el espacio y tiempo. Solo tormentas de larga duración y extremadamente severas afectan a todos los tributarios de un río principal a la vez. Tormentas de tal magnitud deberían ser suficientes para saturar la capacidad de absorción de los suelos y causar una escorrentía rápida incluso si la tierra estuviera forestada.

También se han documentado daños en zonas costeras que habían perdido la protección de manglares, en áreas que habían sido destinadas a usos turísticos (por ejemplo en Belice durante el huracán Keith en el año 2000) piscicultura o salinas.

En relación con el medio ambiente urbano, la práctica de arrojar basuras a las quebradas en asentamientos humanos no planificados, carentes de servicios de recolección de basura, así como algunos sistemas inadecuados de extracción de arena, produjeron el azolvamiento de cauces de ríos y de drenajes lo que facilitó la ocurrencia de inundaciones (por ejemplo en el Lago Amatitlán de Guatemala, durante el huracán Mitch, CEPAL, 1998).

El deterioro ambiental resultante del uso insostenible del territorio y de los recursos naturales reduce reducido la resistencia de los ecosistemas. La combinación de situaciones de degradación ambiental con eventos naturales extremos repetidos produce un efecto acumulado de pérdida de resistencia de los ecosistemas que no solo reduce su papel mitigador en relación con eventos naturales extremos, sino que puede generar amenazas antes inexistentes.

El impacto catastrófico del Mitch no se puede analizar sin considerar lo ocurrido anteriormente a este evento. Mitch ocurrió después de ocho meses de sequía en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua causada por El Niño. Esto redujo el bosque y la cubierta vegetal reduciendo la capacidad de absorción de los suelos y reduciendo la resiliencia de los ecosistemas de la región. El Niño también contribuyó a los catastróficos incendios forestales de 1997 que devastaron más de 1.5 millones de hectáreas de los bosques de Centroamérica. En este sentido, cada fenómeno incrementó el impacto del siguiente. El impacto combinado de sequías, prácticas forestales insostenibles, urbanización incontrolada en áreas de alto riesgo y obstrucción de los cauces de los ríos, produjeron un mayor impacto negativo del Mitch. Lo mismo ocurre con el Mitch en relación con eventos extremos futuros<sup>21</sup>.

Las prácticas ambientales que aumentan la vulnerabilidad frente a desastres naturales muchas veces tienen su origen en situaciones de pobreza y marginación en un proceso de que retroalimenta. Se produce así un círculo vicioso pobreza-degradación ambiental-mayor vulnerabilidad (no solo frente a desastres sino también frente a otros cambios negativos)<sup>22</sup>. La degradación ambiental alimenta dos de los componentes de la vulnerabilidad: por un lado incrementa el grado de exposición a riesgos de desastres y por otro, reduce progresivamente la capacidad de las poblaciones para recuperarse de ellos (o de otros cambios negativos) y hacer frente a futuras crisis.

---

<sup>21</sup> El huracán Mitch causó severos cambios en la geodinámica de cuencas y sistemas hidrográficos. La mayoría de las zonas que fueron afectadas por erosión, transporte y depósito de sedimentos han modificado drásticamente la capacidad hidráulica de los cauces de los ríos. La capacidad para absorber altos volúmenes de agua y de escorrentía ha sido significativamente reducida en los ríos Choluteca, Lempa, Ulúa, Cangrejal, Motagua y en la cuenca del lago Amatitlán (BID, 1999); Ibid 56.

<sup>22</sup> Es el caso del Síndrome del Sahel, que se presenta en el capítulo 5 o también del llamado Síndrome de Haití: un círculo vicioso de deforestación –erosión del suelo- pérdida de fertilidad del suelo -sobrepoblación- mayor deforestación (Pulwarty, 1997).

## 5. VULNERABILIDAD Y CAMBIOS AMBIENTALES

Además de su aplicación en relación con los desastres naturales, en los últimos años han aparecido diversas investigaciones que utilizan el concepto de vulnerabilidad como marco de análisis de otras cuestiones ambientales. El cambio que amenaza el bienestar de las sociedades, en este caso, es ambiental y no siempre alcanza el grado de desastre natural. Por ejemplo, erosión de suelos que genera una pérdida de productividad agrícola y finalmente se traduce en pérdidas económicas o la contaminación urbana del aire que afecta a la salud de las personas.

Uno de los ámbitos en que primero aparece el concepto de vulnerabilidad vinculado al medio ambiente es en los estudios desarrollados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) que fue establecido en 1988. En trabajos más recientes como el informe especial sobre los *Impactos regionales del cambio climático: una evaluación de la vulnerabilidad* (IPCC, 1997) y en uno de sus últimos informes *Cambio Climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad* (IPCC, 2001) la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales al cambio climático, en combinación con otras presiones económicas, sociales y ambientales, es uno de los principales focos de atención.

Sin embargo, el cambio climático es solo una parte de lo que se conoce como *cambio ambiental global* (o cambio global). Se trata de un área relativamente nueva de estudio científico<sup>23</sup> que usa investigaciones de diferentes disciplinas para determinar como cambian los sistemas naturales y para evaluar la influencia de las actividades humanas en estos cambios (<http://www.usgs.gov>). Al igual que en el caso de los desastres naturales, hasta hace poco la mayoría de las investigaciones sobre cambios medioambientales no prestaban mucha atención a los ecosistemas y sociedades que sufrían los cambios. Recientemente, sin embargo, la vulnerabilidad de sistemas ecológicos y humanos está surgiendo como el elemento central en el marco de las investigaciones en torno al cambio global. El cambio global representa uno de los principales desafíos para la comunidad científica, que debe explicar cómo la intervención humana altera el planeta, cómo como estos procesos de intervención son a su vez influenciados por los cambios ambientales y finalmente, si es posible y hasta que punto se puede controlar el cambio global (WBGU, 1996). Un nuevo enfoque transdisciplinario para investigar el cambio global se basa en la descomposición de la compleja dinámica del cambio global en patrones de interacción civilización-naturaleza (“**Síndromes**”) (Held, G. et al., 1999). Tanto los trabajos del IPCC como el enfoque de Síndromes serán tratados con más detalle posteriormente.

Otros trabajos en los que la vulnerabilidad se relaciona con cambios ambientales son los Análisis y Construcción de mapas de Vulnerabilidad (VAM) del Programa Mundial de Alimentos, el desarrollo del Índice de Sostenibilidad Ambiental y el desarrollo del Índice de Vulnerabilidad Ambiental por parte de la South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC)<sup>24</sup>.

### **Análisis y construcción de mapas de vulnerabilidad (Programa Mundial de Alimentos)**

El concepto de vulnerabilidad que utiliza el Programa Mundial de Alimentos considera dos componentes: i) exposición a factores de riesgo (sequías, conflictos o fluctuaciones de precios extremas) y ii) procesos socio-económicos subyacentes que reducen la capacidad de las personas para hacer frente a los cambios.

---

<sup>23</sup> Se trata de un nuevo campo dentro de lo que se conoce como Ciencia de la Sostenibilidad. (Science, 2001)

<sup>24</sup> Este último, enfocado a los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, se presenta en el capítulo 6 (La vulnerabilidad de los Pequeños Estados Insulares del Caribe).

El resultado principal del proceso de análisis es mostrar patrones de vulnerabilidad y sus cadenas causales en un área geográfica específica con el objetivo principal de apoyar las acciones destinadas a garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones.

Entre las fuentes de riesgo que considera el análisis de vulnerabilidad, varias tienen que ver con cambios ambientales como los relacionados con inundaciones, sequías, plagas de insectos, régimen de lluvias, etc. Esta información, geo-referenciada, se combina con otra información de tipo socio-económico y logístico para generar mapas de vulnerabilidad.

### **Índice de Sostenibilidad Ambiental<sup>25</sup>**

Este índice (ESI en sus siglas en inglés) es un intento de medir el progreso general hacia la sostenibilidad ambiental aplicado a 122 países. Para ello utiliza 22 indicadores construidos a partir de 67 variables. Según sus autores la sostenibilidad puede ser presentada como una función que depende de cinco fenómenos: i) el estado de los sistemas ambientales (aire, suelos, ecosistemas y agua); ii) las presiones que sufren estos sistemas en la forma de niveles de contaminación y explotación; iii) la **vulnerabilidad humana** a cambios ambientales en la forma de pérdida de recursos alimenticios o exposición a enfermedades relacionadas con el medio ambiente; iv) la capacidad institucional y social para hacer frente a los desafíos medioambientales y v) a la capacidad de cooperar con otros países para resolver problemas ambientales comunes.

La vulnerabilidad humana a la que se hace referencia se relaciona con necesidades básicas como salud y nutrición. Así, se considera que un país es ambientalmente sostenible en la medida que las personas y sistemas sociales no son vulnerables (en la forma de necesidades básicas como salud y educación) a perturbaciones ambientales. Para su medición se consideran dos indicadores: Sustento Humano Básico (calculado a partir de la oferta calórica diaria per cápita y del acceso de la población a sistemas apropiados de agua potable) y Salud Ambiental (calculada a partir de tasas de mortalidad infantil por enfermedades respiratorias y por infecciones intestinales y de la tasa de mortalidad infantil por de bajo de cinco años).

Los resultados del indicador de Vulnerabilidad Humana en América Latina y el Caribe muestran como países con mayor vulnerabilidad a Haití, Bolivia y Perú. Los países que presentan mejores índices (es decir, que presentarían mayor sostenibilidad) son Costa Rica, Cuba y Trinidad y Tobago.

### **Panel Intergubernamental de Cambio Climático**

El informe *Cambio Climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad* (IPCC, 2001) muestra los principales efectos adversos esperados del cambio climático en los sistemas humanos y naturales. Dejando aparte los cambios en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, que se tratan en el capítulo número 7 dedicado a Centroamérica, los cambios ambientales que proyectan los modelos y estudios se presentan a continuación:

El Informe comienza con la constatación de que, globalmente, durante el siglo XX las temperaturas promedio de la superficie de la tierra se han incrementado en  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  y que para el año 2100 los modelos proyectan un calentamiento de entre 1.4 a  $5.8^{\circ}\text{C}$  respecto al año 1990. El aumento de la

<sup>25</sup>

El diseño y cálculo de este índice es un trabajo conjunto entre Global Leaders for Tomorrow Environment Task Force del World Economic Forum, el Yale Center for Environmental Law and Policy (YCELP) de la Universidad de Yale y el Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) de la Universidad de Columbia.

temperatura durante el siglo pasado ya habría afectado a diversos sistemas físicos y biológicos (por ejemplo disminución del tamaño de glaciares, disminuciones de algunas poblaciones de plantas y animales). También surgen nuevas evidencias de que algunos sistemas sociales y económicos ya habrían sido afectados por el aumento en la frecuencia de inundaciones y sequías en algunas áreas. Sin embargo, tales sistemas también son afectados por cambios en factores socioeconómicos como cambios demográficos y del uso de la tierra y el impacto relativo de los factores climático y socio-económico es generalmente difícil de cuantificar.

Los sistemas naturales se consideran especialmente vulnerables por su limitada capacidad adaptativa, por lo que pueden experimentar daños significativos e irreversibles. Entre los sistemas naturales en situación de mayor riesgo se encuentran los glaciares, arrecifes de coral, manglares y bosques tropicales y boreales. Aunque la abundancia de algunas especies puede aumentar, el cambio climático incrementará los riesgos de extinción existentes en algunas de las especies más vulnerables.

Los sistemas humanos sensibles al cambio climático y algunos de los impactos adversos proyectados, incluyen los recursos hídricos (disminución de la disponibilidad en muchas regiones con escasez actual de agua, particularmente en los sub-trópicos); agricultura y seguridad alimentaria (una reducción general en los rendimientos de los cultivos en la mayoría de la regiones tropicales y sub-tropicales); los sistemas marinos y la pesca; los asentamientos humanos, la energía y la industria; el sector de seguros y la salud humana (un incremento de las personas expuestas a enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria o a través del agua como el cólera).

El informe plantea la necesidad de una estrategia de adaptación a todos los niveles. Sin embargo, la capacidad de los sistemas humanos para adaptarse depende de diversos factores como la riqueza, educación, información, disponibilidad de tecnología, infraestructura, etc. Por este motivo considera que los países con menores recursos tienen menor capacidad de adaptación y son, por tanto, los más vulnerables tanto al cambio climático como a otro tipo de presiones. Estimaciones de los costos y beneficios del cambio climático pronostican un posible incremento de la disparidad entre el bienestar de los países desarrollados y el de los países en desarrollo (cuanto mayor el aumento de temperatura mayor el aumento de la disparidad).

Por último, teniendo en cuenta que muchas de las comunidades y regiones que son vulnerables al cambio climático también sufren otro tipo de presiones derivadas del crecimiento de la población, del agotamiento de los recursos y de la pobreza, el IPCC plantea la conveniencia de adoptar modelos de desarrollo sostenible, que disminuyan la presión sobre los recursos naturales e incrementen el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad. De esta manera se reduciría la vulnerabilidad al cambio climático y a otro tipo de presiones.

### **Síndromes de Cambio Global**

El concepto de síndrome aplicado al cambio global surge en el seno del German Advisory Council on Global Change (WBGU, 1993 y 1994). Un análisis a escala regional muestra que las interacciones entre las sociedades humanas y el medio ambiente frecuentemente operan de acuerdo a patrones. Estos patrones funcionales (síndromes<sup>26</sup>) son *constelaciones características y desfavorables de tendencias de la civilización y de la naturaleza y sus respectivas interacciones que pueden ser identificadas en muchas regiones del mundo* (WBGU, 1996). Cada uno de estos síndromes representa un patrón distintivo de degradación ambiental inducida por la sociedad humana. En el marco de la investigación en torno al cambio global los síndromes deben cumplir tres criterios: i) cada síndrome debe relacionarse directa o

---

<sup>26</sup> De acuerdo al Diccionario de la lengua Española es *un conjunto de fenómenos que caracterizan una situación determinada*.

indirectamente con el medio ambiente; ii) el síndrome debe ocurrir como un problema visible en muchas regiones del mundo; y iii) el síndrome debe describir desarrollo no sostenible y/o degradación ambiental significativa. Aunque una de las propiedades de los síndromes es su autonomía, puede presentarse más de un síndrome en una misma región. En este sentido también se han desarrollado diferentes tipologías de interacción entre síndromes (desde la mera coincidencia, la infección, el refuerzo o la atenuación, entre otros). El WBGU ha identificado 16 síndromes, que integran tres grupos principales. En el recuadro Y se presenta una explicación más detallada del Síndrome del Sahel :

- Síndromes que resultan del uso inapropiado de recursos naturales como factores de producción. Son los *Síndromes de Utilización* (por ejemplo el síndrome de sobrecultivo de tierra marginal: Síndrome del Sahel y el Síndrome del Exodo Rural);
- Problemas sociedad-medio ambiente derivados de patrones de desarrollo no sostenible (por ejemplo el Síndrome del Mar de Aral y el Síndrome de la Revolución verde);
- Degradación ambiental a través del uso por parte de la sociedad de sistemas inadecuados de disposición de desechos (por ejemplo el Síndrome de la Tierra Contaminada).

## Recuadro 2

### ***SOBRE CULTIVO DE TIERRA MARGINAL: EL SINDROME DEL SAHEL***

El Síndrome del Sahel representa una compleja red de factores que causan degradación ambiental cuando se supera la capacidad de carga ecológica en regiones donde las condiciones ambientales naturales restringen el uso agrícola. Manifestaciones típicas de este síndrome son la degradación de suelos, la conversión de ecosistemas semi-naturales y la pérdida de biodiversidad. Aparece normalmente en economías de subsistencia donde grupos de pobres rurales y sectores de la población amenazados con la marginalización se encuentran en un proceso de degradación del medio ambiente natural debido a la sobreexplotación de la tierra agrícola y pecuaria (sobrepastoreo, expansión de la agricultura a áreas sensibles).

Los problemas específicos del síndrome que sufre la población son pobreza creciente, éxodo rural, mayor vulnerabilidad a crisis alimentarias y conflictos políticos y sociales crecientes en torno a los recursos escasos. El desarrollo de este síndrome se refuerza con el crecimiento rápido de la población. A medida que se desarrolla este síndrome, el campo de acción para los grupos sociales afectados se estrecha debido al refuerzo mutuo que se produce entre pobreza, sobreexplotación y degradación ambiental. Aunque es propio de zonas como el Sahel, también se asocia a la agricultura de subsistencia, conocida como de “agricultura de roza y quema”, que se basa en la conversión y subsecuente explotación del bosque y es propia de zonas tropicales. Se usa como ejemplo las severas inundaciones causadas en el sur de Tailandia por este tipo de uso de la tierra.

El mecanismo central del Síndrome del Sahel es el refuerzo mutuo de la degradación ambiental, la marginalización social y económica y la sobreexplotación, lo que reduce progresivamente la capacidad de las poblaciones de hacer frente a los problemas.

Extraído de: *World in Transition: the Research Challenge*; German Advisory Council on Global Change; Annual Report 1996.

El enfoque de síndromes presenta importantes vínculos con las evaluaciones de vulnerabilidad. Por un lado, los síndromes identifican grupos humanos, territorios y sistemas naturales concretos expuestos a cambios, por ejemplo pobres rurales y urbanos, pequeños agricultores, ecosistemas costeros. En el caso del Síndrome del Sahel, por ejemplo, el aumento de la vulnerabilidad de los grupos involucrados (las opciones de respuesta de las poblaciones afectadas van disminuyendo) se convierte en un mecanismo de retroalimentación del problema. Por otro lado, al igual que las evaluaciones de vulnerabilidad, el marco de análisis es de carácter sistémico y considera las variables e interacciones necesarias que permitan

comprender su funcionamiento. En el marco del análisis del cambio global un síndrome describiría una situación de vulnerabilidad en una escala determinada: una escala en la cual las interacciones entre sociedad y medio ambiente resultan particularmente intensas y problemáticas (Clark, et al., 2000).

Desde el punto de vista de formulación e implementación de políticas, el concepto de síndrome ofrece varias ventajas:

- En primer lugar, se puede profundizar el análisis hasta conseguir que la vulnerabilidad de una región dada a un síndrome dado pueda ser determinada y tomar medidas de prevención;
- En segundo lugar, la integración sistémica de causas, mecanismos y efectos como un modelo de problema específico produce una mejora en la comprensión del sistema como un todo, lo que contribuye a la creación de recomendaciones sólidas para “curar” el sistema;
- Finalmente, el concepto abre una vía para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. Desarrollo sostenible puede ser descrito como la ausencia o mitigación de síndromes. Desarrollo es caracterizado como sostenible cuando las manifestaciones globales o regionales de los síndromes permanecen dentro de ciertos límites.

## 6. LA VULNERABILIDAD DE LOS PEQUEÑOS ESTADOS INSULARES DEL CARIBE (PEICS)

Los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, grupo al cual pertenecen los Pequeños Estados Insulares del Caribe (PEICs), presentan características distintivas que los hacen especialmente vulnerables, tanto económica como ambientalmente<sup>27</sup>, en comparación con otros países. Por este motivo han sido objeto de la atención internacional, principalmente desde la Cumbre para la Tierra de 1992. Así, el Capítulo 17 del Programa 21 describe los elementos distintivos, introduce el problema del calentamiento de la tierra y la elevación del nivel del mar y establece la necesidad del desarrollo sostenible de las islas pequeñas. Posteriormente, en la Conferencia Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Barbados, 1994) se insiste en lo vulnerable de estos países y se plantea la conveniencia de desarrollar índices de vulnerabilidad. Finalmente, el informe del Grupo de Trabajo II del IPCC titulado *The Regional Impacts of Climate Change* (2000) dedica el capítulo 9 a los impactos del cambio climático en los Pequeños Estados Insulares.

Entre los factores que explican la vulnerabilidad económica y ambiental de estos países se encuentran (Briguglio, L., 2000):

- la dificultad de capturar los beneficios de las economías de escala y las limitadas posibilidades de producción debido al pequeño tamaño de los países;
- la dependencia económica, por un lado de las importaciones y por otro, de un número pequeño de productos de exportación (principalmente productos agrícolas y turismo);
- Aislamiento y dispersión geográfica, lo que genera altos costos de transporte;
- alto grado de apertura económica, lo que los hace especialmente susceptibles a las condiciones económicas del resto del mundo;
- A causa del pequeño tamaño territorial, capacidades de carga y de asimilación limitadas, lo que genera problemas asociados a manejo de basuras y almacenamiento de agua;
- Ecosistemas frágiles con especies endémicas amenazadas de flora y fauna..

Por su importancia, se han considerado aparte dos de las causas principales de vulnerabilidad:

- La exposición a frecuentes fenómenos naturales extremos: erupciones volcánicas, huracanes, tormentas tropicales y marejadas y los tsunamis;
- La sensibilidad a los posibles impactos del calentamiento global.

### Desastres naturales en los PEICs

De acuerdo con datos del Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) entre 1977 y 1996, en los PEICs se produjeron 191 desastres<sup>28</sup>. La mayor parte de ellos fueron causados por huracanes (76), inundaciones (63) y tormentas tropicales (31); también se produjeron 10 sequías, 5 deslizamientos, 3 terremotos y 3 erupciones volcánicas.

En relación con los fenómenos naturales extremos de origen hidrometeorológico, la ubicación de los PEICs los coloca en una situación de alto riesgo debido a su posición sobre o cercana a las trayectorias de

---

<sup>27</sup> Por ejemplo, el Índice de Vulnerabilidad de la Commonwealth (CVI), que considera diferentes variables económicas y ambientales y ha sido aplicado a 111 países, muestra que de los 25 países más vulnerables, 24 son estados pequeños y 17 son pequeñas islas.

<sup>28</sup> La información está recogida en términos de desastres por país. Por este motivo un mismo fenómeno natural (por ejemplo, un huracán que haya afectado a varios países) puede haber producido más de un desastre .

las tormentas tropicales. Como promedio cada año se forman en el Atlántico, Caribe y Golfo de México, 10 tormentas tropicales de las cuales seis se transforman en huracanes y alcanzan los PEICs con cierta regularidad. Los huracanes del Atlántico representan cerca del 38% del promedio mundial de huracanes. Los tsunamis y sismos tienen menor frecuencia de ocurrencia, pero los registros históricos muestran que gran número de estos eventos tienen un potencial de ser más catastróficos que las tormentas tropicales (Escobar, J., 2000). En cuanto al riesgo de erupciones volcánicas, éste afecta principalmente a los países que componen las Antillas Menores.

El número de víctimas producidas por desastres naturales en los PEICs entre 1900 y 1996 registradas por el CRED ascienden a 72,327 muertos y más de 11 millones y medio de población afectada (CRED, 1997). En algunos casos los desastres naturales han dado origen a migraciones masivas, como la observada en Dominica después de los huracanes de 1979 y 1980 (Encontre, P., 1999). También es reciente el caso de Montserrat, donde la erupción del volcán de Soufriere Hills que comenzó en 1995, ha destruido el sistema de vida de la isla, ha provocado la migración hacia el exterior de la mitad de su población y la permanencia de gran parte del resto en refugios o casas de familiares (Brill, J. 1998)<sup>29</sup>.

Los desastres suelen generar graves impactos económicos debido al tamaño reducido del territorio (que puede verse afectado en su totalidad) y la escasa diversificación de actividades económicas. Por ejemplo, el huracán David produjo en Dominica una caída del PIB de 20.6% en 1979 (CEPAL, 1999) y el huracán Luis en Anguilla (1995), unos daños equivalentes a un 147% del PIB y una caída de éste de 14% (CEPAL, 1999). En este último caso, considerando el número reducido de habitantes de la isla, los daños per cápita ascendieron a cerca de US\$7,000 (CEPAL, 1995). Sectores clave, como turismo y agricultura pueden verse seriamente afectados. Después del huracán Gilbert (1998), Jamaica sufrió una caída en los ingresos por turismo de US\$90 millones y tras el huracán Luis, Anguilla sufrió una caída de 60-70% en el número de visitantes (DIPECHO, 1997). En Dominica, las exportaciones de banano cayeron un 61% en 1979 y un 48% en 1980 (Encontre, P., 1999).

Entre los efectos ambientales de los desastres naturales en los PEICs, uno de los más importantes es la erosión de las playas, que en ocasiones origina cambios permanentes en la línea de playa (Escobar, J., 1999). Otros ecosistemas que sufren daños son los arrecifes coralinos y las praderas marinas, lo que afecta las actividades pesqueras y turísticas (buceo). Los huracanes producen turbidez en el agua y destrucción física de los corales en los lugares más expuestos.

### Cambio climático en los PEICs

En el Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo acordado en la Cumbre de Barbados (1994)<sup>30</sup> se expresa su especial vulnerabilidad al cambio climático global, a la variabilidad del clima y a la subida del nivel del mar y se enumeran una serie de efectos negativos que pueden tener lugar. En relación con la subida del nivel de mar, y considerando que gran parte de la población, la infraestructura y la tierra agrícola se encuentran en áreas costeras se prevén impactos negativos en la economía y condiciones de vida de los países. El cambio climático puede dañar los arrecifes de coral y la producción pesquera; también puede afectar negativamente el suministro de agua potable a causa de la intrusión salina. También consideran que el posible incremento en la

<sup>29</sup> <http://www.disasterrelief.org/Disasters/980721Montserrat/>

<sup>30</sup> PROGRAMME OF ACTION FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SMALL ISLAND DEVELOPING STATES (UNEP); <http://www.unep.ch/islands.html>

frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos tendrá profundos efectos negativos tanto en las economías como en el medio ambiente de los países.

Las principales conclusiones del IPCC (IPCC, 2000) en relación con los posibles impactos del cambio climático en los Pequeños Estados Insulares confirman parte de las preocupaciones expresadas seis años atrás en Barbados. En primer lugar se refiere como muy vulnerables a islas y atolones de baja altura (dentro del Caribe, y entre otras, menciona Las Bahamas). La proyección de aumento del nivel del mar es de 5 mm por año (con un rango de entre 2 y 9 mm por año). Las proyecciones climáticas prevén que la intensidad de lluvia promedio se incremente en 20-30%. Respecto a eventos extremos las proyecciones de los modelos no muestran una tendencia clara en la distribución, frecuencia e intensidad de ciclones tropicales y fenómenos de El Niño.

En el Caribe, algunas especies de coral viven cerca de sus límites de tolerancia a la temperatura (entre 25 y 29 °C)<sup>31</sup>. Estos ecosistemas, a menudo denominados los bosques tropicales del mar por la biodiversidad que albergan, son muy sensibles a los cambios de temperatura, por lo que incrementos pequeños en la temperatura de la superficie del mar pueden tener efectos negativos<sup>32</sup>. Se le atribuye una importancia económica mundial equivalente a US\$ 400 mil millones anuales por su contribución a la pesca y el turismo (Science, 2000). Se estima que la elevación de temperatura ocurrida durante el fenómeno de El Niño de 1997-98 ha causado daños severos en un 16% de los arrecifes de coral del mundo (Science, 2000). Respecto a otros ecosistemas, se considera que la capacidad natural de los manglares para adaptarse a la subida esperada del mar puede verse reducida. También se espera que las playas vean reducido el flujo de sedimento procedente de los arrecifes cercanos.

En algunas islas pueden correr peligro ciertas infraestructuras esenciales y los núcleos de población situados al nivel del mar o próximos a éste. Los sistemas de salud pueden sufrir mayor carga a causa de la posible extensión de enfermedades vinculadas al calor como el cólera y el dengue.

El turismo, que en algunos de los PEICs representa más del 50% del PIB, sería afectado de manera directa e indirecta por el cambio climático y el aumento del nivel del mar. La pérdida de playas por erosión e inundaciones, la salinización de los acuíferos de agua dulce, el daño a la infraestructura y la pérdida de actividades recreativas pondrían en peligro la viabilidad y amenazarían la sostenibilidad a largo plazo de este sector. En el recuadro 2 se presenta una aproximación mediante el enfoque de síndromes a los problemas típicos que genera el turismo masivo.

---

<sup>31</sup> Por encima del umbral de 30 °C se produce el blanqueamiento (bleaching) del coral. Los corales pueden vivir por un periodo corto de tiempo en este estado si no hay otras presiones como contaminación o pesca destructiva. Equivalentes Science (27 October 2000).

<sup>32</sup> Las pérdidas económicas vinculadas a la muerte de los sistemas de arrecife de coral han sido estimadas en Las Maldivas en US\$63 millones durante 1998-1999. The economist October 28<sup>th</sup> 2000 del estudio Coral Reef Degradation in the Indian Ocean.

### Recuadro 3

***Desarrollo y destrucción de la naturaleza para fines recreativos:  
EL SINDROME DEL TURISMO MASIVO***

El síndrome del turismo masivo describe la red de relaciones causales producida por el crecimiento constante del turismo global en las décadas recientes y que ha generado degradación ambiental significativa en ciertas regiones del mundo.

Este tipo de turismo implica, por ejemplo, la conversión de áreas semi-naturales a través de la construcción de infraestructura turística y daño o pérdida de ecosistemas costeros. El rápido crecimiento de los viajes aéreos de larga distancia genera contaminación en la atmósfera de la tierra. En las regiones afectadas (especialmente en las islas) la demanda de agua dulce sufre un fuerte incremento (piscinas, altos niveles de consumo de agua por parte de los turistas). Uno de los impactos típicos es la sobreexplotación de recursos hídricos. Otro de los problemas típicos es la presión sobre los sistemas de tratamiento y disposición de basuras y aguas negras por parte del turismo, lo que tiene como posibles consecuencias la contaminación y eutrofización de los ecosistemas costeros.

Síntomas: pérdida de biodiversidad, incremento del efecto invernadero por los viajes aéreos, falta de agua potable, erosión del suelo, inadecuada disposición de basura y aguas negras, fragmentación de paisajes y alto consumo de recursos.

Extraído de: *World in Transition: the Research Challenge*; German Advisory Council on Global Change; Annual Report 1996.

En lo que se refiere a evaluación de la vulnerabilidad es muy interesante la parte final del capítulo que trata del análisis integrado de las vulnerabilidades e impactos potenciales y de las medidas de adaptación. Plantea la necesidad de un enfoque integrado ya que la sensibilidad de las pequeñas islas al cambio climático no pueden ser atribuidas a un solo factor ni tampoco a un grupo seleccionado de factores. En realidad, el efecto acumulado y sinérgico de diversos atributos biofísicos (por ejemplo tamaño, elevación o aislamiento relativo) y otros relacionados (incluyendo el grado de capacidad adaptativa natural), en combinación con características económicas y socio culturales (incluyendo los actuales y futuros niveles de presión antrópica<sup>33</sup>) determinarán la vulnerabilidad de las islas. También hay que tener en cuenta la exposición a frecuentes eventos extremos. Al mismo tiempo que se señalan posibles medidas de adaptación para responder al cambio climático y a la subida del nivel de mar, también se plantea la posibilidad de reasentamientos humanos fuera de las fronteras nacionales en casos extremos. Es posible mejorar la salud y resiliencia de ecosistemas naturales claves como arrecifes de coral, manglares y playas reduciendo las actividades que pueden producir efectos negativos.

La vulnerabilidad de los PEICs es muy ilustrativa de la complejidad de las interacciones entre los sistemas ecológicos y humanos y de la incertidumbre que rodea las predicciones. Ello genera dificultades en el diseño y aplicación de medidas de adaptación ya que su implementación implica costos sociales y monetarios. Por ejemplo, se ha mencionado el caso de los arrecifes de coral y su importancia en la pesca y en la industria turística de muchos de los países. En primer lugar, una subida de temperatura no tiene un efecto lineal en la salud de los arrecifes, ya que por encima del umbral de 30°C la supervivencia se ve seriamente comprometida, especialmente cuando hay presiones añadidas como contaminación. Una posible estrategia de adaptación es reducir las actividades que generan presión en el ecosistema. Ello

<sup>33</sup>

Por ejemplo, la presión sobre los bosques naturales en Haití y Jamaica (con tasas de deforestación anuales superiores a 4%)(Instituto de los Recursos Mundiales, 1999); las 70,000 toneladas anuales de residuos que producen cruceros y yates en el Caribe (Pnuma, 1995).

puede ser de utilidad aún en casos de que aumente la temperatura del mar. Sin embargo, en otros escenarios de temperaturas mayores, incluso medidas de este tipo pueden resultar inefectivas. En este caso las opciones de política para asegurar la supervivencia de los arrecifes de coral por parte de las autoridades nacionales o locales pueden resultar insuficientes y solo es posible una solución global. El Plan de Acción de Barbados (1994) reconocía la necesidad de obtener toda la información disponible en torno a aspectos del cambio climático que pueden afectar los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, ya que ello *puede afectar su capacidad para generar estrategias de respuesta apropiadas a ser desarrolladas e implementadas*.

Otra reflexión que se puede hacer es relación con el binomio pobreza-vulnerabilidad. Algunos de los PEICs registran relativamente elevados PIB per cápita en relación con otros países en desarrollo. Esta alta renta puede dar la impresión de fortaleza económica, y enmascarar la realidad de que el éxito económico puede ser muy frágil y dependiente en gran medida de condiciones fuera del control del país (Briguglio, 1999). En el contexto del cambio climático, países relativamente más ricos pueden ser más vulnerables que países relativamente más pobres.

#### Propuestas para la medición de vulnerabilidad de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo

La Conferencia Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (Barbados, 1994) señala la conveniencia de desarrollar un índice de vulnerabilidad para Pequeños Estados Insulares en Desarrollo ambiental que integre la fragilidad ecológica y la vulnerabilidad económica. Algunos de los trabajos desarrollados y sus principales resultados se recogen a continuación.

Fuente: Informe de la Reunión del Grupo de Expertos Ad hoc en índices de vulnerabilidad para SIDS

#### **Índices de Vulnerabilidad Económica Alternativos (Briguglio, DESA, 1997)**

##### **Medida de la Vulnerabilidad de Pequeños Estados (Chander, 1996)**

En el primer caso, los indicadores considerados fueron: i) Índice de Exposición Económica basado en la apertura comercial; ii) Índice de Concentración de Exportaciones; iii) Aislamiento relativo, calculada a través de los costos de flete y seguros de importaciones; iv) dependencia de energía comercial importada y v) dependencia de fuentes externas de financiamiento. Según la construcción de estos indicadores, cuanto mayores los valores en un país dado, mayor es la susceptibilidad del país a shocks externos. Aplicado a 111 países mostró que las pequeñas islas están entre los países en desarrollo más vulnerables.

#### **Índice de Vulnerabilidad Compuesto (Commonwealth Secretariat, 1997)**

El trabajo desarrollado por la Commonwealth se basa en dos principios: control sobre el impacto de shocks externos y resiliencia del país para resistir y recuperarse de tales shocks. A través de un modelo econométrico se identificaron las variables principales que influyen en la volatilidad del crecimiento del producto (como medida del impacto de shocks externos) y se encontraron las siguientes: la falta de diversificación, la dependencia de las exportaciones y el impacto de los desastres naturales, este último medido en términos de población afectada. El Índice de Vulnerabilidad Compuesto se calcula mediante la agregación de las tres variables indicadas ponderadas por PIB per cápita como una aproximación a la resiliencia. Los resultados fueron que los estados pequeños eran más vulnerables que los países más grandes independientemente del ingreso. Resulta interesante el hecho de que al incluir la resiliencia para formar el IVC, la posición de algunos países cambiaba drásticamente. De acuerdo a como está construido el índice esto significaría que estos países podrían manejar su vulnerabilidad mediante el uso de sus propios recursos. Los resultados de la aplicación a 111 países en desarrollo muestran que de los 25 países

más vulnerables, 24 son estados pequeños<sup>34</sup> y 17 pequeñas islas. De los 50 menos vulnerables, solo dos eran pequeños estados.

Entre las conclusiones y recomendaciones del grupo ad hoc y desde la perspectiva conceptual se señala que la vulnerabilidad depende de factores que no están bajo el control de las autoridades nacionales y que los indicadores deben reflejar esa exposición a shocks, tanto en magnitud como en probabilidad. En relación con vulnerabilidad ecológica, el grupo acordó que los índices deben reflejar la susceptibilidad de las economías a daños causados por desastres naturales y la susceptibilidad de la ecología de los países al daño por actividades antropogénicas o factores exógenos. En el primer caso se trataría de la vulnerabilidad económica generada por el medio ambiente y en el segundo reflejaría la vulnerabilidad ecológica.

### **Índice de Vulnerabilidad Ambiental (IVA) (Kaly et al, SOPAC, 1999)**

Este índice tiene como objetivo medir la vulnerabilidad del medio ambiente frente a actividades antropogénicas y riesgos naturales. No considera directamente la vulnerabilidad de los sistemas humanos. Sin embargo, teniendo en cuenta la dependencia entre los sistemas humanos y ecológicos, los riesgos al medio ambiente se trasladan finalmente a los sistemas humanos por la dependencia de éstos de los recursos naturales. Además, el propósito es que el IVA pueda ser combinado con un índice de vulnerabilidad económica para generar un índice compuesto.

Los tres aspectos de vulnerabilidad ambiental que se deben incorporar al IVA son:

- El nivel de riesgos (o presiones) que actúan en el medio ambiente constituye el sub-índice de Exposición al riesgo;
- La resiliencia del medio ambiente a los riesgos, formando el sub-índice de Resiliencia Intrínseca
- El sub-índice de Degradación Ambiental que describe el nivel de degradación de los ecosistemas.

Fueron seleccionados 57 indicadores: 39 indicadores de riesgo, 5 de resiliencia y 13 de degradación ambiental y aplicados a tres países para una evaluación inicial.

---

<sup>34</sup> Se considera pequeño estado el que tiene una población inferior a 1.5 millones de habitantes.

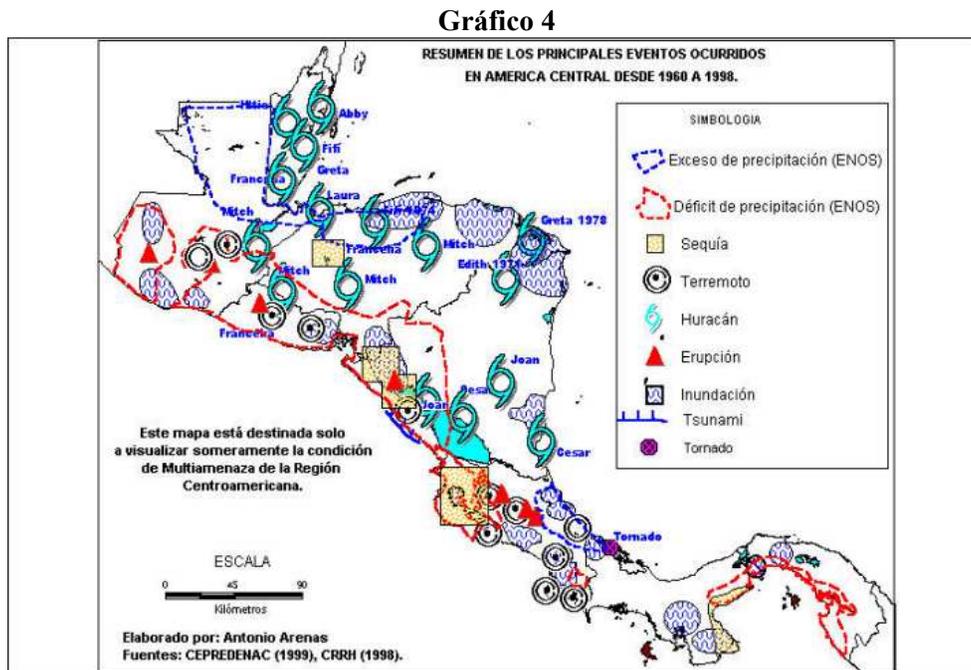
## 7. VULNERABILIDAD Y DESASTRES NATURALES EN CENTROAMÉRICA

Centroamérica es una de las regiones del mundo con mayor propensión a sufrir desastres naturales. Ello es el resultado de combinar la alta probabilidad de ocurrencia de eventos naturales extremos como terremotos, actividad volcánica, huracanes, tormentas tropicales y sequías, con las condiciones de vulnerabilidad en que vive una parte importante de la población. Centroamérica se asienta sobre fallas tectónicas de alta actividad, tiene cerca de 30 volcanes activos y forma parte de la zona de ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales. Periódicamente se produce el fenómeno de El Niño, lo que genera, según las zonas, sequías acompañadas de incendios forestales o lluvias intensas. La mayor parte de los daños que causan los desastres naturales se deben a los deslizamientos e inundaciones que producen estos eventos.

A diferencia de los países del Caribe, en que las investigaciones acerca de vulnerabilidad se han centrado tanto en aspectos económicos como ambientales, la vulnerabilidad de Centroamérica se vincula principalmente a la ocurrencia de desastres naturales. La vulnerabilidad frente a eventos naturales extremos de gran parte de la población de Centroamérica se explica por varias razones:

- A escala regional, la mayor parte de la población, se encuentra concentrada en las planicies de inundación de los principales ríos y en las zonas de más alta sismicidad y actividad volcánica. (extraído de Anexo: El Desarrollo Centroamericano Reciente; del documento sobre transformación de CA).
- Otros factores como el crecimiento de la población, la urbanización acelerada en asentamientos humanos no planificados, deficiente ingeniería de construcción, falta de infraestructura adecuada, desigualdad social, pobreza y prácticas ambientales inadecuadas.

En el gráfico 4 se pueden observar los principales eventos ocurridos entre 1960 y 1998.



Los desastres naturales tienen impactos importantes y numerosos en las economías nacionales que, más allá de la atención a la emergencia en el corto plazo, tienen consecuencias sobre la conducción de la política económica, la sostenibilidad del desarrollo en el mediano y largo plazo y el comportamiento productivo. Tales efectos perniciosos han sido particularmente significativos en los países de Centroamérica a lo largo de su historia, ya que la región sufre eventos catastróficos de diferente origen e intensidad de manera endémica (CEPAL, 1999)<sup>35</sup>. Además de la pérdida de vidas humanas y acervos, así como la disminución de la capacidad productiva de los países y afectación de las variables macroeconómicas, los desastres desplazan las prioridades de desarrollo de largo plazo hacia demandas de corto plazo, lo que dificulta la adopción de estrategias de desarrollo sostenible. En el cuadro Y se presenta la información sobre los principales desastres naturales ocurridos en la región desde 1972 hasta 2001.

**Cuadro 1**  
**Centroamérica: principales desastres ocurridos entre 1972 y 2001**

País y año	Tipo de evento	Población afectada		millones US\$ de 1998
		Muertos	Damnificados directos	Daños totales
Nicaragua, 1972	Terremoto	6,000	300,000	2,968
Honduras, 1974	Huracán Fifi	7,000	115,000	1,331
Guatemala, 1976	Terremoto	23,000	2,550,000	2,147
Nicaragua, 1982	Inundaciones	80	70,000	599
El Salvador, 1982	Varios: sismo, sequías e Inundaciones	600	20,000	216
Guatemala, 1982	Precipitaciones fuertes y sequía	610	10,000	136
Nicaragua, 1982	Inundaciones y sequía			588
El Salvador, 1986	Terremoto	1,200	520,000	1,352
Nicaragua, 1988	Huracán Joan	148	550,000	1,160
Nicaragua, 1992	Erupción volcán Cerro Negro	2	12,000	22
Nicaragua, 1992	Tsunami Pacífico	116	40,500	30
Costa Rica, 1996	Huracán Cesar	39	40,260	157
Nicaragua, 1996	Huracán Cesar	9	29,500	53
Costa Rica 1997-98	Fenómeno El Niño		119,279	93
7 países de la región 1997-1998 (*)	Incendios Forestales Fenómeno de El Niño			489
5 países de la región, 1998	Huracán Mitch	9,214	1,191,908	6,008
Belice, 2000	Huracán Keith	10	57,400	265
El Salvador, 2001 (enero)	Terremotos	844	1,160,316	1,188
El Salvador, 2001 (febrero)	Terremotos	315	252,622	330
<b>Total</b>		<b>49,170</b>	<b>7,038,785</b>	<b>19,132</b>

**Fuente:** CEPAL

(\*) Estimaciones de daños en los bosques de los siete países (CCAD-CCAB/CCAP)

Además de los desastres que aparecen en el cuadro, a lo largo del año se producen pequeños desastres con efectos localizados que sumados, también representan daños significativos. Los daños por este tipo de desastres en la región han sido estimados (Jovel, R., 2000) en 170 millones de dólares anuales a partir de una evaluación de un periodo de quince años. Si se añade esta cifra a los daños que aparecen en el cuadro, los daños causados por desastres naturales en la región en los últimos treinta años es de US\$23,900 millones (dólares de 1998), es decir, un promedio de US\$796 millones por año, lo que equivale a un 2% del PIB regional.

<sup>35</sup> Caballeros, R. y Zapata, R. (CEPAL, 1999); *América Latina y el Caribe: el impacto de los desastres naturales en el desarrollo, 1972-1999*; México.

Desastres como el terremoto que sufrió Managua en 1972 y el huracán Fifi en Honduras en 1974 provocaron caídas del PIB de 15% y 6% respectivamente (CEPAL, 1995). Los daños del huracán Mitch (1998) en Honduras equivalen al 80% de su PIB y en Nicaragua al 49% (CEPAL, 1998).

Aunque no existe mucha información cuantitativa al respecto, uno de los efectos sociales que generan los numerosos desastres naturales que sufre la región, en combinación con situaciones de vulnerabilidad económica y social, está constituido por los movimientos migratorios dentro de los países y hacia otros países de la región y de fuera de la región<sup>36</sup>. Estas migraciones internas incrementan las condiciones de vulnerabilidad en zonas urbanas (asentamientos marginales) y rurales (ocupación de áreas más frágiles y/o expansión de la frontera agropecuaria).

Existe amplia coincidencia de que en los efectos del huracán Mitch, el desastre natural más catastrófico en la historia reciente de Centroamérica, la degradación ambiental previa jugó un importante papel. Por un lado, la sequía y los incendios forestales vinculados al Fenómeno de El Niño que tuvieron lugar durante 1997 (se perdieron 1.5 millones de hectáreas de bosques) en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Por otro lado, la deforestación de áreas de protección, la obstrucción de cauces de ríos con construcciones y la disposición inadecuada de basuras (que con las lluvias posteriores taponaron los desagües naturales de ríos y lagos). La combinación de acciones antrópicas y eventos naturales extremos previos expuso los suelos a la erosión y disminuyó fuertemente su capacidad de infiltración, lo que tuvo como resultado un efecto más devastador del huracán del que habría tenido en otras circunstancias (BID, 1999)<sup>37</sup>. A su vez, el huracán Mitch ha debilitado aún más la capacidad mitigadora del medio ambiente respecto a los efectos de los eventos naturales extremos, incrementándose el riesgo de movimientos de masa e inundaciones ante futuros eventos hidro-meteorológicos<sup>38</sup>.

---

<sup>36</sup> Como consecuencia del huracán Mitch, cerca de 320,000 hondureños llegaron a EEUU junto con otros miles de nicaragüenses, según las cifras de inmigración estadounidenses. (CNN). Dos meses después de los dos terremotos que sufrió El Salvador a principios de este año se produce el más fuerte éxodo después del conflicto bélico (El Diario de Hoy). (Según la Cruz Roja) por primera vez en 1998 hay más refugiados a causa de desastres ambientales que de guerras. Con un número de 25 millones representan el 58% del número total de refugiados.

<sup>37</sup> BID (1999); *Reducing Vulnerability to natural Hazards: Lessons Learned from Hurricanes Mitch; A strategy Paper on Environmental Management*; Washington.

<sup>38</sup> El huracán Mitch causó severos cambios en la geodinámica de cuencas y sistemas hidrográficos. La mayoría de las zonas que fueron afectadas por erosión, transporte y depósito de sedimentos han modificado drásticamente la capacidad hidráulica de los cauces de los ríos. La capacidad para absorber altos volúmenes de agua y de escorrentía ha sido significativamente reducida en los ríos Choluteca, Lempa, Ulúa, Cangrejal, Motagua y en la cuenca del lago Amatitlán (BID, 1999); Ibid 56.

#### Recuadro 4

##### ***DIFERENTES SINDROMES PARA EXPLICAR LA INTERACCION ENTRE MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD EN CENTROAMERICA***

Varios de los síndromes propuestos por el German Advisory Council on Global Change son de aplicación en Centroamérica para explicar la interacción entre el medio ambiente y la sociedad: Síndrome del Sahel (sobrecultivo de tierra marginal); Síndrome de Sobreexplotación (sobreexplotación de ecosistemas naturales) y Síndrome del Exodo Rural (degradación ambiental a través del abandono de prácticas agrícolas tradicionales). Todos ellos se asocian, de una u otra manera, a la ocurrencia de desastres naturales.

El Síndrome del Sahel representa una compleja red de factores que causan degradación ambiental cuando se supera la capacidad de carga ecológica en regiones donde las condiciones ambientales naturales restringen el uso agrícola. Manifestaciones típicas de este síndrome son la degradación de suelos, la conversión de ecosistemas semi-naturales y la pérdida de biodiversidad. Aparece normalmente en economías de subsistencia y se refuerza con el crecimiento rápido de la población. A medida que se desarrolla este síndrome, el campo de acción para los grupos sociales afectados se estrecha debido al refuerzo mutuo que se produce entre pobreza, sobreexplotación y degradación ambiental. Aunque es propio de zonas como el Sahel, también se asocia a la agricultura de subsistencia, conocida como de “agricultura de roza y quema”, que se basa en la conversión y subsecuente explotación del bosque y es propia de zonas tropicales. Se usa como ejemplo las severas inundaciones causadas en el sur de Tailandia por este tipo de uso de la tierra. En Centroamérica, parte de los efectos del huracán Mitch se atribuyeron a la deforestación previa.

El Síndrome de Sobreexplotación implica la conversión de ecosistemas naturales y la sobreexplotación de los recursos biológicos. La característica principal de este Síndrome es que los ecosistemas son sobreexplotados sin considerar la capacidad de regeneración. Manifestaciones típicas de este síndrome son los cambios de uso del suelo de bosques tropicales, la destrucción de manglares en las zonas costeras y la sobreexplotación de los recursos pesqueros. La pérdida de bosques y manglares incrementa la susceptibilidad a desastres naturales.

El Síndrome del Exodo Rural se refiere a la degradación ambiental causada por el abandono de prácticas de uso de la tierra sostenibles. Este abandono se relaciona con la migración de los hombres jóvenes a los centros urbanos en busca de mejores salarios. El resultado es erosión de suelos y pérdida de tierra agrícola lo que favorece la aparición de deslizamientos y flujos de lodo. El Síndrome del Exodo Rural pone en peligro la forma de vida de los campesinos y al mismo tiempo aumenta su dependencia de los envíos de dinero y bienes por parte de los emigrantes.

Extraído de: *World in Transition: the Research Challenge*; German Advisory Council on Global Change; Annual Report 1996.

#### Cambio climático en Centroamérica

Hay dos informes del IPCC de especial interés en lo que se refiere a posibles impactos del cambio climático en Centroamérica. El informe *Cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad* (IPCC, 2001) dedica una parte a los cambios proyectados durante el siglo XXI en los fenómenos climáticos extremos y su probabilidad<sup>39</sup>. Por otro lado, el capítulo 6 de *Los impactos regionales del cambio climático* (IPCC, 1997) está dedicado a América Latina e incluye referencias a ecosistemas presentes en Centroamérica.

<sup>39</sup>

Muy probable representa entre 90 y 99% de probabilidad; probable, entre 66 y 90%.

Se prevé que algunos eventos extremos incrementen su frecuencia y severidad durante el siglo XXI. Una selección de cambios que el primero de los informes considera muy probable, es la siguiente:

- Precipitaciones más intensas, lo que tendrá como consecuencia mayores daños por inundaciones, deslizamientos, avalanchas y erosión de suelos.
- Mayores temperaturas mínimas, lo que extenderá el rango y actividad de algunas enfermedades y vectores infecciosos.

Es considerado probable:

- En algunas áreas incremento en las intensidades de vientos y lluvias asociados a ciclones tropicales, lo que daría lugar a un aumento en los riesgos de muertes, epidemias y otros; mayor erosión en las costas y daños a infraestructura y edificios situados en zonas costeras; mayor daños a ecosistemas costeros como arrecifes de coral y manglares.
- Intensificación de sequías e inundaciones asociadas con el fenómeno de El Niño en muchas regiones. Situación normal del océano Pacífico más cercana a las condiciones de El Niño.

En relación con huracanes y tormentas tropicales algunos modelos prevén un aumento de las intensidades, una ampliación del periodo de ocurrencia (temporada de huracanes) y una ampliación de las zonas de ocurrencia.

Entre los impactos regionales que puede sufrir América Latina y que tiene implicaciones para Centroamérica a causa de la interacción entre cambio climático y otros factores importantes como los cambios en el uso de la tierra, el crecimiento de la población y circunstancias económicas y sociales se pueden destacar:

- Los rendimientos de importantes cultivos pueden disminuir poniendo en riesgo la agricultura de subsistencia en algunas regiones;
- Expansión de enfermedades infecciosas como malaria, dengue y cólera con la consiguiente presión adicional para los sistemas de salud de los países.
- En zonas costeras, la subida del nivel del mar afectará negativamente asentamientos humanos, actividades productivas, infraestructura y ecosistemas costeros como los manglares.
- Aumentará la tasa de pérdida de biodiversidad.

#### Indicadores de vulnerabilidad aplicados a los países de Centroamérica

La mayor parte de los trabajos dirigidos a desarrollar indicadores de vulnerabilidad se han centrado en los Pequeños Estados Insulares. Sin embargo, en el marco de alguno de estos trabajos se han incluido mediciones de vulnerabilidad de países centroamericanos<sup>40</sup>. Uno de los trabajos enfocados a generar información sobre vulnerabilidad a desastres naturales en la región es el que se presenta a continuación.

---

<sup>40</sup> Por ejemplo, en el trabajo conjunto del secretariado de la Commonwealth y del Banco Mundial para desarrollar un Índice de Vulnerabilidad Compuesto para pequeños estados. En este índice la vulnerabilidad se explica por tres factores: dependencia de las exportaciones, falta de diversificación y susceptibilidad a sufrir desastres naturales. En una lista de 111 países, los lugares que ocupan los países centroamericanos (de mayor a menor vulnerabilidad) son Belice (23); Honduras (46); Costa Rica (57); Panamá (69), El Salvador (98) y Guatemala (99). El problema con estos resultados, que no muestran la situación real, tiene su origen en cómo se mide la vulnerabilidad frente a desastres naturales (porcentaje de la población afectada por desastres naturales en el periodo 1970-1996) y probablemente también en los propios datos.

## **Indicadores de vulnerabilidad frente a desastres naturales: el caso de Honduras (CIAT, Banco Mundial)**

En un trabajo conjunto el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Banco Mundial clasificaron los municipios de Honduras de acuerdo a su vulnerabilidad frente a desastres naturales. Ello es el resultado de la agregación de cuatro mapas de vulnerabilidad que corresponden a:

- Mapa de vulnerabilidad ambiental: el mapa considera las características biofísicas del medio ambiente e incluye el riesgo de inundación y de deslizamientos. Estos mapas fueron obtenidos utilizando datos de bosques, ríos, topografía, pendientes, permeabilidad del suelo y vegetación;
- Mapa de vulnerabilidad de la población: en este mapa se incluyeron las poblaciones urbanas y rurales para identificar donde estaba localizada la población en riesgo. De este modo se obtuvo un mapa con la población en situación de riesgo por municipio.
- Mapa de vulnerabilidad social, que incluye información sobre niveles de pobreza en forma de porcentaje de pobres en riesgo por municipio;
- Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura, que incluye la vulnerabilidad de vías e comunicación y líneas eléctricas a inundaciones y deslizamientos.

Mediante la combinación de los cuatro mapas de vulnerabilidad se generó un Índice de Vulnerabilidad Combinado que identifica los municipios más vulnerables. El objetivo de este trabajo es servir de apoyo a los tomadores de decisiones en la formulación de políticas dirigidas a reducir la vulnerabilidad.