



(1) Physical Exposure is considered as marginal if smaller than 1000 per year

(2) PCA: Principal Component Analysis, used to combine killed per year and killed per population in one component

### Cálculo del riesgo combinado

El riesgo combinado se calculó aplicando una sucesión de fórmulas como lo muestra la Ecuación 15.

**Ecuación 15. Cálculo del riesgo combinado mediante la suma de las muertes calculadas según el modelo para riesgo de ciclones, inundaciones, terremotos y sequías**

$$M_{\text{ciclones}} (ExpFis_{\text{ciclones}}^{0,63} \cdot Ptc^{0,66} \cdot IDH^{-2,03} \cdot e^{-15,86}) +$$

$$M_{\text{inundaciones}} (ExpFis_{\text{inundaciones}}^{0,78} \cdot PIB_{\text{cap}}^{-0,45} \cdot D^{-0,15} \cdot e^{-5,22}) +$$

$$M_{\text{terremotos}} (ExpFis_{\text{terremotos}}^{1,26} \cdot C_u^{12,27} \cdot e^{-16,27}) +$$

$$M_{\text{sequías}} (ExpFis3\_50^{1,26} \cdot AGUA_{TOT}^{-7,58} \cdot e^{14,4})$$

#### Donde

*e* es la constante de Euler (=2,718...)

*ExpFis* es la exposición física de la amenaza seleccionada

*IDH* es el Índice de Desarrollo Humano

*PIB<sub>cap</sub>* es el Producto Interno Bruto per cápita (paridad del poder adquisitivo)

*D* es la densidad demográfica local (densidad de población en el área inundada)

*C<sub>u</sub>* es el crecimiento urbano (considerado durante un periodo de tres años)

*AGUA<sub>tot</sub>* es el acceso al agua potable.

Entre suma y suma, fue necesario aplicar el procedimiento descrito en la Figura T.10 para reconocer a aquellos países que se debían representar con un valor igual a cero, o bien ser reemplazados por un valor calculado a partir del modelo de peligro natural seleccionado, de lo contrario, el país se colocó en las listas de “No corresponde” o “N/D” (ver más abajo).

Con el objetivo de examinar qué tanto se acercaba el modelo del riesgo combinado a las muertes registradas, los datos de ambas fuentes se clasificaron en cinco categorías distintas. Se efectuó un análisis de conglomerados que minimizara las distancias dentro de una misma categoría y maximizara las distancias entre las distintas clases (método de las K medias). En consecuencia, se utilizó un procedimiento exclusivamente estadístico para reconocer la gravedad del riesgo a partir del modelo y las muertes registradas en la EMDAT.

Para tener en cuenta a ambos indicadores de riesgo (cantidad de muertos y cantidad de muertos por habitante), se efectuó un Análisis del Componente Principal que los combinara. Luego se diferenció a los países de menos de 30.000 km<sup>2</sup> y cuya densidad demográfica fuera mayor a 100 habitantes por km<sup>2</sup>.

#### *T.6.2 Resultados*

##### **Países incluidos en el modelo pero sin registro de víctimas mortales**

El IRD combinado se calculó para 210 países. Los siguientes 14 países no informaron de muertes por desastres durante los últimos dos decenios según la EMDAT: Barbados, Croacia, Eritrea, Eslovenia, Gabón, Guyana, Islandia, la ex República Yugoslava de Macedonia, Luxemburgo, Namibia, República Árabe Siria, Suecia, Turkmenistán y Zambia.

##### **N/D, valores atípicos y casos especiales**

Una vez aplicada la transformación del Análisis del Componente Principal, se hallaron los límites superior e inferior. Esto se efectuó tanto para las muertes registradas como para las halladas por el modelo. Se calcularon valores, en el modelo de riesgo combinado, para 14 países que no registraban muertes en la EMDAT durante el período 1980-2000. Por otro lado, 37 países donde se registraron muertes no pudieron incluirse en el modelo, ya sea debido a la falta de datos o bien porque no cumplían con las hipótesis del modelo. Los países no incluidos fueron: Afganistán, Antigua y Barbuda, Antillas Holandesas, Armenia, Azerbaijón, Cuba, Djibouti, Dominica, España, Francia, Grecia, Guadalupe, Guam, Islas Salomón, Islas Vírgenes (EE.UU.), Israel, Liberia, Malasia, Martinica, Micronesia (Estados Federados de), Montserrat, Myanmar, Nueva Caledonia, Portugal, Puerto Rico, República Democrática del Congo, República Popular Democrática de Corea, Reunión, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, Serbia y Montenegro, Somalia, Sudán, Swazilandia, Taiwán, Tayikistán, y Vanuatu.

##### **Países que no figuran en la EMDAT ni en el modelo**

Dos países no figuran ni en la EMDAT ni en el modelo: Anguila (un territorio dependiente del Reino Unido) y Bosnia y Herzegovina.

##### **Resultados de la comparación del riesgo combinado entre los datos de EMDAT y del IRD**

Los resultados de comparar las muertes según el modelo y las muertes registradas en la EMDAT por riesgos combinados se presentaron y detallaron en el Capítulo 2. Para más información, incluyendo datos sobre las variables específicas de cada país, se recomienda a los investigadores que consulten el sitio web del presente informe.

## T.7 Conclusiones técnicas y recomendaciones

### T.7.1 *El IRD: un trabajo en curso*

#### **El IRD es una buena herramienta estadística**

Los resultados obtenidos por el método del IRD fueron estadísticamente concluyentes y presentaron un alto grado de fiabilidad. Esto es particularmente importante debido a la independencia de las fuentes de datos y al poco nivel de detalle a escala mundial que presentan los datos disponibles. Los estrechos vínculos estadísticos hallados en el marco del estudio del IRD, tanto entre las muertes registradas y las predichas por el modelo, como entre las variables socioeconómicas asociadas con la vulnerabilidad humana y los niveles de riesgo, no se encuentran habitualmente en estudios similares en los que se analizan conjuntos de datos geofísicos e información socioeconómica. El modelo logró abrir un horizonte de posibilidades para futuras evaluaciones de los riesgos de desastre en el ámbito nacional. Constituye el primer paso estadísticamente fiable para comprender y comparar el riesgo de desastre y la vulnerabilidad humana de cada país.

#### **El IRD no es un modelo para predicción**

Esto se debe, en parte, a la falta de precisión de los datos disponibles. Pero también demuestra la influencia del contexto local. Los mapas de los riesgos que se presentaron en esta investigación permiten comparar los riesgos relativos entre países, pero no pueden utilizarse para describir el riesgo real de ningún país. En el ámbito nacional, es necesario recurrir a los análisis subnacionales de los riesgos para respaldar el desarrollo y la ordenación territorial con la información adecuada.

#### **¿Qué relación existe entre los riesgos extremos y los cotidianos?**

Los fenómenos extraordinarios, por propia definición, no siguen las tendencias normales. El huracán Mitch en 1998, las lluvias que produjeron desprendimientos de tierra en Venezuela en 1999 o el terremoto de 1988 en Armenia, fueron todos fenómenos que caen fuera de la línea de regresión. Esto se debe a la intensidad atípica que caracterizó a tales fenómenos. Estos hechos son muy poco comunes (afortunadamente) para tengan una influencia en el período de estudio que abarca dos decenios. Este grado de intensidad sólo puede incluirse en los métodos que tienen en cuenta cada evento de manera individualizada.

### T.7.2 *Los retos pendientes del IRD*

#### **Variables socioeconómicas**

Los resultados obtenidos indican que los conjuntos de datos mundiales todavía pueden mejorarse en materia de calidad de precisión y detalle. Sin embargo, ya son herramientas útiles para comparar cifras entre países. En el futuro, sería interesante probar en el modelo otros indicadores, como la corrupción, los conflictos armados o los acontecimientos políticos.

#### **Inundaciones**

Pueden incrementarse los datos geofísicos. Las cuencas utilizadas para calcular la exposición física a las inundaciones se tomaron sobre una cuadrícula de 1km de resolución para establecer su elevación. Para 2004, se espera contar con un nuevo conjunto de datos internacionales sobre alturas tomadas por radar por una nave espacial de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). Consiste en una cuadrícula de 30m de resolución que cubre Estados Unidos y una de 90m de resolución que cubre todo el planeta. Este conjunto de datos permitirá refinar las zonas consideradas como expuestas al riesgo de inundación. Este adelanto será de particular importancia para los países de Asia central, donde es baja la calidad de los datos disponibles a escala internacional.

### **Terremotos**

Si se integra información sobre los suelos (por ejemplo, las rocas cuaternarias) y material sobre las fallas, sería posible calcular la intensidad del terremoto utilizando una escala de Mercalli modificada, con mayor precisión para delimitar la zona afectada. También podría utilizarse un método para inferir la frecuencia del terremoto a partir del Mapa Mundial del Peligro Sísmico elaborado por el GSHAP.<sup>1212</sup>

### **Ciclones**

Una vez que se disponga de información sobre el Océano Índico meridional, se podría aplicar un sistema vectorial mediante el modelo *PreView Global Cyclone Asymmetric Windspeed Profile*, elaborado por PNUMA/GRID - Ginebra. Este método calcula las zonas afectadas, a partir de la presión central y los vientos persistentes.

### **Sequías**

Se podrían probar otros datos sobre precipitaciones que tuvieran mayor detalle sobre la distribución espacial de las mismas. La utilización de zonas geoclimáticas puede ser útil para tomar en cuenta el clima habitual de una zona concreta. Efectivamente, una disminución del 50% en las precipitaciones no necesariamente tiene las mismas consecuencias en un clima húmedo que en una zona semi-árida. La utilización del Índice de Humedad Mundial (definido por PNUMA/GRID y la Unidad de Investigación Climática (CRU) de la Universidad de East Anglia) puede ayudar a diferenciar estas zonas. También sería de particular importancia medir la inseguridad alimentaria (valiéndose de la información sobre conflictos y situación política) para comparar sus efectos con los de la sequía meteorológica. Otra posibilidad sería medir el alcance de las sequías según la cantidad de cultivos dañados, para lo cual se utilizarían las imágenes de satélite. Esto nos permitiría conocer mejor la gravedad de las sequías pues evaluaríamos sus consecuencias según la seguridad alimentaria.

### **El caso de los pequeños Estados insulares y los archipiélagos**

En algunos casos, se trata de pequeños Estados insulares y archipiélagos demasiado pequeños para que se los considere en los algoritmos automatizados de los sistemas de información geográfica. Esto se cumple particularmente para los datos demográficos. La información geográfica correspondiente a la población no podría utilizarse para extraer información demográfica sobre los pequeños Estados insulares. Para determinados Estados insulares, el problema puede solucionarse eligiendo la población del país, pero para otros esto no es posible. Efectivamente, al superponer los recorridos de los ciclones por encima de los archipiélagos, es necesario conocer la población de cada isla. Es necesario efectuar una corrección manual, pero ésta no pudo realizarse en los plazos asignados a este estudio. Tampoco se terminaron de reunir las variables socioeconómicas de las islas. Esto puede solucionarse aunando esfuerzos con otros organismos como la Comisión de Geociencias Aplicadas del Pacífico Meridional (SOPAC) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), ya que ambas instituciones se encuentran trabajando en la búsqueda de indicadores de vulnerabilidad para las islas.

Por todos estos motivos, el caso de los pequeños Estados insulares y archipiélagos requiere de un estudio aparte.

### **La muerte como indicador del riesgo**

¿Hasta qué punto las muertes representan la gravedad de las pérdidas totales, incluyendo al deterioro de los medios de vida? En el caso de los terremotos, donde no existen las alertas tempranas, las muertes pueden constituir una buena medida. Pero dependerá del lugar donde se halle el epicentro del terremoto, si es en una zona rural o en una urbana. En el caso de los ciclones y las inundaciones, las cifras de víctimas mortales son generalmente mucho menores

que las pérdidas de viviendas, infraestructura y cultivos. En las sequías, la relación todavía es más notoria. Gran cantidad de personas se ven afectadas por el deterioro paulatino que sufren los medios de vida en el medio rural y, a veces, por la intervención de otros factores, como los conflictos armados, las crisis económicas o políticas, o las epidemias como el VIH/SIDA. Es por esta razón que es muy difícil determinar exactamente cuáles son las repercusiones reales de las sequías.

Lo ideal sería registrar las pérdidas sufridas en los medios de vida, para así comparar la gravedad de un tipo de peligro natural con respecto a otro (a la vez que se considera la magnitud del fenómeno natural). Otro método para realizar una evaluación estructurada del riesgo relativo por país podría consistir en evaluar la gravedad relativa del peligro utilizando el saber local y la opinión de los expertos, o utilizar la información sobre los presupuestos destinados a ayuda y alivio como una representación de la gravedad del riesgo.

### **Ampliar el modelo a otros peligros naturales**

Erupciones volcánicas: El comportamiento de las erupciones volcánicas es demasiado complejo para incorporarlas i en un modelo genérico. El peligro asociado a los volcanes puede ir desde las avalanchas de barro asociadas con el nivel de las precipitaciones, la sismicidad, las características de la topografía y los suelos, a la caída de tefra dependiendo de la dirección y la fuerza con que sople el viento en ese momento y las erupciones freatomagmáticas. A pesar de ser un tema complejo, existe mucha información sobre las erupciones volcánicas y todos los volcanes activos se encuentran bien documentados. Probablemente ya exista toda la información necesaria para evaluar mundialmente el riesgo volcánico. Pero todavía es necesaria mayor precisión en los datos topográficos. Debería incluirse información sobre la forma y el relieve de los volcanes, el cálculo dependientes y el peligro que representan las avalanchas de barro. También se requerirá de un análisis de teledetección para evaluar localmente el peligro y la distribución de la población.

Tsunamis y Desprendimientos de tierra Algunos países no se encuentran bien representados por el modelo debido a que se ven afectados por peligros naturales que no se manifiestan mundialmente. Este es el caso de Papua Nueva Guinea y Ecuador, ambos afectados por tsunamis, que son responsables del 67,8% y el 14,3% de las muertes por desastre en estos países. Los desprendimientos de tierra también causan pérdidas importantes y representan importantes porcentajes de las muertes por desastres en Indonesia (13 %), Perú (33%) y Ecuador (10%). En consecuencia, el IRD compuesto no representa adecuadamente la situación de estos países.

---

<sup>1</sup> Burton y otros, 1993, p.34.

<sup>2</sup> Coburn y otros, 1991, p. 49.

<sup>3</sup> Guha-Sapir, Debatathi y Below, Regina (2002) *Quality and Accuracy of Disaster Data: A Comparative Study of 3 Global Datasets*, OMS / Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Universidad de Lovaina, Escuela de Medicina para la Unidad para la Prevención de Desastres del Banco Mundial, Bruselas.

<sup>4</sup> Idem, p.14.

<sup>5</sup> Para más detalles sírvase consultar la base de datos EMDAT del CRED en: <http://www.cred.be/> y los informes Mundial sobre Desastres de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

<sup>6</sup> PNUMA, 2002.

<sup>7</sup> Birdwell y Daniel, 1991.

---

<sup>8</sup> Bolt y otros, 1975.

<sup>9</sup> Bolt y otros, 1975.

<sup>10</sup> Birdwell y Daniel, 1991.

<sup>11</sup> Landsea, 2000.

<sup>12</sup> Giardini, 1999