

CARTOGRAFÍA DE RIESGOS Y CAPACIDADES EN EL ECUADOR

Diagnóstico previo a planes de intervención de las ONG's

**Prevención, mitigación, preparación ante desastres
Evaluación de capacidades y reducción de vulnerabilidad**

**MAPAS DE AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y CAPACIDADES
EN EL ECUADOR :**

Los desastres, un reto para el desarrollo

Primera parte

Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

Florent DEMORAES
Robert D'ERCOLE



Quito, Agosto del 2001

INDICE

1. <u>Introducción</u>	3
a. Objetivos del diagnóstico y antecedentes.....	3
b. Metodología y límites del análisis al nivel nacional.....	4
c. Situación general del Ecuador frente a amenazas de origen natural.....	5
2. <u>Las amenazas geofísicas</u>	9
a. Los terremotos y maremotos (tsunamis).....	9
b. Las erupciones volcánicas.....	11
3. <u>Las amenazas morfoclimáticas</u>	13
a. Las inundaciones.....	13
b. Los movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes).....	15
c. Las sequías.....	17
4. <u>Síntesis: el mapa multifenómeno</u>	18
5. <u>Metodología detallada de valoración de amenaza por cantón</u>	19
a. Peligro sísmico.....	19
b. Peligro de tsunami o maremoto.....	20
c. Peligro volcánico.....	21
d. Peligro de inundación.....	22
e. Peligro de deslizamiento.....	23
f. Peligro de sequía.....	24
g. Resumen de las amenazas: determinación del nivel sintético.....	24
6. <u>Listado de Mapas</u>	26
7. <u>Anexos</u>	50
a. Siglas.....	50
b. Glosario.....	50
c. Escala de intensidad de Mercalli Modificada.....	51
d. Agradecimientos.....	52
e. Bibliografía.....	53
f. Tablas de grado de amenaza.....	53

1. Introducción

a. Objetivos del diagnóstico y antecedentes

Este trabajo de evaluación de los peligros de origen natural en el Ecuador nació de la necesidad de COOPI (Italia) y OXFAM (Gran Bretaña), dos organizaciones no gubernamentales especializadas en temas humanitarios, de contar con instrumentos de información que permitan establecer prioridades geográficas para sus intervenciones en el Ecuador. Para la elaboración y difusión de este instrumento se asociaron al Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE). No se trata de una iniciativa aislada; de hecho, se inserta en un proceso de mejoramiento del conocimiento de los fenómenos de origen natural iniciado en el Ecuador hace aproximadamente 10 años debido, en gran medida, al hecho de que los desastres naturales causan daños y pérdidas cada vez más elevadas. Un ejemplo de los esfuerzos para establecer un inventario de los múltiples peligros naturales en el país (tipo, magnitud, probabilidad y extensión) es el trabajo paralelo que viene realizando la Oficina de Planificación de la Presidencia (ODEPLAN).

La zonificación de las áreas más expuestas a los fenómenos de origen natural –terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, derrumbes y tsunamis— es un instrumento indispensable para elaborar planes de prevención, mitigación y preparación ante desastres, así como para reducir la vulnerabilidad de la población potencialmente afectada. En esta tarea, las ONG's (Organización No Gubernamental) pueden cumplir un papel fundamental de apoyo a las comunidades asentadas en las zonas de peligro mediante el fortalecimiento o desarrollo de capacidades locales. Este análisis de los riesgos naturales es parte de un trabajo más amplio de cartografía de riesgos a dos escalas (nacional y local) que abarca no solo los peligros de origen natural sino también los conflictos políticos y sociales (la frontera norte y las áreas de movilización indígena).

La vulnerabilidad de una comunidad depende de un conjunto variado de factores sociales, culturales y económicos (como por ejemplo, el tipo de construcción, la escolaridad de la población, etc.) y de su exposición a eventos potencialmente perjudiciales (como las amenazas de origen natural). Las capacidades locales (organizaciones comunitarias, organizaciones externas de apoyo como las ONG's, organismos científicos de monitoreo de las amenazas, etc.) también influyen directamente sobre la vulnerabilidad de una comunidad. Una comunidad vulnerable, expuesta a peligros y con pocas capacidades está en situación de RIESGO¹. La información utilizada para caracterizar la vulnerabilidad de los cantones proviene del SIISE y el análisis de las capacidades locales de entrevistas a informantes calificados.

El resultado de la primera fase del proyecto, incluido en la versión 2.5 del SIISE², consiste en una serie de mapas de peligros de origen natural al nivel nacional cuyo propósito es facilitar en una segunda etapa la selección de sectores geográficos prioritarios en función del grado de riesgo (índice sintético de 3 variables que son la exposición a amenazas de origen natural, el nivel de vulnerabilidad y la presencia institucional o capacidades).

¹ En la versión 2.5 del SIISE (CD-Rom) no se ha incluido los mapas de riesgo (en curso de elaboración).

² Véase : <http://www.siise.gov.ec>

b. Metodología y límites del análisis al nivel nacional

El proyecto identificó seis amenazas naturales de importancia en el país: terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, derrumbes y tsunamis. Tratándose de un análisis de todo el territorio nacional, no se tomaron en cuenta otros fenómenos cuya extensión es principalmente local (heladas, vendavales, granizadas, incendios forestales, salinización de tierra).

Para cada amenaza se elaboraron dos tipos de mapas:

- ≠ Mapas de fenómenos ocurridos. Retratan los eventos ocurridos en el pasado. El período cubierto por los registros históricos varía según el peligro. Los inventarios más antiguos corresponden a las erupciones volcánicas y a los terremotos; en ambos casos se iniciaron con la conquista española (Siglo XVI).
- ≠ Mapas de eventos potenciales. Fueron elaborados en función del período de registro y de las características de la amenaza tales como su intensidad, peligrosidad y extensión probables.

Adicionalmente, se elaboraron dos mapas que sintetizan espacialmente los seis tipos de amenazas analizadas:

- ≠ Mapa multifenómeno. Muestra la repartición y la peligrosidad de cada una de las amenazas sobre el territorio nacional ecuatoriano (mapa tipológico).X
- ≠ Mapa de nivel de amenazas por cantón. Los cantones fueron categorizados en una escala en función de la probabilidad, peligrosidad y extensión de cada uno de los peligros a los que están expuestos. Los valores de cada amenaza que varían de 0 a 3 ó de 0 a 2 fueron luego sumados para determinar un grado o nivel final de exposición de los cantones a peligros de origen natural (véase la nota metodológica). El mapa final retrata esta medida del grado sintético de amenazas por cantón. Este mapa permitirá en una segunda etapa un análisis conjunto con los mapas de vulnerabilidad que vienen elaborándose a partir de los indicadores sociales del SIISE. El análisis conjunto de los dos primeros tipos de mapas con los mapas de capacidades y conflictos permitirá finalmente la elaboración de “**mapas de riesgos**” que permitan la selección de áreas geográficas para la acción prioritaria de las ONG’s.

Algunos límites y sesgos:

- ≠ La heterogeneidad de las fuentes. La información cartográfica recopilada proviene de varias instituciones (INAMHI, Instituto Geofísico de la EPN, Instituto Geográfico Militar, etc...). Cada una de ellas trabaja con programas informáticos distintos, con fines múltiples y con coordenadas y escalas diferentes.

- ∄ Algunos fenómenos pasados son de carácter local y cobertura limitada (por ejemplo, los deslizamientos) y no se pudo realizar con precisión los mapas al nivel nacional.X
- ∄ El conocimiento parcial de algunos peligros implica una información escasa y poco confiable. Este es el caso de las inundaciones ocasionadas por el fenómeno El Niño de 1982-83 y de los movimientos en masa (deslizamientos).
- ∄ La existencia de mapas diferentes para un mismo peligro (por ejemplo, las amenazas sísmicas).
- ∄ La ausencia de metadatos dificulta el análisis de algunos mapas fuentes; es decir, no permite entender lo que está cartografiado ni compararlo con información de otras fechas.X
- ∄ El período de estudio de algunos fenómenos es muy corto (desde el año 1988).

A continuación, antes de detallar cada peligro en particular, se presentarán brevemente los rasgos principales de los eventos de origen natural potencialmente perjudiciales en el Ecuador con sus manifestaciones e impactos históricos excepcionales.

c. Situación general del Ecuador frente a amenazas de origen natural

En las últimas décadas se ha generado en el territorio ecuatoriano una serie de fenómenos de origen natural de gran magnitud y de gran extensión. Estos eventos fueron en ocasiones catastróficos; es decir, su carácter destructivo causó desequilibrios socioeconómicos y ambientales muy graves que, en algunos casos, tuvieron consecuencias a largo plazo. Adicionalmente, la aparición de una multitud de eventos menores que tuvieron impactos menos devastadores revela a un país cuyo territorio está en su gran mayoría expuesto a peligros naturales. Es también importante considerar a los fenómenos naturales benignos ya que representan amenazas potenciales que podrían afectar de una manera significativa a la población, en particular en un contexto de crecimiento demográfico sostenido.

El Ecuador, país andino, tiene un conjunto de características físicas que condicionan el advenimiento de las amenazas naturales, entre ellas:

- ∄ Precipitaciones pluviométricas abundantes y/o con intensidad elevada.
- ∄ Sucesión de estaciones secas y lluviosas. X
- ∄ Desnivel importante (más de 5000 m y en algunos casos en cortas distancias).X
- ∄ Vertientes empinadas y de gran extensión.X
- ∄ Formaciones geológicas sensibles a la erosión.X
- ∄ Ubicación ecuatorial a la orilla del océano Pacífico (eje del ENOS o El Niño). X
- ∄ Planicies fluviales con pendiente débil (cuenca del Guayas).X
- ∄ Zona de subducción de la placa de Nazca con la placa Sudamericana (una de las más activas del mundo).
- ∄ Etc...X

La historia del Ecuador está marcada por eventos catastróficos (Véase el cuadro de eventos ocurridos entre los siglos XVI y XX). Cabe advertir que la realidad puede ser distorsionada en el sentido de que los registros históricos sólo mencionan eventos que tuvieron consecuencias notables sobre los asentamientos humanos. En otros términos, es casi imposible establecer un inventario exhaustivo de los fenómenos pasados.

En las tablas siguientes se han anotado las principales catástrofes acaecidas en el Ecuador entre los siglos XVI y XX y los sectores afectados³. Se seleccionaron únicamente los que causaron mayores pérdidas humanas y/o materiales. En el siglo XX, las pérdidas de vidas humanas debido a los eventos de origen natural superan las 14 000 mientras que las económicas exceden los 2 800 millones de dólares⁴.

³ fuentes : según KOLBERG, MARTÍNEZ, WHYMPER, WOLF, ITURRALDE et al., 2000 - CADIER E., ZEVALLOS O. BASABE P., 1996 - D'ERCOLE R., 1996 – Sitio Internet del Instituto Geofísico de la EPN – etc.....

⁴ CARE, 2001, Seguridad de medios de vida de los hogares en Ecuador, Diagnóstico, Plan binacional de desarrollo de la región fronteriza, SNV, Servicio holandés de cooperación al desarrollo, Quito, 221p.

FECHA	TIPO DE FENOMENO	LUGAR AFECTADO	CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS
1587	terremoto	Quito - Cayambe	Gran destrucción de San Antonio de Pichincha - más de 160 muertos y muchos heridos
1640	derrumbo	Cacha	Desaparición del pueblo de Cacha, cerca de Riobamba - 5000 muertos aprox.
1645	terremoto	Quito-Riobamba	Muchos estragos en toda la comarca, deterioro notable de edificios, muchos fallecidos
1660	erupción volcánica Guagua Pichincha	Quito	destrucción de techos, se cegaron los caños del agua, perturbación de los cultivos
1687	terremoto	Ambato - Pelileo - Latacunga	Destrucción de Ambato, Latacunga y pueblos de la comarca - aprox. 7200 muertos
1698	terremoto	Riobamba - Ambato - Latacunga	Gran destrucción de casas e iglesias - aprox. 7000 muertos
1703	terremoto	Latacunga	estragos notables pero menores a los del terremoto del año 1698
1736	terremoto	Provincia Cotopaxi	daños graves a casas e iglesias, muchas haciendas afectadas
1742	erupción volcánica Cotopaxi	Valle Interandino Quito y Latacunga	haciendas arruinadas, ganados, molinos y obrajes arrebatados, destrozamiento de puentes, centenares de muertos
1755	terremoto	Quito	destrucción de un sinnúmero de edificios, los moradores evacuaron la ciudad
1757	terremoto	Latacunga	destrucciones materiales considerables, aprox. 4000 personas fallecieron
1768	erupción volcánica Cotopaxi	Valle Interandino Quito y Latacunga	pérdidas agrícolas (cebada, ganado), hundimiento de casas bajo el peso de ceniza, destrucción de puentes por las avenidas de lodo - unas 10 víctimas
1797	terremoto	Riobamba	Destrucción total de la ciudad, que fue trasladada a otro sitio después, entre 13 000 y 31 000 muertos, epidemias, impacto socio-económico elevado
1840	terremoto	Patate y Pelileo	algunos estragos materiales
1856	terremoto	Cuenca - Riobamba - Alausí	daños a iglesias, destrucción de varios caminos, trapiches - algunos muertos
1859	terremoto	Quito - Valle de Los Chillos	graves daños materiales, serios estragos en poblaciones y haciendas del valle de Los Chillos, un centenar de víctimas aprox.
1868	terremoto	Otavalo - Atuntaqui - Ibarra	grandes averías en casas e iglesias, decenas de muertos
1877	erupción volcánica Cotopaxi	Valle Interandino Quito y Latacunga	las avenidas arrasaron casas, haciendas, factorías, puentes, y los lahares causaron la muerte de 1000 personas aprox.
1886	erupción volcánica Tungurahua	sectores circundantes del volcán	perturbación de los cultivos
1896	terremoto	Bahía de Caráquez, Portoviejo	destrucción parcial de edificios y viviendas, un muerto y varios heridos

FECHA	TIPO DE FENOMENO	LUGAR AFECTADO	CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS
1906	terremoto tsunami	Esmeraldas	decenas de muertos, daños considerables por el sacudimiento y por las inundaciones
1914	terremoto	Pichincha	destrucción de casas
1918	erupción volcánica Tungurahua	Baños y otros caseríos cercanos	aluvión de lodo devastó a algunos sitios, arrebató a casas y a animales, destrucción de puentes
1923	terremoto	Carchi	cayeron muchas casas, daños a los caminos - 3000 víctimas - 20 000 personas sin techo
1942	terremoto	Guayaquil - Portoviejo	pérdidas cuantiosas, cuarteamientos serios en paredes y cubiertas - 200 muertos - centenares de heridos
1944	terremoto	Pastocalle - Saquisilí	destrucción parcial de edificios y viviendas
1949	terremoto	Ambato y Pelileo	Ciudad integralmente destruida - 6000 muertos y miles de heridos, 100 000 personas sin hogar, consecuencias socioeconómicas grandes y de larga duración
1958	Maremoto	Provincias de Esmeraldas	colapso total de casas antiguas y parcial de construcciones nuevas, destrucción de barcos, 4 ó 5 muertos
1965	El Niño (inundaciones)	Costa	pérdidas agrícolas - 5000 damnificados - daños evaluados a 4 millones de dólares
1970	terremoto	frontera sur (Perú)	Destrucción casi total de algunas cabeceras cantonales, impacto socioeconómico considerable - 40 muertos, aprox. 1000 muertos entre Ecuador y Perú
1972-73	El Niño (inundaciones)	Costa	pérdidas agrícolas, daños a carreteras - 30 000 damnificados
1982-83	El Niño (inundaciones)	Guayas - Manabí - Esmeraldas	600 muertos, 650 millones de dólares de pérdidas
1987	El Niño (inundaciones)	Costa	pérdidas agrícolas - 10 000 damnificados (febrero)
1987	terremoto	Oriente - Pichincha - Imbabura	3500 muertos, reducción en un 60 % de los ingresos por exportación (se dañó el oleoducto trans-ecuatoriano), cierre de vías por deslizamientos, aislamiento de pueblos
1992	El Niño (inundaciones)	Costa	pérdidas agrícolas - 22 muertos - 205 000 personas afectadas - daños evaluados a 20 millones de dólares
1993	Deslizamiento Josefina	Río Paute en aval de Cuenca	50 muertos y 147 millones de dólares de daños directos
1997-98	El Niño (inundaciones)	Costa	286 muertos - 30 000 damnificados - puentes destruidos - carreteras dañadas - impacto socioeconómico serio y a largo plazo
1998	terremoto	Bahía de Caráquez	3 muertos - 40 heridos - 750 personas sin hogar - 150 casas destruidas - 250 dañadas
1999	erupción volcánica Guagua Pichincha	Quito - Lloa	2000 personas desplazadas (Lloa), pérdida de ganado, perturbación del flujo aéreo, perturbación funcional de Quito (actividad escolar...)
1999	erupción volcánica Tungurahua	Baños	32 muertos (por la evacuación) - 25 000 evacuados - pérdidas agrícolas estimadas: 17 600 000 USD - pérdidas en el campo turístico : 12 000 000 USD

En los párrafos siguientes se analizan los mapas de eventos ocurridos y potenciales, amenaza por amenaza. La información referente a las sequías, deslizamientos e inundaciones ocurridas proviene de la base de datos de la RED⁵ que ha registrado eventos (de origen natural y antrópico) desde 1988 en el caso del Ecuador. Para ello utilizan el Desinventar (Sistema de Inventario de Desastres) que es una metodología de registro de información sobre características y efectos de diversos tipos de desastres, con especial interés en los pequeños y medianos desastres⁶.

DesInventar contiene los siguientes campos:

- a- Tipo de desastre
- b- Fecha
- c- Causas
- d- Factor Detonante (EVENTO)
- e- Efecto
- f- Ubicación (unidades geográficas, divisiones político administrativas)
- g- Duración

En el caso del Ecuador se hizo un primer registro de eventos ocurridos por provincia. En cuanto a los eventos geofísicos que se presentan a continuación (erupciones volcánicas y terremotos), se utilizó varias fuentes de datos (véase la bibliografía), entre las cuales se encuentra la valiosa información del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN)⁷.

2. Las amenazas geofísicas

a. Los terremotos y tsunamis

Si se compara el impacto de los desastres en la historia del Ecuador, son los terremotos los eventos de origen natural que ocasionaron las consecuencias más graves, sobre todo en lo que se refiere al número de víctimas.

Lo ocurrido:

El mapa N°1 muestra los sectores que fueron afectados gravemente por terremotos de intensidad superior a VIII (en la escala Mercalli modificada) desde 1541 hasta 1998. De manera general se observa que los eventos telúricos mayores ocurrieron en la región andina desde la provincia de Chimborazo, al Sur, hasta la provincia de Tulcán, al Norte.

Dos sismos con una intensidad estimada en XI golpearon el país durante los últimos cuatro siglos. El primero, en 1797, ocurrió en provincia de Tungurahua y, según los documentos históricos, destruyó completamente la ciudad de Riobamba y muchos pueblos cercanos⁸.

⁵ Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

⁶ <http://www.desinventar.org>

⁷ <http://www.geotecnico.com/>

⁸ http://geofisico.cybw.net/sismic/ef_VIII.html

Se considera a este evento como el más destructivo y uno de los de mayor magnitud en toda la historia ecuatoriana. Esta catástrofe causó efectos secundarios como deslizamientos devastadores, apertura de un sinnúmero de grietas, represamiento de varios ríos, hundimientos y levantamientos de tierra. El número de fallecidos se estimó entre 13 000 y 31 000. Como es obvio suponer, el impacto social y económico de este terremoto fue incalculable y perturbó notablemente al gobierno de la Real Audiencia de Quito. El segundo terremoto de intensidad XI tuvo su epicentro en el Sur de Colombia. En el Ecuador, las consecuencias fueron graves pero menores a las de 1797. Los efectos fueron severos en la provincia del Carchi y se lo sintió hasta Ibarra.

Adicionalmente, el país ha sufrido tres eventos de intensidad X. El primero, en 1698, causó alrededor de 8 000 víctimas. Los impactos fueron tan devastadores que las autoridades de la Real Audiencia decidieron mudar de sitio a las ciudades de Ambato, Latacunga y Riobamba. En 1868 acaeció un gran terremoto en la provincia de Imbabura que destruyó las ciudades de Ibarra, Cotacachi y Otavalo entre otras. Finalmente, el sismo de 1949, el último de intensidad de X, afectó a las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo. La ciudad de Pelileo fue totalmente destruida y Ambato se quedó en escombros (destruida en un 75%). Se registraron más o menos 6 000 muertos, 100 000 personas se quedaron sin hogar y 400 kilómetros de carreteras fueron parcial o totalmente destruidos.

Otros eventos de menor intensidad causaron también estragos significativos a lo largo de los últimos 20 años en la República del Ecuador. Se trata por ejemplo de los terremotos de Marzo del 1987 y de Agosto del 1998. El primero tuvo su epicentro en la región del Volcán El Reventador en las faldas orientales de los Andes al Noreste del Ecuador (magnitud 6.1 y 6.9). Los daños fueron considerables ya que los movimientos en masa asociados al sismo provocaron la ruptura del oleoducto trans-ecuatoriano que transporta productos petroleros desde Lago Agrio, primera zona de producción ecuatoriana de petróleo, hasta el puerto de Esmeraldas donde se encuentra la refinería. Este acontecimiento redujo en un 60% los ingresos provenientes de las exportaciones nacionales⁹. También la vía Quito-Baeza fue interrumpida durante varias semanas. El último terremoto de mayor gravedad en el país ocurrió el 4 de Agosto del 1998 en la Provincia de Manabí, en particular la ciudad de Bahía de Caráquez, en donde se registraron numerosos daños en las construcciones (150 casas destruidas y 250 dañadas).

En la franja litoral del Ecuador varios terremotos indujeron maremotos o tsunamis a lo largo de la historia. De hecho, las sacudidas provocadas por un terremoto pueden generar olas grandes en el mar las cuales pueden tener efectos devastadores en las orillas. Fue el caso por ejemplo en 1906. La intensidad de este terremoto fue estimada en IX sobre la escala de Mercalli. Este evento provocó un maremoto que inundó la franja litoral de la provincia de Esmeraldas dejando decenas de muertos y daños materiales elevados (que sea por las inundaciones o por los sacudimientos). En 1958, otro maremoto asociado a un terremoto de intensidad VIII afectó nuevamente a la provincia de Esmeraldas.

En resumen, la zona central de la Sierra (Ambato, Riobamba), la Sierra Norte y las zonas costeras de las provincias de Esmeraldas y Manabí son las zonas que sufrieron desde los últimos 4 siglos las mayores pérdidas por terremotos en el Ecuador.

⁹ HALL L. M. (coordinador), 2000, Los terremotos del Ecuador del 5 de Marzo del 1987, Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos, in estudios de Geografía, Vol. 9, 146p.

Situación de Quito y Guayaquil frente a sismos pasados:

Las dos principales ciudades del Ecuador, Guayaquil y Quito (con 2 y 1.5 millones de habitantes respectivamente) han sufrido varios terremotos que dejaron muchas víctimas, daños materiales y huellas graves en la economía. Desde 1587 por lo menos 5 eventos mayores afectaron a la capital del Ecuador. En el caso de Guayaquil, se registró en 1942 un sismo (con epicentro en Manabí) que afectó a las edificaciones y causó algunos muertos.

Lo potencial:

El mapa N°2 muestra la amenaza sísmica en el Ecuador y el peligro de tsunami o maremoto. Sirve de referencia para las normas sobre las edificaciones en el país por lo que se encuentra en el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC 2000). Esa zonificación ha sido realizada en base a la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Este factor varía de 0.15 (zona I de menor peligro) a 0.40 (zona IV de mayor peligro).

Toda la franja occidental costeña del país y toda la Sierra norte (desde Tulcán hasta Riobamba, incluyendo Quito) está clasificada como zona de alto peligro (zona IV). Las ciudades de San Lorenzo, Santo Domingo, Babahoyo y Guayaquil pertenecen a una zona de 150 Km de ancho (que se extiende desde el subandino occidental hasta la zona litoral) para la cual el peligro es relativamente alto (zona III). Mientras más se va hacia al Oriente, menor es el peligro.

Situación de Quito y Guayaquil frente la amenaza sísmica:

Ambas metrópolis se ubican en regiones donde el peligro sísmico es elevado (zona III y IV). Es importante notar que en el caso de Quito el patrimonio arquitectónico está expuesto a serios daños como sucedió en algunos eventos anteriores. Esta situación es aún más preocupante pues este patrimonio favorece la actividad turística generadora de ingresos.

b. Las erupciones volcánicas

Lo ocurrido:

El mapa N°3 muestra los principales volcanes del país con su actividad histórica (desde el siglo XVI). El número de erupciones ocurridas ha sido clasificado en tres rangos: (1) ninguna erupción, (2) entre 1 y 15 erupciones y (3) más de 15 erupciones a lo largo de los últimos 4 siglos. Las erupciones volcánicas afectaron esencialmente a la Sierra Norte, desde Riobamba hasta Ibarra, el subandino oriental y las islas Galápagos. Cinco volcanes erupcionaron más de 15 veces entre el siglo XVI y finales del siglo XX: Cotopaxi, Tungurahua, Sangay, Reventador y La Cumbre en las islas Galápagos.

En general, las erupciones volcánicas dejaron menos estragos que los terremotos. Sin embargo, una erupción puede tener efectos significativos como la destrucción de cultivos y ganado a causa de la caída de cenizas o de edificios (desplome de los techos por el sobrepeso)

como sucedió, por ejemplo, en la erupción del Tungurahua en 1886. Los flujos piroclásticos (gases, partículas y piedritas incandescentes) produjeron incendios (en techos de paja y campos cultivados) durante muchas erupciones históricas. Los impactos más graves fueron los daños asociados a los lahares (flujos de lodo que contienen agua, depósitos de ceniza y elementos rocosos); en 1768 y 1877 Latacunga fue casi completamente destruida por avenidas de lodo que bajaron del Cotopaxi.

El volcanismo actual sigue activo como lo demuestran las constantes erupciones del Sangay y las últimas del Tungurahua y del Guagua Pichincha. Sin embargo, por su ubicación en el Oriente poco poblado, el Sangay nunca tuvo impactos importantes sobre la población y sus asentamientos. Según Vieira (2001), las pérdidas agrícolas debidas a las erupciones del Tungurahua a partir del mes de octubre del 1999 se estiman en 17 millones de dólares y las pérdidas de la industria turística (por la presencia al pie del volcán de la ciudad de Baños, lugar altamente turístico) en 12 millones de dólares. Además, 25 000 personas fueron evacuadas.

Situación de Quito y Guayaquil frente a erupciones volcánicas pasadas:

Guayaquil, por su lejanía a los principales focos volcánicos del país, nunca registró daños por una erupción. En cambio, la capital de la República del Ecuador, por su proximidad al volcán Guagua Pichincha, ya vivió eventos graves como por ejemplo en 1660. En esa época, alrededor de 20 centímetros de ceniza cayeron sobre la ciudad, generando desplomes de techos, la muerte de una parte del ganado y pérdidas en los cultivos en los alrededores. Además la población tuvo que evacuar la ciudad durante algún tiempo. En 1999, otra erupción perturbó nuevamente el funcionamiento de Quito. El evento fue benigno (caída de 2 ó 3 mm de ceniza) pero sus consecuencias fueron significativas (se cerraron el aeropuerto, los establecimientos escolares...) ¹⁰. Los daños más serios se registraron en el Valle de Los Chillos que fue devastado en 1768 y en 1877 por los lahares provenientes del Cotopaxi.

Lo potencial:

Los mapas N°4a y 4b indican los volcanes continentales que son potencialmente activos en el Ecuador. Entre 11 y 13 volcanes representan amenazas por su actividad potencial. Todos se concentran en la Sierra Central y Norte y en la parte subandina oriental (Reventador, Sumaco, Sangay). El peligro mayor son los lahares o las avenidas de lodo que al bajar de los volcanes destruyen vías, viviendas y cultivos a lo largo de su recorrido. Los aluviones grandes se forman por el derretimiento de los glaciares y de las nieves circundantes al cráter y/o por precipitaciones abundantes. Los lahares representan una amenaza real por la gran extensión que pueden recorrer. En 1877, por ejemplo, se constató una fuerte crecida del río Esmeraldas hasta el nivel de su desembocadura como consecuencia de los lahares generados por la erupción del Cotopaxi, volcán que se ubica al sureste a unos 230 km de distancia (en línea directa).

En el Ecuador, ocho montañas están cubiertas por glaciares o nieves permanentes. Todas sobrepasan los 5.000 metros de altura. De esas, seis son volcanes potencialmente activos

¹⁰ D'ERCOLE R., METZGER P., 2000, La vulnérabilité de Quito face à l'activité du Guagua Pichincha – Les premières leçons d'une crise volcanique durable, in Les Cahiers Savoisiens de Géographie, Centre Interdisciplinaire Scientifique de la Montagne (CISM) – Université de Savoie, pp. 39-52.

(Cayambe, Antisana, Tungurahua, Cotopaxi, Sangay, Chimborazo). Latacunga, Riobamba y Guaranda son las principales ciudades que están directamente expuestas a los lahares; la ciudad de Baños se encuentra en la zona de mayor peligro por flujos piroclásticos.

Situación de Quito y Guayaquil frente la amenaza volcánica:

Guayaquil no está directamente expuesta a la amenaza volcánica por su ubicación lejos de los volcanes. En cambio, la ciudad de Quito, está doblemente expuesta a las caídas de cenizas potenciales del Guagua Pichincha y a los lahares del Cotopaxi que sin lugar a duda podrían devastar a los valles (Los Chillos y Cumbayá) que además son cada vez más urbanizados.

Después de haber analizado las amenazas geofísicas, se estudia en los párrafos siguientes las amenazas morfoclimáticas.

3 . Las amenazas morfoclimáticas

a. Las inundaciones

Lo ocurrido:

En el Ecuador existen regiones en donde se concentran las inundaciones. El mapa N°5 muestra, por ejemplo, que durante los últimos 12 años la mayor frecuencia de inundaciones ocurrió en las provincias de la Costa (información DesInventar). La provincia del Guayas es la zona más afectada con más de 100 inundaciones; le siguen las provincias de Manabí y Los Ríos (entre 40 y 100 eventos); y, en tercer lugar, las provincias de Esmeraldas y de El Oro (entre 20 y 40 eventos). En cambio toda la Sierra y la Región Amazónica tuvieron menos de 20 inundaciones durante el mismo período. La provincia más afectada de la Sierra fue Azuay con 15 inundaciones. Cabe advertir que no se trata de números exactos dada la dificultad de registrar y calificar los distintos eventos (por ejemplo, puede ser que se hayan registrado dos inundaciones en dos lugares diferentes a pesar de que se trate del mismo evento con una gran extensión). Sin embargo, las cifras disponibles son una aproximación a las diferencias en la frecuencia del fenómeno en las distintas provincias.

El mapa N°6 muestra la extensión de las tres series de inundaciones mayores ocurridas desde 1980. Este mapa confirma la repartición espacial del mapa cuantitativo N°5. Son los eventos hidro-meteorológicos “El Niño” los que generan las inundaciones más graves en el país debido al exceso de precipitaciones. Sin embargo, también se observan inundaciones importantes en otros años, como aquellas que ocurrieron en junio del 2001 en las provincias amazónicas y que interrumpieron ejes viales vitales. Según el INAMHI¹¹, se puede diferenciar tres tipos de inundaciones: (i) inundaciones por precipitaciones extremas, (ii) inundaciones por desbordamiento de ríos y (iii) inundaciones por el taponamiento del drenaje o lahares.

¹¹ Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

El mapa es una compilación de las áreas sumergidas por las aguas durante (i) los dos últimos fenómenos “El Niño” mayores (1982-83 y 1997-98) y (ii) los recurrentes taponamientos del drenaje o lahares a lo largo de los últimos 20 años (INAMHI 1999; ODEPLAN 1999).

Las provincias de la Costa sufren cíclicamente graves estragos debido a las inundaciones. El Niño de 1982-83 produjo la inundación de 896.100 hectáreas, 600 personas fallecieron y se estimó que las pérdidas llegaron a US\$ 650 millones (CEPAL 1983). Asimismo, el impacto ecológico en las Islas Galápagos fue fuerte.

El siguiente importante “El Niño”, de 1997-98, dio como resultado la inundación de 1.652.760 hectáreas, causó la muerte de 286 personas y 30.000 personas perdieron sus casas o fueron evacuadas; en esta ocasión, los daños asociados superaron los 1.500 millones de dólares (Gasparri et al. 1999). En la región amazónica las inundaciones se restringen al corredor fluvial de los ríos Napo y Pastaza y cubren aproximadamente (según cálculos para este estudio) una superficie de 251.180 hectáreas. Debe mencionarse que la poca precisión de la cartografía de las inundaciones de 1982-83 puede sesgar su amplitud real. Para este episodio, existen varios mapas no coherentes entre sí (INAMHI 1999; Acosta 1996; Pourrut y Gómez 1998); en cambio, las inundaciones del 1997-98 fueron objeto de un estudio más detallado por parte del INAMHI.

El fenómeno de “El Niño” de 1997-98 fue objeto de un estudio detallado por parte del INAMHI. El mapa N°7 recoge los resultados. Muestra que la parte inferior de la cuenca del Guayas fue gravemente inundada. Otra área afectada fue la provincia de Manabí entre Manta, Portoviejo, Calceta y Bahía De Caráquez, que enfrentó caudales y niveles de agua muy altos. También se inundaron las ciudades de Esmeraldas y Atacames, en la Costa, y los alrededores de Puyo, Tena y Francisco de Orellana, en la Amazonía, pero con menor intensidad.

Situación de Quito y Guayaquil frente a inundaciones pasadas:

La ciudad de Guayaquil fue varias veces en su historia inundada por el desbordamiento del Río Guayas especialmente durante los fenómenos El Niño. En lo que se refiere a la ciudad de Quito, se evidencian también inundaciones pero son de un carácter muy distinto a las primeras. Corresponden a un exceso de agua generado por los fuertes aguaceros que el sistema de colectores urbano insuficiente no puede evacuar (desfogues demasiado estrechos). Generalmente sus extensiones son muy locales y sus duraciones no exceden las 48 horas en el peor de los casos. A pesar de sus características moderadas, esas inundaciones causan perturbaciones significativas en particular en el ámbito del transporte urbano (congestión, desvíos...)

Lo potencial:

El mapa N°8 se hizo sobre la base de (i) las áreas inundadas en el pasado y (ii) las zonas cuya altura es inferior a 40 metro sobre el nivel del mar. Estas últimas son a menudo (pero no siempre) las partes inferiores de las cuencas hidrográficas en donde se concentran el exceso de agua y donde las pendientes son muy débiles (la curva de nivel de 40 metros sobre el nivel del mar se encuentra a 150 Km al norte de Guayaquil). Sin embargo, este criterio tiene limitaciones. No toma, por ejemplo, en cuenta las obras de protección que resguardan a las

poblaciones de las inundaciones como en el caso de Babahoyo; tampoco permite identificar zonas potencialmente anegadizas en algunos sectores de la Amazonía donde las alturas superan 300 metros sobre el nivel del mar o en las llanuras de altura.

Situación de Quito y Guayaquil frente la amenaza de inundación:

La capital de la provincia del Guayas es la más expuesta a inundaciones futuras por su ubicación a la orilla del Río y por su elevación muy débil sobre el nivel del mar (algunos de metros en el centro históricos). Además se sitúa a la desembocadura de la segunda cuenca hidrográfica más amplia del país (32 445 Km² después de la del Napo) lo que explica los caudales potencialmente considerables del río Guayas. También está expuesta a inundación por exceso pluviométrico. En el caso de Quito, el problema de insuficiencia de los colectores, difícilmente solucionable (por la topografía del sitio, por los rellenos de quebradas utilizadas como vías, por el incremento de áreas impermeabilizadas ...), vuelve a la metrópoli andina bastante expuesta a las inundaciones localizadas y de corta duración.

b. Los movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes)

Lo ocurrido:

El mapa N°9 presenta el número de deslizamientos registrados en las provincias desde 1988 (DesInventar).

La provincia de Manabí parecería ser la que ha sufrido la mayor cantidad de deslizamientos (más de 40 eventos). Le siguen Pichincha (25 desmoronamientos) y, en tercer lugar, Guayas y de Esmeraldas y varias provincias del centro y sur de la Sierra. En cambio, en la parte amazónica (bastante plana) y en el norte de la Sierra se registraron pocos deslizamientos. Varios criterios influyen en los movimientos en masa, entre ellos el grado de pendiente, la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos, y también el uso antrópico de los suelos.

Al igual que las inundaciones, el exceso excepcional de precipitaciones durante los meses del fenómeno de “El Niño” produce un sinnúmero de deslizamientos aislados en toda la Costa. Es importante destacar que no son siempre los mismos sectores los afectados ya que cada episodio de “El Niño” tiene características peculiares. La provincia de Esmeraldas fue, por ejemplo, mucho más afectada por los derrumbes en 1997-98 que en 1982-83.

Cabe notar también que algunos movimientos en masa de gran magnitud no son asociados a “El Niño”. El gigantesco derrumbe del Cerro Tahal (La Josefina)¹² ocurrido el 29 de marzo del 1993 provocó el represamiento del río Paute amenazando la represa de Amaluza río abajo (instalación que produce alrededor del 60% de la energía eléctrica del país). Este evento causó la muerte de 50 personas y los daños directos fueron estimados en US\$ 147 millones (Cadier et al. 1996). De igual manera, el sismo de 1987 contribuyó a la desestabilización de

¹² No se lo ha respresentado en el mapa

numerosos taludes que se desprendieron, principalmente en la región de Baeza en la provincia de Napo, dañando la infraestructura vial y productiva, incluyendo el oleoducto transecuatoriano. (Hall et al. 2000).

Situación de Quito y Guayaquil frente deslizamientos pasados:

En la ciudad de Quito se registran regularmente deslizamientos, en particular durante la estación lluviosa como por ejemplo lo ocurrido en abril del 2000 en los sectores del Panecillo y La Libertad. En esta ocasión COOPI y ECHO ayudaron a los damnificados. La imbibición excesiva de los suelos sensibles a la erosión (Cangahua) provoca cíclicamente desprendimientos de taludes generalmente en los mismos lugares. Esos desmoronamientos generan perturbaciones significativas, entre otros, sobre el tránsito urbano (desvíos).

Lo potencial:

El mapa N°10 muestra las zonas potencialmente sensibles a los deslizamientos y derrumbes. Se trata de un mapa muy esquemático realizado sobre la base de la información general del INFOPLAN (ODEPLAN 1999). Esta fuente fue complementada con la información disponible sobre las pendientes superiores a 12 grados¹³. No fue posible obtener grados de pendientes más precisos; tampoco se pudo tomar en cuenta otros factores que condicionan las probabilidades de deslizamientos —como la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos y el uso antrópico de los suelos—.

Se observa que la región andina es potencialmente la más expuesta a las manifestaciones morfodinámicas. La provincia de Manabí, a pesar de tener el mayor número de eventos registrados en el pasado, no parecería ser la más expuesta a eventos potenciales. La diferencia entre lo potencial y lo ocurrido puede explicarse por las formaciones geológicas (más sensibles a los deslizamientos en la Costa) y por la mayor influencia de “El Niño” en el litoral. La escala utilizada no permite un diagnóstico más exacto ya que la complejidad de las causas de esos fenómenos requiere un análisis más local. El área total considerada como propensa a los derrumbes cubre 92.350 kilómetros cuadrados, equivalentes al 30% del territorio nacional.

Situación de Quito y Guayaquil frente la amenaza de deslizamientos:

Las características de los suelos de Quito, la presencia de horst asociados a la falla geológica que separa Quito y los valles (Cumbayá-Tumbaco y Los Chillos) y las intensidades pluviométricas altas generan condiciones propensas a los movimientos en masa en el Distrito Metropolitano de Quito. En el caso de Guayaquil, la carencia en infraestructuras tales como alcantarillado en los barrios populares ubicados en las lomas de fuerte pendiente condiciona el advenimiento de deslizamientos.

¹³ Este cálculo de pendientes al nivel del Ecuador proviene de un Modelo Numérico realizado por Marc Souris (IRD) a partir de los mapas topográficos del IGM.

c. Las sequías

Lo ocurrido:

El mapa N°11 representa las sequías registradas en las provincias durante el período de 1988 a 1998 (DesInventar). Las provincias de El Oro y Manabí aparecen como las más afectadas por este fenómeno natural (4 episodios en 12 años). Luego vienen las provincias de Azuay, Guayas, Tungurahua, Pichincha, Esmeraldas y Carchi. En el resto del país no se registraron sequías significativas. Los años de sequías pueden comprometer los cultivos pero también la producción de energía hidroeléctrica. Generalmente las sequías están registradas por los efectos inducidos que provocan y no únicamente en función de la falta de agua. Cabe destacar que una región seca puede haber resuelto su déficit hídrico mediante un sistema de riego adecuado como es el caso del Valle del Chota. Así como los fenómenos de “El Niño” generan un exceso pluviométrico, el fenómeno opuesto, “La Niña”, suele producir condiciones hídricas deficitarias; los efectos globales de este último fenómeno son, empero, menores y también variables que los del primero.

Lo potencial:

El mapa N°12 indica las zonas potencialmente expuestas a las sequías. Fue elaborado a partir del mapa elaborado por la Dirección Nacional de Recursos Naturales (DINAREN) del Ministerio de Agricultura. El mayor peligro de sequía se determinó en función de la intensidad del déficit hídrico –que parecería ser el factor más relevante para determinar las sequías— establecido sobre la base de los datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para el período 1974-2000.

El déficit hídrico se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Déficit hídrico}^{14} = \text{precipitaciones} - \text{evapotranspiración real}$$

La evapotranspiración corresponde a la cantidad de agua (expresada en milímetros) evaporada de los suelos sumada a la cantidad de agua que proviene de la transpiración de los vegetales.

Para la elaboración de este mapa no se tomaron en cuenta otros factores que también condicionan las sequías tales como el viento (deseccación de los suelos), la heliofanía (soleamiento), la naturaleza de los suelos (capacidad de almacenar agua) y la altura (mientras más alto, el aire es más seco).

Aproximadamente 50.570 kilómetros cuadrados del territorio del país tienen un déficit hídrico anual superior a 300 mm y 16.600 kilómetros cuadrados (equivalentes al 6% del territorio nacional) tienen un déficit anual superior a 700 mm. Se observa que son principalmente las provincias del Guayas, Manabí y la franja occidental sur del país que tienen el mayor peligro de sequía. Los alrededores de la ciudad de Esmeraldas, el Valle del Chota, el sector de Santa Isabel (Azuay) y la provincia de Loja también son lugares potencialmente secos.

¹⁴ expresado en milímetros

Situación de Quito y Guayaquil frente a las sequías:

Generalmente, las sequías no afectan al funcionamiento de las ciudades pero pueden afectar indirectamente a los cultivos que abastecen los mercados ciudadanos de legumbres y frutas y también pueden ocasionar apagones (por la reducción del caudal en las represas de plantas hidroeléctricas).

4. Síntesis: el mapa multifenómeno

El mapa N°13 corresponde a un primer intento de síntesis de las amenazas (potenciales) de origen natural en el Ecuador. Es importante observar que la escala del mapa nacional no permite un análisis muy preciso. Sin embargo da una idea general de los territorios más expuestos a los distintos tipos de amenazas. Para su elaboración, se sobrepusieron seis tipos de amenazas: peligro sísmico, volcánico, inundación, deslizamiento, sequía y tsunami.

El mapa muestra que la mayor parte del territorio nacional está expuesta a una o varias amenazas de origen natural. La Región Amazónica parece ser la menos expuesta. La Costa puede estar afectada por las inundaciones, las sequías, los tsunamis, los deslizamientos y tiene, además, alto peligro sísmico (zona III y IV). Varias amenazas pueden extenderse sobre el mismo sector como, por ejemplo, en la franja litoral de la provincia del Guayas en donde existe alto peligro de sequía y de inundación. En la Costa la influencia de “El Niño” es más pronunciada; es decir, durante un episodio se puede esperar un incremento pluviométrico de 40% más que lo normal (Rossel, 1997). En la Sierra centro y norte, los principales peligros son las erupciones volcánicas y los sismos (zona IV). En el sur de la Sierra, el peligro sísmico disminuye (zona III y II). En cambio, todo el macizo andino está expuesto a deslizamientos y derrumbes, en particular en los sectores de mayor pendiente. El peligro de sequía también está presente en algunos valles interandinos en la provincia de Loja y en el valle del Chota entre las provincias de Imbabura y Carchi. Las Galápagos, por su parte, son relativamente secas y los peligros geofísicos son relativamente altos (zona sísmica III y presencia de volcanes activos).

El mapa N°14 representa un indicador cuantitativo sintético de las amenazas naturales para cada cantón. Cada amenaza fue calificada para cada cantón en una escala (de 0 a 3 ó de 0 a 2)¹⁵. La valoración tomó en cuenta la magnitud esperada (en el caso de los sismos), la intensidad del fenómeno (sequías), la extensión del peligro (movimientos en masa, inundaciones), su peligrosidad (volcanes), su recurrencia (inundaciones) y su potencialidad (tsunamis, terremotos, peligro volcánico). La suma de los valores asignados a cada peligro potencial da como resultado un grado sintético de amenazas naturales por cantón (Mapa N°14).

En los casos en que una parte de un cantón está expuesta a una determinada amenaza, se consideró a todo su territorio como susceptible de sufrir daños. Por ejemplo, a un cantón que tiene el 60% de su superficie en zona de deslizamientos potenciales, se le asignó el grado de

¹⁵ Véase metodológica de valoración en el capítulo 5

amenaza máximo. El nivel de amenaza máximo potencial es de 16. Ningún cantón tiene este valor ya que ninguno de ellos está expuesto a todos los tipos de amenazas al mismo tiempo. El valor máximo calculado para el conjunto de cantones del país fue de 12. El rango más alto del índice corresponde a algunos cantones de la franja litoral del Pacífico. Otros cantones en donde el peligro es alto son aquellos ubicados en algunos sectores de la Costa y en el centro-norte de la Sierra. La Amazonía y el sureste del país tienen los grados menos elevados según los criterios de este análisis.

A continuación se presenta la metodología detallada que permitió realizar el Mapa N°14.

5. Metodología detallada de valoración de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

La intención de este trabajo es determinar el grado o nivel sintético de amenazas de origen natural al que está expuesta la población de cada uno de los cantones del país. Se trata de un instrumento de información que permitirá orientar geográficamente la acción e inversión social, pública y privada, hacia la población más expuesta. Se basa en la estimación de un conjunto de amenazas naturales: peligro sísmico, volcánico, tsunami, deslizamientos, inundaciones y sequías. La valoración resultante es, sin embargo, parcial ya que no considera otros peligros de origen natural, con expresión principalmente local, como las heladas, los vendavales, las granizadas, los incendios forestales, la salinización de tierra.

Este primer intento de valorar los eventos naturales que pueden perturbar y desestabilizar las condiciones de vida de la población ecuatoriana es de carácter preliminar y podrá ser mejorado en el futuro. Se espera que otras iniciativas de investigación permitan completar esta primera versión y obtener una mayor precisión.

El nivel sintético final de amenaza de origen natural corresponde a la suma de los grados de amenazas potenciales determinados para cada uno de los 6 peligros considerados para cada cantón. Se elaboraron 6 mapas representando los 6 niveles de amenazas (Mapas A, B, C...)

a. Peligro sísmico

El peligro sísmico es potencialmente el que más perjuicios puede causar en el país. Como se puede observar en la tabla de eventos mayores a lo largo de la historia del Ecuador, los sismos son claramente los fenómenos de origen natural que tuvieron mayores consecuencias negativas.

Para determinar los niveles de amenaza física por cantón se tomó como referencia la zonificación sísmica elaborada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. El mapa N°2 “Amenaza sísmica y de tsunami en el Ecuador” contiene cuatro zonas. La zonificación fue definida a partir de la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad; es decir, corresponde a una situación potencial. La zona I corresponde a la zona de menor peligro y la zona IV a la de mayor peligro. Se asignó a cada cantón un valor en función de la zona sísmica en la que se encuentra (véase la tabla siguiente); esto es, de 0 para la zona I hasta 3 para la zona IV.

Peligro sísmico	Valor
Zona IV	3
Zona III	2
Zona II	1
Zona I	0
Máximo	3
Mínimo	0

Los cantones con territorios en más de una zona sísmica recibieron el valor de la categoría superior. Por ejemplo, un cantón que solo tiene el 30% de su superficie en la zona IV (y el 70% en la clase III) recibió el valor 3 (el valor correspondiente a la zona IV). Este criterio de clasificación de los cantones al rango superior se aplicó a todas las amenazas consideradas.

A partir de los criterios mencionados, se elaboró el mapa de “Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador” (Mapa A). Según este mapa, los cantones de la franja litoral y de la Sierra Central y Norte son los más expuestos a sismos.

b. Peligro de tsunami o maremoto

Se sabe que los tsunamis son directamente ligados a los sismos en las zonas costeras. Para la valoración del peligro de tsunami se utilizó también el mapa N°2. Para este tipo de evento se asignaron valores en una escala de 0 a 2 ya que solo existen tres casos:

1. los cantones litorales que se encuentran en la zona sísmica IV (y que tienen el grado de amenaza mayor, es decir 3) fueron clasificados en la categoría de cantones con mayor peligro de maremoto (valor 2);
2. los cantones litorales que se encuentran en la zona sísmica III (y que tiene el grado de amenaza relativamente alto, es decir 2) fueron clasificados en la categoría de menor peligro (valor 1); y
3. los cantones que no se encuentran a lo largo del litoral recibieron el valor de 0 porque no están expuestos a los tsunamis.

Peligro de Tsunami	Valor
Zonas litorales las más sísmicas	2
Otras zonas litorales con peligro sísmico menor	1
Zonas no litorales	0
Máximo	2
Mínimo	0

A partir de los criterios mencionados se elaboró el mapa “Nivel de amenaza por tsunami por cantón en el Ecuador” (Mapa B). Se observa que los cantones en la franja que va desde la provincia de Esmeraldas hasta la parte occidental de la provincia del Guayas son los más expuestos a los tsunamis. El resto de la franja litoral –los cantones del estuario de la provincia de Guayas y las cantones costeros de la provincia de El Oro— tienen un grado medio de amenaza. El resto del país no está expuesto.

c. Peligro volcánico

En lo que se refiere al nivel de amenaza volcánica, los cantones fueron clasificados según una escala de 0 a 3 igual a la utilizada para la amenaza sísmica. Existen cuatro casos:

1. Cantones con mayor peligro volcánico (grado 3). Se trata de los cantones que se encuentran total o parcialmente en zonas directamente amenazadas por los volcanes considerados más peligrosos para los asentamientos humanos: Cotopaxi, Tungurahua y Guagua Pichincha. Las amenazas pueden ser lahares, flujos piroclásticos y/o caída de ceniza (véase el mapa N°4b “Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental realizado a partir de los mapas del INFOPLAN elaborados según la cartografías (escala 1:50 000) del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional). Se basan en eventos anteriores que condicionan los eventos futuros (el potencial).
2. Cantones con peligro volcánico relativamente alto (grado 2). Son los cantones que se encuentran en los alrededores de los volcanes que tuvieron una actividad histórica y que representan todavía amenazas potenciales: Reventador, Sangay, Quilotoa, Antisana, Cayambe y el volcán La Cumbre en las islas Galápagos (véase el mapa N°3 “Erupciones volcánicas históricas en el Ecuador”).
3. Cantones con peligro volcánico relativamente bajo (grado 1). Son aquellos que se ubican en los alrededores de volcanes que no tuvieron erupciones históricas. Algunos de ellos, según el Instituto Geofísico del EPN, son potencialmente activos: Chimborazo, Sumaco, Pululahua, Imbabura y Cotacachi (véase el mapa N°4a “Volcanes continentales potencialmente activos en el Ecuador”).
4. Cantones con bajo peligro volcánico (grado 0). Son los que encuentran afuera de la zona de concentración de los volcanes.

Peligro volcánico	Valor
Zonas de los volcanes Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi	3
Zonas con otros volcanes con actividad histórica	2
Zonas con otros volcanes	1
Sector sin volcán	0
Máximo	3
Mínimo	0

A partir de los criterios mencionados se elaboró el Mapa C “Nivel de amenaza volcánica por cantón en el Ecuador”. Como puede observarse la zona de mayor peligro volcánico está conformada por los cantones de las provincias de la Sierra Centro, Sierra Norte y del Napo que aparecen en la siguiente tabla:

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro volcánico
0501	Latacunga	Cotopaxi	Sierra	3
0607	Guano	Chimborazo	Sierra	3
0609	Penipe	Chimborazo	Sierra	3
1503	Archidona	Napo	Amazonía	3
1701	Quito	Pichincha	Sierra	3
1703	Mejía	Pichincha	Sierra	3
1705	Rumiñahui	Pichincha	Sierra	3
1802	Baños	Tungurahua	Sierra	3
1807	Pelileo	Tungurahua	Sierra	3
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	3

d. Peligro de inundación

En lo que se refiere al nivel de amenaza de inundación, los cantones fueron clasificados en 4 clases (o en una escala de 0 a 3) a partir de los eventos registrados en el curso de las últimas dos décadas:

1. Cantones con el mayor peligro de inundación (grado 3). Se trata de las zonas que sufrieron inundaciones (ya sea por desbordamiento de ríos o por precipitaciones extremas) durante los dos últimos eventos de El Niño (1982-83 y 1997-98). Véase el Mapa N°6 “Principales inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980”.
2. Cantones con peligro de inundaciones relativamente alto (grado 2). Son los cantones que sufrieron inundaciones durante el fenómeno El Niño en 1982-83, o durante el fenómeno El Niño en 1997-98, o por otros fenómenos (como las zonas orientales inundadas por el taponamiento del drenaje).
3. Cantones con peligro de inundación relativamente bajo (grado 1). Son los cantones que fueron levemente inundados en el pasado o que se encuentran (íntegra o parcialmente) a una altitud sobre el nivel del mar inferior a 40 metros (zona determinada a partir de los mapas topográficos del IGM). Son a menudo (pero no siempre) las partes inferiores de las cuencas hidrográficas en donde se concentran el exceso de agua y donde las pendientes son muy débiles (la curva de nivel de 40 metros sobre el nivel del mar se encuentra a 150 Km al norte de Guayaquil). Sin embargo, este criterio tiene limitaciones. No toma, por ejemplo, en cuenta las obras de protección que resguardan a las poblaciones de las inundaciones como en el caso de Babahoyo; tampoco permite identificar zonas potencialmente anegadizas en algunos sectores de la Amazonía donde las alturas superan 300 metros sobre el nivel del mar.
4. Cantones que no fueron inundados desde 1980 es decir con bajo peligro de inundación (grado 0).

Peligro de inundación	Valor
Zonas inundadas en 1982 y en 1998	3
Zonas Inundadas en 1982 ó en 1998 ó otro tipo (Oriente)	2
Zonas de menos de 40m de altura o levemente inundada	1
Zonas sin inundación	0
Máximo	3
Mínimo	0

A partir de los criterios anotados se elaboró el Mapa D “Nivel de amenaza por inundación por cantón en el Ecuador”. Los grados de amenaza más altos se encuentran en los cantones de la Costa, seguidos de los cantones a lo largo de los ríos orientales (Pastaza y Napo).

e. Peligro de deslizamiento

El nivel de amenaza por deslizamiento fue también calificado en una escala de 0 a 3 o cuatro categorías según la cartografía de deslizamientos y derrumbes potenciales (véase el Mapa N°10 “Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador”, elaborado a partir de la información recopilada por el INFOPLAN y tomando en cuenta las pendientes mayores). Los cuatro tipos corresponden a:

1. Cantones con mayor peligro (grado 3). Son aquellos ubicados en zonas de alto potencial de deslizamientos y zonas de mayor pendiente.
2. Cantones con peligro relativamente alto (grado 2). Son aquellos que tienen más del 30% (aproximadamente) de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.
3. Cantones con peligro relativamente alto (grado 1), o aquellos que tienen menos del 30% (aproximadamente) de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.
4. Cantones con bajo peligro de deslizamientos o derrumbes (grado 0), o aquellos que aparentemente no están expuestos.

Deslizamientos	Valor
Potencial con mayores pendientes	3
Potencial bien representado	2
Potencial poco representado	1
El resto	0
Máximo	3
Mínimo	0

El Mapa E “Nivel de amenaza por deslizamiento por cantón en el Ecuador” representa la clasificación anterior. La Sierra está expuesta a los mayores peligros. Los cantones de Manabí y de Esmeraldas también tienen un peligro relativamente alto.

f. Amenaza de sequía

El nivel de amenaza por sequía fue valorado en una escala de 0 a 2 sobre la base de una clasificación de los déficits hídricos calculados por la DINAREN en convenio con el INAMHI (Mapa N°12). En general, en el Ecuador las sequías no tuvieron impactos tan graves como los impactos debidos a otros peligros de origen natural; por esa razón se escogió el valor de 2 para el grado máximo. Los tres tipos de cantones resultantes son:

1. Cantones con el máximo peligro de sequía (grado 2). Se encuentran parcial o completamente en zonas que tienen un déficit hídrico anual superior a 700 mm.
2. Cantones con peligro de sequía medio (grado 1). Se encuentran parcial o completamente en zonas cuyo déficit hídrico anual está comprendido entre 300 y 700 mm.
3. Cantones con peligro de sequía mínimo (grado 0). Se encuentran en zonas cuyo déficit hídrico es inferior a 300 mm por año.

Sequías	Valor
Fuerte potencial	2
Potencial medio	1
Potencial débil	0
Máximo	2
Mínimo	0

Los criterios anteriores sirvieron para elaborar el Mapa F “Nivel de amenaza por sequía por cantón en el Ecuador”. Se observa que la mayoría de los cantones que tiene una amenaza de nivel medio o alto se encuentran en las provincias de Guayas y Manabí. Otro conjunto de cantones aislados se encuentra también en una situación de sequía potencial media en Azuay, El Oro, Loja y el Valle del Chota entre las provincias de Imbabura y Carchi.

g. Resumen de las amenazas: determinación del nivel sintético

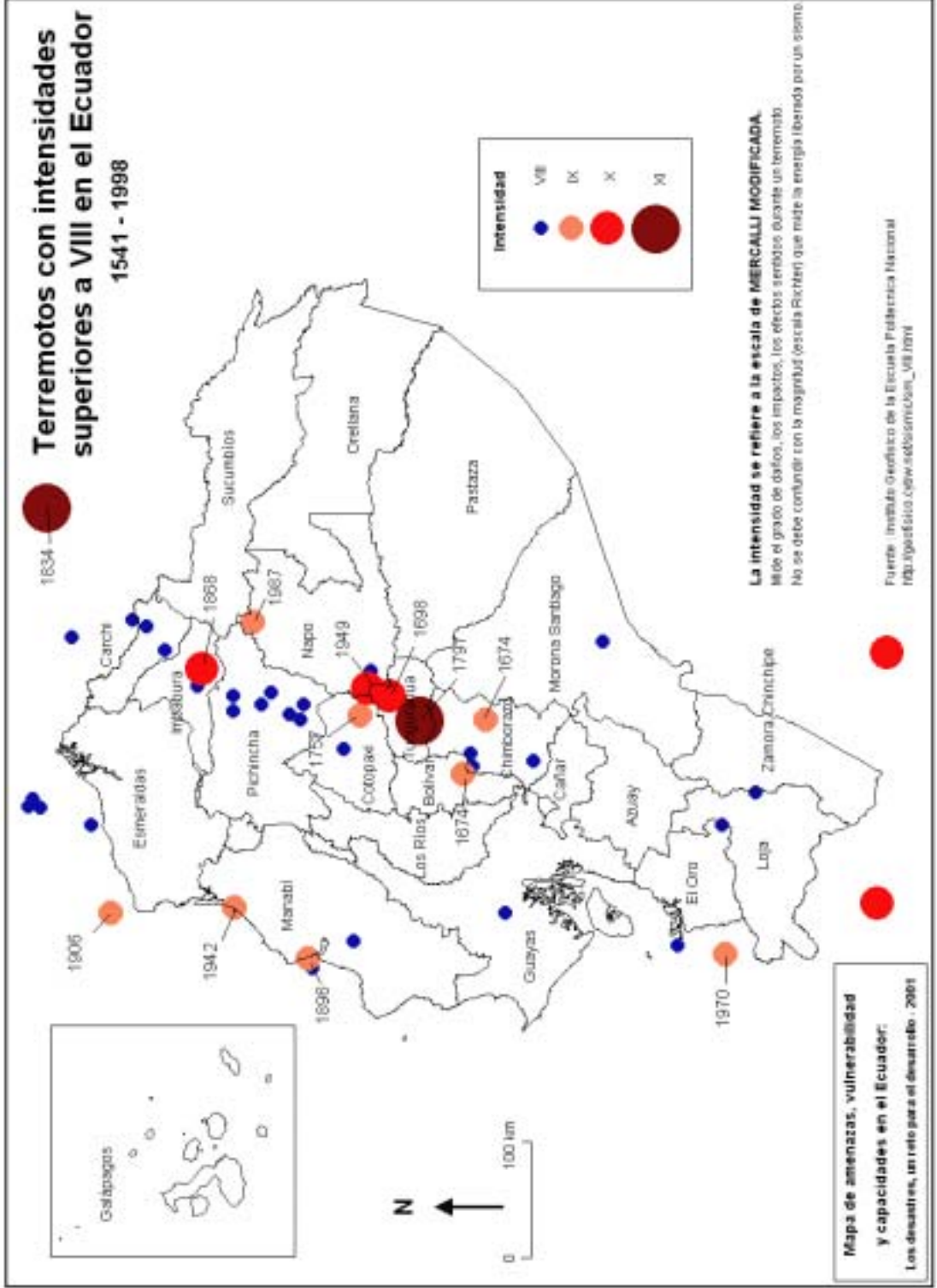
Luego de establecer el grado o nivel de amenaza para cada uno de los seis peligros de origen natural considerados en este análisis, la medida cantonal resumen de peligros naturales se calculó sumando cada uno de dichos valores (grados) para cada cantón. El Mapa N°14 “Nivel sintético de amenaza de origen natural por cantón en el Ecuador” muestra, en una escala de cinco categorías, que los cantones de la franja litoral de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas tienen los niveles los más altos de exposición a varias amenazas naturales. En la tabla siguiente aparecen los cantones que están en la categoría de muy alto peligro (valores sumadas superiores a 10):

Canton	Provincia	peligro sismico	peligro volcánico	peligro tsunami	peligro inundación	peligro sequía	peligro deslizamiento	total
Portoviejo	Manabí	3	0	2	3	2	2	12
Esmeraldas	Esmeraldas	3	0	2	3	1	2	11
Santa Elena	Guayas	3	0	2	3	2	1	11
Sucre	Manabí	3	0	2	3	2	1	11
Puerto López	Manabí	3	0	2	2	2	2	11
Eloy Alfaro	Esmeraldas	2	1	2	2	0	3	10
San Lorenzo	Esmeraldas	2	1	2	2	0	3	10
Atacames	Esmeraldas	3	0	2	2	1	2	10
Rioverde	Esmeraldas	3	0	2	2	1	2	10
Jipijapa	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Montecristi	Manabí	3	0	2	2	2	1	10
Pedernales	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Jama	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Jaramijó	Manabí	3	0	2	2	2	1	10

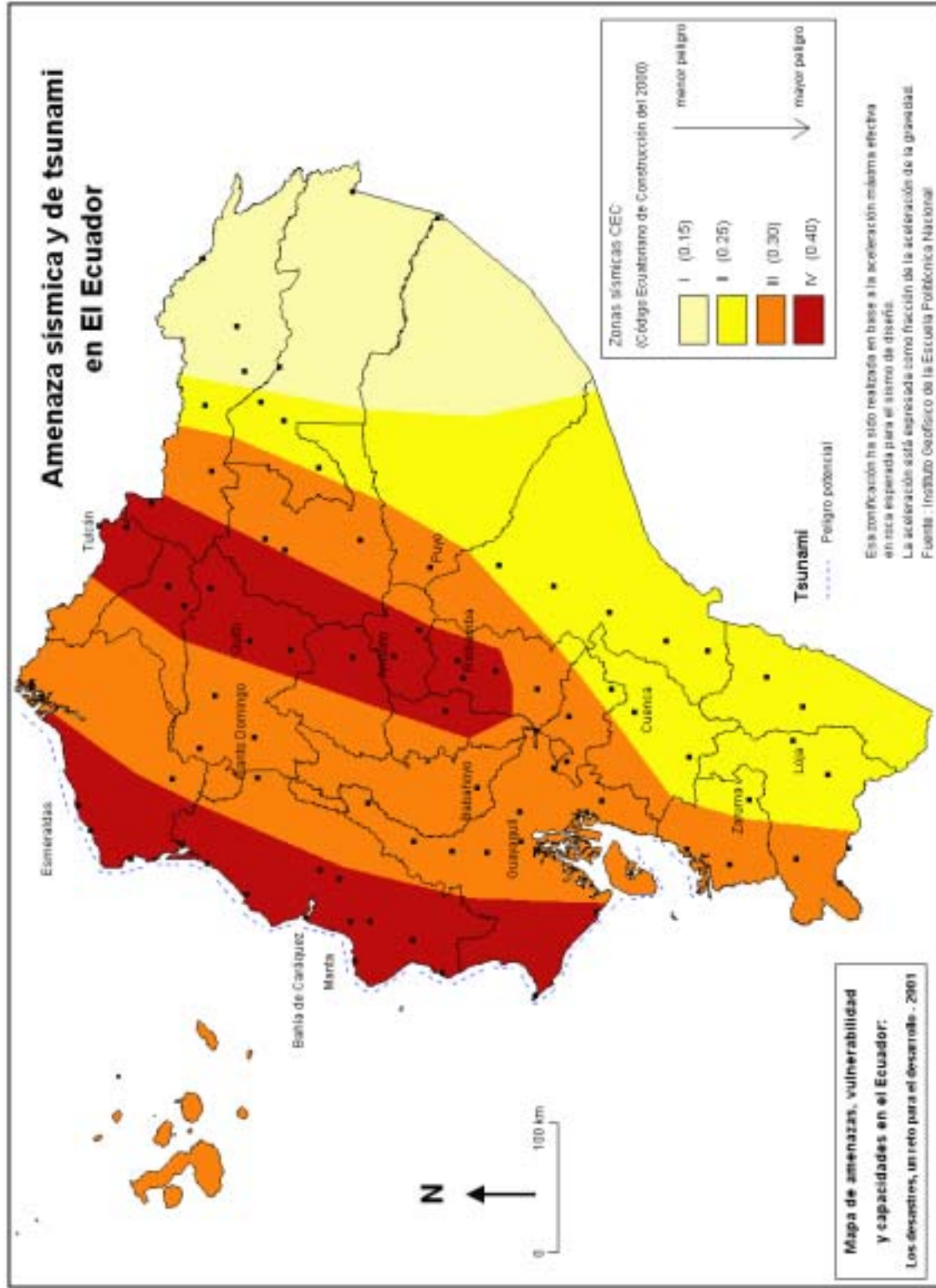
La primera fase del proyecto, presentada en este informe, permitió identificar los territorios más expuestos a los peligros de origen natural. En la segunda fase (otro informe) se cruzará esta primera cartografía de amenaza con una cartografía de vulnerabilidad para desembocar sobre **un mapa de riesgo** lo cual, asociado con información sobre las capacidades locales y los conflictos, deberá permitir escoger 2 ó 3 sectores geográficos de alto riesgo (peligro elevado, vulnerabilidad alta, pocas capacidades locales).

6. Listado de los mapas

- Mapa 1: Terremotos con intensidades superiores a VIII (1541-1998)
- Mapa 2: Amenaza sísmica y de tsunami en el Ecuador
- Mapa A: Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador
- Mapa B: Nivel de amenaza por tsunami por cantón en el Ecuador
- Mapa 3: Erupciones volcánicas históricas en el Ecuador
- Mapa 4a: Volcanes continentales potencialmente activos en el Ecuador
- Mapa 4b: Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental (ampliación de la Sierra Central y Norte)
- Mapa C: Nivel de amenaza volcánica por cantón en el Ecuador
- Mapa 5: Inundaciones ocurridas en el Ecuador 1988-1998
- Mapa 6: Principales inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980
- Mapa 7: Inundaciones ocurridas durante el fenómeno El Niño 1997-98 en el Ecuador
- Mapa 8: Zonas potencialmente inundables en el Ecuador
- Mapa D: Nivel de amenaza por inundación por cantón en el Ecuador
- Mapa 9: Deslizamientos ocurridos en el Ecuador 1998-1998
- Mapa 10: Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador
- Mapa E: Nivel de amenaza por deslizamiento por cantón en el Ecuador
- Mapa 11: Sequías ocurridas en el Ecuador 1998-1998
- Mapa 12: Zonas potencialmente expuestas a sequías en el Ecuador
- Mapa F: Nivel de amenaza por sequía por cantón en el Ecuador
- Mapa 13: Amenazas de origen natural en el Ecuador (mapa multifenómeno)
- Mapa 14: Nivel sintético de amenaza de origen natural por cantón en el Ecuador
- Mapa 15 : Mapa con los nombres de las provincias del Ecuador
- Mapa 16: Mapa con los nombres de los cantones del Ecuador

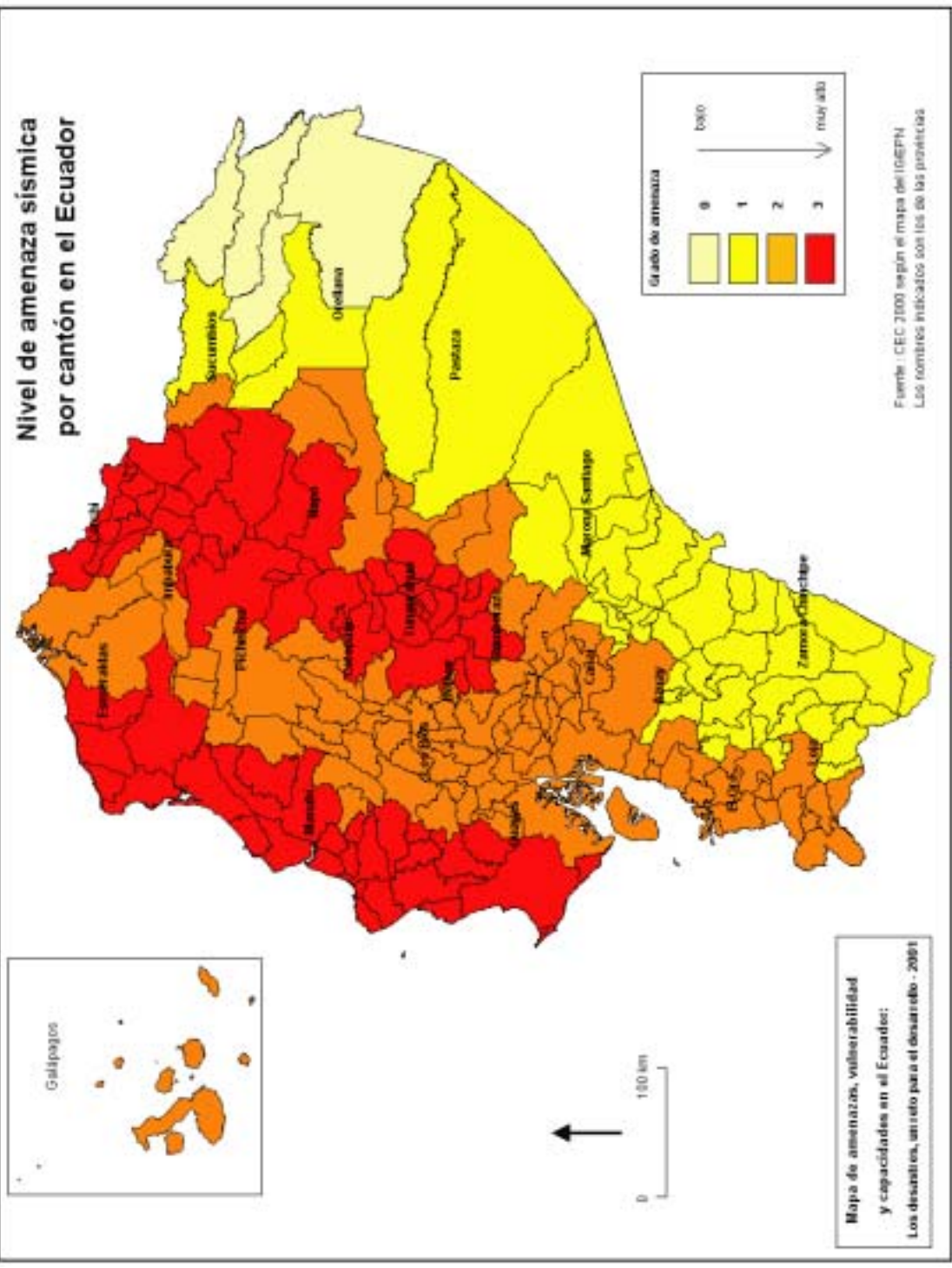


Mapa N°1



Mapa N°2

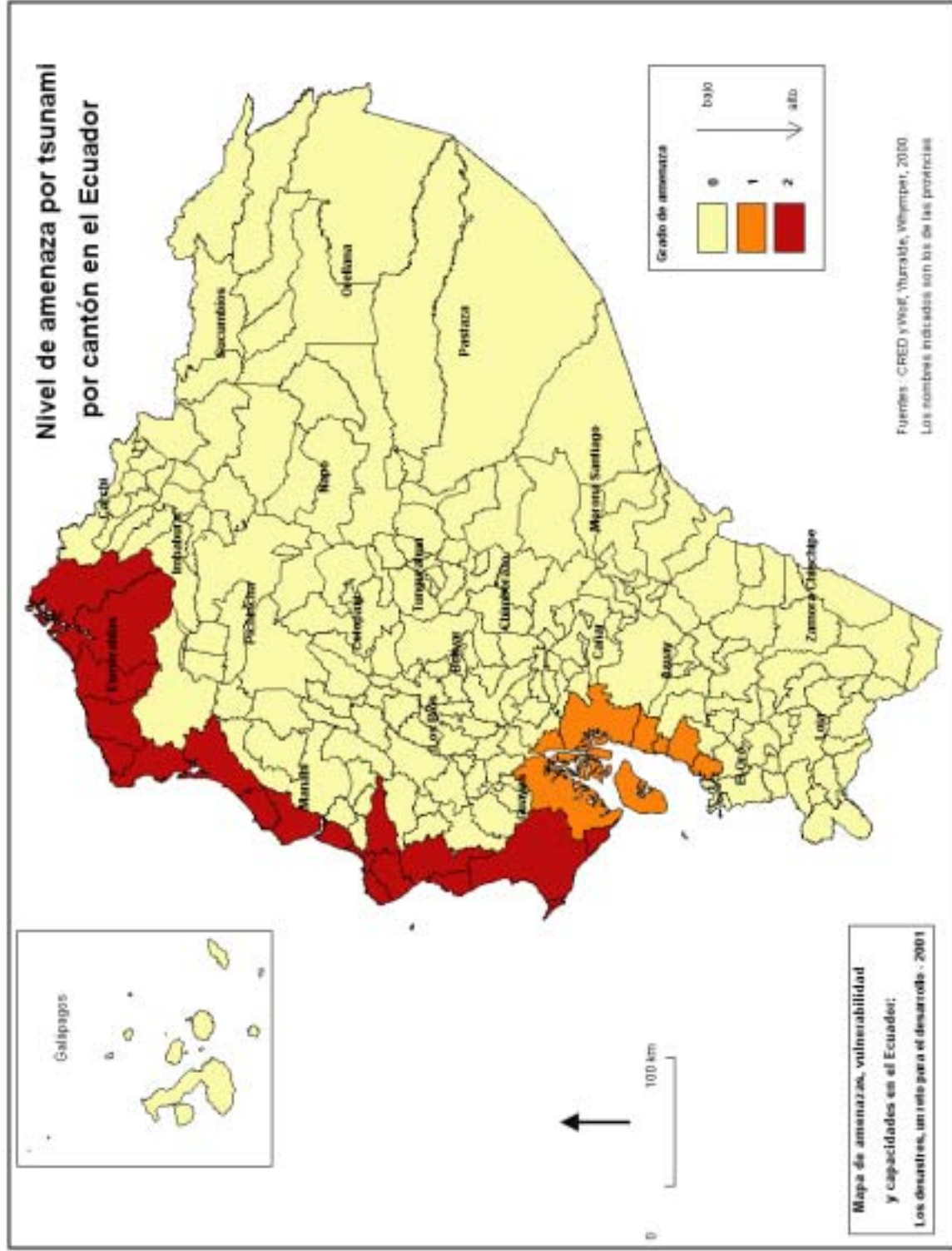
Nivel de amenaza sísmica por cantón en el Ecuador



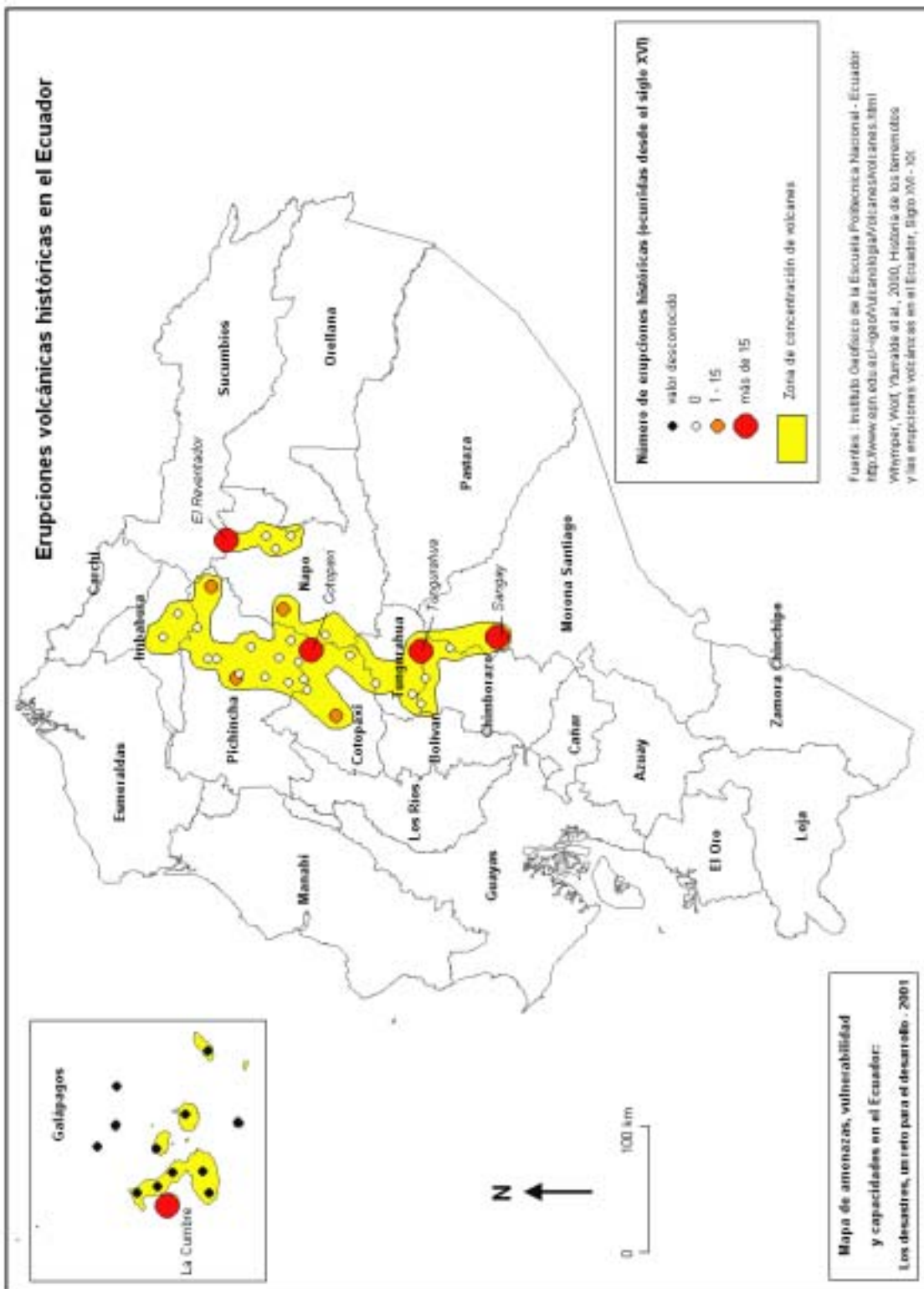
Mapa de amenazas, vulnerabilidad y capacidades en el Ecuador:
 Los desastres, un reto para el desarrollo - 2001

Fuente: CEC 2000 según el mapa del ICGEPH
 Los nombres indicados son los de las provincias

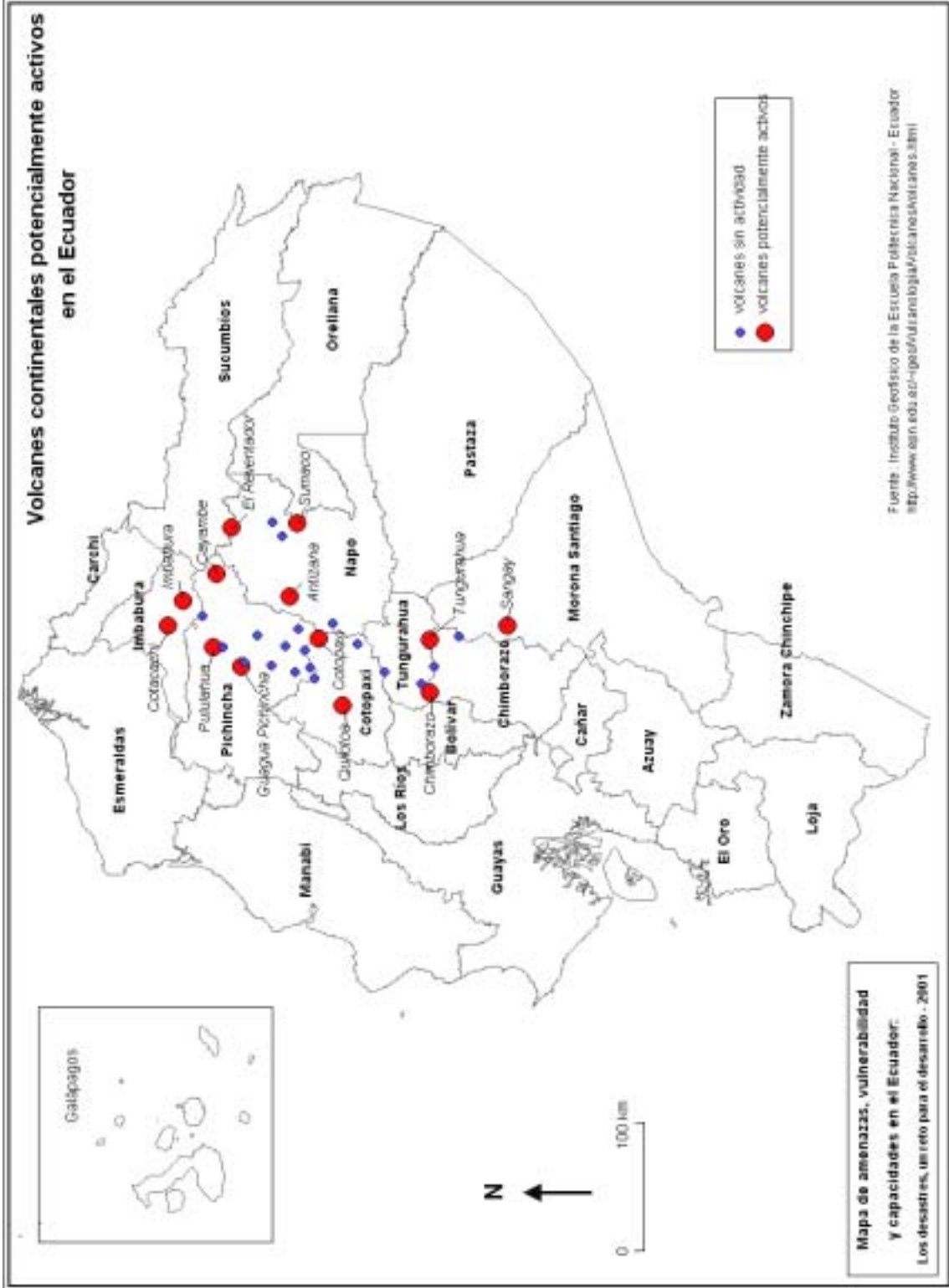
Mapa A



Mapa B

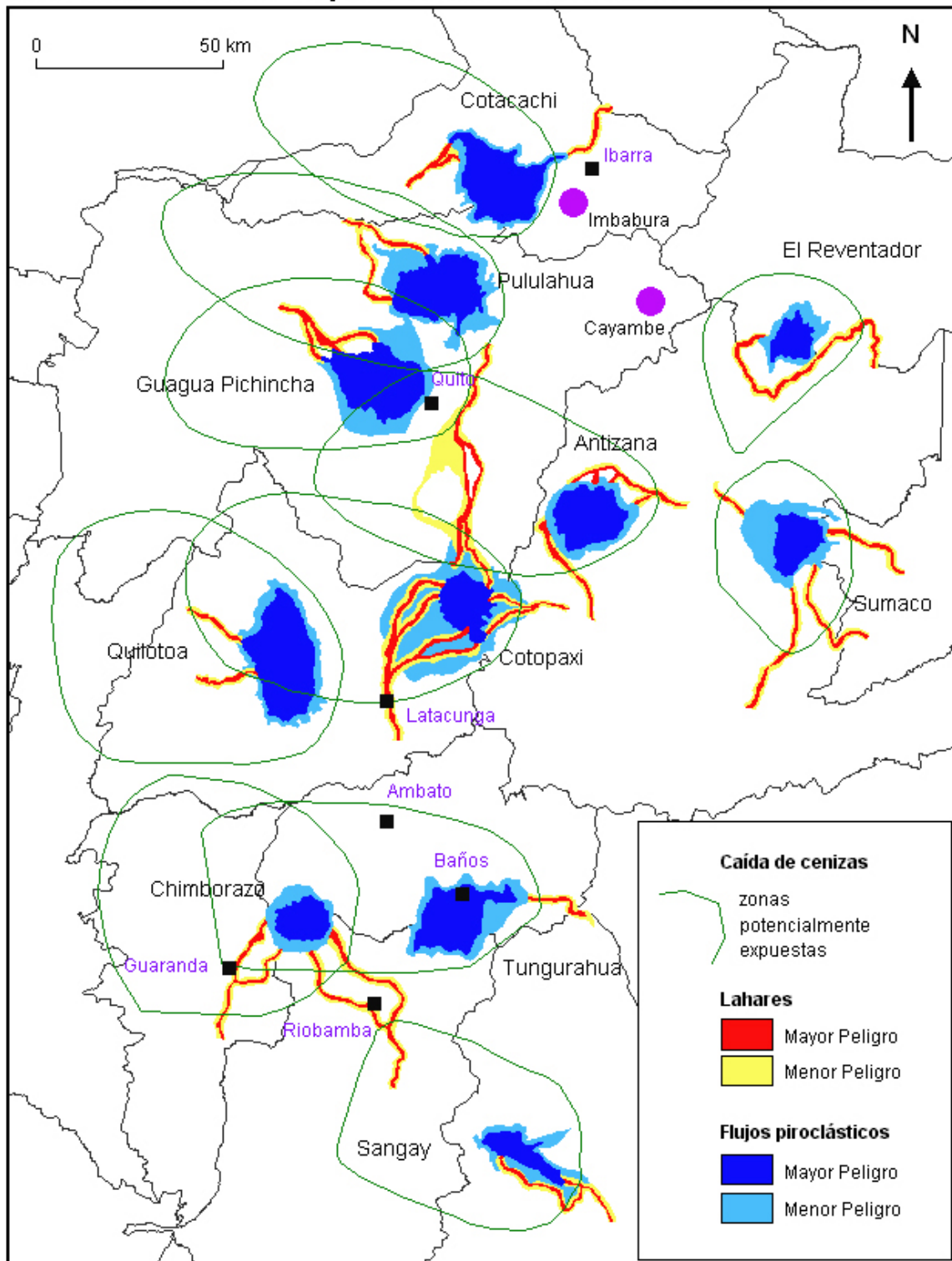


Mapa N°3



Mapa N°4a

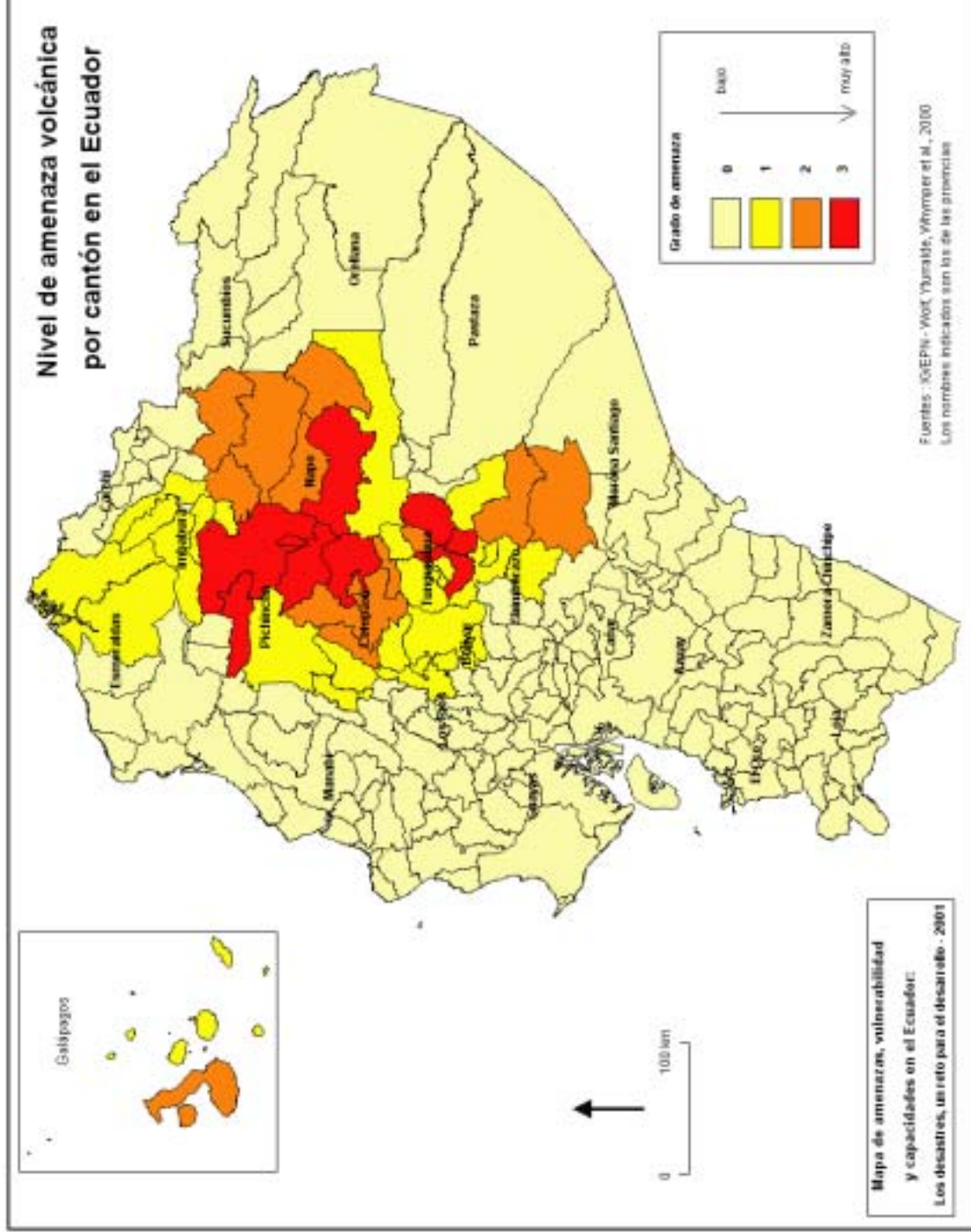
Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental



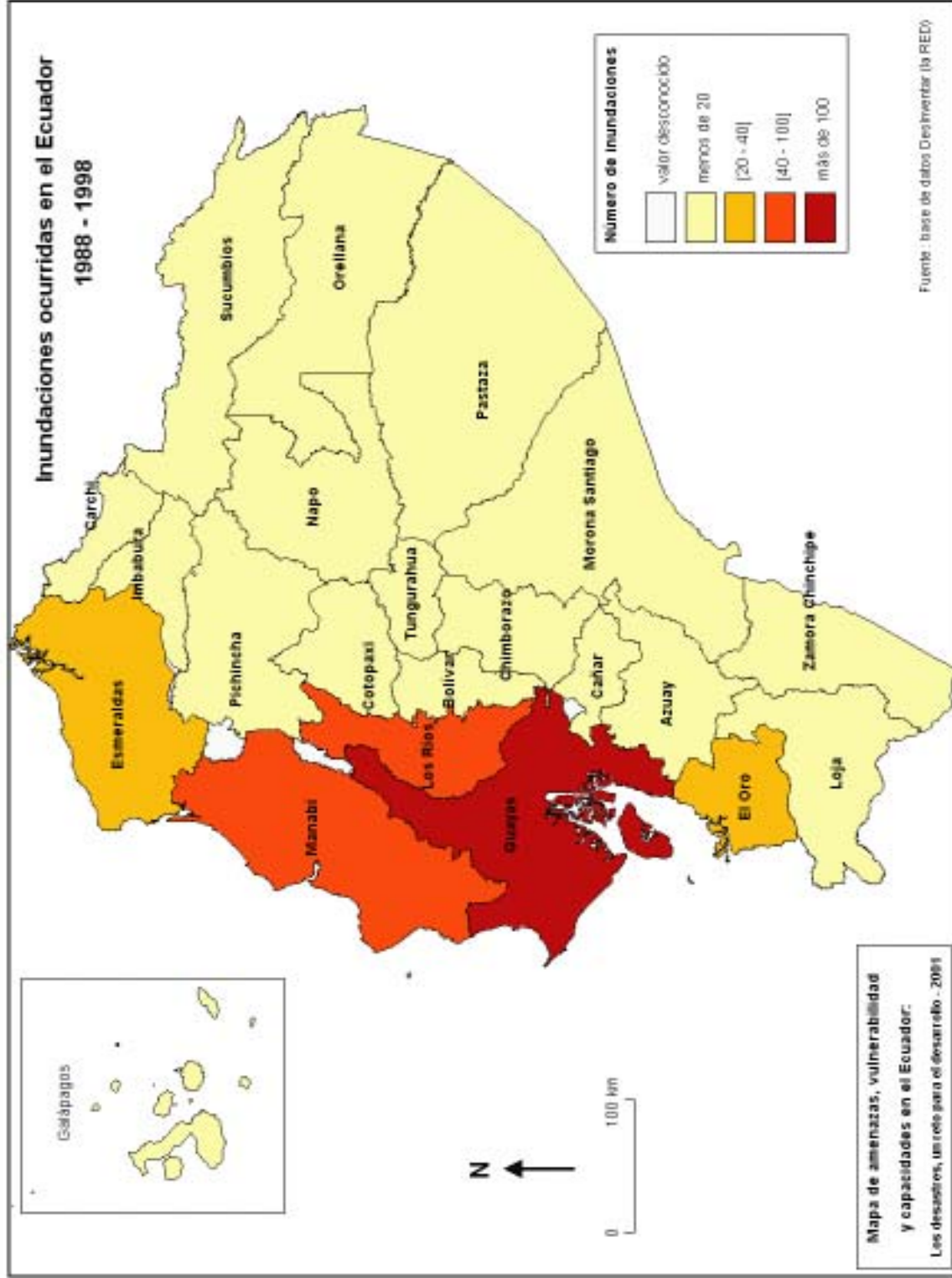
Fuente : INFOPLAN según los mapas del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

● volcanes potencialmente activos que no tienen cartografía de amenazas

Mapa N°4b

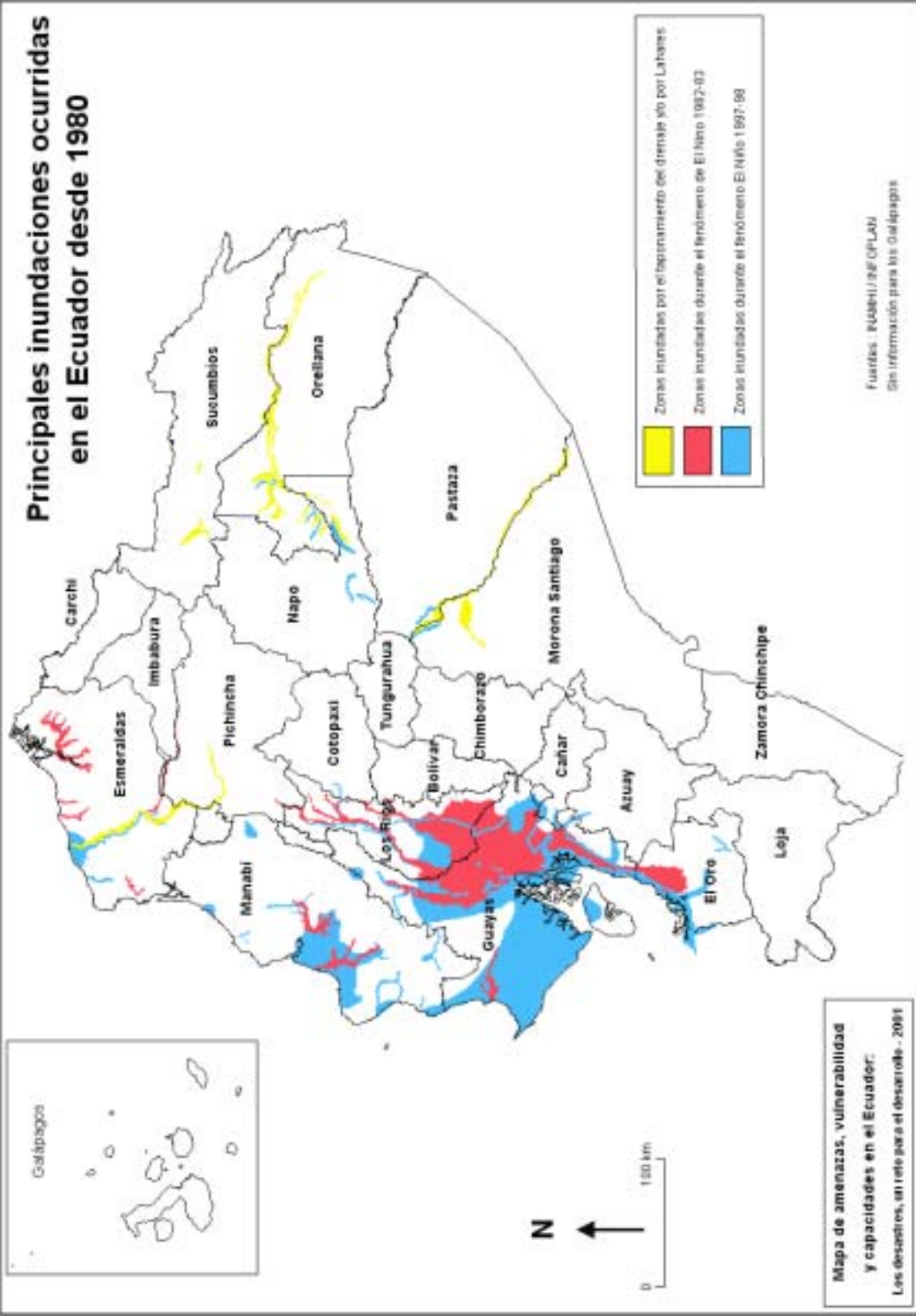


Mapa C



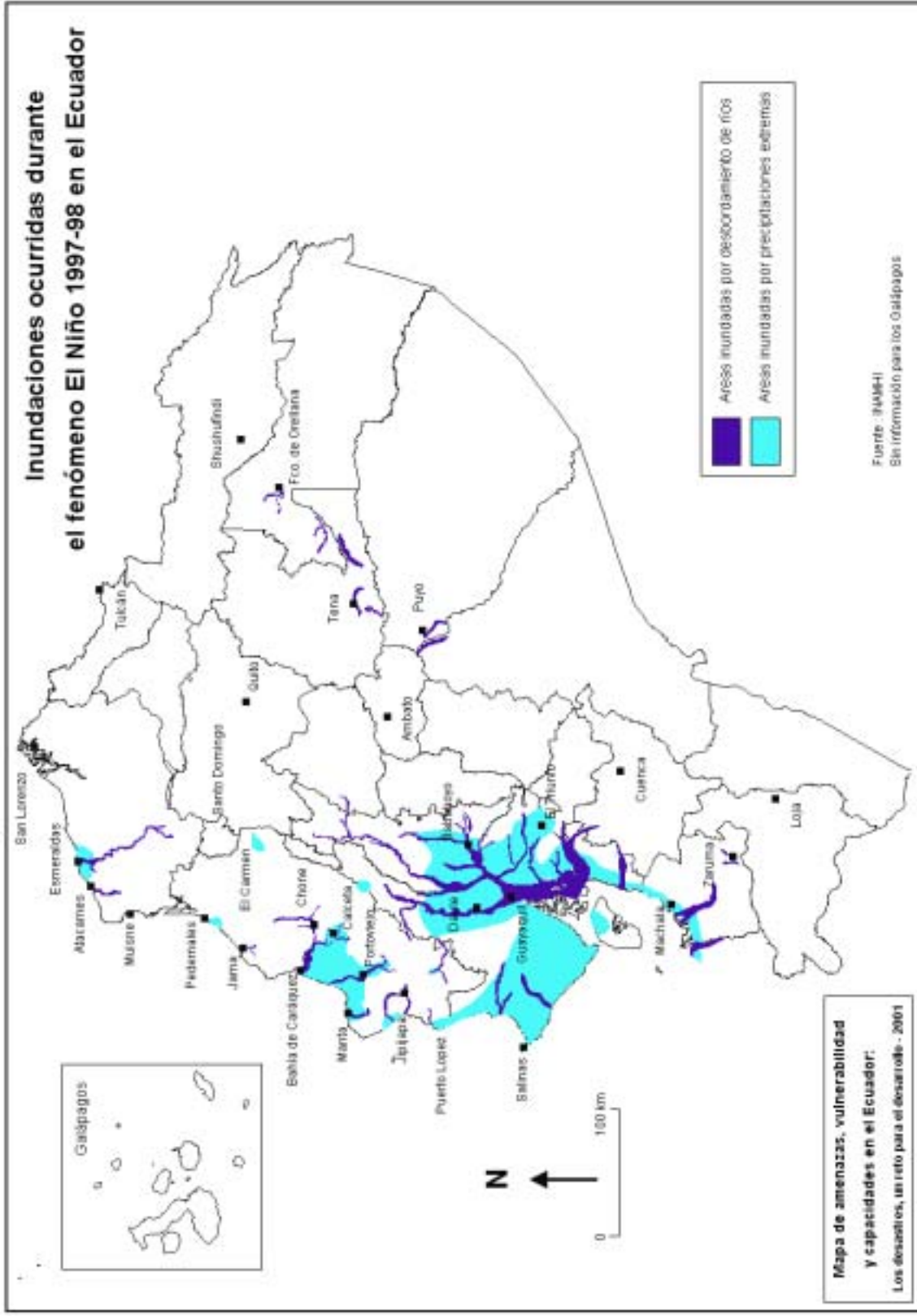
Mapa N°5

Principales inundaciones ocurridas en el Ecuador desde 1980

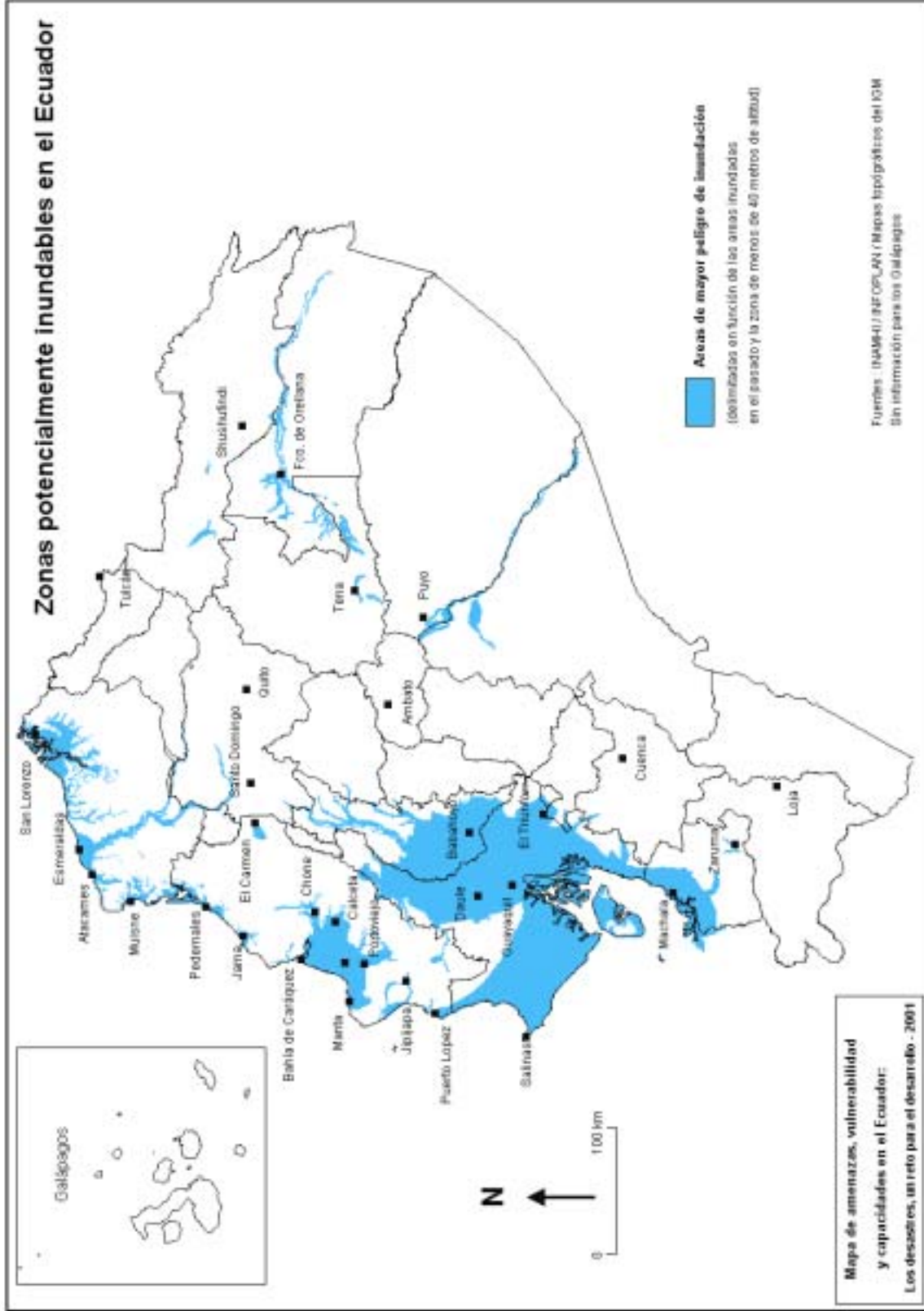


Mapa N°6

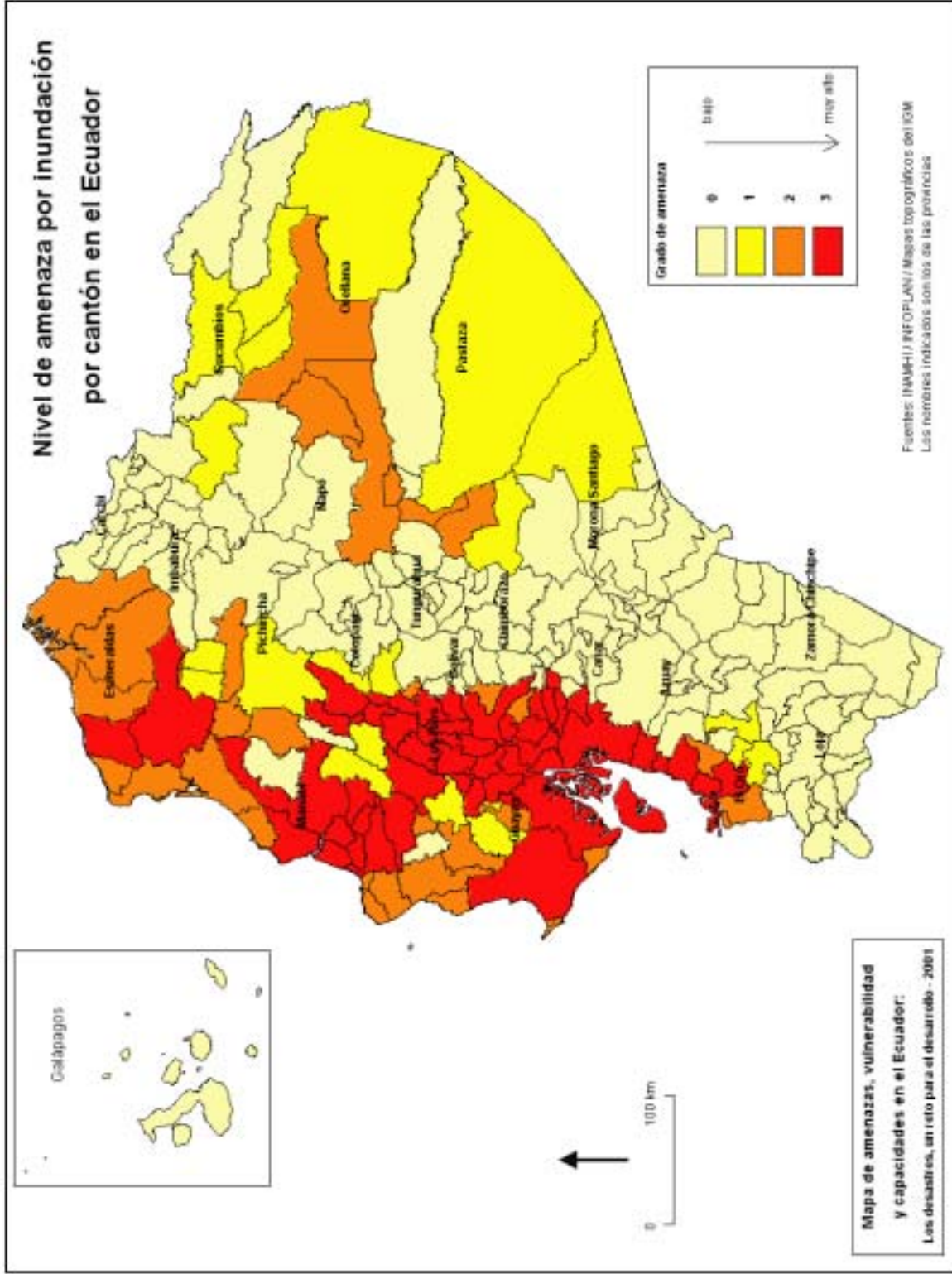
Inundaciones ocurridas durante el fenómeno El Niño 1997-98 en el Ecuador



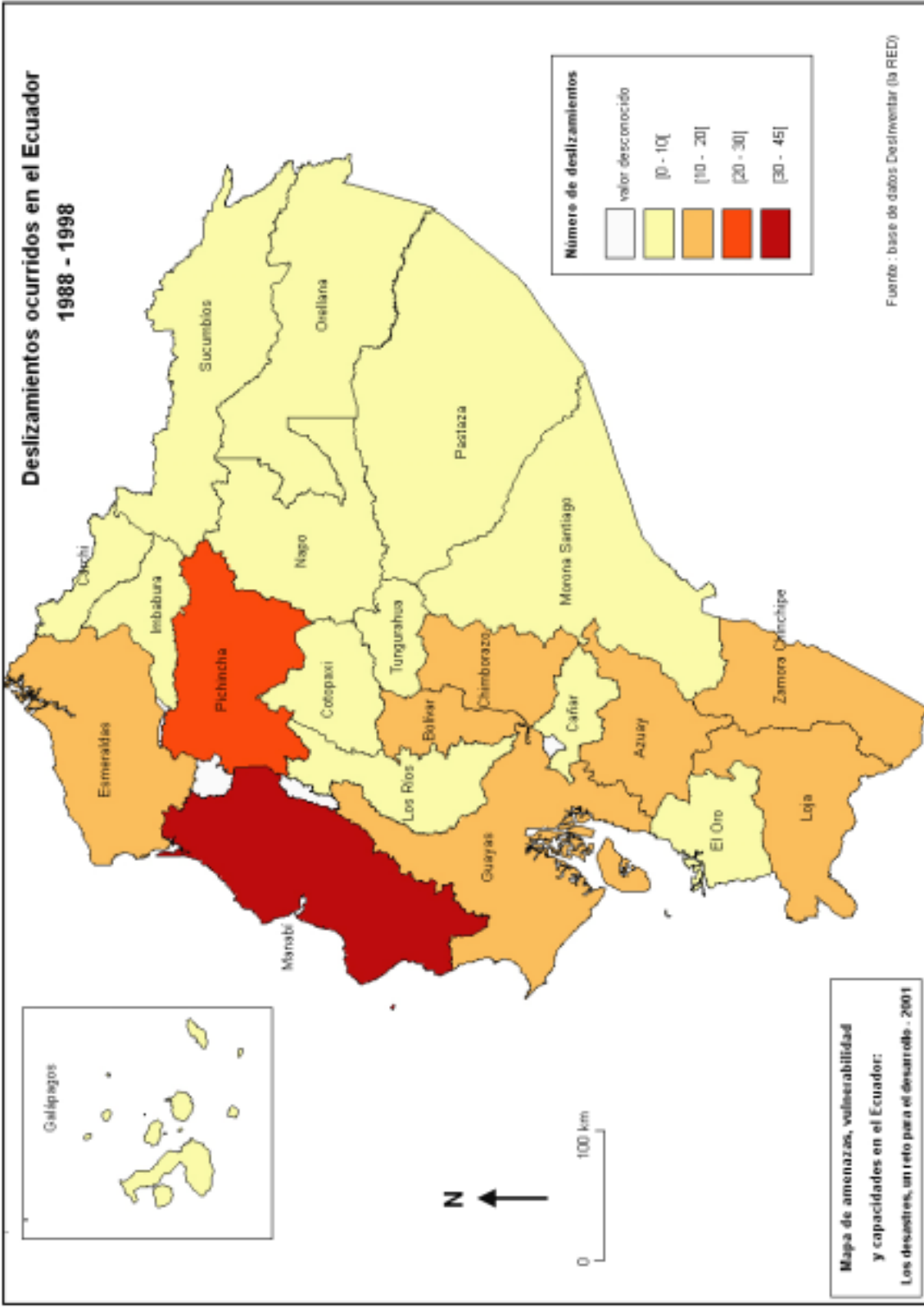
Mapa N°7



Mapa N°8

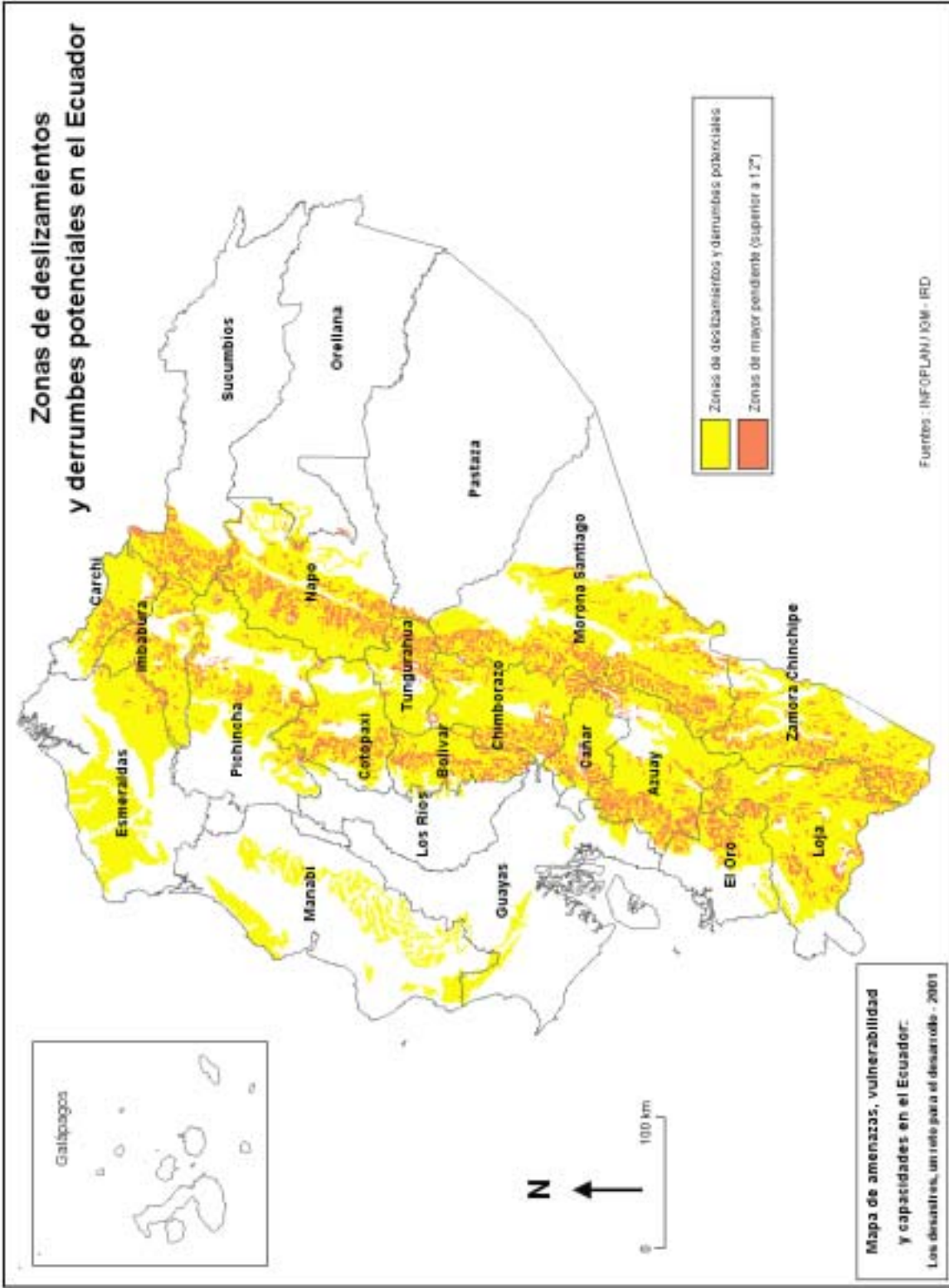


Mapa D

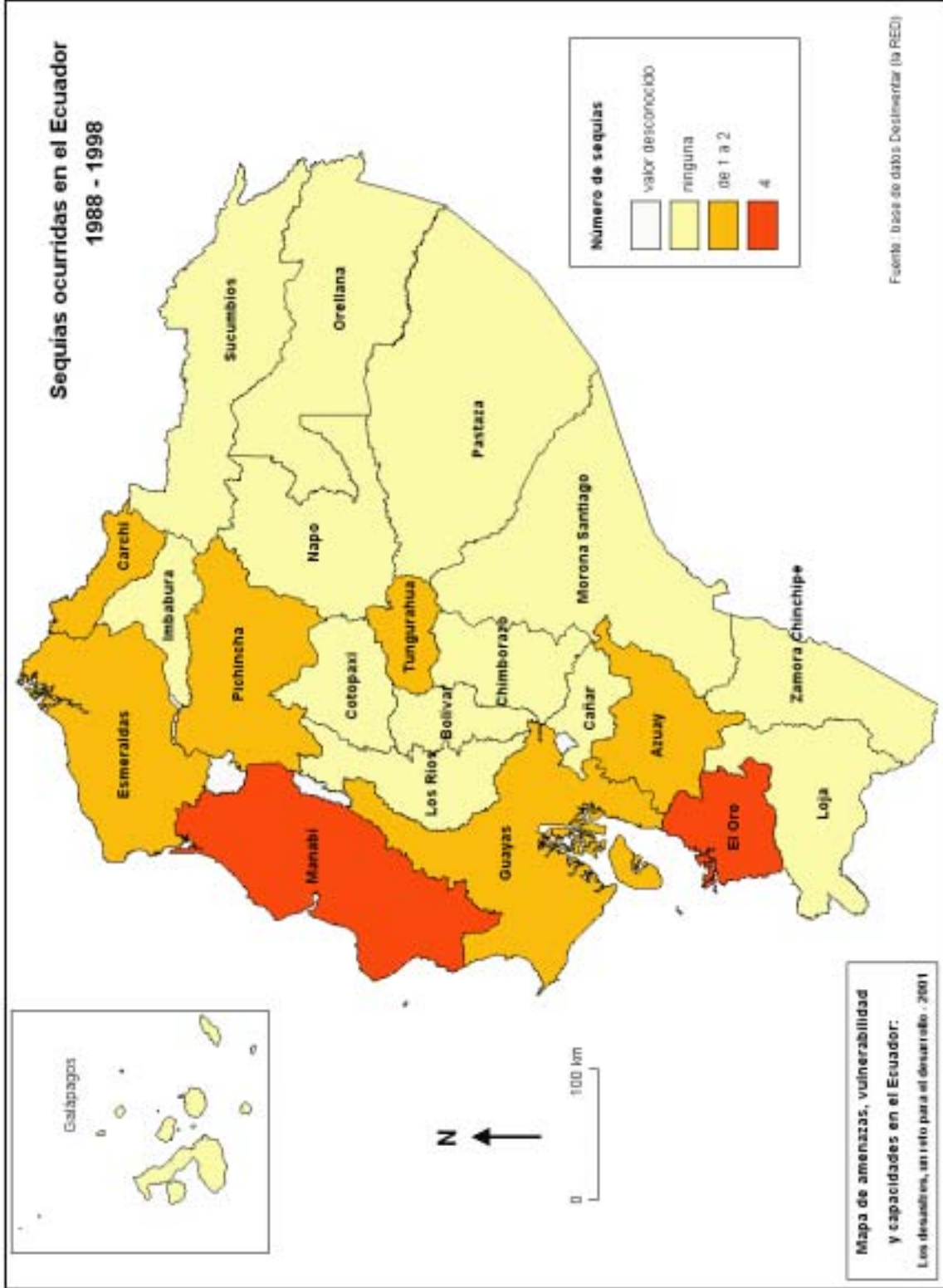


Mapa N° 9

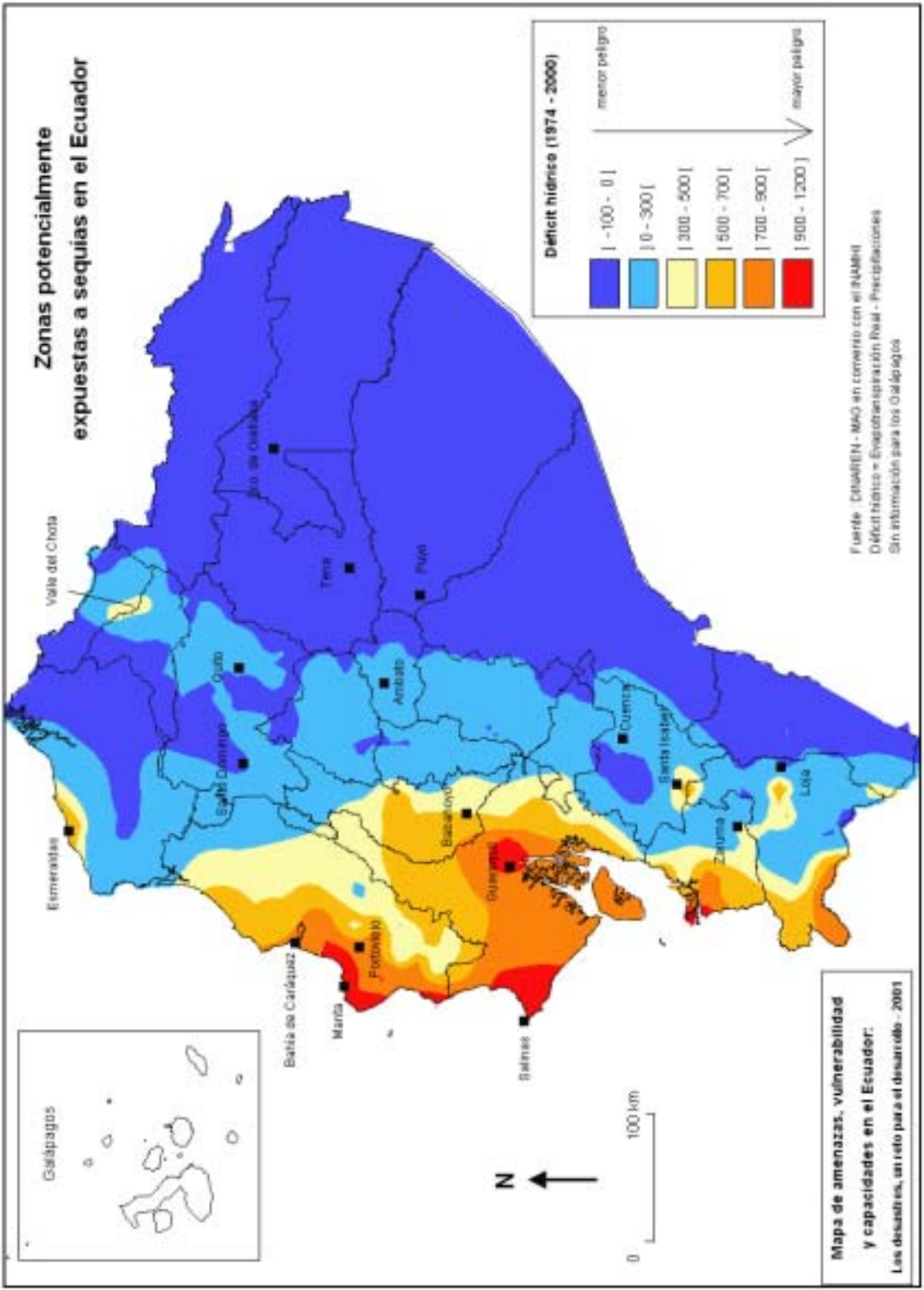
Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador



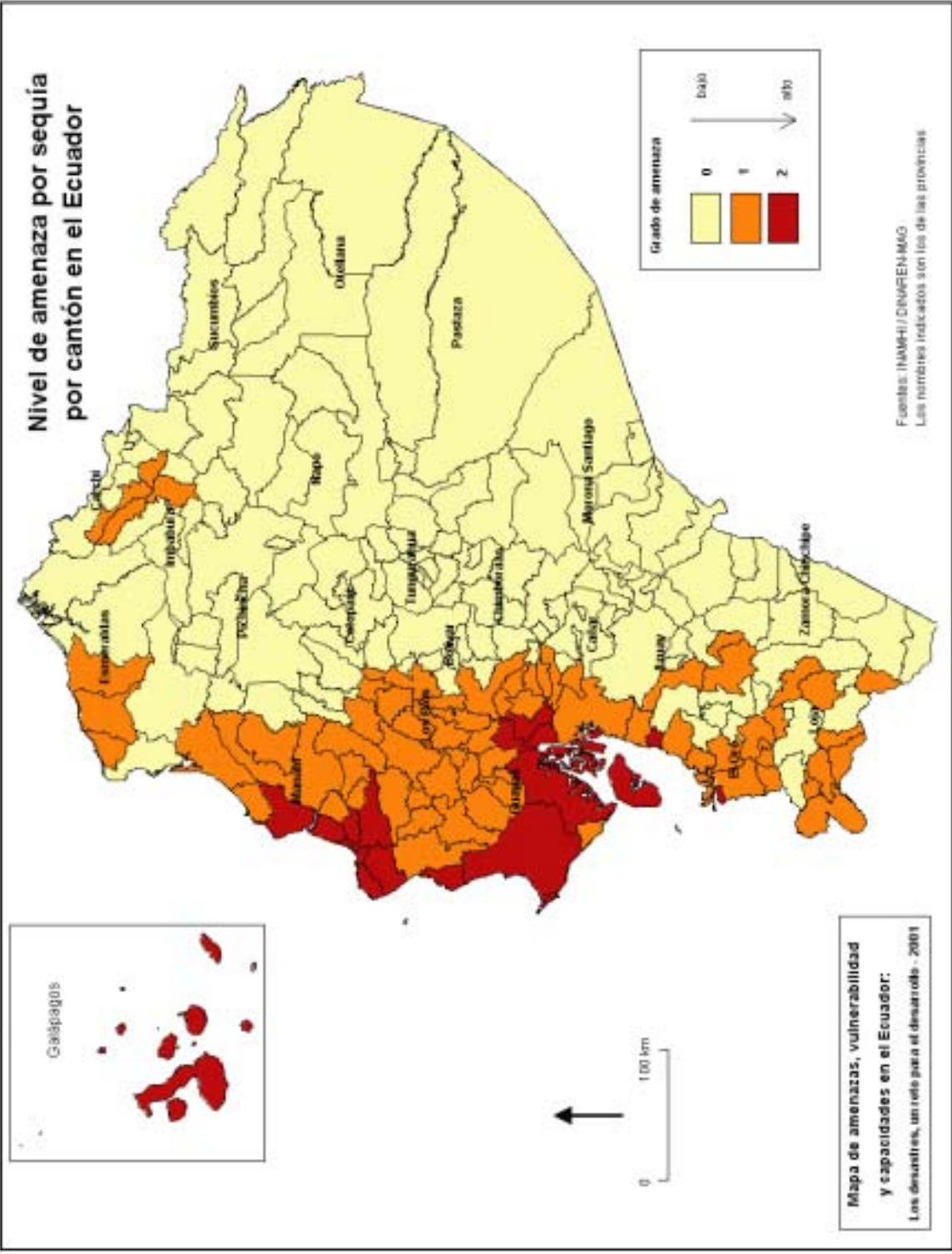
Mapa N°10



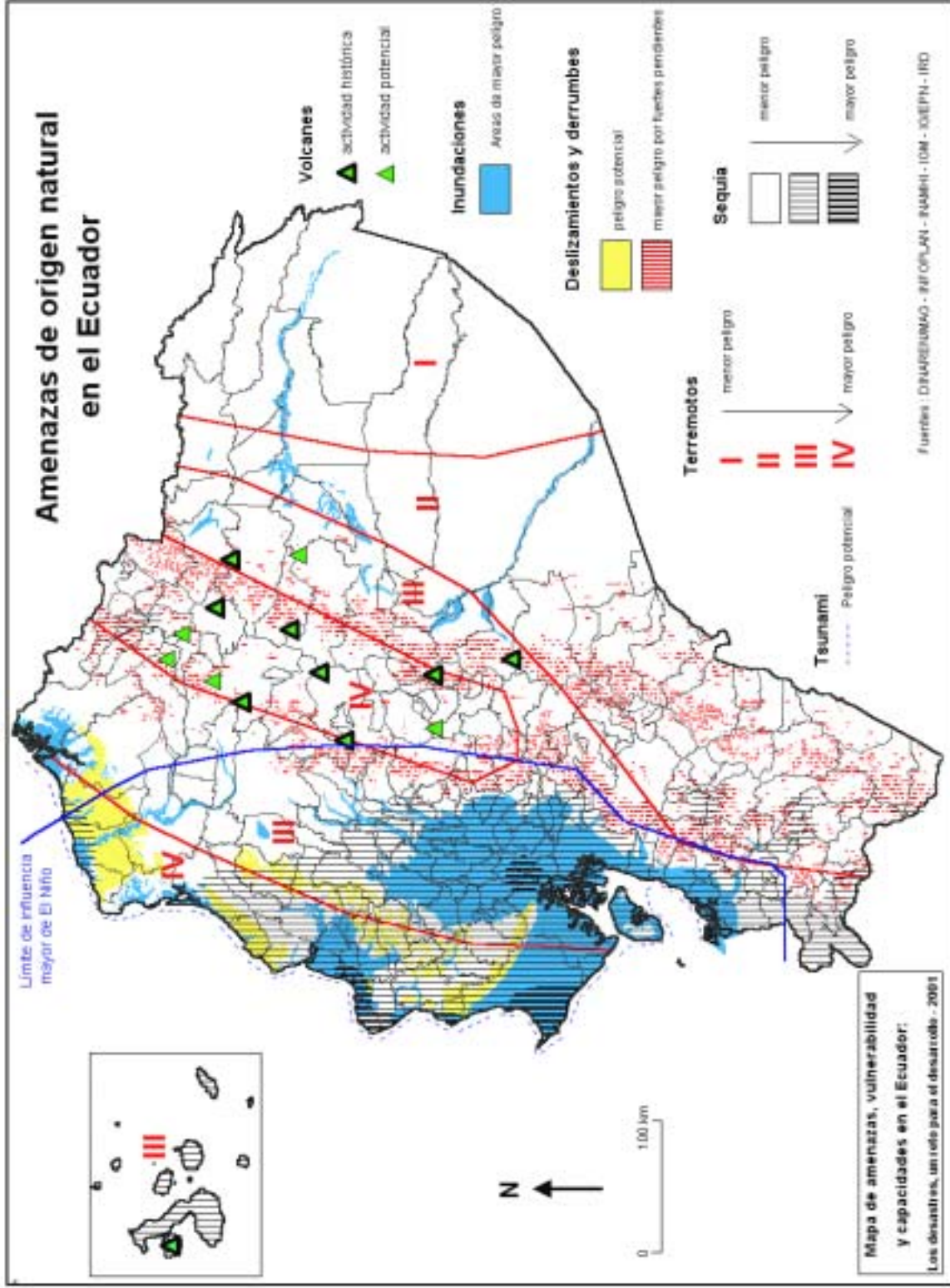
Mapa N° 11



Mapa N° 12

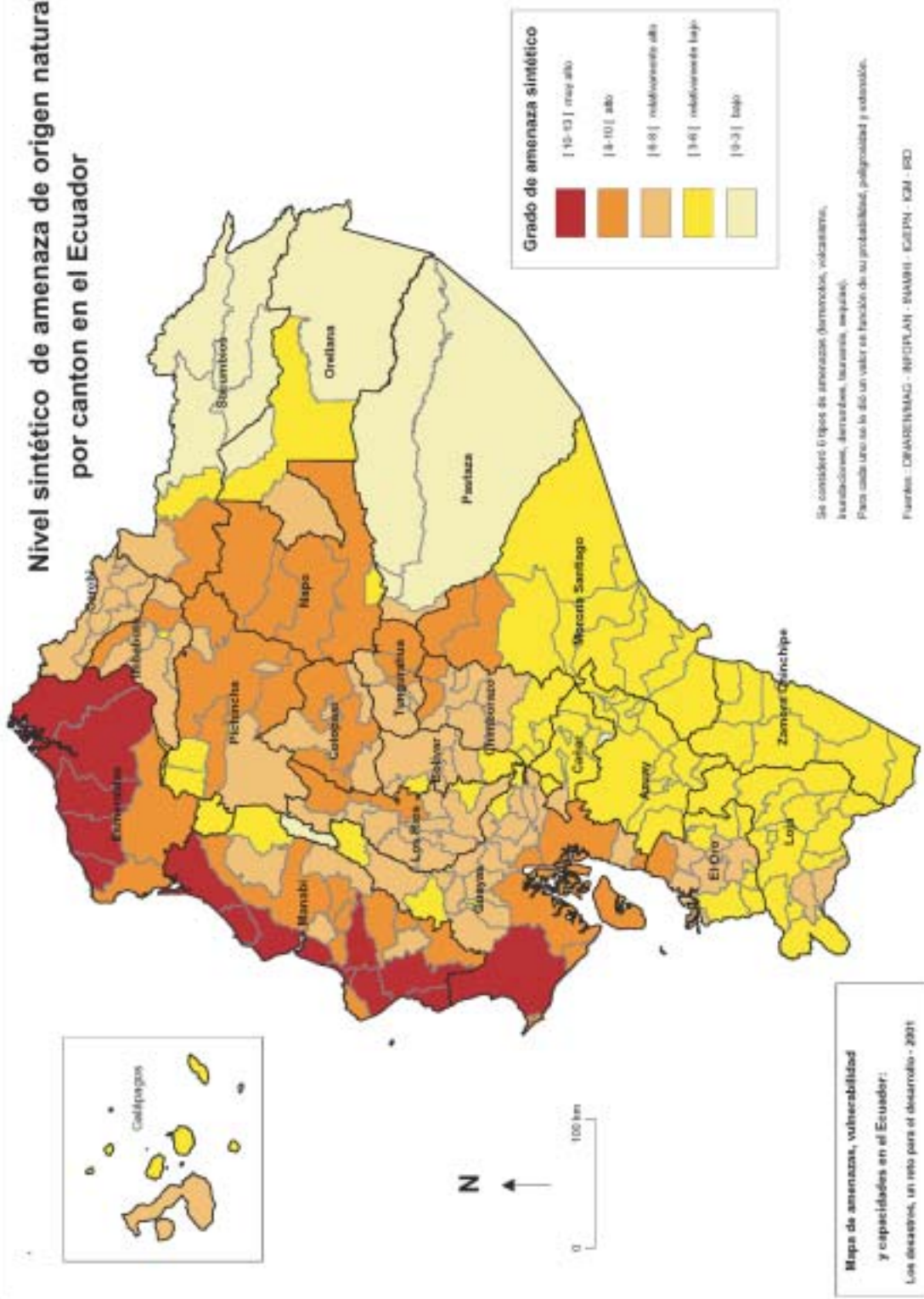


Mapa F

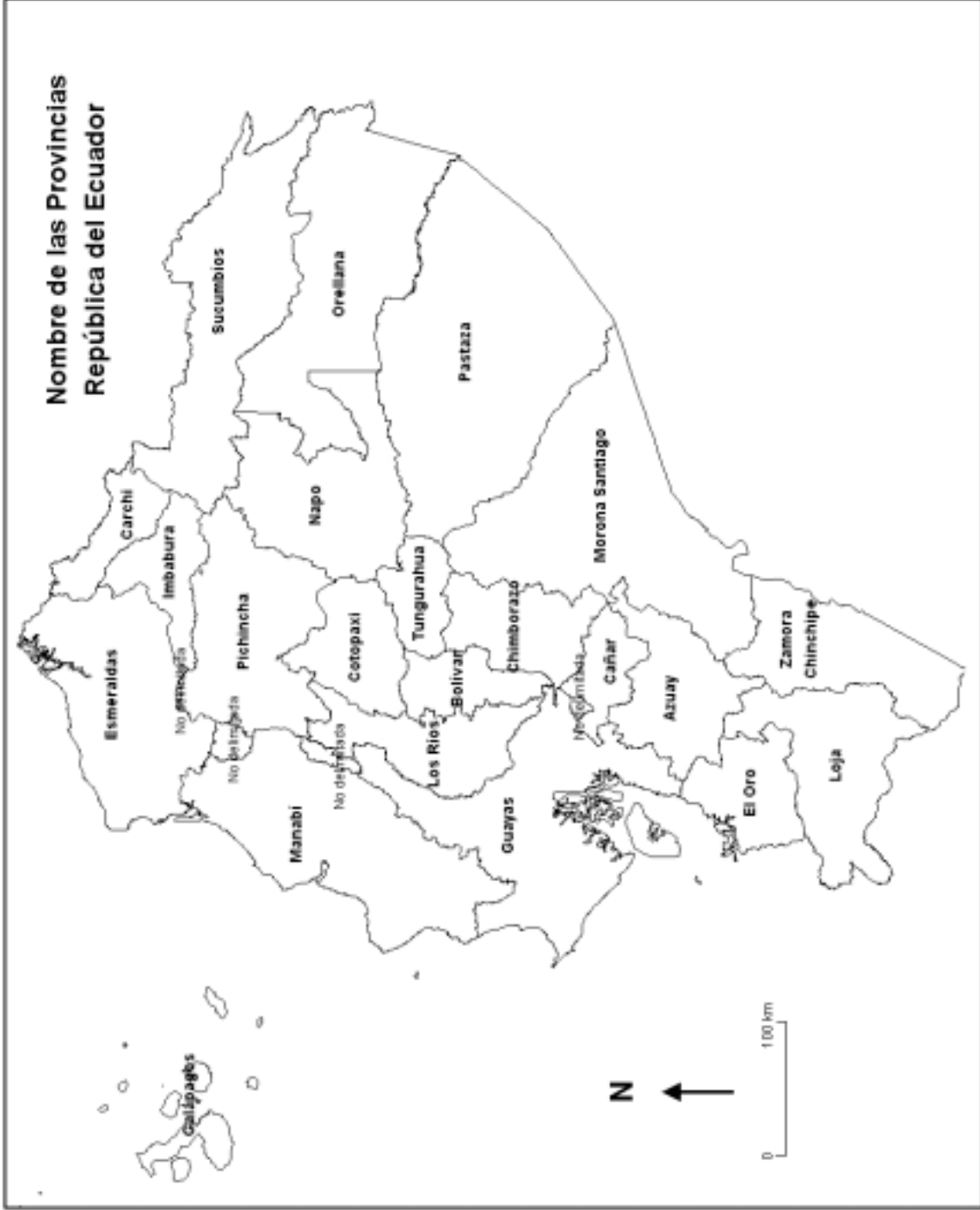


Mapa N° 13

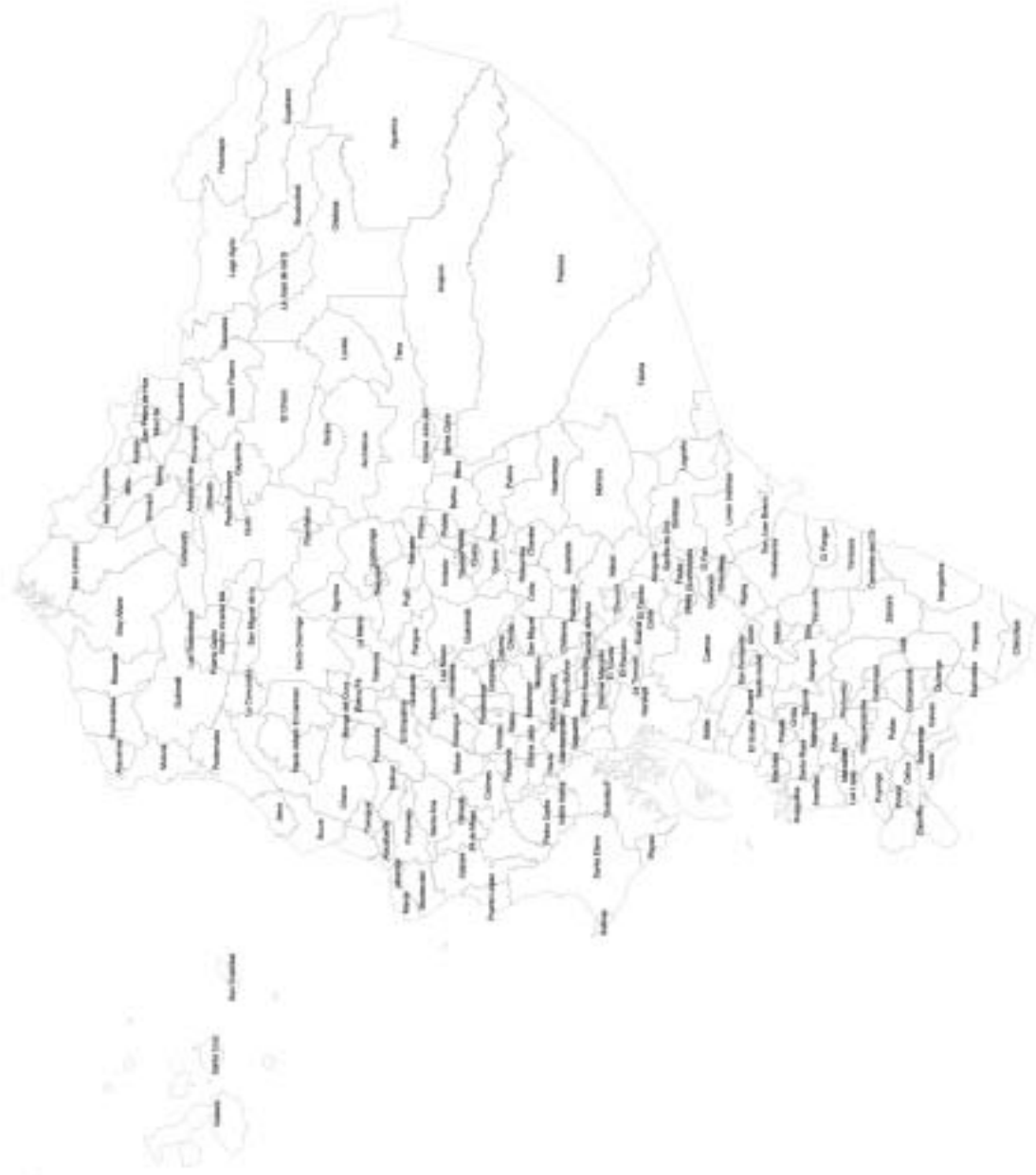
Nivel sintético de amenaza de origen natural por cantón en el Ecuador



Mapa N°14



Mapa N°15



Mapa N° 16

7. Anexos

a. Siglas

CEC: Código Ecuatoriano de Construcción

CEDIG: Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica

CRED-UCL: Centre de Recherches sur l'Epidémiologie des Désastres – Université Catholique de Louvain – Bruxelles, Belgica

DINAREN: Dirección Nacional de Recursos Naturales

ENOS: El Niño Oscilación del Sur

IFEA : Institut Français d'Etudes Andines

IG/EPN: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

IGM: Instituto Geográfico Militar

INAMHI: Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología

IRD: Institut Français de Recherche pour le Développement (ex-ORSTOM)

La RED : Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

MNT: Modelo Numérico de Terreno

SIG: Sistema de Información Geográfico

SIISE : Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador

b. Glosario

Evapotranspiración:

Corresponde a la cantidad de agua evaporada de los suelos sumada a la cantidad de agua que proviene de la transpiración de los vegetales. Se expresa en milímetros.

Déficit hídrico:

Déficit hídrico = Precipitaciones - Evapotranspiración Real

Flujos piroclásticos:

Los flujos piroclásticos son nubes compuestas de gases, partículas, piedritas incandescentes generadas por una erupción volcánica

Lahares:

Los lahares corresponden a aluviones, avenidas de lodo compuestas de agua, materiales volcánicos (cenizas) y bloques rocosos. Se forman por el derretimiento de las nieves y/o glaciares que se encuentran en las cumbres de los volcanes y/o por fuertes precipitaciones.

Peligro, amenaza de origen natural:

Un peligro es un fenómeno aleatorio (ocasional) tales como los deslizamientos, las inundaciones. Se utiliza el complemento “de origen natural” para resaltar el hecho de que las acciones humanas contribuyen a modificar las condiciones físicas iniciales, favoreciendo así el advenimiento de esos fenómenos o aumentando su extensión, su intensidad.

Riesgo:

Conjunción territorial de elementos vulnerables y amenazas. Existe un riesgo cuando una comunidad o sus asentamientos tienen al mismo tiempo elementos de vulnerabilidad (tales como índices de pobreza altos, carencia en infraestructuras básicas.....) y una exposición a uno o varios peligros (potencialmente perjudicables) que sean de origen natural o antrópicas (conflictos sociales).

Vulnerabilidad:

Propensión de una comunidad a sufrir daños o estragos cuando se concretizan amenazas de origen natural o antrópicas. La vulnerabilidad de una sociedad está condicionada por múltiples factores tales como índices de salud, de educación, de consumo bajos. En este análisis también se consideran las capacidades locales, es decir la existencia de asociaciones, ONG's, equipos de monitoreo (volcánico), como otra variable para medir la vulnerabilidad de un cantón.

c. Escala de intensidad mercalli modificada (mm)¹⁶

Nivel	Descripción
I	El movimiento es tan leve que no es sentido por las personas, registrado por los instrumentos sísmicos.
II	El movimiento es sentido sólo por pocas personas en reposo, especialmente aquellas que se encuentran en los niveles superiores de un edificio, objetos suspendidos pueden oscilar.
III	Es sentido en el interior de las edificaciones, especialmente en los pisos superiores de los edificios, pero muchos pueden no reconocerlo como sismo ya que la vibración es semejante a la producida por el paso de un vehículo liviano, objetos suspendidos pueden oscilar.
IV	Objetos suspendidos oscilan libremente, la vibración es semejante a la producida por el paso de un vehículo pesado, los vehículos estacionados se bambolean, cristalería y vidrios suena, puertas y paredes de madera crujen.
V	Sentido aún en el exterior de los edificios, permite estimar la dirección de las ondas, personas dormidas se despiertan, el contenido líquido en recipientes y tanques es perturbado y se puede derramar, objetos inestables son desplazados, las puertas giran y se abren o cierran, relojes de péndulo se detienen.
VI	Sentido por todas las personas, muchos sufren pánico y corren hacia el exterior, se tiene dificultad en caminar establemente, vidrios y vajillas se quiebran, libros y objetos son lanzados de los anaqueles y estantes, los muebles son desplazados o volcados, el repello de mortero de baja calidad y mampostería tipo D se fisuran, campanas pequeñas tañen.
VII	Se tiene dificultad en mantenerse en pie, es percibido por conductores de vehículos en marcha, muebles se rompen, daños y colapso de mampostería tipo D, algunas grietas en mampostería tipo C, las chimeneas se fracturan a nivel de techo, caída del repello de mortero, tejas, cornisas y parapetos sin anclaje, algunas grietas en mampostería de calidad media, campanas grandes tañen, ondas en embalses y depósitos de agua.
VIII	La conducción de vehículos se dificulta, daños de consideración y colapso parcial de mampostería tipo C, algún daño a mampostería tipo B, ningún daño en mampostería tipo A,

¹⁶ <http://www.geotecnico.com/sismologia/mercalli.htm>

	caída del repello de mortero y de algunas paredes de mampostería, caída de chimeneas de fábrica, monumentos y tanques elevados, algunas ramas de árboles se quiebran, cambio de flujo o temperatura de pozos de agua, grietas en terreno húmedo y en taludes inclinados.
IX	Pánico general, construcciones de mampostería tipo D totalmente destruidas, daño severo y aún colapso de mampostería tipo C, daño de consideración en mampostería tipo B, daño a fundaciones, daños y colapso de estructuras aporticadas, daños de embalses y depósitos de agua, ruptura de tuberías enterradas, grietas significativas visibles en el terreno.
X	La mayoría de las construcciones de mampostería y a base de pórticos destruidas, algunas construcciones de madera de buena calidad dañadas, puentes destruidos, daño severo a represas, diques y terraplenes, grandes deslizamientos de tierra, el agua se rebalsa en los bordes de los ríos, lagos y embalses, rieles de ferrocarril deformados ligeramente.
XI	Los rieles de ferrocarril deformados severamente, ruptura de tuberías enterradas que quedan fuera de servicio.
XII	Destrucción total, grandes masas de roca desplazadas, las líneas de visión óptica distorsionadas, objetos lanzados al aire.

d. Agradecimientos:

Marc Souris, informático de la IRD genial inventor del SIG Savane y supervisor del Modelo Numérico de Terreno del Ecuador.

Ing. Luis Suárez, Director del Proyecto “Conservación de la biodiversidad”, ECOCIENCIA

Ing. Hernán Velásquez, Responsable DINAREN, Ministerio de Agricultura y Ganadería

Licenciado Raúl Quiñónez, Responsable del departamento de publicación, INAMHI

Tania Serrano, geógrafa del centro de investigación CIUDAD por sus valiosas correcciones idiomáticas.

e. Bibliografía

ACOSTA T. J., 1996, Inventario cartográfico de peligros naturales: una prioridad, in Revista Geográfica N°37 IGM, Quito, pp. 71-78

CADIER E., ZEVALLOS O. BASABE P., 1996, Le glissement de terrain et les inondations catastrophiques de la Josefina en Equateur, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, pp. 421-441

CARE, 2001, Seguridad de medios de vida de los hogares en Ecuador, Diagnóstico, Plan binacional de desarrollo de la región fronteriza, SNV, Servicio holandés de cooperación al desarrollo, Quito, 221p.

CEC, 2000, Nuevo Código Ecuatoriano de Construcción, 75p.

CISP/SEDEH/SIISE/ECHO/ABYA YALA, 1997-1999, El fenómeno de El Niño en el Ecuador, del desastre a la prevención, 204p.

CUSTODE E., VIENNOT M., 1986, El riesgo de erosión en la Región Amazónica, in La Erosión en el Ecuador, Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica - CEDIG - Documento de Investigación, No 6, pp. 79-88

D'ERCOLE R., 1996, Cartografía de los factores de vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a una amenaza volcánica. Aplicación a la región del volcán Cotopaxi, in Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, pp.479-507

D'ERCOLE R., 1997, Diagnostic préalable aux plans d'action DIPECHO en Amérique Centrale et dans les Caraïbes, Programme ECHO de prévention, d'atténuation et de préparation aux catastrophes, bajo la coordinación de Robert D'Ercole, Centre International pour la formation et les échanges géologiques, CIFEG-Orléans, 184p.

D'ERCOLE R., METZGER P., 2000, La vulnérabilité de Quito face à l'activité du Guagua Pichincha – Les premières leçons d'une crise volcanique durable, in Les Cahiers Savoisiens de Géographie, Centre Interdisciplinaire Scientifique de la Montagne (CISM) – Université de Savoie, pp. 39-52.

DE NONI G, TRUJILLO G., 1986, La erosión actual y potencial en Ecuador: Localización, manifestaciones y causas, in La Erosión en el Ecuador, Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica - CEDIG - Documento de Investigación, No 6, pp. 5-23

EGO F., SEBRIER M., CAREY-GAILHARDIS E., INSERGUEIX D., 1996, Estimation de l'aléa sismique dans les Andes nord-équatoriennes, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, pp. 325-357

HALL L. M., BEATE B., 1991, El volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes del Ecuador, in El paisaje volcánico del Sierra ecuatoriana, Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados, Estudios de Geografía, Volumen 4, Corporación Editora Nacional, Colegio de geógrafos del Ecuador, pp. 5-17

HALL L. M. (coordinador), 2000, Los terremotos del Ecuador del 5 de Marzo del 1987, Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos, in estudios de Geografía, Vol. 9, 146p.

IFEA/ORSTOM/CIFEG, 1996, Les risques naturels et leur gestion en Equateur, Diversité des exemples, complémentarité des approches, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, 295p.

INAMHI, 1999, Fenómeno de El Niño 1997-98, Evaluación hidrológica, Quito, 35p. + mapa "Zonas inundadas por el fenómeno El Niño 1997-98" Escala 1:1 000 000

INFOPLAN, 1999, Atlas para el desarrollo local del Ecuador, CD-Rom., ODEPLAN, COSUDE, MOSTA-CONAM

IRD/IFEA, 1998, Variations climatiques et ressources en eau en Amérique du sud : importance et conséquences des évènements El Niño, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, Tome 27, N°3, 557p.

KOLBERG, MARTÍNEZ, WHYMPER, WOLF, ITURRALDE et al., 2000, Historia de los terremotos y las erupciones volcánicas en el Ecuador, Siglos XVI – XX, Crónicas y relaciones, Talleres de Estudios Andinos, Fundación Felipe Guamán Poma, Quito, 202p.

MAG/ORSTOM, 1978, Mapa de Número de meses secos en el Ecuador, Escala 1 :1 000 000, Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG.

MARTÍNEZ HOLGUÍN A.N.,1994, Contribuciones para el conocimiento geológico de la región volcánica del Ecuador, Pioneros y precursores del andinismo ecuatoriano, Colección Tierra Incógnita N°13, Tomo III, Coedición Abya Yala y Nuevos Horizontes, 446p.

MOTHES P., HALL L. M., 1991, El paisaje interandino y su formación por eventos volcánicos de gran magnitud, in El paisaje volcánico del Sierra Ecuatoriana, Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados, Estudios de Geografía, Volumen 4, Corporación Editora Nacional, Colegio de geógrafos del Ecuador, pp. 19-38

MONZIER M., SAMANIEGO P., ROBIN C., 1996, Le volcan Cayambe : son activité au cours des 5000 dernières années et les menaces qui en résultent, Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, sous la direction de Robert D'Ercole, Lima, Tome 25, N°3, pp. 389-397

POURRUT P., 1986, Papel de las precipitaciones en la degradación de los suelos : impacto de las lluvias excepcionales del periodo 1982-1983, in La Erosión en el Ecuador, Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica - CEDIG - Documento de Investigación, No 6, pp. 25-34.

POURRUT P., 1998, El Niño 1982-83 a la luz de las enseñanzas de los eventos del pasado, Impactos en el Ecuador, in Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, Tome 27, N°3, pp. 501-515

POURRUT P., GOMEZ G., 1998, El Ecuador al cruce de varias influencias climáticas, in Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, Tome 27, N°3, pp. 449-457

ROSSEL F., (1997), Influence du Niño sur les régimes pluviométriques de l'Equateur, Thèse de Doctorat présentée à l'Université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, 287 p. + annexes.

ROSSEL F., CADIER E., GOMEZ G., 1996, Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas ; obras de protección existentes y previstas, in Bull. Inst. Fr. Et. And., Tome 25, No 3, pp. 399-420.

TRUJILLO M., ORDÓÑEZ A., HERNÁNDEZ R., 2000, Risk-Mapping and local capacities, Lessons from México and Central America, Oxfam, 78p. + 12 mapas.

VIEIRA L., 2001, Erupciones del Tungurahua 1999-2000, Edición: biblioteca "León María Vieira" N° 11, Guayaquil, 48p.

VON HILLEBRANDT Ch., 1991, Evaluación de los peligros volcánicos y su mitigación en la República del Ecuador, in El paisaje volcánico del Sierra Ecuatoriana, Geomorfología, fenómenos volcánicos y recursos asociados, Estudios de Geografía, Volumen 4, Corporación Editora Nacional, Colegio de geógrafos del Ecuador, pp. 39-53.

YEPES H., 2000, La vigilancia instrumental de las amenazas naturales como instrumento de toma de decisión: el caso de dos volcanes en el Ecuador, in La Era Urbana, Suplemento para América Latina y el Caribe, Gestión de desastres y vulnerabilidad urbana, Programa de Gestión Urbana, PNUD-Habitat, pp11-12

Sitios Internet consultados :

Instituto Geofísico del a Escuela Politécnica Nacional del Ecuador:

http://geofisico.cybw.net/sismic/ef_VIII.html

<http://www.epn.edu.ec/~igeo/Vulcanologia/Volcanes/Mapa/mapa.html>

<http://www.epn.edu.ec/~igeo/sismologia/sismologia.html>

Otros:

<http://www.cred.be> (International Disaster Database)

<http://www.desinventar.org/index.html>

<http://www.reliefweb.org.com>

<http://geology.about.com/science/geology/gi/dynamic/offsite.htm?site=http://seismo.ethz.ch/gshap>

<http://www.geotecnico.com/sismologia/mercalli.htm>

f. Tablas de grado de amenaza (Ordenadas de forma descendente)

Solo se seleccionaron los dos niveles mayores de peligro

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro deslizamiento
1001	Ibarra	Imbabura	Sierra	3
0402	Bolívar	Carchi	Sierra	3
0404	Mira	Carchi	Sierra	3
1104	Celica	Loja	Sierra	3
1108	Macará	Loja	Sierra	3
0108	Santa Isabel	Azuay	Sierra	3
0110	Oña	Azuay	Sierra	3
1103	Catamayo	Loja	Sierra	3
1106	Espíndola	Loja	Sierra	3
1107	Gonzanamá	Loja	Sierra	3
1111	Saraguro	Loja	Sierra	3
1112	Sozoranga	Loja	Sierra	3
0802	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Costa	3
0805	San Lorenzo	Esmeraldas	Costa	3
1404	Palora	Morona Santiago	Amazonía	3
1501	Tena	Napo	Amazonía	3
2102	Gonzalo Pizarro	Sucumbíos	Amazonía	3
0502	La Maná	Cotopaxi	Sierra	3
1407	Huamboya	Morona Santiago	Amazonía	3
0503	Pangua	Cotopaxi	Sierra	3
1706	Santo Domingo	Pichincha	Sierra	3
0703	Atahualpa	El Oro	Costa	3
0713	Zaruma	El Oro	Costa	3
0607	Guano	Chimborazo	Sierra	3
0609	Penipe	Chimborazo	Sierra	3
1503	Archidona	Napo	Amazonía	3
1701	Quito	Pichincha	Sierra	3
1703	Mejía	Pichincha	Sierra	3
1802	Baños	Tungurahua	Sierra	3
0504	Pujilí	Cotopaxi	Sierra	3
1504	El Chaco	Napo	Amazonía	3
1507	Quijos	Napo	Amazonía	3
1702	Cayambe	Pichincha	Sierra	3
1805	Patate	Tungurahua	Sierra	3
0507	Sigchos	Cotopaxi	Sierra	3
0201	Guaranda	Bolívar	Sierra	3
0203	Chimbo	Bolívar	Sierra	3
0601	Riobamba	Chimborazo	Sierra	3
0604	Chambo	Chimborazo	Sierra	3
1004	Otavalo	Imbabura	Sierra	3
0206	Caluma	Bolívar	Sierra	3
0606	Guamote	Chimborazo	Sierra	3
1003	Cotacachi	Imbabura	Sierra	3
1006	Urcuquí	Imbabura	Sierra	3
0205	San Miguel	Bolívar	Sierra	3
0401	Tulcán	Carchi	Sierra	3
0403	Espejo	Carchi	Sierra	3
0405	Montúfar	Carchi	Sierra	3
0406	San Pedro de Huaca	Carchi	Sierra	3
0603	Colta	Chimborazo	Sierra	3
0608	Pallatanga	Chimborazo	Sierra	3
1005	Pimampiro	Imbabura	Sierra	3
2105	Sucumbíos	Sucumbíos	Amazonía	3
0101	Cuenca	Azuay	Sierra	3
0106	Pucará	Azuay	Sierra	3
0202	Chillanes	Bolívar	Sierra	3
0303	Cañar	Cañar	Sierra	3
0305	El Tambo	Cañar	Sierra	3
0307	Suscal	Cañar	Sierra	3
0602	Alausí	Chimborazo	Sierra	3
0605	Chunchi	Chimborazo	Sierra	3
0610	Cumandá	Chimborazo	Sierra	3
1109	Paltas	Loja	Sierra	3
0102	Girón	Azuay	Sierra	3
0104	Nabón	Azuay	Sierra	3
0105	Paute	Azuay	Sierra	3
0107	San Fernando	Azuay	Sierra	3
0112	El Pan	Azuay	Sierra	3
0113	Sevilla de Oro	Azuay	Sierra	3
0114	Guachapala	Azuay	Sierra	3
0705	Chilla	El Oro	Costa	3
0711	Portovelo	El Oro	Costa	3
1101	Loja	Loja	Sierra	3

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro deslizamiento
1102	Calvas	Loja	Sierra	3
1115	Quilanga	Loja	Sierra	3
1402	Gualaquiza	Morona Santiago	Amazonía	3
1403	Limón Indanza	Morona Santiago	Amazonía	3
1405	Santiago	Morona Santiago	Amazonía	3
1406	Sucúa	Morona Santiago	Amazonía	3
1408	San Juan Bosco	Morona Santiago	Amazonía	3
1410	Logroño	Morona Santiago	Amazonía	3
1901	Zamora	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1902	Chinchipe	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1903	Nangaritza	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1904	Yacuambi	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1905	Yantzaza	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1906	El Panguí	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1908	Palanda	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	2
1319	Puerto López	Manabí	Costa	2
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	2
0706	El Guabo	El Oro	Costa	2
0911	Naranjal	Guayas	Costa	2
1303	Chone	Manabí	Costa	2
1307	Junín	Manabí	Costa	2
1313	Santa Ana	Manabí	Costa	2
1302	Bolívar	Manabí	Costa	2
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	2
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	2
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	2
1317	Pedernales	Manabí	Costa	2
1320	Jama	Manabí	Costa	2
1310	Paján	Manabí	Costa	2
1318	Olmedo	Manabí	Costa	2
0710	Piñas	El Oro	Costa	2
1311	Pichincha	Manabí	Costa	2
1305	Flavio Alfaro	Manabí	Costa	2
1316	24 de Mayo	Manabí	Costa	2
0708	Marcabellí	El Oro	Costa	2
0714	Las Lajas	El Oro	Costa	2
1114	Pindal	Loja	Sierra	2
1105	Chaguarpamba	Loja	Sierra	2
1211	Valencia	Los Ríos	Costa	2
0804	Quinindé	Esmeraldas	Costa	2
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	2
0207	Las Naves	Bolívar	Sierra	2
0709	Pasaje	El Oro	Costa	2
1602	Mera	Pastaza	Amazonía	2
0501	Latacunga	Cotopaxi	Sierra	2
1807	Pelileo	Tungurahua	Sierra	2
0505	Salcedo	Cotopaxi	Sierra	2
0506	Saquisilí	Cotopaxi	Sierra	2
1401	Morona	Morona Santiago	Amazonía	2
1704	Pedro Moncayo	Pichincha	Sierra	2
1801	Ambato	Tungurahua	Sierra	2
1804	Mocha	Tungurahua	Sierra	2
1806	Quero	Tungurahua	Sierra	2
1808	Píllaro	Tungurahua	Sierra	2
1809	Tisaleo	Tungurahua	Sierra	2
0204	Echeandía	Bolívar	Sierra	2
0302	Biblián	Cañar	Sierra	2
1110	Puyango	Loja	Sierra	2
2204	El Piedrero	El Piedrero	Costa	2
0103	Gualaceo	Azuay	Sierra	2
0109	Sigsig	Azuay	Sierra	2
0111	Chordeleg	Azuay	Sierra	2
0301	Azogues	Cañar	Sierra	2
1116	Olmedo	Loja	Sierra	2
1907	Centinela del Cóndor	Zamora Chinchipe	Amazonía	2

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro inundación
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	3
0917	Santa Elena	Guayas	Costa	3
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	3
1314	Sucre	Manabí	Costa	3
Valeur inconnue	Valeur inconnue	El Oro	Costa	3
0701	Machala	El Oro	Costa	3
0706	El Guabo	El Oro	Costa	3
0901	Guayaquil	Guayas	Costa	3
0903	Balao	Guayas	Costa	3
0907	Durán	Guayas	Costa	3
0911	Naranjal	Guayas	Costa	3
1207	Ventanas	Los Ríos	Costa	3
1210	Buena Fé	Los Ríos	Costa	3
1211	Valencia	Los Ríos	Costa	3
0804	Quinindé	Esmeraldas	Costa	3
1303	Chone	Manabí	Costa	3
1307	Junín	Manabí	Costa	3
1312	Rocafuerte	Manabí	Costa	3
1313	Santa Ana	Manabí	Costa	3
1315	Tosagua	Manabí	Costa	3
0304	La Troncal	Cañar	Sierra	3
0712	Santa Rosa	El Oro	Costa	3
0902	Alfredo Baquerizo Moreno (Juja)	Guayas	Costa	3
0904	Balzar	Guayas	Costa	3
0906	Daule	Guayas	Costa	3
0909	El Triunfo	Guayas	Costa	3
0910	Milagro	Guayas	Costa	3
0912	Naranjito	Guayas	Costa	3
0913	Palestina	Guayas	Costa	3
0916	Samborondón	Guayas	Costa	3
0918	Santa Lucía	Guayas	Costa	3
0919	Urbina Jado	Guayas	Costa	3
0920	Yaguachi	Guayas	Costa	3
0923	Coronel Marcelino Maridueña	Guayas	Costa	3
0925	Nobol	Guayas	Costa	3
1201	Babahoyo	Los Ríos	Costa	3
1202	Baba	Los Ríos	Costa	3
1204	Puebloviejo	Los Ríos	Costa	3
1205	Quevedo	Los Ríos	Costa	3
1206	Urdaneta	Los Ríos	Costa	3
1208	Vinces	Los Ríos	Costa	3
1209	Palenque	Los Ríos	Costa	3
1212	Mocache	Los Ríos	Costa	3
1302	Bolívar	Manabí	Costa	3
0802	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Costa	2
0805	San Lorenzo	Esmeraldas	Costa	2
0803	Muisne	Esmeraldas	Costa	2
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	2
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	2
0915	Salinas	Guayas	Costa	2
0921	Playas	Guayas	Costa	2
0926	La Libertad	Guayas	Costa	2
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	2
1308	Manta	Manabí	Costa	2
1309	Montecristi	Manabí	Costa	2
1317	Pedernales	Manabí	Costa	2
1319	Puerto López	Manabí	Costa	2
1320	Jama	Manabí	Costa	2
1321	Jaramijó	Manabí	Costa	2
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	2
2304	Loreto	Orellana	Amazonía	2
0207	Las Naves	Bolívar	Sierra	2
1404	Palora	Morona Santiago	Amazonía	2
1501	Tena	Napo	Amazonía	2
1310	Paján	Manabí	Costa	2
1318	Olmedo	Manabí	Costa	2
0702	Arenillas	El Oro	Costa	2
0707	Huaquillas	El Oro	Costa	2
0709	Pasaje	El Oro	Costa	2
0922	Simón Bolívar	Guayas	Costa	2
0928	Isidro Ayora	Guayas	Costa	2
1203	Montalvo	Los Ríos	Costa	2
1304	El Carmen	Manabí	Costa	2
1509	Carlos Julio Arosemena Tola	Napo	Amazonía	2
1602	Mera	Pastaza	Amazonía	2
2201	Las Golondrinas	Las Golondrinas	Costa	2
2202	La Concordia	La Concordia	Costa	2
2301	Orellana	Orellana	Amazonía	2

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro sequía
0917	Santa Elena	Guayas	Costa	2
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	2
1314	Sucre	Manabí	Costa	2
Valeur inconnue	Valeur inconnue	El Oro	Costa	2
0901	Guayaquil	Guayas	Costa	2
0907	Durán	Guayas	Costa	2
1312	Rocafuerte	Manabí	Costa	2
0916	Samborondón	Guayas	Costa	2
0920	Yaguachi	Guayas	Costa	2
0915	Salinas	Guayas	Costa	2
0926	La Libertad	Guayas	Costa	2
1308	Manta	Manabí	Costa	2
1309	Montecristi	Manabí	Costa	2
1319	Puerto López	Manabí	Costa	2
1321	Jaramijó	Manabí	Costa	2
0707	Huaquillas	El Oro	Costa	2
2002	Isabela	Galápagos	Galápagos	2
2001	San Cristóbal	Galápagos	Galápagos	2
2003	Santa Cruz	Galápagos	Galápagos	2
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	1
0701	Machala	El Oro	Costa	1
0706	El Guabo	El Oro	Costa	1
0903	Balao	Guayas	Costa	1
0911	Naranjal	Guayas	Costa	1
1207	Ventanas	Los Ríos	Costa	1
1303	Chone	Manabí	Costa	1
1307	Junín	Manabí	Costa	1
1313	Santa Ana	Manabí	Costa	1
1315	Tosagua	Manabí	Costa	1
0304	La Troncal	Cañar	Sierra	1
0712	Santa Rosa	El Oro	Costa	1
0902	Alfredo Baquerizo Moreno (Juja)	Guayas	Costa	1
0904	Balzar	Guayas	Costa	1
0906	Daule	Guayas	Costa	1
0909	El Triunfo	Guayas	Costa	1
0910	Milagro	Guayas	Costa	1
0912	Naranjito	Guayas	Costa	1
0913	Palestina	Guayas	Costa	1
0918	Santa Lucía	Guayas	Costa	1
0919	Urbina Jado	Guayas	Costa	1
0923	Coronel Marcelino Maridueña	Guayas	Costa	1
0925	Nobol	Guayas	Costa	1
1201	Babahoyo	Los Ríos	Costa	1
1202	Baba	Los Ríos	Costa	1
1204	Puebloviejo	Los Ríos	Costa	1
1205	Quevedo	Los Ríos	Costa	1
1208	Vinces	Los Ríos	Costa	1
1209	Palenque	Los Ríos	Costa	1
1212	Mocache	Los Ríos	Costa	1
1302	Bolívar	Manabí	Costa	1
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	1
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	1
0921	Playas	Guayas	Costa	1
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	1
1317	Pedernales	Manabí	Costa	1
1320	Jama	Manabí	Costa	1
1310	Paján	Manabí	Costa	1
1318	Olmedo	Manabí	Costa	1
0702	Arenillas	El Oro	Costa	1
0922	Simón Bolívar	Guayas	Costa	1
0928	Isidro Ayora	Guayas	Costa	1
0914	Pedro Carbo	Guayas	Costa	1
0710	Piñas	El Oro	Costa	1
0905	Colimes	Guayas	Costa	1
0908	El Empalme	Guayas	Costa	1
0924	Lomas de Sargentillo	Guayas	Costa	1
1311	Pichincha	Manabí	Costa	1
1001	Ibarra	Imbabura	Sierra	1
0402	Bolívar	Carchi	Sierra	1
0404	Mira	Carchi	Sierra	1
1305	Flavio Alfaro	Manabí	Costa	1
1316	24 de Mayo	Manabí	Costa	1
0704	Balsas	El Oro	Costa	1
0708	Marcabellí	El Oro	Costa	1
0714	Las Lajas	El Oro	Costa	1
1104	Celica	Loja	Sierra	1
1108	Macará	Loja	Sierra	1
1113	Zapotillo	Loja	Sierra	1
1114	Pindal	Loja	Sierra	1
0108	Santa Isabel	Azuay	Sierra	1
0110	Oña	Azuay	Sierra	1
1103	Catamayo	Loja	Sierra	1
1105	Chaguarpamba	Loja	Sierra	1
1106	Espíndola	Loja	Sierra	1
1107	Gonzanamá	Loja	Sierra	1
1111	Saraguro	Loja	Sierra	1
1112	Sozoranga	Loja	Sierra	1

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro sismico
0201	Guaranda	Bolívar	Sierra	3
0203	Chimbo	Bolívar	Sierra	3
0205	San Miguel	Bolívar	Sierra	3
0401	Tulcán	Carchi	Sierra	3
0402	Bolívar	Carchi	Sierra	3
0403	Espejo	Carchi	Sierra	3
0404	Mira	Carchi	Sierra	3
0405	Montúfar	Carchi	Sierra	3
0406	San Pedro de Huaca	Carchi	Sierra	3
0501	Latacunga	Cotopaxi	Sierra	3
0504	Pujilí	Cotopaxi	Sierra	3
0505	Salcedo	Cotopaxi	Sierra	3
0506	Saquisilí	Cotopaxi	Sierra	3
0601	Riobamba	Chimborazo	Sierra	3
0603	Colta	Chimborazo	Sierra	3
0604	Chambo	Chimborazo	Sierra	3
0607	Guano	Chimborazo	Sierra	3
0608	Pallatanga	Chimborazo	Sierra	3
0609	Penipe	Chimborazo	Sierra	3
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	3
0803	Muisne	Esmeraldas	Costa	3
0804	Quínindé	Esmeraldas	Costa	3
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	3
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	3
0914	Pedro Carbo	Guayas	Costa	3
0915	Salinas	Guayas	Costa	3
0917	Santa Elena	Guayas	Costa	3
0921	Playas	Guayas	Costa	3
0926	La Libertad	Guayas	Costa	3
1001	Ibarra	Imbabura	Sierra	3
1002	Antonio Ante	Imbabura	Sierra	3
1004	Otavalo	Imbabura	Sierra	3
1005	Pimampiro	Imbabura	Sierra	3
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	3
1303	Chone	Manabí	Costa	3
1305	Flavio Alfaro	Manabí	Costa	3
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	3
1307	Junín	Manabí	Costa	3
1308	Manta	Manabí	Costa	3
1309	Montecristi	Manabí	Costa	3
1310	Paján	Manabí	Costa	3
1312	Rocafuerte	Manabí	Costa	3
1313	Santa Ana	Manabí	Costa	3
1314	Sucre	Manabí	Costa	3
1315	Tosagua	Manabí	Costa	3
1316	24 de Mayo	Manabí	Costa	3
1317	Pedernales	Manabí	Costa	3
1318	Olmedo	Manabí	Costa	3
1319	Puerto López	Manabí	Costa	3
1320	Jama	Manabí	Costa	3
1321	Jaramijó	Manabí	Costa	3
1503	Archidona	Napo	Amazonía	3
1504	El Chaco	Napo	Amazonía	3
1507	Quijos	Napo	Amazonía	3
1701	Quito	Pichincha	Sierra	3
1702	Cayambe	Pichincha	Sierra	3
1703	Mejía	Pichincha	Sierra	3
1704	Pedro Moncayo	Pichincha	Sierra	3
1705	Rumiñahui	Pichincha	Sierra	3
1801	Ambato	Tungurahua	Sierra	3
1802	Baños	Tungurahua	Sierra	3
1803	Cevallos	Tungurahua	Sierra	3
1804	Mocha	Tungurahua	Sierra	3
1805	Patate	Tungurahua	Sierra	3
1806	Quero	Tungurahua	Sierra	3
1807	Pelileo	Tungurahua	Sierra	3
1808	Píllaro	Tungurahua	Sierra	3
1809	Tisaleo	Tungurahua	Sierra	3
2102	Gonzalo Pizarro	Sucumbíos	Amazonía	3
2105	Sucumbíos	Sucumbíos	Amazonía	3
Valeur inconnue	Valeur inconnue	El Oro	Costa	2
0101	Cuenca	Azuay	Sierra	2
0106	Pucará	Azuay	Sierra	2
0202	Chillanes	Bolívar	Sierra	2
0204	Echeandía	Bolívar	Sierra	2
0206	Caluma	Bolívar	Sierra	2
0207	Las Naves	Bolívar	Sierra	2
0302	Biblián	Cañar	Sierra	2
0303	Cañar	Cañar	Sierra	2
0304	La Troncal	Cañar	Sierra	2
0305	El Tambo	Cañar	Sierra	2
0307	Suscal	Cañar	Sierra	2

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro sísmico
0502	La Maná	Cotopaxi	Sierra	2
0503	Pangua	Cotopaxi	Sierra	2
0507	Sigchos	Cotopaxi	Sierra	2
0602	Alausí	Chimborazo	Sierra	2
0605	Chunchi	Chimborazo	Sierra	2
0606	Guamote	Chimborazo	Sierra	2
0610	Cumandá	Chimborazo	Sierra	2
0701	Machala	El Oro	Costa	2
0702	Arenillas	El Oro	Costa	2
0703	Atahualpa	El Oro	Costa	2
0704	Balsas	El Oro	Costa	2
0706	El Guabo	El Oro	Costa	2
0707	Huaquillas	El Oro	Costa	2
0708	Marcabelí	El Oro	Costa	2
0709	Pasaje	El Oro	Costa	2
0710	Piñas	El Oro	Costa	2
0712	Santa Rosa	El Oro	Costa	2
0714	Las Lajas	El Oro	Costa	2
0802	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Costa	2
0805	San Lorenzo	Esmeraldas	Costa	2
0901	Guayaquil	Guayas	Costa	2
0902	Alfredo Baquerizo Moreno (Juja)	Guayas	Costa	2
0903	Balao	Guayas	Costa	2
0904	Balzar	Guayas	Costa	2
0905	Colimes	Guayas	Costa	2
0906	Daule	Guayas	Costa	2
0907	Durán	Guayas	Costa	2
0908	El Empalme	Guayas	Costa	2
0909	El Triunfo	Guayas	Costa	2
0910	Milagro	Guayas	Costa	2
0911	Naranjal	Guayas	Costa	2
0912	Naranjito	Guayas	Costa	2
0913	Palestina	Guayas	Costa	2
0916	Samborondón	Guayas	Costa	2
0918	Santa Lucía	Guayas	Costa	2
0919	Urbina Jado	Guayas	Costa	2
0920	Yaguachi	Guayas	Costa	2
0922	Simón Bolívar	Guayas	Costa	2
0923	Coronel Marcelino Maridueña	Guayas	Costa	2
0924	Lomas de Sargentillo	Guayas	Costa	2
0925	Nobol	Guayas	Costa	2
0927	General Antonio Elizalde	Guayas	Costa	2
0928	Isidro Ayora	Guayas	Costa	2
1003	Cotacachi	Imbabura	Sierra	2
1006	Urcuquí	Imbabura	Sierra	2
1104	Celica	Loja	Sierra	2
1108	Macará	Loja	Sierra	2
1109	Paltas	Loja	Sierra	2
1110	Puyango	Loja	Sierra	2
1113	Zapotillo	Loja	Sierra	2
1114	Pindal	Loja	Sierra	2
1201	Babahoyo	Los Ríos	Costa	2
1202	Baba	Los Ríos	Costa	2
1203	Montalvo	Los Ríos	Costa	2
1204	Puebloviejo	Los Ríos	Costa	2
1205	Quevedo	Los Ríos	Costa	2
1206	Urdaneta	Los Ríos	Costa	2
1207	Ventanas	Los Ríos	Costa	2
1208	Vinces	Los Ríos	Costa	2
1209	Palenque	Los Ríos	Costa	2
1210	Buena Fé	Los Ríos	Costa	2
1211	Valencia	Los Ríos	Costa	2
1212	Mocache	Los Ríos	Costa	2
1302	Bolívar	Manabí	Costa	2
1304	El Carmen	Manabí	Costa	2
1311	Pichincha	Manabí	Costa	2
1404	Palora	Morona Santiago	Amazonía	2
1407	Huamboya	Morona Santiago	Amazonía	2
1501	Tena	Napo	Amazonía	2
1509	Carlos Julio Arosemena Tola	Napo	Amazonía	2
1602	Mera	Pastaza	Amazonía	2
1603	Santa Clara	Pastaza	Amazonía	2
1706	Santo Domingo	Pichincha	Sierra	2
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	2
1708	Pedro Vicente Maldonado	Pichincha	Sierra	2
1709	Puerto Quito	Pichincha	Sierra	2
2001	San Cristóbal	Galápagos	Galápagos	2
2002	Isabela	Galápagos	Galápagos	2
2003	Santa Cruz	Galápagos	Galápagos	2
2106	Cascales	Sucumbios	Amazonía	2
2201	Las Golondrinas	Las Golondrinas	Costa	2
2202	La Concordia	La Concordia	Costa	2
2203	Manga del Cura	Manga del Cura	Costa	2
2204	El Piedrero	El Piedrero	Costa	2
2304	Loreto	Orellana	Amazonía	2

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro tsunami
0802	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Costa	2
0805	San Lorenzo	Esmeraldas	Costa	2
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	2
0803	Muisne	Esmeraldas	Costa	2
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	2
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	2
0915	Salinas	Guayas	Costa	2
0917	Santa Elena	Guayas	Costa	2
0921	Playas	Guayas	Costa	2
0926	La Libertad	Guayas	Costa	2
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	2
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	2
1308	Manta	Manabí	Costa	2
1309	Montecristi	Manabí	Costa	2
1314	Sucre	Manabí	Costa	2
1317	Pedernales	Manabí	Costa	2
1319	Puerto López	Manabí	Costa	2
1320	Jama	Manabí	Costa	2
1321	Jaramijó	Manabí	Costa	2
Valeur inconnue	Valeur inconnue	El Oro	Costa	1
0701	Machala	El Oro	Costa	1
0706	El Guabo	El Oro	Costa	1
0901	Guayaquil	Guayas	Costa	1
0903	Balao	Guayas	Costa	1
0907	Durán	Guayas	Costa	1
0911	Naranjal	Guayas	Costa	1

Código canton	Canton	Provincia	Región	peligro volcánico
0501	Latacunga	Cotopaxi	Sierra	3
0607	Guano	Chimborazo	Sierra	3
0609	Penipe	Chimborazo	Sierra	3
1503	Archidona	Napo	Amazonía	3
1701	Quito	Pichincha	Sierra	3
1703	Mejía	Pichincha	Sierra	3
1705	Rumiñahui	Pichincha	Sierra	3
1802	Baños	Tungurahua	Sierra	3
1807	Pelileo	Tungurahua	Sierra	3
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	3
0504	Pujilí	Cotopaxi	Sierra	2
0505	Salcedo	Cotopaxi	Sierra	2
0506	Saquisilí	Cotopaxi	Sierra	2
1504	El Chaco	Napo	Amazonía	2
1507	Quijos	Napo	Amazonía	2
1702	Cayambe	Pichincha	Sierra	2
1805	Patate	Tungurahua	Sierra	2
2102	Gonzalo Pizarro	Sucumbios	Amazonía	2
0502	La Maná	Cotopaxi	Sierra	2
0507	Sigchos	Cotopaxi	Sierra	2
1407	Huamboya	Morona Santiago	Amazonía	2
2002	Isabela	Galápagos	Galápagos	2
2304	Loreto	Orellana	Amazonía	2
1401	Morona	Morona Santiago	Amazonía	2

Código canton	Canton	Provincia	Región	grado sintético de amenaza (total)
1301	Portoviejo	Manabí	Costa	12
1319	Puerto López	Manabí	Costa	11
0801	Esmeraldas	Esmeraldas	Costa	11
0917	Santa Elena	Guayas	Costa	11
1314	Sucre	Manabí	Costa	11
0802	Eloy Alfaro	Esmeraldas	Costa	10
0805	San Lorenzo	Esmeraldas	Costa	10
0806	Atacames	Esmeraldas	Costa	10
0807	Rioverde	Esmeraldas	Costa	10
1306	Jipijapa	Manabí	Costa	10
1317	Pedernales	Manabí	Costa	10
1320	Jama	Manabí	Costa	10
1309	Montecristi	Manabí	Costa	10
1321	Jaramijó	Manabí	Costa	10
2102	Gonzalo Pizarro	Sucumbíos	Amazonía	9
0607	Guano	Chimborazo	Sierra	9
0609	Penipe	Chimborazo	Sierra	9
1503	Archidona	Napo	Amazonía	9
1701	Quito	Pichincha	Sierra	9
1703	Mejía	Pichincha	Sierra	9
1802	Baños	Tungurahua	Sierra	9
0706	El Guabo	El Oro	Costa	9
0911	Naranjal	Guayas	Costa	9
1303	Chone	Manabí	Costa	9
1307	Junín	Manabí	Costa	9
1313	Santa Ana	Manabí	Costa	9
1707	San Miguel de los Bancos	Pichincha	Sierra	9
0915	Salinas	Guayas	Costa	9
0926	La Libertad	Guayas	Costa	9
1308	Manta	Manabí	Costa	9
1001	Ibarra	Imbabura	Sierra	8
1404	Palora	Morona Santiago	Amazonía	8
1501	Tena	Napo	Amazonía	8
0502	La Maná	Cotopaxi	Sierra	8
1407	Huamboya	Morona Santiago	Amazonía	8
0504	Pujilí	Cotopaxi	Sierra	8
1504	El Chaco	Napo	Amazonía	8
1507	Quijos	Napo	Amazonía	8
1702	Cayambe	Pichincha	Sierra	8
1805	Patate	Tungurahua	Sierra	8
1302	Bolívar	Manabí	Costa	8
1310	Paján	Manabí	Costa	8
1318	Olmedo	Manabí	Costa	8
1211	Valencia	Los Ríos	Costa	8
0804	Quinindé	Esmeraldas	Costa	8
0501	Latacunga	Cotopaxi	Sierra	8
1807	Pelileo	Tungurahua	Sierra	8
1207	Ventanas	Los Ríos	Costa	8
0803	Muisne	Esmeraldas	Costa	8
Valeur inconnue	Valeur inconnue	El Oro	Costa	8
0901	Guayaquil	Guayas	Costa	8
0907	Durán	Guayas	Costa	8
1312	Rocafuerte	Manabí	Costa	8
0921	Playas	Guayas	Costa	8
0402	Bolívar	Carchi	Sierra	7
0404	Mira	Carchi	Sierra	7
0503	Pangua	Cotopaxi	Sierra	7
1706	Santo Domingo	Pichincha	Sierra	7
0507	Sigchos	Cotopaxi	Sierra	7
0201	Guaranda	Bolívar	Sierra	7
0203	Chimbo	Bolívar	Sierra	7
0601	Riobamba	Chimborazo	Sierra	7
0604	Chambo	Chimborazo	Sierra	7
1004	Otavalo	Imbabura	Sierra	7
0207	Las Navas	Bolívar	Sierra	7
0505	Salcedo	Cotopaxi	Sierra	7
0506	Saquisilí	Cotopaxi	Sierra	7
0304	La Troncal	Cañar	Sierra	7
0712	Santa Rosa	El Oro	Costa	7
0909	El Triunfo	Guayas	Costa	7
2304	Loreto	Orellana	Amazonía	7
0916	Samborondón	Guayas	Costa	7
0920	Yaguachi	Guayas	Costa	7

Código canton	Canton	Provincia	Región	grado sintético de amenaza (total)
0701	Machala	El Oro	Costa	7
0903	Balao	Guayas	Costa	7
1315	Tosagua	Manabí	Costa	7
1104	Celica	Loja	Sierra	6
1108	Macará	Loja	Sierra	6
0703	Atahualpa	El Oro	Costa	6
0206	Caluma	Bolívar	Sierra	6
0606	Guamote	Chimborazo	Sierra	6
1003	Cotacachi	Imbabura	Sierra	6
1006	Urcuquí	Imbabura	Sierra	6
0205	San Miguel	Bolívar	Sierra	6
0401	Tulcán	Carchi	Sierra	6
0403	Espejo	Carchi	Sierra	6
0405	Montúfar	Carchi	Sierra	6
0406	San Pedro de Huaca	Carchi	Sierra	6
0603	Colta	Chimborazo	Sierra	6
0608	Pallatanga	Chimborazo	Sierra	6
1005	Pimampiro	Imbabura	Sierra	6
2105	Sucumbíos	Sucumbíos	Amazonía	6
0710	Piñas	El Oro	Costa	6
1311	Pichincha	Manabí	Costa	6
1305	Flavio Alfaro	Manabí	Costa	6
1316	24 de Mayo	Manabí	Costa	6
0709	Pasaje	El Oro	Costa	6
1602	Mera	Pastaza	Amazonía	6
1704	Pedro Moncayo	Pichincha	Sierra	6
1801	Ambato	Tungurahua	Sierra	6
1804	Mocha	Tungurahua	Sierra	6
1806	Quero	Tungurahua	Sierra	6
1808	Píllaro	Tungurahua	Sierra	6
1809	Tisaleo	Tungurahua	Sierra	6
0928	Isidro Ayora	Guayas	Costa	6
0914	Pedro Carbo	Guayas	Costa	6
1206	Urdaneta	Los Ríos	Costa	6
0707	Huaquillas	El Oro	Costa	6
2002	Isabela	Galápagos	Galápagos	6
0902	Alfredo Baquerizo Moreno (Juja	Guayas	Costa	6
0904	Balzar	Guayas	Costa	6
0906	Daule	Guayas	Costa	6
0910	Milagro	Guayas	Costa	6
0912	Naranjito	Guayas	Costa	6
0913	Palestina	Guayas	Costa	6
0918	Santa Lucía	Guayas	Costa	6
0919	Urbina Jado	Guayas	Costa	6
0923	Coronel Marcelino Maridueña	Guayas	Costa	6
0925	Nobol	Guayas	Costa	6
1201	Babahoyo	Los Ríos	Costa	6
1202	Baba	Los Ríos	Costa	6
1204	Puebloviejo	Los Ríos	Costa	6
1205	Quevedo	Los Ríos	Costa	6
1208	Vinces	Los Ríos	Costa	6
1209	Palenque	Los Ríos	Costa	6
1212	Mocache	Los Ríos	Costa	6
1210	Buena Fé	Los Ríos	Costa	6
1705	Rumiñahui	Pichincha	Sierra	6
0108	Santa Isabel	Azuay	Sierra	5
0110	Oña	Azuay	Sierra	5
1103	Catamayo	Loja	Sierra	5
1106	Espíndola	Loja	Sierra	5
1107	Gonzanamá	Loja	Sierra	5
1111	Saraguro	Loja	Sierra	5
1112	Sozoranga	Loja	Sierra	5
0713	Zaruma	El Oro	Costa	5
0101	Cuenca	Azuay	Sierra	5
0106	Pucará	Azuay	Sierra	5
0202	Chillanes	Bolívar	Sierra	5
0303	Cañar	Cañar	Sierra	5
0305	El Tambo	Cañar	Sierra	5
0307	Suscal	Cañar	Sierra	5
0602	Alausí	Chimborazo	Sierra	5
0605	Chunchi	Chimborazo	Sierra	5
0610	Cumandá	Chimborazo	Sierra	5
1109	Paltas	Loja	Sierra	5

Código canton	Canton	Provincia	Región	grado sintético de amenaza (total)
0708	Marcabelí	El Oro	Costa	5
0714	Las Lajas	El Oro	Costa	5
1114	Pindal	Loja	Sierra	5
1401	Morona	Morona Santiago	Amazonía	5
0204	Echeandía	Bolívar	Sierra	5
1203	Montalvo	Los Ríos	Costa	5
1304	El Carmen	Manabí	Costa	5
1509	Carlos Julio Arosemena Tola	Napo	Amazonía	5
2201	Las Golondrinas	Las Golondrinas	Costa	5
2001	San Cristóbal	Galápagos	Galápagos	5
2003	Santa Cruz	Galápagos	Galápagos	5
0702	Arenillas	El Oro	Costa	5
0922	Simón Bolívar	Guayas	Costa	5
0102	Girón	Azuay	Sierra	4
0104	Nabón	Azuay	Sierra	4
0105	Paute	Azuay	Sierra	4
0107	San Fernando	Azuay	Sierra	4
0112	El Pan	Azuay	Sierra	4
0113	Sevilla de Oro	Azuay	Sierra	4
0114	Guachapala	Azuay	Sierra	4
0705	Chilla	El Oro	Costa	4
0711	Portovelo	El Oro	Costa	4
1101	Loja	Loja	Sierra	4
1102	Calvas	Loja	Sierra	4
1115	Quilanga	Loja	Sierra	4
1402	Gualaquiza	Morona Santiago	Amazonía	4
1403	Limón Indanza	Morona Santiago	Amazonía	4
1405	Santiago	Morona Santiago	Amazonía	4
1406	Sucúa	Morona Santiago	Amazonía	4
1408	San Juan Bosco	Morona Santiago	Amazonía	4
1410	Logroño	Morona Santiago	Amazonía	4
1901	Zamora	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1902	Chinchipe	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1903	Nangaritza	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1904	Yacuambi	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1905	Yantzaza	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1906	El Pangui	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1908	Palanda	Zamora Chinchipe	Amazonía	4
1105	Chaguarpamba	Loja	Sierra	4
0302	Biblián	Cañar	Sierra	4
1110	Puyango	Loja	Sierra	4
2204	El Piedrero	El Piedrero	Costa	4
0704	Balsas	El Oro	Costa	4
0905	Colimes	Guayas	Costa	4
0908	El Empalme	Guayas	Costa	4
0924	Lomas de Sargentillo	Guayas	Costa	4
2202	La Concordia	La Concordia	Costa	4
1803	Cevallos	Tungurahua	Sierra	4
0103	Gualaceo	Azuay	Sierra	3
0109	Sigsig	Azuay	Sierra	3
0111	Chordeleg	Azuay	Sierra	3
0301	Azogues	Cañar	Sierra	3
1116	Olmedo	Loja	Sierra	3
1907	Centinela del Cóndor	Zamora Chinchipe	Amazonía	3
1409	Taisha	Morona Santiago	Amazonía	3
0927	General Antonio Elizalde	Guayas	Costa	3
2106	Cascales	Sucumbíos	Amazonía	3
1113	Zapotillo	Loja	Sierra	3
2301	Orellana	Orellana	Amazonía	3
1708	Pedro Vicente Maldonado	Pichincha	Sierra	3
1709	Puerto Quito	Pichincha	Sierra	3
1002	Antonio Ante	Imbabura	Sierra	3
0306	Déleg	Cañar	Sierra	2
1601	Pastaza	Pastaza	Amazonía	2
2101	Lago Agrio	Sucumbíos	Amazonía	2
2303	La Joya de los Sachas	Orellana	Amazonía	2
1603	Santa Clara	Pastaza	Amazonía	2
2203	Manga del Cura	Manga del Cura	Costa	2
2104	Shushufindi	Sucumbíos	Amazonía	1
2302	Aguarico	Orellana	Amazonía	1
1604	Arajuno	Pastaza	Amazonía	1
2103	Putumayo	Sucumbíos	Amazonía	0
2107	Cuyabeno	Sucumbíos	Amazonía	0