

ATLAS

DE LAS DINÁMICAS DEL TERRITORIO ANDINO:

POBLACIÓN Y BIENES EXPUESTOS
A AMENAZAS NATURALES

Bolivia • Colombia • Ecuador • Perú





Comunidad Andina (Lima). Secretaría General

Atlas de las dinámicas del territorio andino : población y bienes expuestos a amenazas naturales / Secretaría General de la Comunidad Andina. -- Cali : Corporación OSSO, 2009.

185 p. : il. ; 42 cm.

Incluye glosario.

Incluye bibliografía.

ISBN 978-958-99179-0-9

1. Desastres naturales - Atlas 2. Desastres provocados por el hombre - Atlas 3. Fenómenos atmosféricos - Atlas 5. Fenómenos geológicos - Atlas. 6. Prevención de desastres.

R363.34 cd 21 ed.

A1232205

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango



COMISIÓN
EUROPEA



COMUNIDAD
ANDINA

CAPRADE



COMUNIDAD
ANDINA

SECRETARIA GENERAL



La elaboración de esta publicación ha sido posible gracias a la ayuda financiera de la Comisión Europea, la Secretaría General de la Comunidad Andina y el Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres –CAPRADE– en el marco del Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina –PREDECAN.

Ejemplar de distribución gratuita. No está autorizada la venta u otros usos comerciales de esta publicación.

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones o políticas de la Comisión Europea, la Secretaría General de la Comunidad Andina, del CAPRADE, o de las organizaciones contribuyentes, así como no implica una expresión de opinión con respecto a la situación jurídica de un país, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades, así como tampoco con respecto a la delimitación de sus fronteras o límites territoriales.

COMUNIDAD
ANDINA



SECRETARIA GENERAL

© Secretaría General de la Comunidad Andina

Av. Aramburú, cuadra 4, esquina con Paseo de la República, Lima 27-Perú

Teléfono: (51-1) 411 14 00

Fax: (51-1) 211 32 29

www.comunidadandina.org

Corporación OSSO, Colombia

Hecho el depósito legal.

ISBN: 978-958-99179-0-9

Coordinación Comunidad Andina:

Ana Campos García

Dirección:

Andrés Velásquez

Corrección de estilo:

María Mercedes Durán con la colaboración de Enrique León, Karla Páez y Prísea Vílchez

Dirección de diseño:

Juan Manuel Mafla

Diagramación:

Carolina Giraldo Ossa, Ximena Hiles

Fotografías:

Gabriel Jaime Arango, Gustavo Wilches-Chaux, Héctor Chambi, Liliana Narváez, Héctor Cobo, Borja Santos, Harald Mossbrucker, Karina Donayre, Guillermo Salazar, Manuel Varona, Andrés Velásquez, William Burbano, Henry Peralta, Hansjürgen Meyer, César Córdoba y Archivo Alcaldía Santiago de Cali.



Impreso en los talleres gráficos de Impresora FERIVA S. A.

Cali, Colombia

Primera edición: Septiembre de 2009

1 500 ejemplares



ATLAS

DE LAS DINÁMICAS DEL TERRITORIO ANDINO:

POBLACIÓN Y BIENES EXPUESTOS
A AMENAZAS NATURALES

PROMOTORES Y FINANCIADORES



ENTIDADES CAPRADE

Bolivia	 Viceministerio de Defensa Civil	 Ministerio de Planificación del Desarrollo	 Ministerio de Relaciones Exteriores	
Colombia	 Dirección de Gestión del Riesgo del Ministerio del Interior y Justicia	 Dirección General de la Defensa Civil	 Departamento Nacional de Planeación	 Dirección de Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores
Ecuador	 Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos	 Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo	 Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración	
Perú	 Instituto Nacional de Defensa Civil	 Presidencia del Consejo de Ministros	 Ministerio de Relaciones Exteriores	

SERVICIOS NACIONALES

	Estadística	Geográficos	Geológicos y geofísicos	Hidrometeorológicos
Bolivia	<p>INE Instituto Nacional de Estadística</p> <p>Instituto Nacional de Estadística</p>	<p>INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR BOLIVIA</p> <p>Instituto Geográfico Militar</p>	<p>SC</p> <p>Observatorio San Calixto</p> <p>SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y TÉCNICO DE MINAS</p> <p>SERGEOTECMIN Servicio Geológico y Técnico Minero</p>	<p>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA BOLIVIA</p> <p>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología</p>
Colombia	<p>DANE</p> <p>Departamento Administrativo Nacional de Estadística</p>	<p>INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI</p> <p>Instituto Geográfico Agustín Codazzi</p>	<p>INGEOMINAS</p> <p>Instituto Colombiano de Geología y Minería</p>	<p>IDEAM INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES</p> <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>
Ecuador	<p>INEC instituto nacional de estadística y censos</p> <p>Instituto Nacional de Estadística y Censos</p>	<p>INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Ecuador</p> <p>I N S T I T U T O GEOGRÁFICO MILITAR</p> <p>Instituto Geográfico Militar</p>	<p>IG Instituto Geofísico EPN</p> <p>Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional</p> <p>MINISTERIO DE MINAS Y PETRÓLEOS República del Ecuador</p> <p>SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL</p> <p>Ministerio de Minas y Petróleos</p>	<p>INAMHI INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA</p> <p>Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología</p>
Perú	<p>INEI INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA</p> <p>Instituto Nacional de Estadística e Informática</p>	<p>GEOGRÁFICO NACIONAL PERÚ</p> <p>Instituto Geográfico Nacional del Perú</p>	<p>INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ</p> <p>Instituto Geofísico del Perú</p> <p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET Instituto Geológico Minero y Metalúrgico</p> <p>Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico</p>	<p>Senamhi SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA</p> <p>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología</p>

INICIATIVAS REGIONALES



Secretaría General de la Comunidad Andina



Corporación Andina de Fomento - CAF



Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL



Centro Regional de Sismología para América del Sur - CERESIS



Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT



Sistema de Inventario de Desastres - DESINVENTAR



La Red Geoespacial de América del Sur - GEOSUR



Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana - IIRSA



Proyecto Multinacional Andino – Geociencias para las Comunidades Andinas PMA:GCA

EQUIPO FACILITADOR



Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente - OSSO



Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño – CIIFEN



Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario - FUNDEPCO



Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

PRÓLOGO

EL ATLAS, UNA INVITACIÓN A RECONOCER, ENTENDER Y PLANIFICAR EL TERRITORIO

En los últimos 40 años la subregión andina ha tenido profundas transformaciones en población, producción e infraestructura. La población prácticamente se duplicó, al pasar de 46 millones a 97 millones de habitantes entre 1970 y 2008, transición que estuvo marcada por un fuerte proceso de urbanización: 56% de población urbana al inicio del periodo y cerca del 75% al final. También la economía, vista a través de las exportaciones intracomunitarias de bienes, creció más de 62 veces en el mismo periodo, de 111 millones a 6 923 millones de dólares.

En la actualidad, en un contexto de crisis multidimensional, a nivel subregional se plantea el reto de avanzar en una integración que contribuya a los esfuerzos nacionales orientados a combatir la pobreza, la inequidad y, especialmente, a recuperar la armonía y el equilibrio entre el ser humano y la naturaleza. Con este afán, y desde la visión de la integración integral que caracteriza la propuesta de la Comunidad Andina –CAN–, se ha considerado importante contar con una aproximación a los elementos socioeconómicos y de infraestructura expuestos a diversas amenazas por fenómenos naturales.

Esta es la contribución que el Atlas proporciona de manera integral, al ilustrar cómo la población, la producción y la infraestructura subregional son parte de las dinámicas del territorio y cómo éstas pueden favorecer, si no se toman las previsiones del caso, a aumentar la magnitud o frecuencia de algunos de los fenómenos, o verse afectadas por ellos. Reconocer los patrones y variables que configuran el territorio y que hacen parte de la relación entre riesgo y desarrollo, es un paso fundamental en la toma de decisiones para reducir los riesgos y actuar en consecuencia.

La elaboración del Atlas fue posible gracias a los esfuerzos que se han adelantado desde hace muchos años a nivel subregional para armonizar y articular información en diferentes campos, y contó con la valiosa contribución de las diferentes entidades de los Países Miembros de la Comunidad Andina y el apoyo de organismos regionales y de cooperación. La Comisión Europea, a través del Proyecto de Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina –PREDECAN–, ha acompañado estos esfuerzos durante los últimos cinco años. Expresamos nuestro reconocimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la construcción del Atlas.

**Secretaría General de la
Comunidad Andina**

**Delegación de la Comisión
Europea en el Perú**

PRESENTACIÓN

Es evidente que los desastres no respetan las fronteras y pueden tener una dimensión transnacional, como ocurrió con el fenómeno de El Niño en la subregión andina en 1997-1998, entre otros casos. Resulta así mismo indiscutible que los desastres pueden tener un efecto importante en la población, la producción y la infraestructura, y llegar a generar impactos negativos en las políticas macroeconómicas, el crecimiento económico y la competitividad de los países.

Los desastres no son fenómenos de la naturaleza por sí misma, sino el resultado de desequilibrios en la relación entre las dinámicas de lo natural y lo humano. Por esta razón, la utilización cada vez más intensiva del suelo, la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola, la expansión urbana, la construcción inadecuada de infraestructura y el desarrollo industrial son procesos que aumentan las condiciones de vulnerabilidad ante los desastres.

Desde hace dos décadas existe una mayor conciencia sobre la necesidad de promover iniciativas para la incorporación de la reducción del riesgo en las políticas de Estado. En este sentido, la Estrategia Internacional para la Reducción de Riesgos –EIRD– propuso, en el seno de la Conferencia Mundial para la Reducción del Riesgo de Desastres, realizada en Japón en enero de 2005, el Marco de Acción de Hyogo –MAH–, 2005–2015: “Aumento de la Resiliencia de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres”, como un marco estratégico global para su implementación por parte de los países, las regiones, los organismos de las Naciones Unidas y la sociedad civil. El MAH fue suscrito por 168 países, incluyendo los cuatro que conforman la subregión andina.

El Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres –CAPRADE–, a través de la Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres, ha ratificado este compromiso y priorizado el trabajo en el campo de la reducción de riesgos articulando los ejes temáticos de la estrategia con las Líneas de Acción de Hyogo. La Unión Europea ha apoyado esta iniciativa a través del Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina –PREDECAN–, en el marco del Convenio de Financiación No. ASR/B7-3100/99/313 suscrito con la Secretaría General de la Comunidad Andina.

De manera paralela, los países de la subregión andina han recorrido un largo y productivo camino en la generación de información básica y temática de variables fisiconaturales y socioeconómicas en el marco de programas de integración de información a niveles nacional, binacional y multinacional, con la participación de instituciones especializadas, ministerios, entidades de planificación, estadística, cartografía, hidrometeorología, geofísica, geología y ambientales, entre otras.

Con el fin de facilitar la búsqueda e intercambio de información y el acceso a ella de todos los actores institucionales y de la sociedad civil involucrados en la gestión del riesgo y en los procesos de desarrollo, el CAPRADE, con el apoyo del Proyecto PREDECAN, promovió la construcción del Sistema de Información Andino para la Prevención y Atención de Desastres –SIAPAD–, que cuenta con tres herramientas para el acceso y uso de la información: GEORiesgo (portal web de búsqueda y consulta de información), Red BiVa-PaD (red de bibliotecas virtuales en temas de gestión de riesgos) y DesInventar (bases de datos de pérdidas por desastres), las cuales son accesibles a través de www.siapad.net.

Los avances de información sistematizada existentes, junto con las herramientas y bases de datos desarrolladas, han permitido la construcción del Atlas de las Dinámicas del Territorio como un ejercicio de integración de información, el cual da cuenta de la distribución de los principales fenómenos fisiconaturales amenazantes y de su manifestación histórica, que en combinación con la distribución espacial de elementos expuestos como la población, la producción y la infraestructura básica, provee una visión de las amenazas y la exposición relativa en la subregión andina.

El Atlas busca ser un referente para los países en función de temas binacionales o multinacionales de planificación mitigadora y, por lo tanto, insumo para la concientización de actores y la orientación de políticas y programas conjuntos. También busca convertirse en un referente para organismos e instituciones de cooperación internacional que pueden aportar a la reducción del riesgo de desastres y al desarrollo sustentable de los países.

Con este Atlas se espera hacer un aporte a la comprensión de cómo los sistemas interactúan en la subregión y cómo nosotros mismos, parte activa de la biósfera, somos responsables del futuro en esta rica, diversa y compleja subregión chaqueña, altiplánica, amazónica, sechurana, chocoana, caribeña, pacífica, orinoquense y andina.

El documento se ha estructurado en seis capítulos:

- **El Enfoque y Metodología**, donde se presenta el enfoque metodológico, el público objetivo, los alcances y limitaciones, y la metodología de construcción de la cartografía de amenazas por fenómenos naturales y de exposición.

- **El Contexto Subregional**, que ofrece un compendio del territorio andino como espacio geográfico que se construye y se transforma a partir de los procesos naturales y su interrelación con procesos sociales y económicos. Se describe la dinámica de la geósfera o tierra sólida, la hidrósfera o superficies de agua, la atmósfera y la biósfera con la fauna y la flora. Desde el punto de vista de la población y los bienes, se presentan las dinámicas demográficas, de las actividades productivas y de la infraestructura principal de generación y transporte de energía, de tráfico de pasajeros y carga terrestre, marítima y aérea. Finalmente se muestran las pérdidas históricas asociadas con fenómenos hidrometeorológicos, geológicos, antrópicos, epidemias y plagas.

- **Desde el Interior de la Tierra** presenta las amenazas por terremotos, volcanes y tsunamis. Aquí se encuentra la exposición de la población, de la producción y de la infraestructura frente a ellas y las pérdidas históricas reportadas.

- **Por Encima de la Tierra** ofrece información sobre los movimientos en masa, inundaciones, heladas, sequías, el fenómeno de El Niño, la exposición de la población, de la producción y de la infraestructura frente a ellos y las pérdidas históricas registradas.

- El capítulo **A Manera de Balance** contiene una reflexión sobre los principales hallazgos del Atlas en términos de la visión subregional de las amenazas y un balance de la población y bienes expuestos.

- El capítulo **¿Y Ahora qué Hacemos?** presenta los usos potenciales que tiene el Atlas, enmarcado dentro de una reflexión sobre algunos de los retos que plantea para la reducción de pérdidas.

- Al final el lector encontrará las siguientes secciones: Bibliografía, que incluye tanto las fuentes de información de los mapas como de los textos; Glosario, con las definiciones de términos de interés; Siglas y ¿En dónde preguntar?, con el listado de entidades nacionales e iniciativas internacionales.

Esta versión impresa está acompañada de tres productos digitales: la página web, un servicio de mapas y la memoria técnica. Todos están disponibles en internet en:

www.comunidadandina.org
www.caprade.org

Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres -CAPRADE

RECONOCIMIENTOS

El presente *Atlas de las dinámicas del territorio andino: población y bienes expuestos a amenazas naturales*, es una primera aproximación a la integración de conocimientos y cartografía disponible a niveles nacional e internacional sobre la subregión. Es el resultado de la articulación de múltiples estudios y aportes realizados a lo largo de los últimos años por parte de los servicios de estadística, geográficos, geológicos, hidrometeorológicos y sismológicos.

La iniciativa para la elaboración del Atlas ha sido posible gracias a la ayuda financiera de la Comisión Europea, la Secretaría General de la Comunidad Andina y el Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres –CAPRADE–, en el marco del Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina –PREDECAN–. Mediante una licitación se encargó la coordinación general del desarrollo del mismo a la Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente –OSSO– con sede en Colombia, en colaboración con el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN–, como experto en variables hidrometeorológicas con sede en Ecuador, con la Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario –FUNDEPCO– y OXFAM GB con sede en Bolivia, y el Centro de Estudios de Prevención de Desastres –PREDES– con sede en Perú.

ANTECEDENTES

La cartografía integrada a escala 1:1 000 000 de los Países Miembros de la Comunidad Andina, que sirvió de base para los mapas del Atlas, fue desarrollada por los institutos cartográficos de la subregión en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Andina –IDECAN–.

Los datos estadísticos y espaciales se basaron en avances existentes de integración de información a escalas subregional e internacional liderados por diferentes entidades e iniciativas: Oficina de Estadísticas de la Secretaría General de la Comunidad Andina, Centro Regional de Sismología para América del Sur –CERESIS–, Corporación Andina de Fomento –CAF–, Comisión Económica para América Latina y el Caribe –CEPAL–, Servicio Geológico de Brasil –CPRM–, Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT–, Universidad de Columbia y el Sistema de Inventario de Desastres –DESINVENTAR–.

Iniciativas previas para compartir y analizar variables ambientales y socioeconómicas en el marco de programas y actividades binacionales y multinacionales se han visto enriquecidas recientemente por proyectos como el Sistema Andino para la Prevención y Atención de Desastres –SIAPAD–, una plataforma a partir de la cual es posible acceder a información sobre riesgos de cada país, liderada por el CAPRADE y con el apoyo del proyecto PREDECAN; el Proyecto Multinacional Andino: geociencias para las comunidades andina –PMA:GCA–, que con el soporte del gobierno canadiense y los servicios geológicos de los países impulsó visiones comunes o compartidas sobre temas de amenaza sísmica, volcánica y de fenómenos de remoción en masa; en el campo hidrometeorológico el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN–, que provee información, experiencias y conocimientos compartidos de los institutos hidrometeorológicos de los países andinos; el Proyecto de Cooperación entre la Unión Europea y la Comunidad Andina para el tema de Estadísticas –ANDESTAD– que busca mejorar la calidad de los datos que sirven para la buena preparación, gestión y evaluación de las políticas públicas a nivel nacional, y, en particular, las políticas que tienen en común los países que forman la Comunidad Andina.

Otros programas y entidades como el Programa de Estudio Regional del Fenómeno El Niño –ERFEN–, la Comisión Permanente del Pacífico Sur –CPPS–, los Proyectos de Información Geoespacial para la Integración Suramericana –GEOSUR–, coordinado por la CAF con el apoyo del IPGH y la Secretaría de IABIN y el proyecto CÓNDROR, también de la CAF en cooperación con Conservación Internacional, el Proyecto GEOANDINO, realizado por el Programa de las

Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA–, la Secretaría General de la Comunidad Andina y el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico de Perú, el *Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*, elaborado con el apoyo de la CAN, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN - Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL, publicado a principios del 2009, el Proyecto para la estandarización e integración de las cuencas hidrográficas de los países andinos, de la Secretaría General de la CAN, con el apoyo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –UICN.

Ejercicios similares de integración de información a nivel nacional se han realizado en Bolivia con el *Atlas de Amenazas, Vulnerabilidades y Riesgos de Bolivia* desarrollado por FUNDEPCO y OXFAM GB con el apoyo de NCCR-NS, en Ecuador en el marco del Plan estratégico de reducción del riesgo preparado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador –SENPLADES–, con el apoyo de la CAF a través del Proyecto PREANDINO, y el *Atlas de Peligros Naturales del Perú*, liderado por el Instituto Nacional de Defensa Civil con la participación de entidades públicas y el apoyo del PNUD. Adicionalmente el Ministerio de Economía y Finanzas MEF del Perú, en colaboración con la GTZ, publicó un *Atlas de Peligros* del país. Otras actividades de integración de información a nivel nacional sirvieron de referencia, como el *Atlas de Heladas* de Perú, del SENAMHI; el *Atlas Climatológico de Colombia*, del IDEAM y el *Atlas de Amenaza Volcánica de Colombia*, de INGEOMINAS.

CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN

Los aspectos metodológicos y conceptuales para el desarrollo del Atlas fueron elaborados y concertados con los representantes del CAPRADE y los servicios nacionales de los Países Miembros de la CAN, en su etapa inicial, y, en los avances, a través de dos talleres subregionales realizados en Lima en enero de 2009 y en Bogotá a finales de mayo de 2009. Estas actividades fueron coorganizadas por PREDECAN y la Corporación OSSO. Las instituciones participantes fueron:

Dirección para la Gestión de Riesgos de Colombia –DGR–, Instituto Geofísico del Ecuador –IG-EPN–, Instituto Geofísico del Perú –IGP–, Instituto Geográfico Nacional del Perú –IGN–, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú –INGEMMET–, Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú –INDECI–, Instituto Nacional de Estadísticas de Bolivia –INE–, Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú –INEI–, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador –INEC–, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia –IDEAM–, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador –INAMHI–, Ministerio de Minas y Petróleos y Servicio Geológico Nacional de Ecuador, Observatorio San Calixto de Bolivia –OSC–, Servicio Geológico y Técnico Minero de Bolivia –SERGEOTECMIN–, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia –SENAMHI–, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú –SENAMHI– y la Secretaría Técnica para la Gestión de Riesgos de Ecuador –STGR–. De las iniciativas regionales participaron: Proyectos GEOSUR y CÓNDOR de la Comunidad Andina de Fomento –CAF–, el Centro Regional de Sismología para América del Sur –CERESIS–, el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN–, el Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea a través de su Programa de Preparación ante Desastres –DIPECHO– y la Secretaría General de la CAN.

Los representantes de las entidades mencionadas que participaron en los talleres fueron: Carlos Aníbal Gutiérrez, Carlos Aurelio Santur, Carmen Zoila Vassallo, Catalina Valle, Claudia Guerra, Consuelo Agueda Agüero, Cruz Elías Idabango, Elsa Mariela Durán, Enrique Castillo, Eric van Praag, Ever Enrique Castillo, Freddy Santos Saavedra, Gloria Roldán, Guillermo Lecaros, Johan Coronel, John Julio Mendez, Jocelyn Lance, Jorge Bustillos, Juan José Nieto, Julia Esperanza Pardo, Julio Méndez, Leandro Rodríguez, María Teresa Becerra, María Teresa Durán, Mario Valenzuela, Marisol León Ramírez, Milton Vargas, Olga Cecilia González, Omar Ramiro Soliz, Patricia Zoto Uzquiano, Percy Aliaga Heredia, Ricardo Zubieta, Sandra Paula Villacorta, Verónica Valcárcel y Vicente Peña.

Supervisión y Coordinación General - Equipo PREDECAN

La Entidad Gestora del Proyecto PREDECAN tuvo a su cargo la supervisión y coordinación general del Atlas: la Directora Regional del Proyecto, Ana Campos, los Jefes de la Asistencia Técnica Internacional Harald Mossbrucker (hasta marzo de 2009) y Jan Karremans (a partir de abril de 2009); Rubén Vargas y César Peña.

- **Asesores internacionales**

Cartografía: Koert Sijmons
Contenido general: David Smith

- **Consultores nacionales para el proyecto SIAPAD**

Bolivia: René Mendoza y Rodolfo Ayala
Colombia: Gilma Ramírez y Libaniel Casas
Ecuador: Iván Medina y Mauricio Valladares
Perú: Mario Wong y Vladimir García

- **Diseño y diagramación**

Ibis Liulla, Leonardo Bonilla, Marcos Castellanos

- **Corrección de estilo**

Enrique León

Equipo de trabajo de la Corporación OSSO – CIIFEN

- **Dirección general**

Andrés Velásquez (Corporación OSSO)

- **Coordinación general**

Cristina Rosales, Nayibe Jiménez, Nathalia Díaz (Corporación OSSO)

- **Coautores**

Los textos fueron desarrollados por Andrés Velásquez, Hansjürgen Meyer, Fernando Ramírez, Nayibe Jiménez y Cristina Rosales, del OSSO, con la colaboración de Juan José Nieto y Rodney Martínez, del CIIFEN, y Ana Campos, Rubén Vargas, César Peña, Jan Karremans y David Smith, de PREDECAN.

- **Investigación de temas específicos**

Corporación OSSO:

Fernando Ramírez: Análisis de exposición de variables socioeconómicas ante amenazas.

Nayibe Jiménez y Nathalia Díaz: Análisis de pérdidas por desastres.

Diana Mendoza: Fenómenos de amenazas geofísicas.

CIIFEN:

Afonso Mascarenhas, Rodney Martínez, Juan José Nieto, Mishel Herrera, Alexandra Rivadeneira y Abigail Alvarado: fenómenos hidrometeorológicos a escala subregional.

- **Cartografía**

Corporación OSSO:

Mauricio Bautista, Viviana Gonzalías, Lised Zabala y Jorge Mendoza.

- **Servicio de mapas**

Corporación OSSO:

William Burbano, Rubén Mendoza, Javier Arboleda y Mauricio Bautista. Metadatos a cargo de Nathalia Díaz y Diana Mendoza.

- **Asesores nacionales**

Bolivia: Luis Alberto Salamanca, Roger Quiroga (FUNDEPCO, OXFAM GB).

Ecuador: Juan José Nieto (CIIFEN).

Perú: José María Sato, Alfonso Díaz (PREDES).

Colombia: Alexandra Bedoya (C. OSSO).

- **Corrección de estilo**

María Mercedes Durán

- **Dirección de diseño**

Juan Manuel Mafla

- **Diagramación**

Carolina Giraldo Ossa, Ximena Hiles

Agradecimientos especiales

- **Suministro de cartografía internacional:**

Andrew Jarvis y Glenn Hymann (CIAT), Carlos Schobbenhauss (CPRM), Clara Cárdenas (CGMW), Daniel Huaco (CERESIS), Eduardo Zappettini (Servicio Geológico Argentino - PMA:GCA), Eric van Praag y Jesús Suniaga (CAF), Liliam Chacón (Conservación Internacional), Victor Carlotto Caillaux (INGEMMET - PMA:GCA).

- **Servicio de mapas:**

Gilma Ramírez, Libaniel Casas y Rubén Vargas (PREDECAN).

- **Revisión de textos:**

Los mapas y documentos preliminares fueron revisados por los autores y personas de las instituciones colaboradoras. Expertos internacionales enviaron sus observaciones y comentarios: Omar Darío Cardona, Max Henríquez Daza, Andrew Maskrey y Alberto Aquino. Funcionarios y consultores de la Secretaría General aportaron información y participaron en la revisión: Adalid Contreras, Santiago Cembrano, Eduardo Granados, Guillermo Lecaros, María Teresa Becerra, Alfredo del Castillo Ibarra, Jorge Tello, Mariela Durán, Natalia Suárez, Shirley Holguín, Lloani Quiñones, Karla Páez y Prísea Vílchez.

En pre prensa se contó con la revisión gramatical de Ernesto Fernández Riva y Nataly Sabogal, de Feriva.

ÍNDICE

7		PRÓLOGO
9		PRESENTACIÓN
11		RECONOCIMIENTOS
<hr/>		
21		ENFOQUE Y METODOLOGÍA
<hr/>		
27		CONTEXTO SUBREGIONAL
28		NUESTRO TERRITORIO
30		EN DONDE ESTAMOS
38		NUESTRAS GENTES, NUESTROS BIENES
39		Población
43		Actividades productivas
46		Sector agropecuario
48		Infraestructura de hidrocarburos
50		Infraestructura eléctrica
52		Puertos marítimos y fluviales
54		Sistema Andino de Carreteras
56		Aeropuertos
58		Cobertura vegetal y usos del suelo
62		LOS FENÓMENOS QUE NOS AFECTAN
<hr/>		
67		DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA
68		LOS INQUIETOS ANDES
69		Terremotos
72		Amenaza sísmica
74		Exposición a amenaza sísmica
84		Pérdidas históricas
88		GRANDES OLAS EN PUERTOS
89		Tsunami
90		Amenaza tsunamigénica
91		Exposición a tsunami
93		Pérdidas históricas
96		EL FUEGO INTERNO DE LOS ANDES
97		Vulcanismo
100		Amenaza volcánica
104		Exposición a amenaza volcánica
107		Pérdidas históricas

109		POR ENCIMA DE LA TIERRA
110		DESDE DONDE SE DESLIZA
111		Movimientos en masa
112		Susceptibilidad a movimientos en masa
116		Exposición a movimientos en masa
117		Pérdidas históricas
122		HASTA DONDE SE INUNDA
123		Inundaciones
124		Susceptibilidad a inundaciones
126		Exposición a inundaciones
129		Pérdidas históricas
132		CUANDO HIELA
133		Heladas
134		Susceptibilidad a heladas
136		Exposición a heladas
139		Pérdidas históricas
140		Y CUANDO DEJA DE LLOVER
141		Sequías
144		Susceptibilidad a sequías
145		Exposición a sequías
148		Pérdidas históricas
150		EL NIÑO Y LA NIÑA
151		El Niño Oscilación del Sur -ENOS
153		Pérdidas históricas
<hr/>		
157		A MANERA DE BALANCE
<hr/>		
165		¿Y AHORA QUÉ HACEMOS?
<hr/>		
171		BIBLIOGRAFÍA
176		GLOSARIO
179		SIGLAS
180		¿EN DÓNDE PREGUNTAR?
185		PUBLICACIONES Y HERRAMIENTAS DEL CAPRADE

FIGURAS

Pág.		2. CONTEXTO SUBREGIONAL
31	2.1	<i>Movimiento de las placas tectónicas en América del Sur</i>
35	2.2	<i>Corrientes marinas y circulación atmosférica</i>
39	2.3	<i>Tasas anuales de crecimiento poblacional, 2000-2010</i>
39	2.4	<i>Porcentaje de población urbana respecto al total, 1970-2010</i>
43	2.5	<i>Aporte al PIB de los sectores agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, 2000-2006</i>
43	2.6	<i>Aporte al PIB de los sectores minería, gas y petróleo, 2000-2006</i>
44	2.7	<i>Exportaciones intracomunitarias, 1999-2008</i>
44	2.8	<i>Estructura de las exportaciones intracomunitarias y extracomunitarias, 2007</i>
45	2.9	<i>Participación de la industria manufacturera en el PIB, 2000-2006</i>
46	2.10	<i>Superficie cosechada de productos agrícolas, 2007</i>
50	2.11	<i>Generación de energía eléctrica, 1997-2006</i>
50	2.12	<i>Exportación, importación y consumo de energía eléctrica, 1997-2006</i>
52	2.13	<i>Exportaciones e importaciones por vía marítima, 2000 - 2007</i>
52	2.14	<i>Tráfico portuario según tipo de carga de principales puertos, 2007</i>
54	2.15	<i>Exportaciones e importaciones por transporte terrestre, 2007</i>
54	2.16	<i>Exportaciones a países de la CAN y otros de la iniciativa IIRSA</i>
56	2.17	<i>Tráfico de pasajeros por principales aeropuertos internacionales, 2007</i>
56	2.18	<i>Exportaciones e importaciones por transporte aéreo, 2007</i>
63	2.19	<i>Registros y pérdidas por desastres en la subregión andina, 1970-2007</i>
64	2.20	<i>Pérdidas de vidas por fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, 1970-2007</i>
64	2.21	<i>Viviendas destruidas por fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, 1970-2007</i>
65	2.22	<i>Registros y pérdidas según tamaño del impacto, 1970-2007</i>
		3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA
69	3.1	<i>Número de terremotos por año y energía equivalente alrededor del mundo</i>
70	3.2	<i>Profundidad de los terremotos en la corteza terrestre andina</i>
72	3.3	<i>Peligro sísmico en los códigos nacionales de construcción</i>
74	3.4	<i>Población expuesta a amenaza sísmica</i>
75	3.5	<i>Kilómetros de vías expuestos a amenaza sísmica por país</i>
84	3.6	<i>Intensidad de los terremotos en Bogotá, Lima y Quito, 1500-2008</i>
85	3.7	<i>Pérdidas de vidas por terremoto, 1970-2007</i>
85	3.8	<i>Viviendas destruidas por terremoto, 1970-2007</i>
89	3.9	<i>Proceso de generación de un tsunami</i>
90	3.10	<i>Potencial de generación de un tsunami</i>
93	3.11	<i>Grandes olas en puertos, 1586-2007</i>
97	3.12	<i>Generación de volcanes de zonas de subducción</i>
98	3.13	<i>Volcanes de las islas Galápagos</i>
101	3.14	<i>Gravedad de los fenómenos volcánicos, Colombia</i>
102	3.15	<i>Gravedad de los fenómenos volcánicos, Ecuador</i>
103	3.16	<i>Gravedad de los fenómenos volcánicos, Perú</i>
107	3.17	<i>Erupciones volcánicas con efectos en la población y bienes, 1990-2008</i>
		4. POR ENCIMA DE LA TIERRA
111	4.1	<i>Deslizamientos y flujos de detritos</i>
116	4.2	<i>Población expuesta a movimientos en masa</i>
117	4.3	<i>Movimientos en masa con 20 o más pérdidas de vidas y 50 o más viviendas destruidas, 1970-2006</i>
123	4.4	<i>Patrones de lluvia en la subregión andina</i>
129	4.5	<i>Pérdidas de vidas y personas afectadas por inundaciones, 1970-2007</i>
129	4.6	<i>Viviendas destruidas y afectadas por inundaciones, 1970-2007</i>
133	4.7	<i>Promedio mensual de temperatura mínima en cuatro estaciones de la subregión</i>
139	4.8	<i>Registros de heladas con pérdidas de cultivos y efectos en la población, 1970-2007</i>
142	4.9	<i>Lluvia promedio mensual en diferentes zonas de la subregión</i>
148	4.10	<i>Registros de sequías con pérdidas asociadas, 1970-2007</i>
151	4.11	<i>Circulación atmosférica en condiciones normales y El Niño</i>
152	4.12	<i>Índice de El Niño Oceánico, 1970-2008</i>
155	4.13	<i>Registros de pérdidas por fenómenos hidrometeorológicos en la subregión, 1970-2007</i>
		5. A MANERA DE BALANCE
159	5.1	<i>Población de la CAN expuesta a amenazas</i>
159	5.2	<i>Número de registros de pérdidas en la CAN, 1970-2007</i>
159	5.3	<i>Pérdidas de vidas en la CAN, 1970-2007</i>
159	5.4	<i>Viviendas destruidas en la CAN, 1970-2007</i>

TABLAS

Pág.	 1. ENFOQUE Y METODOLOGÍA
25	1.1 <i>Matriz de exposición: cruce de variables socioeconómicas y amenazas</i>
	 2. CONTEXTO SUBREGIONAL
39	2.1 <i>Población total por país, 1995-2009</i>
42	2.2 <i>Producto Interno Bruto por habitante, 2000-2008</i>
42	2.3 <i>Ciudades con más de un millón de habitantes</i>
43	2.4 <i>Participación de las principales actividades económicas en el PIB, 2007</i>
46	2.5 <i>Superficie destinada a producción agropecuaria, 2007</i>
48	2.6 <i>Producción, exportación y demanda de petróleo, 2006</i>
48	2.7 <i>Producción, exportación y demanda de gas, 2006</i>
52	2.8 <i>Tráfico portuario en la subregión, entrada y salida, 2007</i>
63	2.9 <i>Registros y pérdidas por desastres en la subregión, 1970-2007</i>
	 3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA
75	3.1 <i>Kilómetros de vías expuestos a amenaza sísmica según tipo de eje</i>
	 4. POR ENCIMA DE LA TIERRA
126	4.1 <i>Población expuesta a inundaciones</i>
126	4.2 <i>Superficie agropecuaria expuesta a inundaciones</i>
134	4.3 <i>Intensidad de las heladas</i>
136	4.4 <i>Población expuesta a heladas</i>
136	4.5 <i>Superficie agropecuaria expuesta a heladas</i>
145	4.6 <i>Población expuesta a sequías</i>
145	4.7 <i>Superficie agropecuaria expuesta a sequías</i>
154	4.8 <i>Estimación de daños asociados con El Niño 1982-1983 y 1997-1998</i>

MAPAS

Pág.	 2. CONTEXTO SUBREGIONAL
29	1. <i>Subregión andina</i>
32	2. <i>Relieve</i>
34	3. <i>Cuencas hidrográficas</i>
36	4. <i>Lluvias anuales promedio</i>
37	5. <i>Principales ecorregiones</i>
41	6. <i>Unidades político-administrativas de más de 50 000 habitantes, 1970</i>
42	7. <i>Unidades político-administrativas de más de 50 000 habitantes, 2005</i>
47	8. <i>Áreas de uso agropecuario</i>
49	9. <i>Sistema de producción y transporte de hidrocarburos</i>
51	10. <i>Generación y transmisión de energía eléctrica</i>
53	11. <i>Tráfico portuario marítimo y fluvial, 2007</i>
55	12. <i>Sistema Andino de Carreteras</i>
57	13. <i>Tráfico de pasajeros en aeropuertos internacionales, 2007</i>
59	14. <i>Cobertura vegetal y usos del suelo, 2000</i>
60	15. <i>Áreas protegidas</i>
	 3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA
71	16. <i>Sismos de magnitud superior a 5,5, 1973-2009</i>
73	17. <i>Amenaza sísmica</i>
77	18. <i>Población expuesta a amenaza sísmica, 2005</i>
78	19. <i>Sistema Andino de Carreteras y puertos expuestos a amenaza sísmica</i>
79	20. <i>Aeropuertos internacionales expuestos a amenaza sísmica</i>
80	21. <i>Oleoductos y refinerías expuestos a amenaza sísmica</i>
81	22. <i>Poliductos expuestos a amenaza sísmica</i>
82	23. <i>Gasoductos expuestos a amenaza sísmica</i>
83	24. <i>Infraestructura de energía eléctrica expuesta a amenaza sísmica</i>
86	25. <i>Pérdidas de vidas por terremotos, 1970-2007</i>
87	26. <i>Viviendas destruidas por terremotos, 1970-2007</i>
92	27. <i>Puertos y ciudades expuestos a tsunami</i>
94	28. <i>Terremotos que generaron tsunami en la subregión andina, 1586-2007</i>
99	29. <i>El fuego interno de los Andes</i>
106	30. <i>Infraestructura expuesta a amenaza volcánica</i>
	 4. POR ENCIMA DE LA TIERRA
113	31. <i>Variables utilizadas en el modelamiento de movimientos en masa</i>
114	32. <i>Susceptibilidad a los deslizamientos</i>
115	33. <i>Susceptibilidad a los flujos de detritos</i>
118	34. <i>Pérdidas de vidas por deslizamientos, 1970-2007</i>
119	35. <i>Viviendas destruidas por deslizamientos, 1970-2007</i>
120	36. <i>Pérdidas de vidas por flujos de detritos, 1970-2007</i>
121	37. <i>Viviendas destruidas por flujos de detritos, 1970-2007</i>
125	38. <i>Zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones</i>
127	39. <i>Población expuesta a inundaciones, 2001-2005</i>
128	40. <i>Áreas de uso agropecuario expuestas a inundaciones</i>
130	41. <i>Pérdidas de vidas por inundaciones, 1970-2007</i>
131	42. <i>Viviendas destruidas por inundaciones, 1970-2007</i>
135	43. <i>Zonas susceptibles a heladas</i>
137	44. <i>Población expuesta a heladas</i>
138	45. <i>Áreas de uso agropecuario expuestas a heladas</i>
143	46. <i>Zonas de mayor susceptibilidad a sequías</i>
146	47. <i>Población expuesta a sequías, 2001-2005</i>
147	48. <i>Áreas de uso agropecuario expuestas a sequías</i>



ENFOQUE Y METODOLOGÍA



ENFOQUE Y METODOLOGÍA

La representación espacial del riesgo asociado con amenazas por fenómenos naturales es una herramienta que permite orientar y priorizar el diseño de programas y proyectos de reducción de riesgos y por lo tanto de pérdidas. Para su construcción se requiere disponer de mapas de amenazas y vulnerabilidades según la relación

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \otimes \text{Vulnerabilidad}$$

A escala de la subregión es factible disponer de información de amenazas por fenómenos naturales. Sin embargo, estudios y cartografía de vulnerabilidad, que implican el cálculo de la resistencia de los elementos expuestos a diferentes niveles de amenaza, están disponibles solo para pocas ciudades o para infraestructura específica.

De manera general la exposición representa un aspecto del riesgo, ya que se refiere a aquellos elementos que por su localización pueden sufrir algún nivel de daños o pérdidas como consecuencia de la acción de la amenaza. Conocer la distribución y cantidad de elementos expuestos a un nivel de amenaza específico permite priorizar y promover actividades básicas, como estudios de vulnerabilidad y riesgo. Este conocimiento se puede considerar un indicador que les señala a los interesados hacia dónde enfocar prioridades de análisis y medidas estructurales (físicas) y no estructurales (legislación, educación y difusión) de reducción de riesgos (mitigación).

La exposición a la amenaza es una condición indispensable para que existan pérdidas o daños, pero no determina el grado o nivel de estos daños, pues éstos dependen de condiciones intrínsecas de los elementos expuestos, es decir, de su vulnerabilidad.

El Atlas presenta una visión subregional del nivel de exposición de las concentraciones poblacionales, las actividades y los recursos estratégicos a las amenazas asociadas con la ocurrencia de fenómenos naturales.

OBJETIVO

El Atlas tiene por objetivo contribuir a la construcción de una visión subregional del riesgo en los países de la Comunidad Andina, a partir de la estimación de la población e infraestructura expuestas a diferentes niveles de amenaza por fenómenos naturales.

PÚBLICO OBJETIVO

El Atlas se ha concebido como una herramienta para las entidades de planificación y desarrollo, los ministerios de vivienda, agricultura, energía y ambiente; las instituciones de los sistemas nacionales de gestión de riesgo y los proyectos de cooperación internacional y entidades subregionales, entre otros. Provee una visión integral de la exposición de vidas humanas y bienes de la Comunidad Andina ante amenazas naturales comunes, para apoyar la gestión de riesgo a escala subregional.

ALCANCE

A partir de cartografía y bases de datos disponibles a escala nacional y subregional, se generaron productos -mapas- integrados subregionalmente. Se realizaron análisis de tipo semicuantitativo que buscan resaltar aspectos relacionados con la problemática de riesgos de interés subregional, que no sustituyen estudios detallados realizados o realizables a escalas de mayor resolución, por países, zonas de interés o proyectos de mitigación de riesgos a nivel local o de sectores productivos y de servicios.

ESCALA

Se adoptó la escala 1:11 millones para representar las variables socioeconómicas expuestas y las amenazas.

METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN
DE LA CARTOGRAFÍA

La exposición se define como la cantidad de población, bienes o infraestructura localizados sobre un territorio, que están directamente sujetos a un nivel de amenaza específico por un fenómeno natural (Menoni, 2008; CEDERI, 1988).

La construcción de la cartografía de exposición resulta del cruce y análisis espacial de variables socioeconómicas seleccionadas (población, bienes e infraestructura), con mapas de los niveles de amenaza por fenómenos naturales de interés. El resultado es la distribución y cantidad de elementos expuestos.

La exposición absoluta se define como la cantidad total de población, bienes o infraestructura y la exposición relativa como el porcentaje de elementos localizados en zonas de diferente nivel de amenaza o susceptibilidad, según sea el caso.

Al final del documento hay un glosario de términos, y la memoria técnica con las fuentes de información utilizadas y el procedimiento realizado para la integración está disponible en las páginas web:

www.comunidadandina.org
www.caprade.org

A continuación encontrará la descripción de la integración o construcción de la cartografía de:

- Variables socioeconómicas
- Amenazas
- Exposición

VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

La selección de las variables de interés de un estudio de exposición está condicionada por la escala de análisis. En una ciudad la escala puede variar entre 1:2 000 y 1:40 000, de manera que la infraestructura visible incluya elementos como acueductos, hospitales, escuelas y viviendas, y se pueda hacer un análisis de la población expuesta con resolución de barrio o de manzana.

Para la escala de trabajo seleccionada, 1:11 millones, las variables socioeconómicas visibles y analizables cartográficamente son:

- Población a nivel de municipio o equivalente
- Vías de interés subregional
- Puertos marítimos y fluviales principales
- Aeropuertos internacionales
- Generación y transporte de energía eléctrica de los sistemas de interconexión nacional
- Sistema de generación y transporte de hidrocarburos
- Áreas de uso agropecuario

Se utilizaron la cartografía, bases de datos y estadísticas disponibles a niveles nacional y subregional, que fueron incorporadas a la cartografía generada para el Atlas (Ver Memoria Técnica).

Las variables son representadas en mapas a escala 1:11 millones, donde una línea de un milímetro de espesor equivale a un corredor de 11 kilómetros de ancho sobre el terreno real.

La exposición absoluta se define como la cantidad total de población, bienes o infraestructura localizados en zonas con diferente nivel de amenaza o susceptibilidad, según sea el caso.

La exposición relativa se define como el porcentaje de población, bienes o infraestructura localizados en zonas con diferentes niveles de amenaza o susceptibilidad, según sea el caso.

Las variables socioeconómicas de interés subregional analizadas fueron población, infraestructura de movilidad (vías, puertos y aeropuertos), infraestructura energética (electricidad e hidrocarburos) y áreas de uso agropecuario.

AMENAZAS POR FENÓMENOS NATURALES

Por su ubicación cerca del ecuador terrestre, con un clima tropical sin la presencia de estaciones marcadas, con el relieve elevado de la cordillera de los Andes, con bosques húmedos, punas y yungas, costas en dos océanos, vastas extensiones de tierra en la selva amazónica y regiones desérticas, en la subregión se manifiestan casi todos los fenómenos naturales con potencial de amenaza, desde los generados por procesos del interior de la Tierra (terremotos, tsunami y erupciones volcánicas) hasta los que ocurren por encima de ella, asociados con fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, movimientos en masa, heladas, sequías, huracanes, granizadas, lluvias intensas, tormentas eléctricas y el fenómeno El Niño.

Los fenómenos estudiados en el Atlas son: terremotos, tsunami, erupciones volcánicas, movimientos en masa, inundaciones, heladas, sequías y el fenómeno El Niño.

En el Atlas se privilegiaron los fenómenos de interés subregional: terremotos, erupciones volcánicas, tsunami, movimientos en masa, inundaciones, heladas, sequías y el fenómeno El Niño. No se incluyeron los huracanes, ya que sólo se presentan en uno de los cuatro países; ni las granizadas y tormentas eléctricas, cuya ocurrencia es local.

La evaluación integral de la amenaza de un fenómeno natural implica el estudio de su fuente en función de su ubicación, magnitud y recurrencia, y el estudio del sitio según su intensidad y ocurrencia. Los estudios de amenaza sísmica son, por lo general, los únicos que responden todas las preguntas sobre la fuente: ubicación de la(s) falla(s), tamaño, según la máxima energía (magnitud) que la falla puede liberar y recurrencia (lapso en que se espera que ocurra un terremoto con una magnitud predefinida). Sobre el sitio o zona geográfica se puede estimar anticipadamente la intensidad, por ejemplo según el nivel de fuerza con que será sacudido el terreno.

El conocimiento sobre las amenazas por los demás fenómenos de interés es variable. Se cuenta con información y cartografía a partir de aproximaciones cualitativas, en algunos casos semicuantitativas, de la predisposición de los terrenos a generar movimientos en masa o a inundarse, del nivel de gravedad de los fenómenos volcánicos o de la recurrencia de tsunami.

Esto implicó que los mapas integrados al Atlas sean de diverso tipo: mapas de amenaza o peligro sísmico probabilístico, mapas locales de gravedad de fenómenos volcánicos, mapeo de zonas susceptibles a inundaciones, heladas y sequías, a partir de información cartográfica de cada país y, finalmente, modelos de susceptibilidad a movimientos en masa (deslizamientos y flujos de detritos). La cartografía desarrollada es:

La cartografía subregional de variables socioeconómicas y de amenazas se elaboró a partir de información disponible, integrada por iniciativas internacionales, y cartografía nacional, suministrada por los servicios nacionales, la cual fue integrada y homogeneizada.

- **Terremotos:** Amenaza sísmica probabilística. Con base en el mapa del peligro sísmico para Suramérica – CERESIS (1996).

- **Movimientos en masa:** Susceptibilidad a deslizamientos y a flujos de detritos. Aunque existen diversos mapas a escala nacional de zonas de alta ocurrencia de deslizamientos y de susceptibilidad, la integración de ello no es una tarea trivial ya que fueron construidos con diferentes criterios y metodologías. Se desarrollaron dos modelos de susceptibilidad, a deslizamientos y a flujos de detritos, a escala subregional.

- **Vulcanismo:** Gravedad de los fenómenos volcánicos. Se utilizaron fuentes nacionales a escalas detalladas (del orden de 1:100 000) que representan el nivel de gravedad de los fenómenos (flujos, cenizas) para una selección de volcanes de Colombia, Ecuador y Perú.

- **Tsunami:** Potencial de ocurrencia de tsunami. A partir del análisis espacial de la ocurrencia histórica de olas de tsunami (Novosibirsk, 2008) y el mapa de alturas de olas esperables desarrollado por UNEP (2009) se presenta la información sobre zonas de mayor potencial de generación de tsunami y alturas de olas observadas en la costa.

- **Inundaciones:** Zonas susceptibles a inundaciones. Se integraron mapas nacionales de ocurrencia histórica de inundaciones.

- **Heladas:** Zonas susceptibles a heladas. Se integraron mapas nacionales de distribución de número de heladas por año (Bolivia y Perú), de distribución de temperatura mínima (Ecuador) y de riesgos de helada (Colombia).

- **Sequías:** Zonas susceptibles a sequías. Se integraron mapas nacionales de zonas susceptibles o propensas a sequías y déficit hídrico.

El fenómeno El Niño, cuyos efectos se traducen en variaciones de los regímenes de precipitación y temperaturas que conllevan el incremento, diferenciable según zonas geográficas, de lluvias, inundaciones, movimientos en masa, heladas y sequías, se trata de manera parcial a lo largo del capítulo 4 "Por encima de la Tierra" y de manera específica al final del mismo.

La cartografía de exposición es el resultado del cruce espacial de los mapas de amenaza o de susceptibilidad, según sea el caso, con los mapas de las variables socioeconómicas de interés.

EXPOSICIÓN

Para la construcción de la cartografía de exposición se realizó un cruce o superposición espacial de variables socioeconómicas y de la de amenazas y susceptibilidad a fenómenos naturales. Los atributos de la amenaza se dedujeron con base en las variables socioeconómicas y, por tanto, el nivel de exposición de la población y la infraestructura está relacionado directamente con los niveles de amenaza o susceptibilidad, según sea el caso. El cruce de estas variables se ilustra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Matriz de cruce de variables socioeconómicas y amenazas

Variables Socioeconómicas	Amenazas, susceptibilidades o potencial de ocurrencia a los fenómenos naturales							
	Terremotos	Volcanes	Deslizamiento	Flujo de detritos	Inundación	Helada	Sequía	Tsunami
Población	■	■	■	■	■	■	■	■
Vías	■	■	■	■	■	—	—	■
Generación y transmisión de energía eléctrica	■	■	■	■	■	■	■	■
Infraestructura de petróleo	■	■	■	■	■	■	—	■
Puertos	■	■	■	■	■	■	■	■
Aeropuertos internacionales	■	■	■	■	■	■	■	■
Áreas cultivadas	—	■	■	■	■	■	■	■

■ Cruce realizado

■ Cruce realizado, presentado en textos y gráficos ya que a la escala 1:11 millones el producto cartográfico es ilegible.

■ Cruce realizado, los mapas de amenaza volcánica tienen una escala con mayor detalle, lo que permitió que las variables socioeconómicas expuestas se representaran en un solo mapa.

■ Para el cruce Tsunami y puertos se hizo un análisis más integral, que incluyó, además de los puertos importantes, ciudades costeras y puertos de importancia muy local. Para ello se utilizaron datos de las poblaciones costeras.

■ Aunque el cruce de las variables es factible no es posible realizarlo a la escala de trabajo de 1:11 millones, ya que resulta muy general. El cruce es necesario y posible para estudios detallados o de caso.

— No aplica



CONTEXTO SUBREGIONAL





NUESTRO TERRITORIO

El territorio es el espacio terrestre en el que se desarrollan las actividades humanas, es un producto social que se construye y se transforma.

Nuestro territorio es la porción de la superficie terrestre ocupada por los cuatro Países Miembros de la CAN, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, con atributos interdependientes: las poblaciones humanas que lo habitan, usan y transforman y los ecosistemas, el relieve, la hidrología, el clima. Incluye el agua que desciende de los nevados y páramos andinos hasta llegar al océano, pasando por diversos pisos térmicos y ecorregiones, las rutas migratorias que comunican e intercambian especies vegetales y animales, y las carreteras que permiten el traslado de productos y facilitan la comunicación entre los pueblos.

El territorio, como resultado de la acción humana, se construye y se transforma a partir de relaciones entre procesos naturales y sociales indisolubles y mutuamente incluyentes. Por tanto tiene un valor político y administrativo para la planificación del desarrollo y su manejo general que comprende:

- **Su estructura**, que se relaciona con el ambiente natural y construido.
- **El ambiente natural**, que incluye las formaciones rocosas y los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, el clima, la vegetación y las especies animales.
- **El ambiente construido**, que comprende, entre otros, la organización espacial, el uso y ocupación, la distribución de la población, la infraestructura productiva y de servicios, las normas y códigos de construcción, el tejido urbano, las plantas industriales y las fuentes de contaminación (desechos sólidos, líquidos y gaseosos).
- **Las funciones**, ligadas a actividades humanas (producción, consumo e intercambios) y las ligadas a los ecosistemas.
- **La lógica y la dinámica del desarrollo del territorio**, es decir, todo lo que se vincula con la gobernabilidad, las políticas de desarrollo, los elementos de control y los aspectos organizacionales, entre otros.

Algunas variables del territorio son relativamente estables, como las rocas sobre las cuales se desarrollan los suelos; otras tienen ocurrencia esporádica o no cíclica, como los fenómenos originados en el interior de la Tierra, por ejemplo los terremotos. Unas más tienen ciclos, como el clima que cambia en la escala temporal y espacial, e incluye fenómenos con periodos que oscilan entre tres y siete años, como El Niño, o decadales, como la Oscilación del Atlántico Norte.

Finalmente, algunos fenómenos que tienen lugar en el territorio aumentan o disminuyen como producto de la actividad humana: el crecimiento poblacional, la disminución de bosques naturales, el aumento de factores contaminantes o la disminución del agua disponible por el decrecimiento de los casquetes glaciares en los altos Andes; este último relacionado con el aumento de las temperaturas de la atmósfera que conduce a la alteración del efecto invernadero natural. Esta visión dinámica es muy importante, porque el territorio es un sistema, o mejor, un conjunto de sistemas interdependientes, que evoluciona por la intervención humana y las dinámicas de las variables ambientales.

1. Subregión andina



Elaborado a partir de Amante y Eakins (2008), CAF (2009), IDECAN (2009), Jarvis y otros (2008) Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2008. Proyección: Geográfica. Datum WGS84

Con 3,8 millones de kilómetros cuadrados de área, la Comunidad Andina es recorrida por 6 630 kilómetros del eje vial troncal que une a Tarija, al sur de Bolivia, con la península de la Guajira en el norte de Colombia.

Convenciones

- Capital
- Población
- ⚓ Puerto marítimo y fluvial
- ✈ Aeropuerto internacional
- Límite internacional
- Eje vial troncal

EN DONDE ESTAMOS

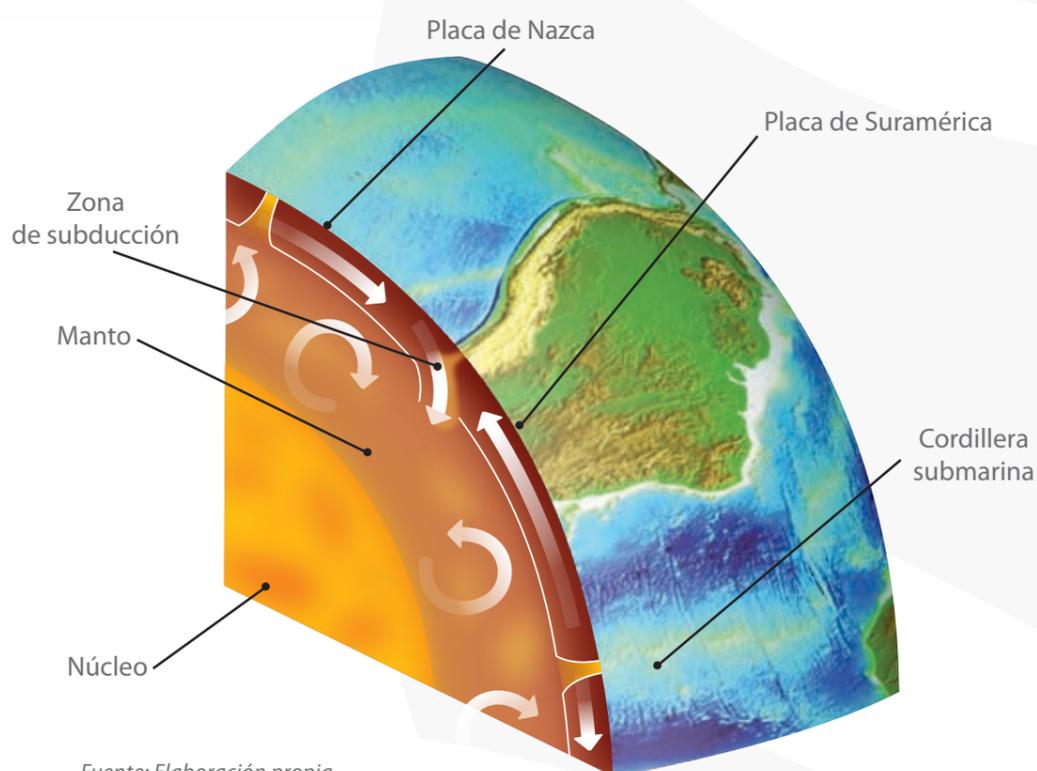


El territorio de los países de la Comunidad Andina se ubica al noroccidente de América del Sur (Mapa 1) y cubre 3,8 millones de kilómetros cuadrados, distribuidos así: 29% en Bolivia, 30% en Colombia, 7% en Ecuador y 34% en Perú. Está bañado por el océano Pacífico a lo largo de 1 300 kilómetros de costa en Colombia, 640 en Ecuador y 2 414 en Perú. Por el norte lo bañan las aguas del mar Caribe en 1 900 kilómetros de costa en Colombia.

Para comprender en donde estamos es necesario apoyarse en los conocimientos que la humanidad ha acumulado sobre la Tierra, sus dinámicas y la interacción entre los elementos que la conforman. En sus cerca de 4 600 millones de años la Tierra ha tenido innumerables cambios como producto de un continuo estado de transformación que a escala humana es imperceptible. Ejemplo de ello es la separación de África y Sur América que hace 190 millones de años estaban unidos en un sólo continente. El calor ascendente del interior de la Tierra, que empuja roca fundida, empezó a generar nueva corteza oceánica entre ellos y, como una banda transportadora, los separó en dos partes conocidas como placas tectónicas. Esta actividad continúa hoy en día separando las placas, y por lo tanto los continentes, a lo largo de la cordillera submarina en el Atlántico que se extiende por más de 20 mil kilómetros bajo el océano (Figura 2.1).

De los 3,8 millones de kilómetros cuadrados que cubren el territorio de la CAN, el 29% corresponde a Bolivia; el 30%, a Colombia; el 7%, a Ecuador y el 34%, a Perú.

Figura 2.1. Movimiento de las placas tectónicas en América del Sur



Fuente: Elaboración propia.

En el océano Pacífico existe otra cordillera submarina que separa las placas tectónicas del Pacífico y de Nazca; ésta es empujada contra la placa de Suramérica. La zona de choque se marca como una larga fosa oceánica desde Chile hasta Colombia. La profundidad de la fosa alcanza 7 200 metros frente a las costas peruanas a la latitud de Arequipa. Frente a Ecuador la máxima profundidad es de 4 800 metros y frente a Colombia, de 4 200.

Las rocas de las placas oceánicas son ricas en hierro y magnesio, lo que las hace más pesadas que las continentales. En el choque de placas la oceánica se sumerge bajo el continente y la continental se pliega y se levanta cerca de la costa, formando la cordillera de los Andes.

La cordillera de los Andes es la cadena montañosa más larga del mundo; tiene cerca de 7 250 kilómetros de longitud, de los cuales 4 100 atraviesan la Comunidad Andina; cubre un área de 1,4 millones de kilómetros cuadrados y representa el 37% del área continental. Tiene 570 kilómetros de ancho en el altiplano de Bolivia y Perú. Los picos más altos son: en Bolivia, el nevado Sajama con 6 542 metros sobre el nivel del mar; en Colombia, el volcán nevado del Huila con 5 364 msnm; en Ecuador, el volcán Chimborazo con 6 310 msnm y en Perú, el nevado Huascarán, con 6 768 msnm (Mapa 2).

La Cordillera de los Andes, el sistema montañoso más largo del mundo, se formó, y continúa formándose, por el choque entre las placas tectónicas de Nazca y Suramérica.

La zona de subducción alcanza la mayor profundidad de la subregión andina frente a la costa peruana: 7 200 metros.

2. Relieve



La Tierra es un gran sistema compuesto por subsistemas: la geósfera o Tierra sólida; la hidrósfera, conformada por los océanos, mares, ríos, lagos y aguas subterráneas; la atmósfera, la capa gaseosa que regula la radiación solar y la temperatura y protege la vida en la Tierra; la criósfera, que son las masas de hielo de la Antártida, el Ártico y las altas montañas; y la biósfera, de la cual hacemos parte junto con la fauna y la flora.

Los subsistemas interactúan estrechamente y condicionan las características del clima, de la fauna y de la flora en cada lugar. Los ríos, parte vital de nuestra existencia, se conjugan con el relieve para formar las cuencas hidrográficas. La más grande es la cuenca del río Amazonas, que se nutre de ríos de los cuatro países que nacen en las partes más elevadas de los Andes; esta cuenca cubre 2,1 millones de kilómetros cuadrados en la Comunidad Andina, que representan el 59% de su área (Mapa 3).

El clima de la Tierra, dominado por la energía proveniente del Sol, es resultado, además, de los intercambios de materia y energía entre todas las esferas de la naturaleza: geósfera, atmósfera, criósfera y biósfera. En el pasado geológico ocurrieron cambios en la geósfera que implicaron variaciones en la dinámica de la hidrósfera que, a su vez, condicionaron el clima, la fauna y la flora en la región de la Comunidad Andina.

Para explicar lo anterior entra en juego la placa tectónica del Caribe, que originalmente estaba ubicada en la actual región de las islas Galápagos (Ecuador) en el océano Pacífico. La placa del Caribe viajó sobre el manto terrestre desde Galápagos hasta su ubicación actual. En su paso hacia el norte rozó la placa de Suramérica y aumentó su tamaño con rocas de la corteza oceánica que se adosaron a los Andes, desde Guayaquil, en Ecuador, hasta el norte de Colombia. En ese trayecto no existía el istmo de Panamá y los océanos Atlántico y Pacífico eran uno sólo.

Hace tres millones de años emergió el istmo de Panamá, que actuó como un puente para la migración de especies vegetales y animales entre Sur y Norte América y como una barrera que separó los dos océanos. Ello generó cambios drásticos en la hidrósfera: el Pacífico, el más grande de todos los océanos, disminuyó su salinidad. La corriente atlántica cálida del Golfo de México viró hacia el norte, mientras que la corriente fría de Humboldt, que roza las costas de Chile y Perú hasta llegar al sur del Ecuador, lo hizo hacia el occidente. Ello hace que las aguas del Pacífico en Ecuador, Colombia y Panamá sean más cálidas (Figura 2.2).

Como producto de la energía proveniente del Sol y de la rotación de la Tierra alrededor de él, se generan sistemas de altas presiones atmosféricas en las latitudes medias que originan la circulación de los vientos alisios, los cuales confluyen sobre la región y determinan el comportamiento de las lluvias en Ecuador y Colombia, principalmente (Henríquez, 2009).

En la región del Amazonas, compartida por los cuatro países, las lluvias promedio anuales alcanzan los 7 000 milímetros. En la región pacífica, desde Ecuador hasta Panamá, se encuentra una de las zonas más húmedas del planeta, el llamado Chocó biogeográfico, que tiene un promedio anual de lluvias de más de 9 000 milímetros. También, en la zona de López de Micay del departamento del Cauca, en la costa pacífica colombiana, se han registrado las lluvias promedio más altas del planeta con 13 327 mm y 13 007 mm en sendas estaciones (Henríquez, 2009). En contraste, al sur, desde el desierto de Atacama en Chile y a lo largo de toda la costa, en el desierto de Sechura en Perú, se localiza una de las zonas más secas de la Tierra. Las lluvias promedio anuales en la costa peruana varían de 0 mm a 5 mm al año (SENAMHI, sf) (Mapa 4).

Así es la interacción entre los diferentes subsistemas: los altos Andes que actúan como barrera de vientos húmedos (geósfera y atmósfera), las masas y corrientes oceánicas (hidrósfera) cálidas o frías y la posición intertropical de la subregión andina, con altos niveles de insolación a lo largo de todo el año, explican la diversidad de ecorregiones del subsistema biósfera, del que los humanos somos un agente, con un inusitado poder de intervención.

En la subregión andina se registran lluvias extremas: las más altas del planeta en la costa del Pacífico colombiano con la cifra récord de 13 327 mm en un año, y lluvias entre las mínimas registradas en el mundo, por debajo de los 5 mm anuales, en la costa seca del Perú.

3. Cuencas hidrográficas



Cuencas

	Amazonas		Río de la Plata		Capital
	Atlántico		Titicaca y salares		Ciudades principales
	Caribe		Pacífico		

 Ríos cortos y torrenciales refrescan el desierto de la costa peruana; ríos cortos y caudalosos transitan por la selva del Chocó biogeográfico; las aguas del Titicaca en gran parte se evaporan y un 5% va por el río Desaguadero hasta los salares de Coipasa y Uyuni; ríos largos y sinuosos alimentan el Amazonas, el río de la Plata y el mar Caribe.

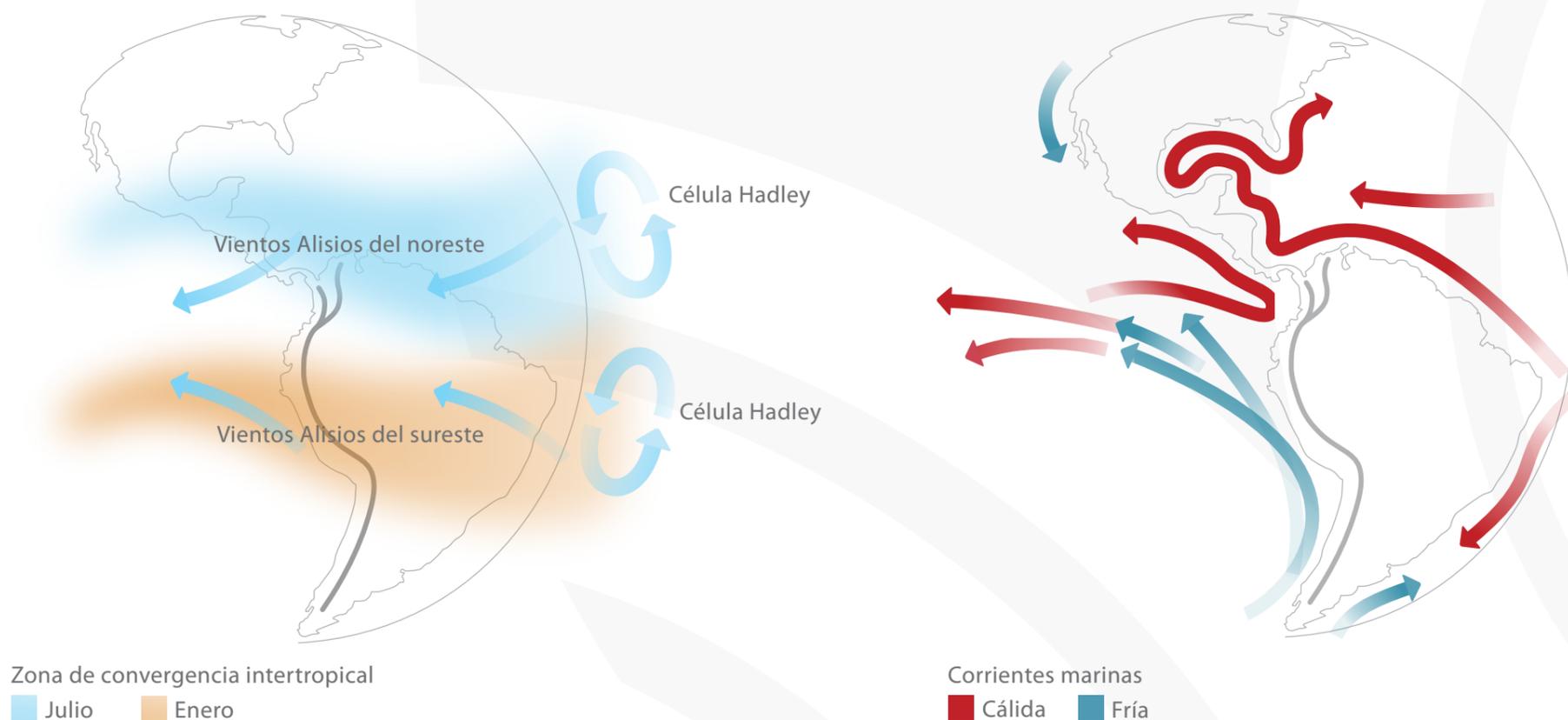
Las principales ecorregiones de la Comunidad Andina son: la Amazonia, los Andes, el Caribe, el Chaco, la costa húmeda, la costa seca, la Orinoquia, la puna y las yungas (Mapa 5). En las ecorregiones que conforman la cordillera de los Andes: Andes, puna, yungas y costa seca se han documentado 133 ecosistemas, por lo que la subregión andina es considerada como la de mayor riqueza y diversidad biológica en la Tierra. En ellos se encuentran el 95% de los glaciares tropicales del mundo, páramos que poseen la flora tropical de montaña más diversa del planeta y salares en el altiplano boliviano que son probablemente los ecosistemas salinos de alta montaña más extensos de la Tierra (Secretaría General de la CAN, 2009).

Los ecosistemas de montaña como los Andes, la puna y las yungas donde nacen los principales ríos de la subregión, están expuestos a la presión de la población que los habita y al uso intensivo para fines agrícolas y ganaderos, en algunos casos sobre terrenos frágiles o no aptos, lo que aumenta la vulnerabilidad de estos ecosistemas frente a fenómenos hidrometeorológicos como heladas y sequías. En relación con el calentamiento global, los glaciares andinos están disminuyendo su tamaño a gran velocidad (Secretaría General de la CAN, 2009).

La influencia de los Andes es tan profunda, continua y homogénea en todo el recorrido sur-norte de Suramérica que se puede considerar un continente asimétrico y netamente diferenciado en sentido oeste-este, y los contrastes en esa dirección tienen prioridad en cualquier proceso de subdivisión jerarquizado del continente, como las subdivisiones ecológicas y climatológicas. La cordillera frena los vientos del oeste como un enorme dique y divide el planeta en un hemisferio oceánico, que incluye los océanos Pacífico, Índico y áreas vecinas y un hemisferio de tierra, que concentra el grueso de las superficies emergidas y el Atlántico (Tomado de Morello, 1984).

El 59% de la superficie de la Comunidad Andina corresponde a la cuenca amazónica. Ello incluye el flanco oriental de la cordillera de los Andes, donde nacen los ríos que alimentan el Amazonas y la llanura amazónica.

Figura 2.2. Corrientes marinas y circulación atmosférica



Fuente: Elaboración propia.

Los diversos climas de la subregión son el producto de la interacción de la atmósfera con las corrientes marinas de los océanos Atlántico y Pacífico y la cordillera, la cual actúa como barrera para que las masas de aire húmedo se descarguen en forma de lluvias.

4. Lluvias anuales promedio



Lluvias anuales promedio en milímetros



- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Si acumuláramos las lluvias de un año en un tanque de un metro cuadrado de área, en Lima el nivel del agua alcanzaría medio centímetro, mientras que en el Chocó colombiano la altura subiría a 13 metros. En cien años, en Lima tendríamos una altura de medio metro y en el Chocó un tanque de 1,3 kilómetros de altura.

SENAHMI, Bolivia; IDEAM, Colombia; INAHMI, Ecuador; SENAHMI, Perú en colaboración con CIPIEN (2009). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

5. Principales ecorregiones



Clasificación	Costa húmeda	Amazonia	Costa seca	Capital
	Andes húmedos	Caribe	Yungas	Ciudades principales
	Orinoquia	Chaco	Puna	

Más de 200 ecorregiones fueron agrupadas en nueve categorías con el fin de sintetizar su conexión con el clima y el relieve.

Los bosques húmedos, que incluyen la Amazonia y las partes altas de las laderas de los Andes (bosque de niebla y bosques húmedos) cubren el 51% del territorio de la Comunidad Andina. Tanto éstos como los bosques secos, que son el 9%, han perdido terreno al ser talados para pastoreo y usos agrícolas.

A partir de Conservación Internacional (2007) con base en The Nature Conservancy (2004). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2008. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

NUESTRAS GENTES, NUESTROS BIENES



POBLACIÓN 

La población de la Comunidad Andina sobrepasa en el 2009 los 97 millones de personas (Secretaría General de la CAN, 2009), de las cuales el 11% habita en Bolivia; el 46%, en Colombia; el 14%, en Ecuador y el 30%, en Perú (Tabla 2.1). Durante las décadas de 1960 y 1970 la tasa de crecimiento poblacional fue superior al 3% anual, la cual disminuyó en las décadas posteriores, llegando a 1,6% en 1995 y a 1,3% en 2005. Actualmente Bolivia mantiene una tasa de crecimiento cercana al 2%; Ecuador, alrededor de 1,5% y Colombia y Perú, de 1,2%. Aunque las tasas anuales de crecimiento demográfico han disminuido en todos los países y se han ubicado para el conjunto de la región en 1,3% (Figura 2.3), la población total creció entre 1990 y 2008 en casi 25 millones de habitantes.

En el año 2011 la población de la Comunidad Andina habrá superado los 100 millones de habitantes.

Tabla 2.1. Población total por país, 1995 - 2009¹

País	Miles de habitantes			
	1995	2000	2005	2009
Bolivia	7 482	8 428	9 427	10 227
Colombia	37 490	40 282	42 889	44 978
Ecuador	11 397	12 297	13 215	14 005
Perú	23 857	25 650	27 254	28 520
Comunidad Andina	80 226	86 657	92 785	97 731

Fuente: Cifras oficiales de los institutos nacionales de estadística de los Países Miembros de la CAN. Elaboración Secretaría General de la CAN, 2009.

Figura 2.3. Tasas anuales de crecimiento poblacional, 2000-2010²

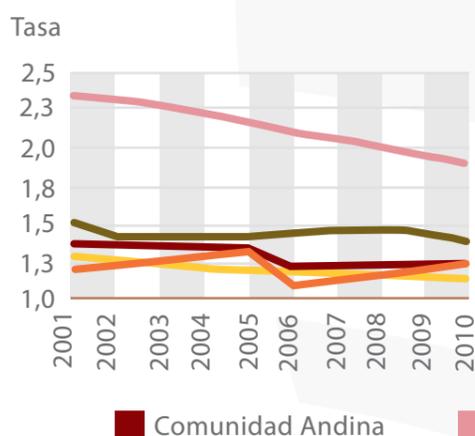
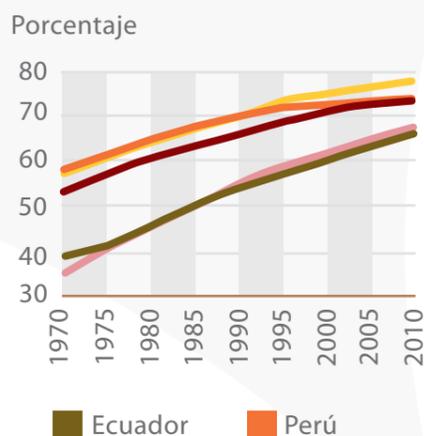


Figura 2.4. Porcentaje de población urbana respecto al total 1970-2010



Fuente Figura 2.3: Cálculos Jan Karremans con base en estadísticas de la Secretaría General de la CAN (2009).

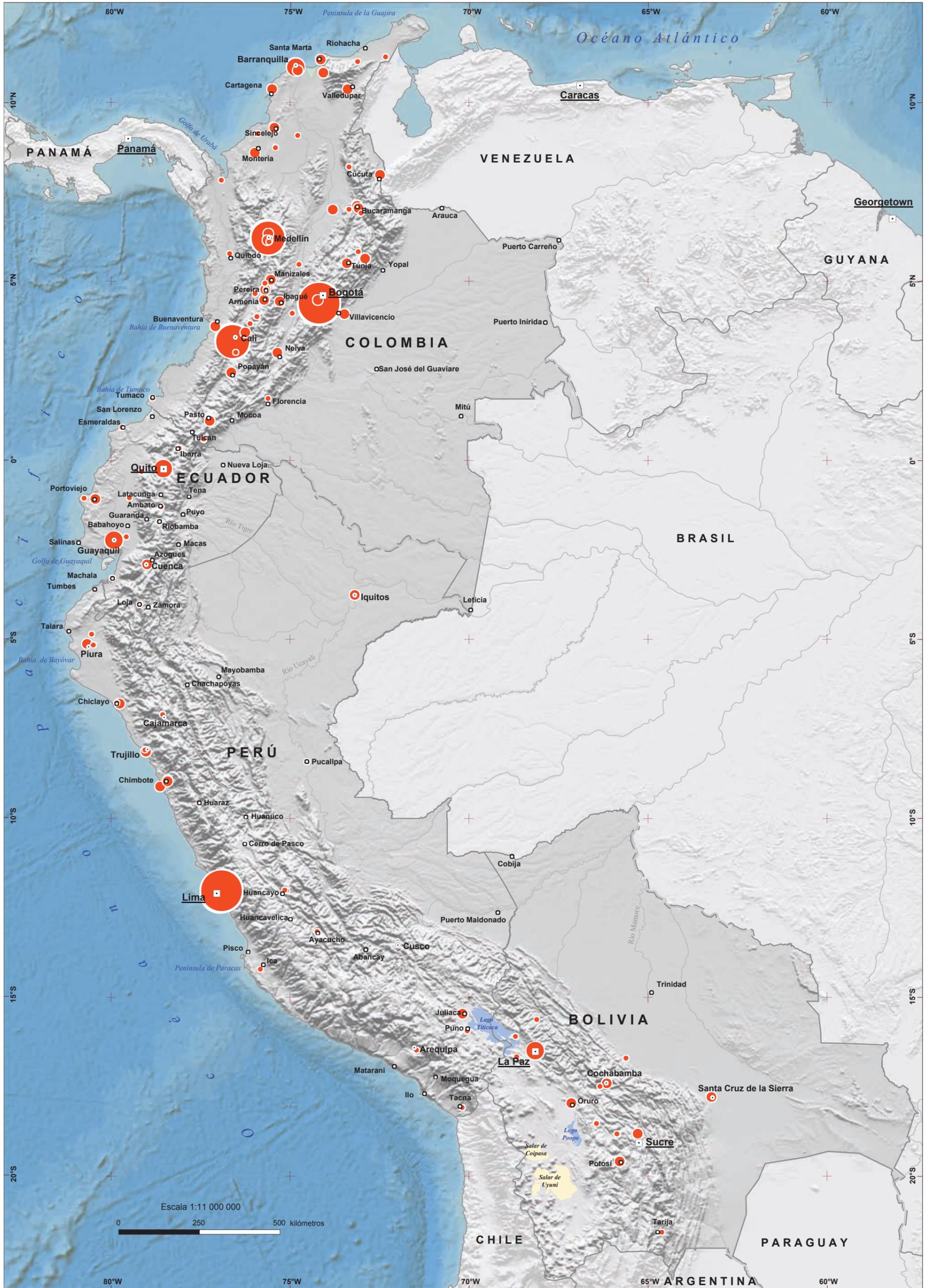
Fuente Figura 2.4: A partir de CEPAL (2009). Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2008.

En el año 1990 el 52% de la población andina vivía en condiciones de pobreza, es decir, con ingresos insuficientes para cubrir los bienes y servicios mínimos esenciales, y el 32% lo hacía en pobreza extrema. Actualmente el 30% del total de los ciudadanos andinos vive en condición de pobreza, mientras que los pobres extremos, quienes ni siquiera logran obtener una canasta mínima de alimentos, son el 16% de la población (Secretaría General de la CAN, 2009).

Debido a las mejoras en la seguridad alimentaria y nutricional y en los servicios de salud, se ha visto un importante aumento en las últimas dos décadas en la esperanza de vida tanto para hombres como para mujeres, en los cuatro países de la CAN, con un promedio en la subregión de 69 años en 1995 a 72 años estimado para el 2010. El producto interno bruto por habitante, expresado en miles de dólares, se ha duplicado entre el 2000 y el 2008, año para el cual fue de 1 889 dólares en Bolivia, USD 4 567 en Colombia, USD 3 960 en Ecuador y USD 4 561 en Perú (Tabla 2.2, pág. 42). Por otro lado, los niveles de desempleo sólo han mejorado ligeramente en la actual década; en el 2008 la tasa de desempleo en la CAN es del 8%.

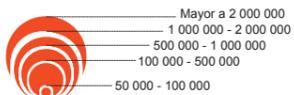
¹Actualizada en octubre de 2005 con base en estimaciones y proyecciones vigentes en el CELADE; las cifras son proyecciones del 2009. ²Las tasas de 2009 y 2010 son proyecciones.

6. Unidades político-administrativas de más de 50 000 habitantes, 1970



A partir de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), United Nations Environment Program (UNEP), Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University, and The World Bank (2005).
Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

Número de habitantes

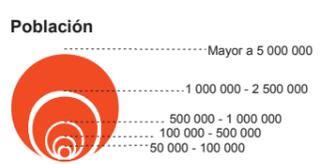
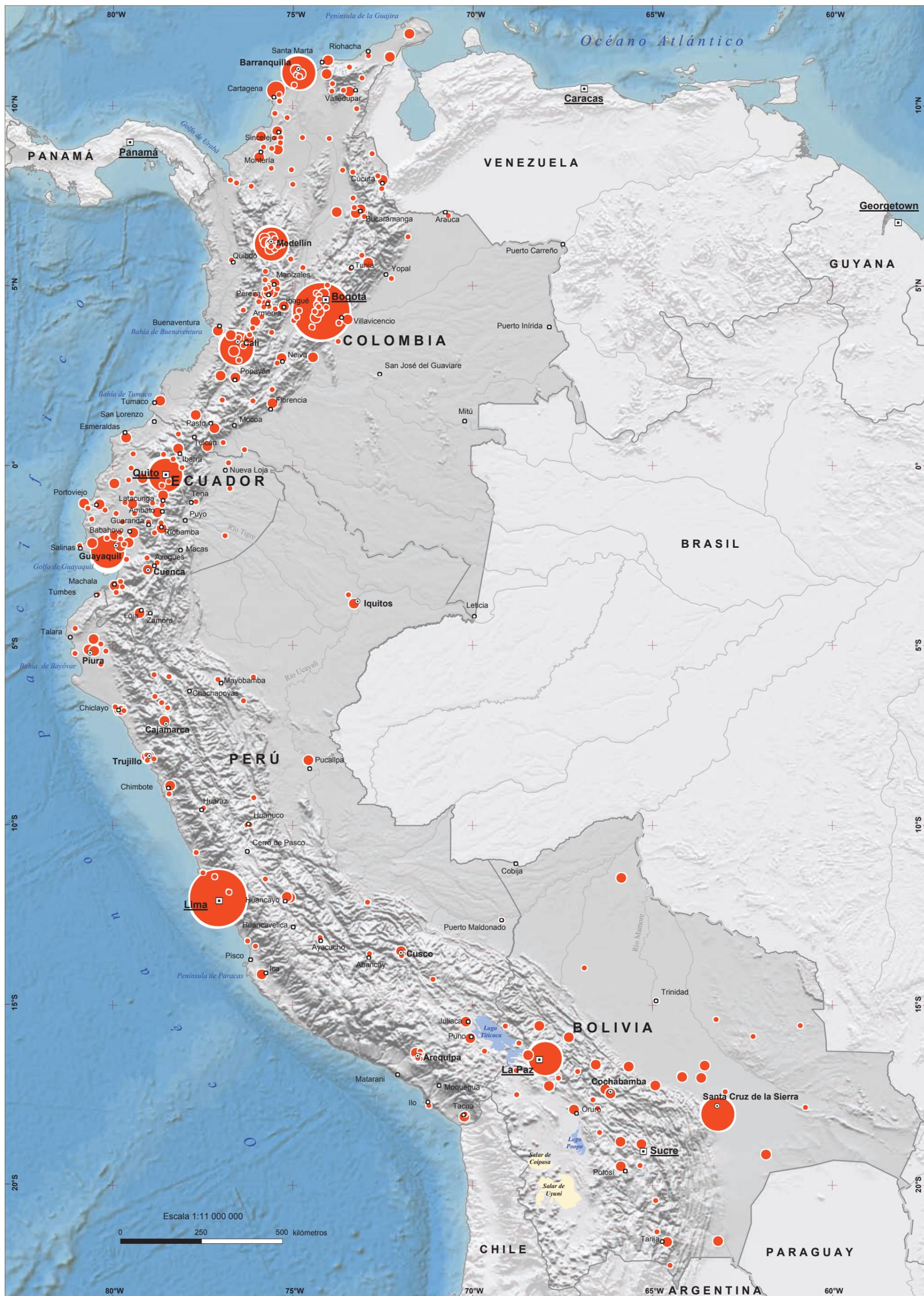


- ▣ Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Las unidades administrativas representadas en el mapa son: provincia en Bolivia, municipio en Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú. Los distritos de Lima y Callao están agrupados.

De 46 millones de personas que vivían en la subregión en 1970, el 49% se concentraba en 105 ciudades de más de 50 mil habitantes. Por entonces Bogotá y Lima ya superaban los dos millones.

7. Unidades político-administrativas de más de 50 000 habitantes, 2005



- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Se representa la población en Unidades Territoriales Estadísticas Andinas (Decisión 534, CAN) de cuarto nivel, con más de 50 000 habitantes; municipios en Bolivia y Colombia, parroquias en Ecuador y distritos en Perú. Los distritos de Lima y Callao están agrupados.

Al finalizar el año 2011 la CAN tendrá 100 millones de habitantes de los cuales 16 millones habitarán en dos capitales: 7,3 en Bogotá y cerca de 9 en Lima-Callao. Por lo menos 240 ciudades (134 más que en 1970) tendrán más de 50 mil habitantes.

A partir de Secretaría General de la CAN (2009) según censos nacionales Bolivia (INE, 2001), Colombia (DANE, 2005), Ecuador (INEC, 2001) y Perú (INEI, 2005). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84

En comparación con las décadas de 1950 y 1960, en la del 2000 la población es predominantemente urbana. Hoy el 73% vive en ciudades grandes y centros urbanos medianos y pequeños.

La población urbana en la subregión andina ha pasado de representar el 56% del total en 1970 al 78%, proyectado al 2010 (Figura 2.4, pág. 39). La densidad promedio es de 25 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo Ecuador el país con mayor densidad, 54, y Bolivia el de menor, con 9 habitantes por kilómetro cuadrado. En 1970 el 49% de la población se asentaba en 105 ciudades de más de 50 mil habitantes, de las que cuatro tenían más de un millón: Cali, Medellín y Bogotá en Colombia, y Lima en Perú (Mapa 6). En 2005, el 62% se concentraba en 239 ciudades de más de 50 mil habitantes. Además de las ciudades que ya tenían un millón de habitantes en la década de 1970, se sumaron al conjunto Santa Cruz de la Sierra en Bolivia, Quito y Guayaquil en Ecuador y Barranquilla en Colombia (Mapa 7). En Lima vive el 27% y en Bogotá el 16% del total de la población del país (Tabla 2.3).

La concentración de personas en centros urbanos ha estado acompañada de un proceso de ocupación de zonas anteriormente poco pobladas. Desde hace varias décadas, en el interior de los cuatro países han ocurrido dos procesos migratorios diferentes: la migración de pobladores rurales hacia los centros urbanos, principalmente en busca de oportunidades de trabajo; y la migración rural-rural, por la cual en especial el campesinado sin tierra va ocupando el territorio ubicado al oriente de la cordillera de los Andes (los Llanos Orientales en Colombia y la cuenca amazónica de los cuatro países), movimiento migratorio conocido como la ampliación de la frontera agrícola. Este último proceso es acompañado además por el creciente desarrollo de actividades extractivas, especialmente de hidrocarburos.

La Figura 2.4 (pág. 39) y la Tabla 2.3 ilustran el primer proceso de migración interna que resulta en una cada vez mayor proporción de población urbana sobre la rural. Este proceso se da en todos los países miembros de la Comunidad Andina, pero es más fuerte en el caso de Bolivia, que pasó de tener alrededor del 65% de la población viviendo en zonas rurales en 1970 a cerca del 35% en la actualidad. La población concentrada en zonas urbanas, necesitada de viviendas y trabajo, construye en áreas no aptas, o con inadecuados sistemas tecnológicos y de dotación de la infraestructura básica.

Tabla 2.2. Producto Interno Bruto por habitante, 2000-2008³

País	Dólares por habitante									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Bolivia	998	946	897	897	955	1 016	1 197	1 353	1 889	
Colombia	1 980	2 010	1 964	1 901	2 315	2 866	3 136	3 907	4 567	
Ecuador	1 296	1 703	1 967	2 230	2 506	2 814	3 088	3 366	3 960	
Perú	2 056	2 047	2 122	2 260	2 531	2 844	3 326	3 806	4 561	
Comunidad Andina	1 814	1 873	1 907	1 955	2 270	2 665	2 987	3 537	4 202	

Fuente: Elaboración Secretaría General de la CAN (2009). Proyecto de Estadística Andina.

Tabla 2.3. Ciudades con más de un millón de habitantes

País	Ciudad	Población	% del total del país
Bolivia	La Paz - El Alto	1 757 288	17%
	Santa Cruz de la Sierra	1 561 061	15%
Colombia	Bogotá	7 243 698	16%
	Medellín	2 281 085	5%
	Cali	2 183 042	5%
	Barranquilla	1 174 971	3%
Ecuador	Guayaquil	2 253 987	16%
	Quito	1 599 361	11%
Perú	Lima - Callao	8 472 935	27%

Fuentes: Bolivia, proyecciones al 2009, INE; Colombia, proyecciones al 2009, DANE; Ecuador, proyecciones al 2009, INEC; Perú, proyecciones al 2007, INEI. Datos agrupados para Lima-Callao. Elaboración propia.

³Cifras oficiales de los Institutos Nacionales de Estadística de Bolivia, Colombia y Perú; Banco Central del Ecuador.

Cerca del 29% de la población de la CAN habita en nueve ciudades de más de un millón de habitantes.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La actividad económica en la Comunidad Andina está asociada principalmente con la extracción de hidrocarburos, la industria manufacturera, los servicios básicos (agua, energía, salud, educación), los sectores financiero, de comercio y turismo y los sectores de agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.

En todos los países la extracción minera y de hidrocarburos y el sector agropecuario hacen parte de los que más aportan al PIB (Tabla 2.4), aunque este último tiende a disminuir cada vez más su participación. Al comparar en las Figuras 2.5 y 2.6 la importancia de estos sectores en su aporte al PIB durante los años 2000 al 2006, se hace evidente este fenómeno: la producción rural tradicional ha perdido peso frente a los demás rubros de la actividad económica, como por ejemplo la extracción minera.

El comercio y los servicios aportan cerca de la tercera parte del PIB en Bolivia (29%), más de la mitad en Colombia (60%), dada la importancia del sector financiero en este país, y el 46% y 44% en Ecuador y Perú, respectivamente.

En los últimos años la producción rural tradicional ha perdido peso frente a los demás rubros de la actividad económica, como por ejemplo la extracción minera y de hidrocarburos.

Tabla 2.4. Participación de las principales actividades económicas en el PIB, 2007

Sector	Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú
Agricultura, caza y pesca ⁴	10,9	8,6	6,7	6,4
Minería y petróleo ⁵	11,6	7,1	15,8	11,7
Manufactura ⁶	11,3	15,3	9,0	14,6
Electricidad, agua y gas	2,3	3,1	1,3	1,9
Construcción	2,4	6,3	8,4	5,7
Comercio, restaurantes y hoteles ⁷	8,9	12,8	11,7	16,0
Transporte y comunicaciones	10,2	6,7	7,2	7,5
Servicios financieros a la empresa y a la propiedad de vivienda ⁸	8,5	14,9	2,6	2,9
Servicios comunales, sociales y domésticos	4,5	17,8	0,1	-
Derecho sobre importaciones, IVA no deducible y otros impuestos	21,2	-	-	8,6
Otros servicios ^{9 10 11}	-	7,5	27,2	17,8
Gobierno	11,0	-	5,2	6,9
Servicios bancarios imputados	-2,8	-	-2,4	-
Otros elementos del PIB	-	-	7,0	-
Total	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Secretaría General de la CAN (2009). Proyecto 4.27.63. Estadística.

Figura 2.5. Aporte al PIB de los sectores agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, 2000 - 2006

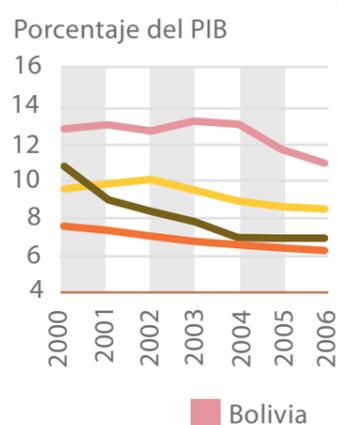
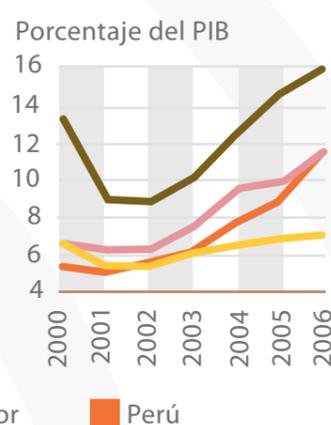


Figura 2.6. Aporte al PIB de los sectores minería, gas y petróleo, 2000 - 2006



Fuente: Elaborado por Jan Karremans a partir de cifras de la Secretaría General de la CAN (2009). Proyecto 6.33.63 Estadística.

⁴Silvicultura y extracción de madera. ⁵Ecuador: incluye minería y refinados del petróleo. ⁶Ecuador: excluye refinación de petróleo. ⁷Ecuador: Restaurantes y otros hacen parte de otros servicios. ⁸Colombia: aparece establecimientos financieros. ⁹Colombia: IVA, subsidios, IVA no deducible e impuestos a las importaciones. ¹⁰Ecuador: Restaurantes, hoteles, correos, telecomunicaciones, actividades inmobiliaria, enseñanza, servicios sociales y de salud, personales y sociales. ¹¹Perú: Servicios prestados a las empresas, alquiler de vivienda, servicios mercantes y no mercantes a hogares, educación y salud privada.

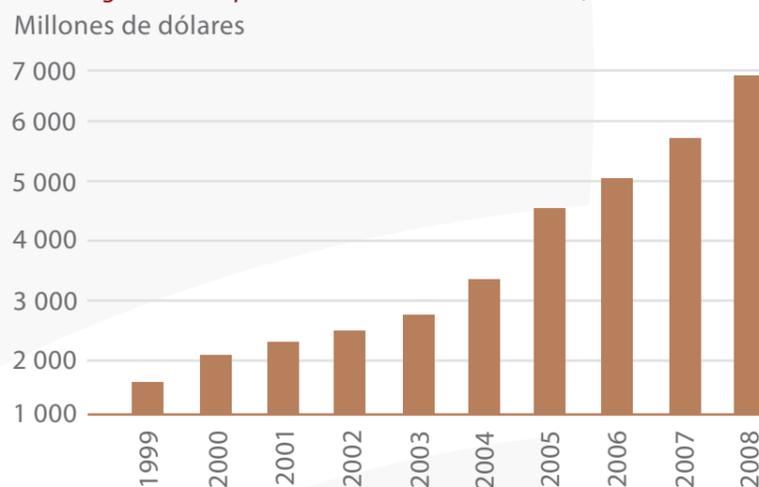
EXPORTACIONES

Parte de la producción de la subregión se destina al mercado externo, especialmente en lo que tiene que ver con actividades extractivas de minería y petróleo y con actividades agrícolas. Las exportaciones de bienes pasaron de 23 131 millones de dólares en 1999 a 93 141 millones de dólares en 2008. Los cinco destinos más importantes para el comercio exterior de bienes en el 2008 fueron: Estados Unidos (30%), la Unión Europea (13%), Venezuela (9%), el comercio intracomunitario (7%) y Mercosur (6%), aunque en este último caso con una balanza comercial negativa, ya que la importación del Mercosur superó la exportación a esta zona en el 2008 en 4 965 millones de dólares (Secretaría General de la CAN, Sistema Integrado de Comercio Exterior, 2009).

Las exportaciones intracomunitarias crecieron anualmente 15% en promedio entre 1999 y 2004 y 21% entre 2005 y 2008, año en el cual alcanzaron la cifra de 6 923 millones de dólares.

Entre 1999 y 2008 las exportaciones intracomunitarias crecieron cuatro veces, pasando de 1 637 millones a 6 923 millones de dólares, siendo el 2005 el año de mayor crecimiento con el 40% respecto al 2004 (Figura 2.7). En el 2007, Colombia y Ecuador fueron los países con mayores exportaciones intracomunitarias, al representar el 37% y el 36% del total de las exportaciones a la Comunidad Andina (Figura 2.8). Los principales productos exportados fueron petróleo y sus derivados, alambre de cobre, vehículos, productos derivados del papel, policloruro de vinilo, zinc, polipropileno, azúcar, soya y sus derivados, arroz y energía eléctrica (Secretaría General de la CAN, 2008). En este mismo año, Colombia y Perú realizaron la mayor cantidad de exportaciones de la Comunidad Andina a terceros, con una participación del 40% y del 38%, respectivamente.

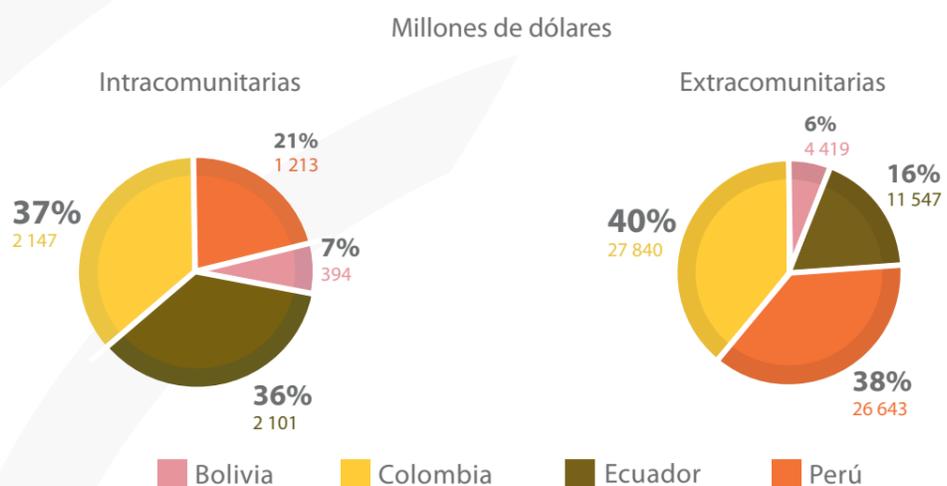
Figura 2.7. Exportaciones intracomunitarias, 1999-2008



Fuente: Secretaría General de la CAN (2009). Series Estadísticas de la Comunidad Andina 1999 – 2008.¹²

Estados Unidos, la Unión Europea, la Comunidad Andina y Mercosur fueron en el 2008 los destinos de las exportaciones más importantes de la subregión.

Figura 2.8. Estructura de las exportaciones intracomunitarias y extracomunitarias, 2007



Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Documento estadístico. Exportaciones intra y extracomunitarias 2007.

¹²Datos: Comercio exterior de bienes. Rubro 11.

CENTROS INDUSTRIALES

En el 2007 la industria manufacturera participó con el 16% del PIB en Colombia, cerca del 15% en Perú, el 11% en Bolivia y el 9% en Ecuador¹³. Entre el 2000 y el 2006 se registró una disminución continua de la participación de la actividad industrial en el PIB en Bolivia y principalmente en Ecuador, donde ésta se redujo del 13,6% al 9%. En Colombia aumentó de 14,5% en el 2000 a 15,9% en el 2006, mientras que en Perú ha oscilado entre el 14,2% y el 14,9% (Figura 2.9).

La actividad industrial se concentra en centros urbanos grandes que garantizan el suministro de servicios necesarios para la producción y la conectividad con los mercados tanto internos como externos. En Bolivia, cerca del 80% de la producción industrial se ubica en el eje La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. Otros centros industriales importantes son Potosí y Sucre. Las industrias más destacadas son la producción de alimentos, bebidas y tabaco, así como los productos de refinación del petróleo y de minerales no metálicos.

En Colombia, el 70% de los establecimientos industriales se localiza en las áreas metropolitanas de Bogotá, Medellín y Cali. Barranquilla-Soledad, Cartagena y Cúcuta constituyen otros centros industriales importantes del país. Con participaciones diferenciadas en la producción, en estas ciudades se destacan las industrias de textiles, confecciones, del cuero y calzado; industrias de papel y productos derivados, imprentas y editoriales; la industria química y petroquímica; la producción de vidrio y sus derivados; y la fabricación de cemento y otros minerales no metálicos. Cartagena se destaca por especializarse en los sectores petroquímico, químico y plástico, al ser uno de los principales fabricantes de sustancias químicas del país y sede de la segunda refinería de petróleo después del complejo petrolero de Barrancabermeja.

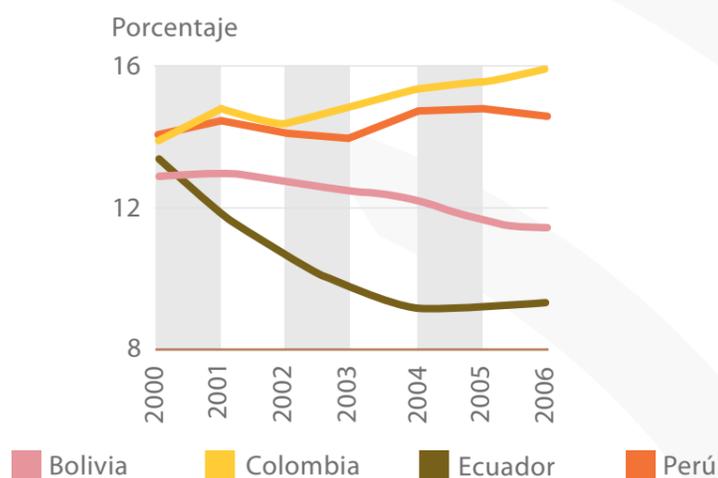
En Ecuador, Guayaquil y Quito constituyen los centros manufactureros más importantes, al concentrar el 50% de esta producción. Se destacan por la elaboración de alimentos y bebidas, la fabricación de sustancias y productos químicos y Guayaquil, además, por la fabricación de productos a partir de minerales no metálicos. En la provincia de Esmeraldas se concentra la fabricación de derivados de la refinación de petróleo.

Lima concentra el 50% de los establecimientos manufactureros de Perú, seguido por Arequipa, Trujillo, Huancayo, Juliaca y Piura. Entre los principales sectores industriales del país se encuentran el textil, alimentos y bebidas, la manufactura de maderas y papeles, y la industria metalmeccánica. En Chimbote son importantes las industrias de harina y aceite de pescado, así como la industria metalúrgica.

En los cuatro países la actividad industrial se concentra en los centros urbanos de mayor tamaño.

Las industrias de alimentos, bebidas y textiles (hilados, telares, confecciones) hacen parte de las más importantes en la subregión. Otros productos son químicos y derivados del petróleo, la industria maderera, la producción de papel y derivados, y la fabricación de productos a partir de minerales no metálicos.

Figura 2.9. Participación de la industria manufacturera en el PIB, 2000-2006^{14,15}



Fuente: Secretaría General de la CAN. Proyecto 4.27.63. Estadística.¹⁶

¹³El dato de Ecuador corresponde al 2006. ¹⁴Las cifras de los años 2005 y 2006 son preliminares. ¹⁵La industria manufacturera en Ecuador excluye refinación de petróleo. ¹⁶Elaborado con base en datos de Banco Central del Ecuador, INEI-Perú, INE-Bolivia, DANE-Colombia.



SECTOR AGROPECUARIO

Las mayores áreas de las tierras agropecuarias (87%) se destinan a la ganadería y pastoreo; el volumen restante se dedica, prioritariamente, a cultivos de exportación como arroz, café y soya.

El sector agropecuario, que incluye actividades agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueras, es de gran importancia para los países de la Comunidad Andina por varias razones: representa la seguridad alimentaria de la región; parte de la producción se utiliza como insumo de la agroindustria y parte se exporta; por la producción de biocombustibles que empieza a representar una alternativa a la dependencia energética de combustibles fósiles y, además, de acuerdo con CEPAL (2009), representa el 20% del total de empleos. Sin embargo, en los últimos años el sector agropecuario ha perdido peso tanto en su participación en el PIB, 10% o menos en los países (Secretaría General de la CAN, 2009), como en su dinámica ya que ha registrado decrecimiento durante varios años seguidos.

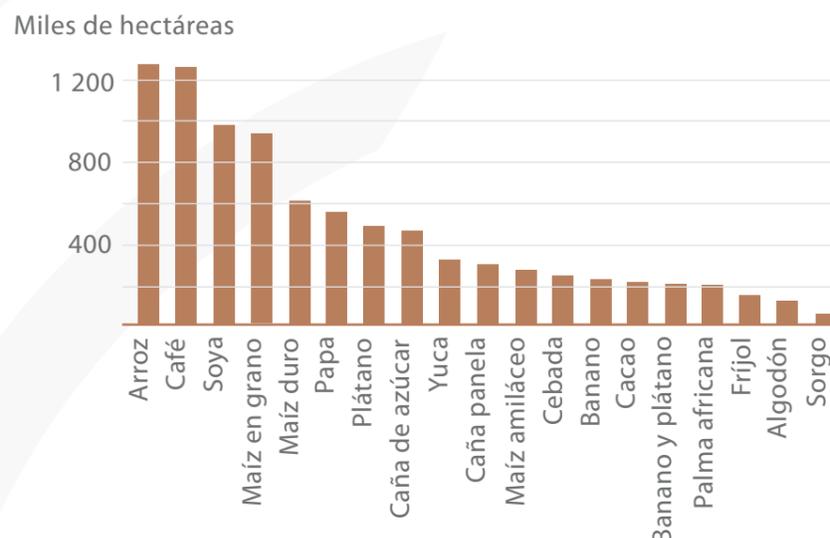
De la superficie destinada a actividades agropecuarias (Tabla 2.5), el mayor porcentaje de área está dedicado a cobertura de pastos y una parte relativamente pequeña, 13%, está destinada a actividades agrícolas (Mapa 8). De los 137 mil kilómetros cuadrados de cultivos, el 73% son transitorios e incluyen cereales (arroz, maíz, trigo, cebada y sorgo), algodón, legumbres (principalmente frijol) y semillas oleaginosas (principalmente soya), destinados sobre todo al mercado interno de cada país y con algunas excepciones (soya en Bolivia, frijol en Ecuador y Perú) a intercambios intracomunitarios. El 23% restante son cultivos permanentes que constituyen gran parte de los tradicionales de exportación como el café, el banano, el plátano, el aceite de palma, el azúcar, el cacao, el tabaco y las flores (Secretaría General de la CAN, 2006). Los principales cultivos de la subregión, según superficie cosechada, son el arroz y el café con 1 330 y 1 325 miles de hectáreas, respectivamente, seguidos por la soya y el maíz en grano que tienen más de 950 mil hectáreas cada uno. La papa ocupa el sexto lugar con 574 mil hectáreas, por encima de las áreas de cultivos como plátano, banano, caña de azúcar y palma africana (Figura 2.10).

Tabla 2.5. Superficie destinada a producción agropecuaria, 2007

País	Kilómetros cuadrados			Total
	Praderas / pastos	Permanentes	Transitorios	
Bolivia	345 120	2 060	30 500	377 680
Colombia	389 440	16 090	20 040	425 571
Ecuador	49 900	12 140	13 480	75 520
Perú	170 000	6 100	37 000	213 100
Total CAN	954 460	36 390	101 020	1 091 872

Fuente: Cepal (2009). Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2008.

Figura 2.10. Superficie cosechada de productos agrícolas, 2007^{17, 18}

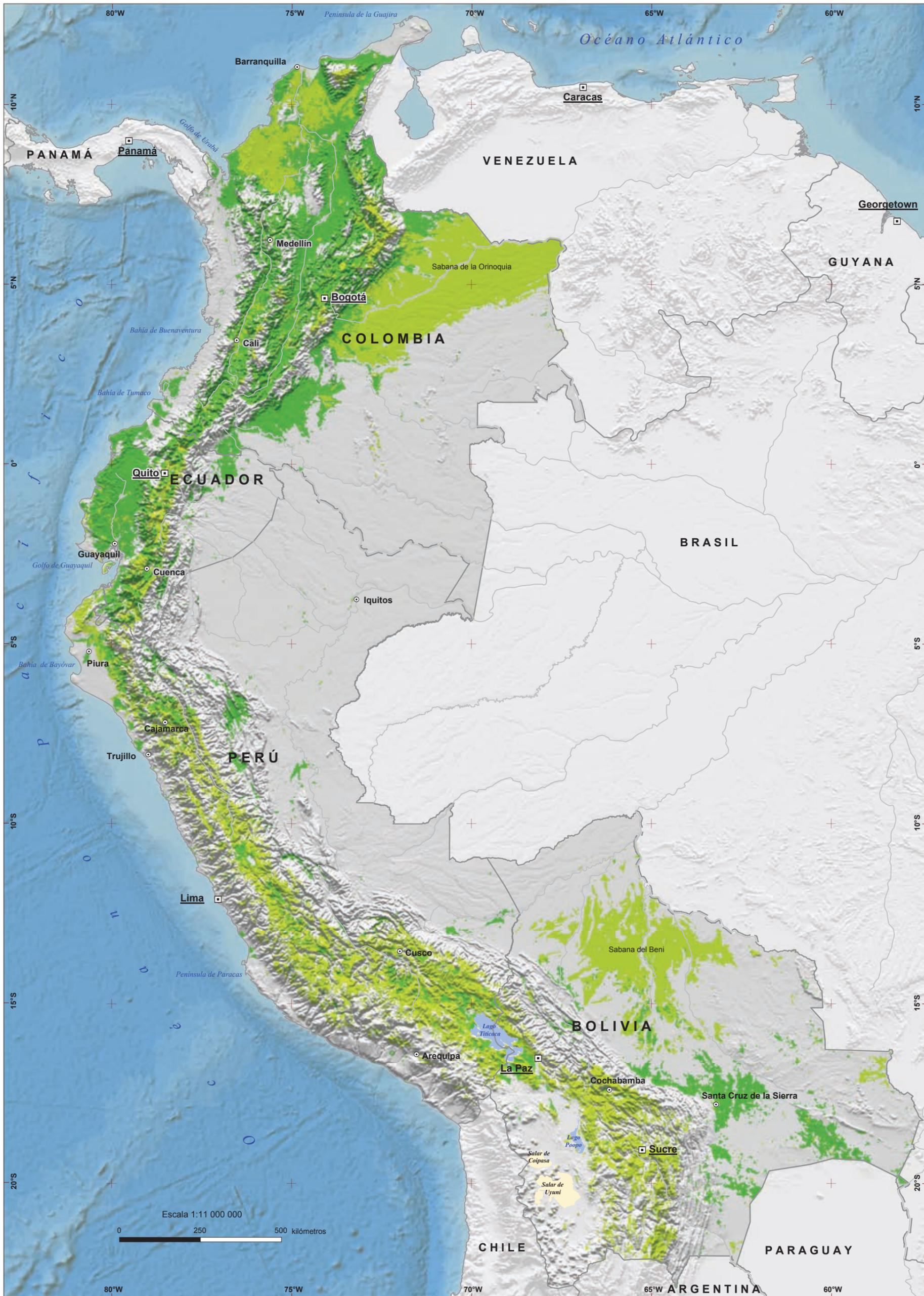


Fuente: Secretaría General de la CAN (2009). Series Estadísticas de la Comunidad Andina, 1999-2008¹⁹

¹⁷Banano y plátano, dato agregado de Bolivia y Perú. ¹⁸Plátano y banano, dato desagregado de Colombia y Ecuador. ¹⁹Datos: agricultura, silvicultura y pesca. Cuadro: Comunidad Andina. Producción, superficie y rendimiento de productos agropecuarios. Rubro 9.

En el año 2007 el arroz, el café, la soya, el maíz y la papa fueron los productos agrícolas con mayor superficie cosechada en la Comunidad Andina.

8. Áreas de uso agropecuario



Clasificación

- Áreas agrícolas
- Áreas pecuarias
- Capital
- Ciudades principales

La fuente dispone de 44 unidades de cobertura y uso del suelo de las cuales aquí se representan 14 agrupadas en dos grandes unidades de vocación o uso agropecuario.

Las áreas representadas de usos agrícolas y pecuarios ocupan 1,2 millones de kilómetros cuadrados, el 31% del territorio de la CAN. El 54% son pastizales, distribuidos en proporciones similares en Bolivia, Colombia y Perú, para un total de 600 mil kilómetros cuadrados.

A partir de European Commission, Joint Research Centre, 2003. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84



INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

La exportación de hidrocarburos es el renglón más importante en la economía de los cuatro países de la subregión.

La explotación de los recursos energéticos petróleo y gas es el primer renglón de importancia significativa en la economía de la subregión andina, ya que es el primer producto de exportación. En el 2006 las reservas probadas se dimensionaban en 6,1 gigas de barriles para los cuatro países, que representaban el 5% de las reservas de América Latina y el Caribe. Todos exportan petróleo y sus derivados, renglón que representó en el año 2007 5,5 millones de dólares para Bolivia, USD 24,3 millones para Colombia, USD 59,2 millones para Ecuador y USD 7,8 millones para Perú. Bolivia es el único país que exporta gas natural, que representó en el 2007 40,6 millones de dólares.

Para el año 2006 la producción de petróleo fue de 432 millones de barriles. Se destacan Colombia, con cerca del 81% de la producción, y Ecuador, con el 59% de las exportaciones subregionales. Colombia consume el 47% de las importaciones de petróleo y derivados que demanda la subregión (Tabla 2.6).

En cuanto a refinación, para el 2006 la subregión contaba con una capacidad de 759 mil barriles de petróleo por día, que aumentó en 5% desde 1997, en particular por el crecimiento de la capacidad de refinación de Bolivia.

Las reservas probadas de gas natural alcanzaron los 1 117,5 gigas de metros cúbicos. El 55% corresponden a Bolivia. En el periodo 1997-2006 Perú duplicó sus reservas, mientras que Bolivia las aumentó 4,6 veces (Tabla 2.7). La mayor producción al 2006 corresponde a Bolivia, con más de 13 millones de metros cúbicos, de los cuales exporta el 81%. Las reservas y capacidad productiva de gas de Ecuador son comparativamente menores al resto de países del área.

Tabla 2.6. Producción, exportación y demanda de petróleo, 2006

Millones de barriles

País	Producción	Exportación	Importación	Consumo
Bolivia	14,88	5,13	0,0	16,20
Colombia	193,60	79,97	2,84	116,22
Ecuador	195,65	136,65	0,0	58,10
Perú	28,31	8,71	36,94	55,25
Total	432,44	230,46	39,78	245,77

Fuente: Olade (2006). Informe de estadísticas energéticas.

Tabla 2.7. Producción, exportación y demanda de gas, 2006

Gigas de metros cúbicos

País	Reservas	Producción	Exportación	Consumo
Bolivia	616	13,43	10,88	2,46
Colombia	164,63	8,94	0	8,43
Ecuador	3,76	1,52	0	0,85
Perú	333,18	7,97	0	4
Total	1 117,57	31,86	10,88	15,74

Fuente: Olade (2006). Informe de estadísticas energéticas.

Bolivia tiene las mayores reservas probadas de gas natural de la subregión y exporta el 81% del gas que produce.

9. Sistema de producción y transporte de hidrocarburos



- Oleoducto
- Poliducto
- Gasoducto
- Refinería
- Transporte marítimo y fluvial
- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Aunque el transporte de hidrocarburos no tiene integración subregional, el terremoto de Lago Agrio del 5 de marzo de 1987 mostró la conveniencia de contar con interconexiones subregionales, ya que el petróleo ecuatoriano pudo ser transportado por el oleoducto colombiano Orito - Tumaco.

A partir de FUNDEPO, OXFAM y NCCR North South, Bolivia (2008); UPMIE, Colombia (2008); Ministerio de Minas y Energía, Ecuador (s.f.); Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero, Perú (2005). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, datum WGS84.



INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

La generación de energía eléctrica en la Comunidad Andina proviene principalmente de centrales hidroeléctricas, térmicas y geotérmicas y se distribuye a través de los sistemas interconectados nacionales a 60 kV, 138kV, 220 kV y 500 kV (Mapa 10).

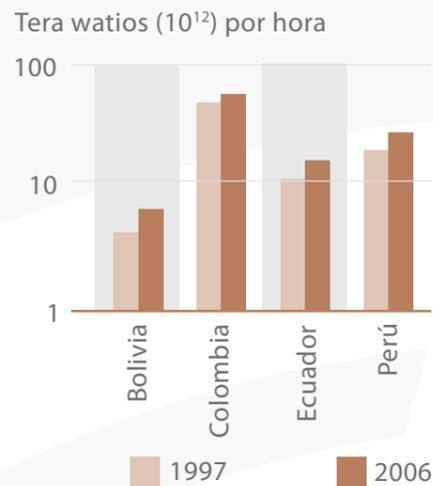
La capacidad instalada para la generación de energía eléctrica fue de 25 376 millones de vatios en el 2006, de los cuales el 55% provino de centrales hidroeléctricas y el 45% de centrales térmicas. La generación de energía aumentó en un 15% durante el periodo 1997–2006 (Figura 2.11).

Las interconexiones existentes de Ecuador con Colombia y Perú han permitido que Ecuador se abastezca de energía y los beneficios se han traducido en la reducción de racionamientos energéticos durante los periodos de descenso de los niveles de las represas. En 2005 Ecuador compró a Perú 95 megawatios por hora y entre 2003 y 2005, 70 megawatios por hora a Colombia. En este último caso el costo del racionamiento que se evitó significó un beneficio de 28 millones de dólares. En el 2005 Ecuador exportó a Colombia 0,02 TWh (Figura 2.12).

La cobertura de servicio eléctrico es 80% en promedio, con diferencias marcadas entre países: mientras que en Colombia y Ecuador las coberturas son cercanas al 90%, en Perú es del 78% y en Bolivia del 69% (OLADE, 2006b). La cobertura media urbana es del 91%, y la rural es inferior al 50% en promedio.

En el año 2006 el 55% de la generación de electricidad en la CAN provino de hidroeléctricas y el 45%, de centrales térmicas.

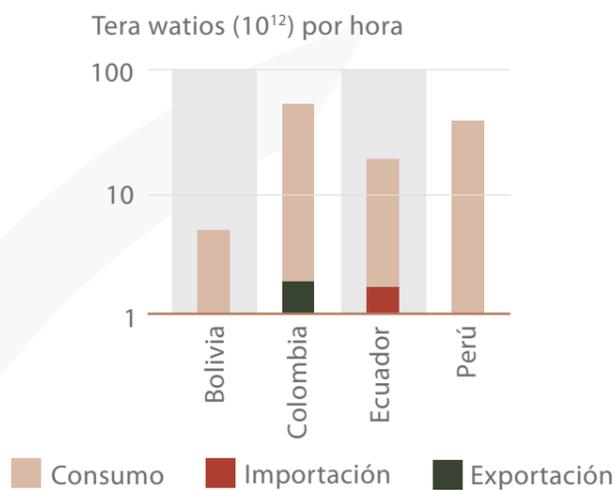
Figura 2.11. Generación de energía eléctrica, 1997-2006



Fuente: Olade (2006). Informe de estadísticas energéticas.

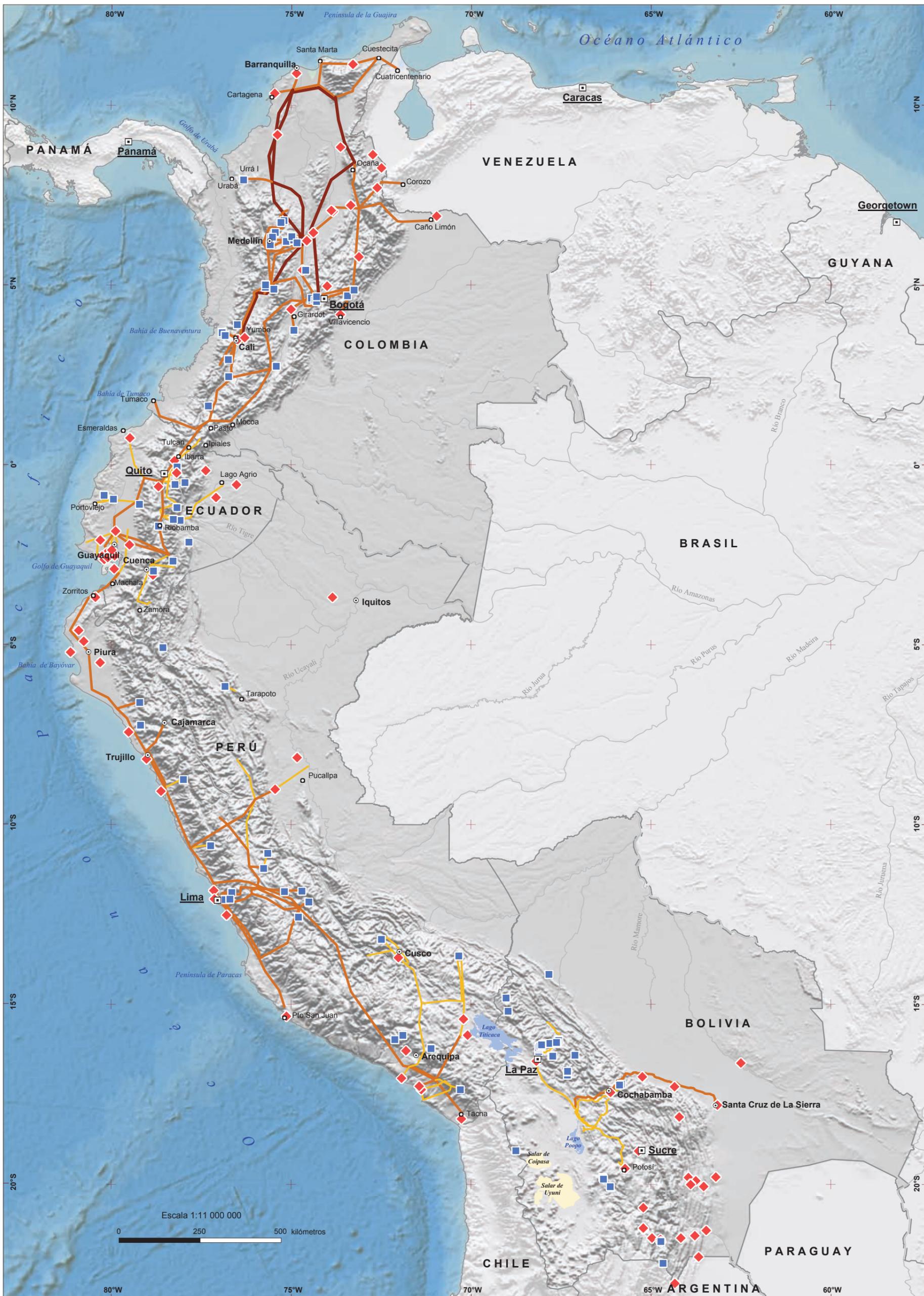
La interconexión eléctrica de Ecuador con Colombia y Perú ha permitido y permitirá proveer energía eléctrica de un país a otro en periodos de descenso de los niveles de lluvia o post-terremoto.

Figura 2.12. Exportación, importación y consumo de energía eléctrica, 1997-2006



Fuente: Olade (2006). Informe de estadísticas energéticas.

10. Generación y transmisión de energía eléctrica



- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Líneas de transmisión | Centrales de producción | Capital |
| 500 kV | Hidroeléctrica | Ciudades principales |
| 220 - 230 kV | Termoeléctrica | Otras ciudades o poblaciones |
| 110 - 130 kV | | |

Las líneas de transmisión eléctrica inferiores a 100 kV disponibles en las fuentes originales no se representan en el mapa.

En los últimos años se ha realizado una creciente interconexión eléctrica entre los países de la CAN: actualmente Ecuador está interconectado con Colombia y Perú con líneas de 220 kV. Bolivia, donde priman redes nacionales menores a 100 kV no representadas en el mapa, aún no está interconectado con la subregión.

A partir de FUNDEPCO (2008), UPME, Colombia (2005), ISA (1986) según IGAC - Colombia (2002); CONELEC, Ecuador (2007), COES-SINAC, Perú (2007) Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, datum WGS84



PUERTOS MARÍTIMOS Y FLUVIALES

Más del 80% del total de exportaciones e importaciones de la subregión se hace a través de sus puertos.

Parte de las importaciones y exportaciones de Bolivia utiliza puertos chilenos y/o peruanos combinado con la infraestructura vial terrestre.

Los puertos de la CAN por los que transita la mayor cantidad de carga general son Lima-Callao, Cartagena, Buenaventura y Guayaquil. El primero movió 9 millones de toneladas en el 2007 y el de Guayaquil, 5 millones de toneladas.

Por los puertos marítimos transita el 82% de las exportaciones de la subregión y el 90% de sus importaciones. Entre 2000 y 2007 las importaciones crecieron el 7% (pasaron de 28 a 44 millones de toneladas) y las exportaciones aumentaron el 1% (Figura 2.13). La estructura de la carga marítima y fluvial se compone de: mercancía general, que representa el 25% de la carga en toneladas; granel sólido, que representa el 25% y granel líquido, que representa el 49%, principalmente hidrocarburos y sus derivados (Tabla 2.8). Los puertos de mayor tráfico de mercancía general son Lima-Callao (Perú), Guayaquil (Ecuador) y Buenaventura y Cartagena (Colombia) (Figura 2.14, Mapa 11). En Colombia se exporta carbón por los puertos marítimos de Puerto Bolívar y Santa Marta, y para el 2007 alcanzó cerca de 65 millones de toneladas (UPME, 2009).

Figura 2.13. Exportaciones e importaciones por vía marítima, 2000 – 2007^{20,21}



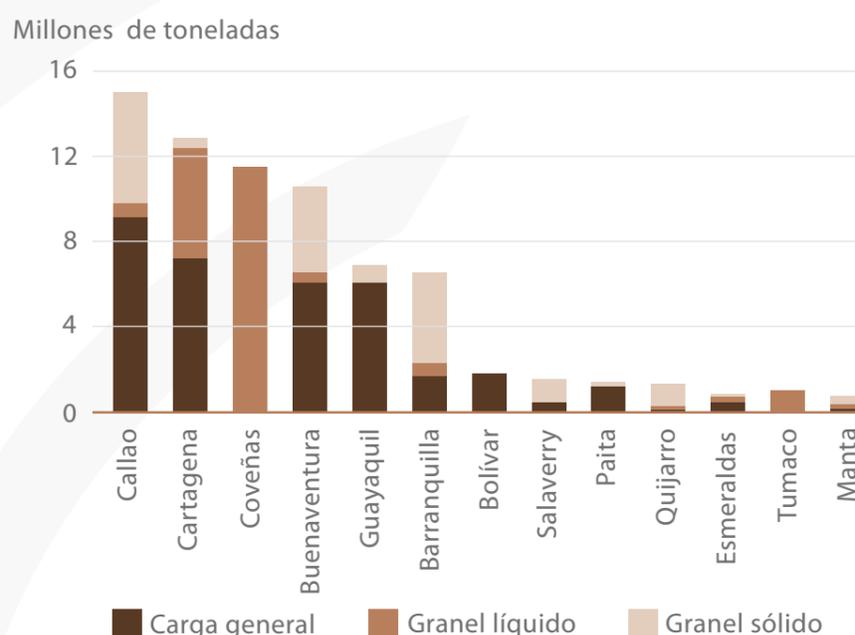
Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Tráfico portuario en los países andinos y en España, 2000-2007. SG/de 240.

Tabla 2.8. Tráfico portuario en la subregión, entrada y salida, 2007^{22, 23}

Miles de toneladas					
Tipo de carga	Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Total CAN
Granel líquido	225	18 471	289	1 120	20 105
Granel sólido	817	6 974	1 393	9 705	18 889
Mercancía general	84	16 988	8 573	11 543	37 188
Total	1 126	42 433	10 255	22 368	76 182

Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Tráfico portuario en los países andinos y en España, 2000-2007. SG/de 240.

Figura 2.14. Tráfico portuario según tipo de carga de principales puertos, 2007²⁴



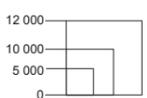
Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Tráfico portuario en los países andinos y en España, 2000-2007. SG/de 240

²⁰Datos de importaciones de Bolivia entre 2002 y 2005 no disponibles. ²¹Excluye exportaciones de carbón en Colombia. ²²Datos no disponibles para Bolivia entre 2000-2005. ²³Excluye las exportaciones de carbón de Colombia. ²⁴Se representan los puertos de más de 400 mil toneladas en el 2007.

11. Tráfico portuario marítimo y fluvial, 2007



Carga (millones de toneladas)



- Granel sólido
- Carga general
- Granel líquido

- Puertos con carga exclusiva de granel sólido (carbón mayor a 30 millones de toneladas)
- Puertos con carga menor a 2 millones de toneladas
- Capital
- Ciudades principales

En los puertos de Lima-Callao, Cartagena, Buenaventura y Guayaquil se concentra el tráfico portuario combinado de importaciones y exportaciones. Lima-Callao se destaca por su mayor volumen de carga.

A partir de Secretaría General de la CAN (2008). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84



SISTEMA ANDINO DE CARRETERAS

El Sistema Andino de Carreteras, según lo considera la Decisión 271 de la CAN, modificada por la Decisión 277, está constituido por 24 100 kilómetros de vías clasificadas en tres tipos de ejes viales (Mapa 12): ejes troncales, que corresponden a cerca de la mitad del total (12 500 km); ejes interregionales (2 700 km) y ejes complementarios (8 900 km).

Los ejes troncales son los que constituyen principalmente la llamada carretera Panamericana, que une a los cuatro países miembros desde las fronteras con Argentina y Chile hasta Venezuela y permite la interconexión continua, directa, económica y segura, en condiciones de transitabilidad durante todo el año.

Los ejes interregionales sirven de enlace entre los ejes troncales y las redes viales de los demás países de Sur América; los ejes complementarios permiten la interconexión entre áreas internas de desarrollo en cada país con los ejes troncales.

Los ejes representados en el mapa tienen diferentes niveles de transitabilidad, desde vías de una o más calzadas en excelente estado, hasta vías con una deficiente capacidad para el tránsito de tráfico pesado. Las vías que la Decisión considera prioritarias para la interconexión de los países que aún no han sido construidas no se representan en el Mapa 12.

Las exportaciones e importaciones por modo de transporte por carretera alcanzaron cerca de 11 millones de toneladas, de las cuales el 56% fueron exportaciones (Figura 2.15). Las exportaciones por carretera de la Comunidad Andina hacia los países de Suramérica integrados a través de la Iniciativa para Integración de la Infraestructura Regional Suramericana, IIRSA, fueron siete millones de dólares en el año 2008, con una tasa de crecimiento de 55% respecto al año anterior (Figura 2.16).

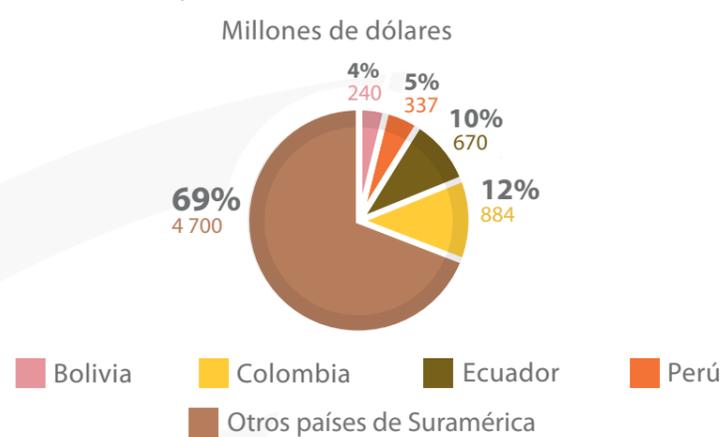
La Comunidad Andina presta especial importancia a su sistema de carreteras para fomentar las comunicaciones entre los países y servir a proyectos viales entre el Atlántico y el Pacífico.

Figura 2.15. Exportaciones e importaciones por transporte terrestre, 2007²⁵



Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Tráfico portuario en los países andinos y en España, 2000-2007.

Figura 2.16. Exportaciones a países de la CAN y otros de la iniciativa IIRSA



Fuente: Secretaría General de la CAN. Exportaciones de la CAN por vía terrestre a IIRSA.²⁶

²⁵Datos no disponibles para Ecuador. ²⁶Estadísticas de la Semana. Del 26 al 31 de enero de 2009. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/estadisticas/semana5.htm>

12. Sistema Andino de Carreteras



Ejes viales

- Troncal
- Interregional
- Complementario
- Pasos de frontera

- ▣ Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Aunque la Decisión 271 de la CAN proyectó vías de importancia regional en todos los países, aquellas que aún no se han construido no se representan en el mapa.

Las vías de integración subregional aquí representadas, definidas por la Decisión 271 de la CAN en 1990, corresponden al 9% del total de carreteras en todos los países.

Secretaría General de la CAN (2009). IDECAN (2009). Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum: WGS84



AEROPUERTOS

Los aeropuertos representan un nodo central en el sistema de transporte andino por la movilización de pasajeros nacionales e internacionales. En el 2007 existían 25 aeropuertos internacionales los cuales son representados en el Mapa 13. Actualmente hay 4 aeropuertos más con servicio internacional, los cuales no se representan en el mapa.

Por 16 de estos aeropuertos transitan más de 400 mil pasajeros al año (Figura 2.17). Los de Bogotá y Lima tienen la mayor cantidad de pasajeros internacionales, con más de cuatro millones cada uno. En Lima la cuarta parte son turistas internacionales que visitan Cusco, cuyo aeropuerto sobrepasó el millón de pasajeros en el 2007. El tráfico de pasajeros nacionales representa el 68% del total que transita por los aeropuertos internacionales.

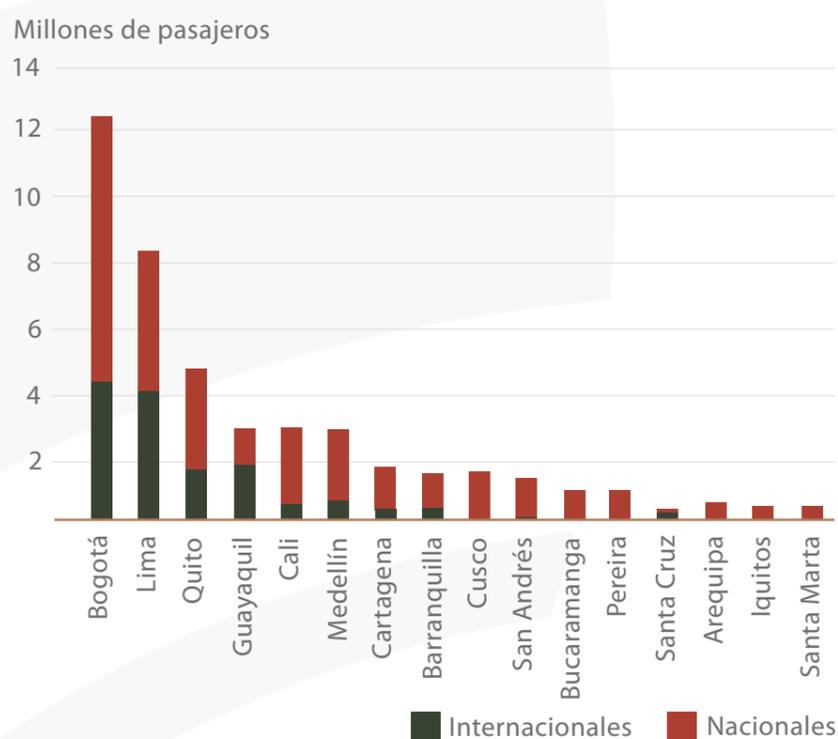
Menos del 1% del comercio exterior de la Comunidad Andina se realiza a través de los terminales aeroportuarios. En el 2007 las exportaciones e importaciones por medio de transporte aéreo sumaron 1,1 millones de toneladas, de las cuales el 75% correspondieron a exportaciones (Figura 2.18).

Por su topografía, en la subregión el transporte aéreo es vital para las comunicaciones intra y extracomunitarias. Los principales aeropuertos se encuentran en fase de modernización y ampliación.

En el 2007 transitaron más de 42 millones de pasajeros por los aeropuertos internacionales de la CAN: 13 millones fueron pasajeros internacionales y 28, nacionales.

Las exportaciones representaron en el 2007 el 75% de la carga movilizada por medio de transporte aéreo.

Figura 2.17. Tráfico de pasajeros por principales aeropuertos internacionales, 2007²⁷



Fuente: Elaboración propia a partir de datos disponibles en los portales de SABSA (2009), Aerocivil (2009), TAGSA (2009) y CORPAC (2009).

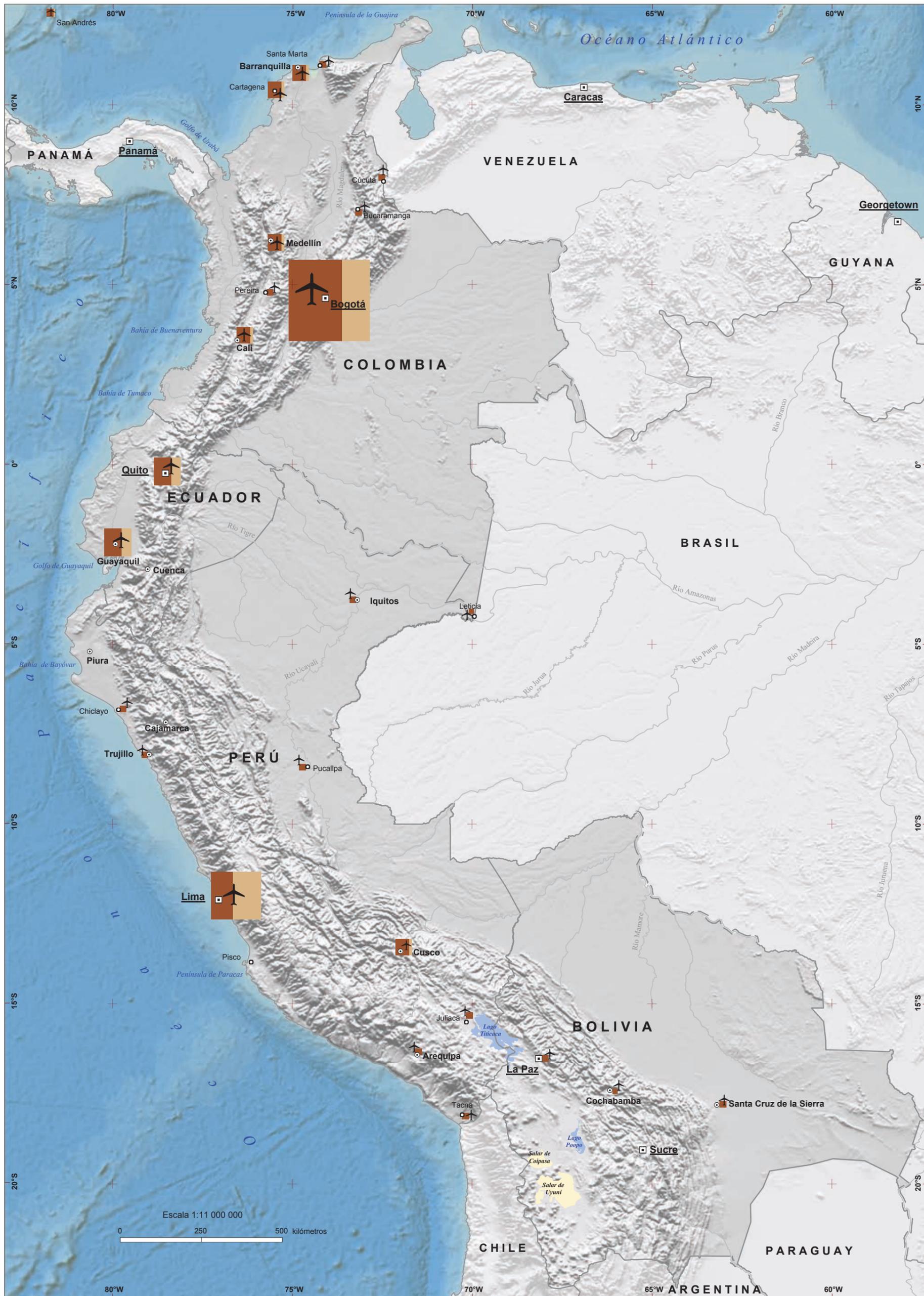
Figura 2.18. Exportaciones e importaciones por transporte aéreo, 2007²⁸



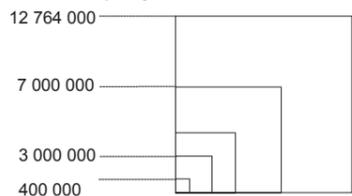
Fuente: Secretaría General de la CAN (2008). Tráfico portuario en los países andinos y en España, 2000-2007. Cuadro 4.

²⁷ No se incluyen los aeropuertos de El Alto y Cochabamba porque tienen menos de 200 mil pasajeros (SABSA, 2009). ²⁸ Datos no disponibles para Ecuador.

13. Tráfico de pasajeros en aeropuertos internacionales, 2007



Número de pasajeros



- Nacionales
- Internacionales
- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

La agreste topografía de los Andes que dificulta el tráfico terrestre fomentó, desde los orígenes de la aviación civil, su uso en todos los países de la CAN. Los pasajeros nacionales representaron en el 2007 el 68% del tráfico en aeropuertos internacionales. El 90% de los pasajeros internacionales usan los terminales de Bogotá y Lima.

A partir de SABS, Bolivia (2009); Aeronáutica Civil, Colombia (2009) y OUIPORT, (2009). Ecuador: CORPAC, Perú (2009). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, datum WGS84



COBERTURA VEGETAL Y USOS DEL SUELO

La cobertura vegetal ha disminuido como resultado de la deforestación y avance de la frontera agrícola. La preservación de áreas protegidas, su ampliación e interconexión mediante corredores ecológicos deben ser vistas como prioridades subregionales.

Las prácticas agrícolas prehispánicas de compejos hidráulicos de canales y montículos que garantizaban las cosechas en épocas de abundantes lluvias y sequías y de terrazas que siguen las curvas de nivel, con control de la erosión en las laderas, deben ser reincorporadas en las prácticas agrícolas de los pueblos andinos.

Los asentamientos humanos y sus actividades productivas para satisfacer necesidades materiales o espirituales definen el uso del suelo en el territorio que ocupan.

La transformación antrópica de los ecosistemas naturales, el paisaje humano, es la mayor causa de pérdida de diversidad biológica, del deterioro de interacciones entre ecosistemas y de las alteraciones del ciclo hidrológico, que se traducen en incremento de sequías en épocas de escasez de lluvias y en mayores y más frecuentes flujos de detritos en periodos lluviosos.

Los países de la CAN poseen una superficie forestal de 1,95 millones de kilómetros cuadrados, equivalentes a casi el 35% de la superficie boscosa de Suramérica y el Caribe, y al 6% del total mundial. En la llanura amazónica, por debajo del frente oriental de los Andes, cubren un área de 1,45 millones de km² aproximadamente, lo que significa casi el 18% del total de la cuenca (PNUMA, CAN y CIUP, 2003) (Mapa 14).

Uno de los problemas comunes en la subregión es la deforestación. Un 90% de la misma es provocada por prácticas de agricultura no sustentable. Los bosques tropicales húmedos de la subregión poseen una gran variedad de especies madereras, pero cada una presenta una baja densidad por unidad de superficie. La superficie de plantaciones forestales en la Comunidad Andina es de 11 mil kilómetros cuadrados. Según evaluación reciente, menos del 0,1% del total de recursos forestales está siendo utilizado en forma adecuada (PNUMA, CAN y CIUP, 2003).

La erosión es el principal problema del recurso suelo en los países. Afecta el desarrollo de los cultivos, haciéndoles perder su capacidad de absorción de humedad, disponibilidad de nutrientes y materia orgánica. De otro lado, los países andinos contribuyeron con el 8% de la superficie afectada por la desertificación en Suramérica. Ésta se localiza principalmente en las zonas áridas y semiáridas. Los países con mayor superficie desértica son Bolivia y Perú.

En contraste con formas de usos agrícolas actuales en montañas y planicies, en todos los países hay abundante evidencia de prácticas prehispánicas adecuadas: extensas zonas de obras hidráulicas con canales entre surcos de sembrados adaptados para cultivar en épocas de inundación y sequías en la región de los llanos bolivianos, en los alrededores del lago Titicaca en Perú y Bolivia, en la llanura del Guayas y Amazonas ecuatoriano y en la sabana de Bogotá y la llanura del Caribe en Colombia. Otra práctica muy común eran los cultivos en formas de terrazas y surcos siguiendo las curvas de nivel, con pantallas de protección de la erosión.

Las áreas de vegetación degradada, 440 mil kilómetros cuadrados en el año 2000, corresponden a bosques húmedos y secos y a praderas naturales, incluyendo páramos en Ecuador y Colombia y yungas y puna en Bolivia y Perú. Estas áreas se han degradado debido a presiones por el avance de la frontera agrícola y ganadera, la explotación forestal y el establecimiento de enclaves de extracción de recursos mineros, especialmente hidrocarburos.

Los países andinos han declarado un total de 249 áreas como reserva natural para su protección y preservación (Mapa 15), las cuales cubren medio millón de hectáreas. Dentro de estas zonas se ubican catorce reservas de la biósfera, reconocidas y promovidas por la UNESCO, que se caracterizan por mantener en un alto grado el estado original del ecosistema, sin intervenciones del ser humano.

14. Cobertura vegetal y usos del suelo, 2000



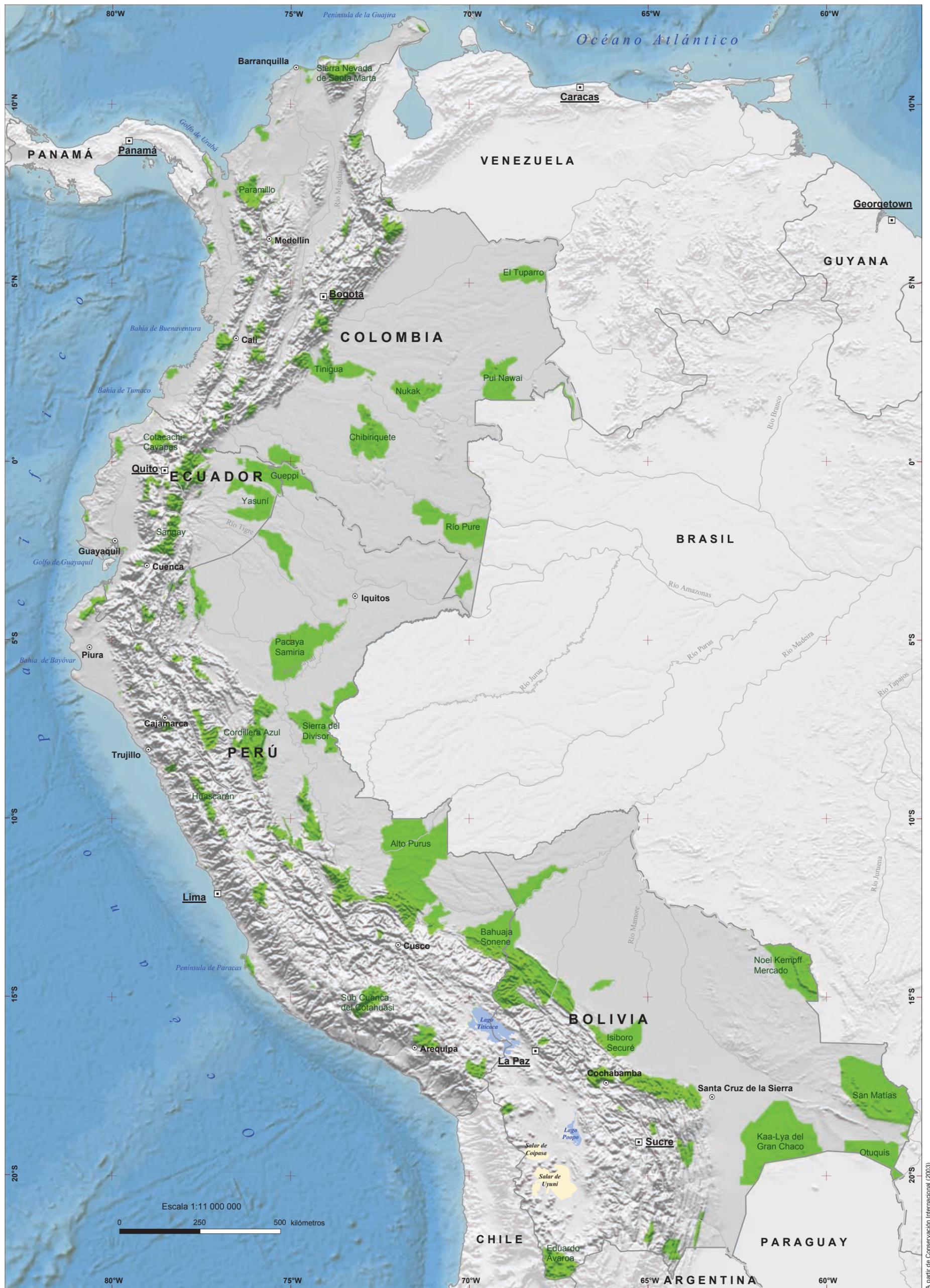
Clasificación

 Cultivos intensivos	 Bosques húmedos	 Capital
 Praderas	 Bosques secos	 Ciudades principales
 Vegetación degradada	 Desierto - Vegetación escasa	

A pesar del avance de la frontera agrícola, en el año 2000 los bosques húmedos y de altura todavía representaban el 51% del territorio de la Comunidad Andina.

European Commission, Joint Research Centre, 2003. Procesamiento cartográfico de SIO, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum: WGS84

15. Áreas protegidas



En los países de la Comunidad Andina se han declarado 249 áreas de reserva natural, que suman 500 mil hectáreas. En Bolivia, Ecuador y Perú representan el 15% del territorio de cada país y en Colombia el 9%.



LOS FENÓMENOS QUE NOS AFECTAN



Los Países Miembros de la Comunidad Andina cuentan con bases de datos de desastres que registran las pérdidas por fenómenos naturales y antrópicos. Entre 1970 y 2007 se dispone de cerca de 50 mil registros de pérdidas de diversa magnitud con un acumulado de 125 mil pérdidas de vidas, 380 mil viviendas destruidas, 8,6 millones de damnificados y 28 millones de personas afectadas indirectamente o de manera menos grave, en casos como deficiencias temporales en la prestación de servicios públicos (Tabla 2.9).

Los desastres históricos están asociados con 30 tipos de eventos, de los cuales el 71% fueron ocasionados por fenómenos de origen hidrometeorológico, que incluyen alud (de nieve), deslizamiento, granizada, helada, huracán, inundación, flujo de detritos (huayco, avenida torrencial, mazamoras), lluvias, marejada, neblina, ola de calor, sequía, tempestad, tormenta eléctrica y vendaval. El 19% de los desastres está asociado con fenómenos de origen antrópico como accidentes, colapso estructural, contaminación, escape de sustancias tóxicas, explosión, incendio e incendio forestal. El 6% es ocasionado por epidemias, plagas y mortandad de especies (desastres biológicos) y tan sólo el 4% de los desastres está asociado con fenómenos geológicos: terremotos, tsunami y actividad volcánica (Figura 2.19).

En cuanto a las pérdidas, el 77% de las pérdidas de vidas humanas corresponde a fenómenos de origen geológico, especialmente terremotos, mientras que el porcentaje de viviendas destruidas por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos es similar, 47% y 49% respectivamente (Figura 2.19). Otros fenómenos de origen antrópico, como la contaminación, los incendios forestales y los colapsos de estructuras, aunque frecuentes e importantes, representan un pequeño volumen de las pérdidas hasta ahora documentadas.

En la Tabla 2.9 se presentan los datos de número de registros y efectos sobre la vida humana y la vivienda. El mayor número de registros en Colombia y Perú está en relación con el número de unidades administrativas (municipio y distrito), con respecto a los de Bolivia y Ecuador. Se incluyen los datos de los grandes desastres del terremoto de 1970 en Perú, con cerca de 69 mil pérdidas de vidas, y la erupción del volcán Ruiz en Colombia en 1985, con más de 22 mil víctimas mortales.

En la subregión andina se catalogan en promedio por año 1 350 registros de pérdidas por desastres de diversa magnitud.

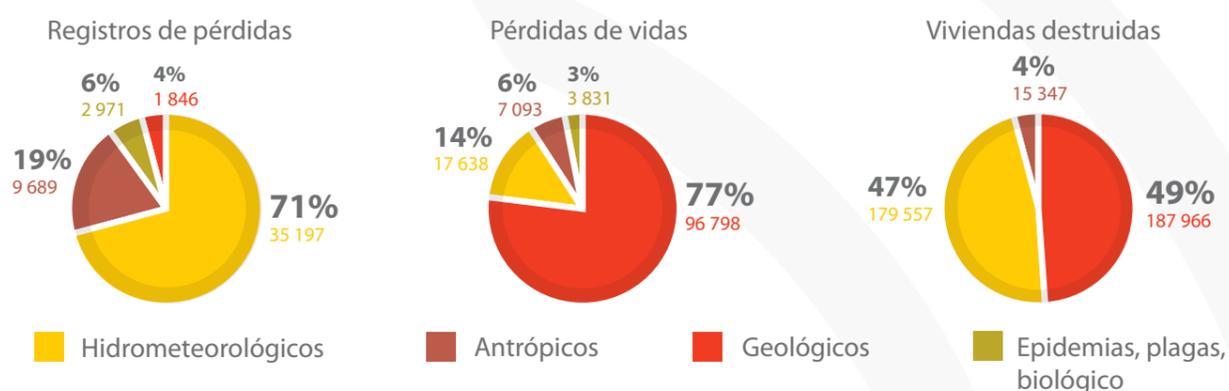
Los registros de pérdidas por los fenómenos analizados en el Atlas alcanzan el 58% de los 50 mil registros existentes en las bases de datos de la subregión andina.

Tabla 2.9. Registros y pérdidas por desastres en la subregión, 1970 - 2007²⁹

País	Registros	Pérdidas de vidas	Damnificados	Afectados	Viviendas destruidas	Viviendas afectadas
Bolivia	2 337	1 326	594 718	844 678	5 342	7 012
Colombia	23 373	37 762	3 366 808	22 782 518	173 649	478 940
Ecuador	4 028	3 915	324 096	1 243 949	11 519	42 045
Perú	19 928	82 357	4 333 677	3 527 208	192 361	313 561
Comunidad Andina	49 666	125 360	8 619 299	28 438 353	382 871	841 558

Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

Figura 2.19. Registros y pérdidas por desastres en la subregión andina, 1970 - 2007

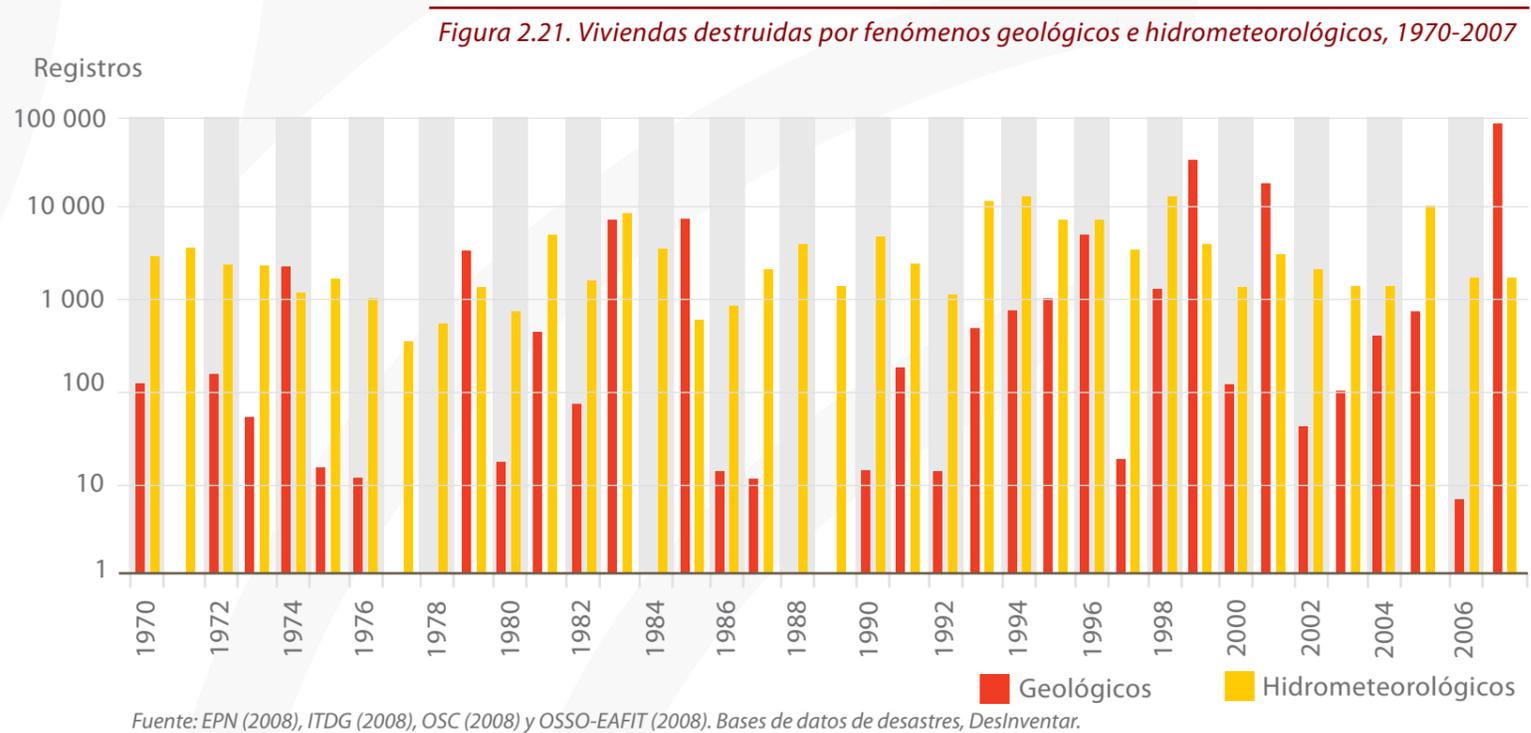
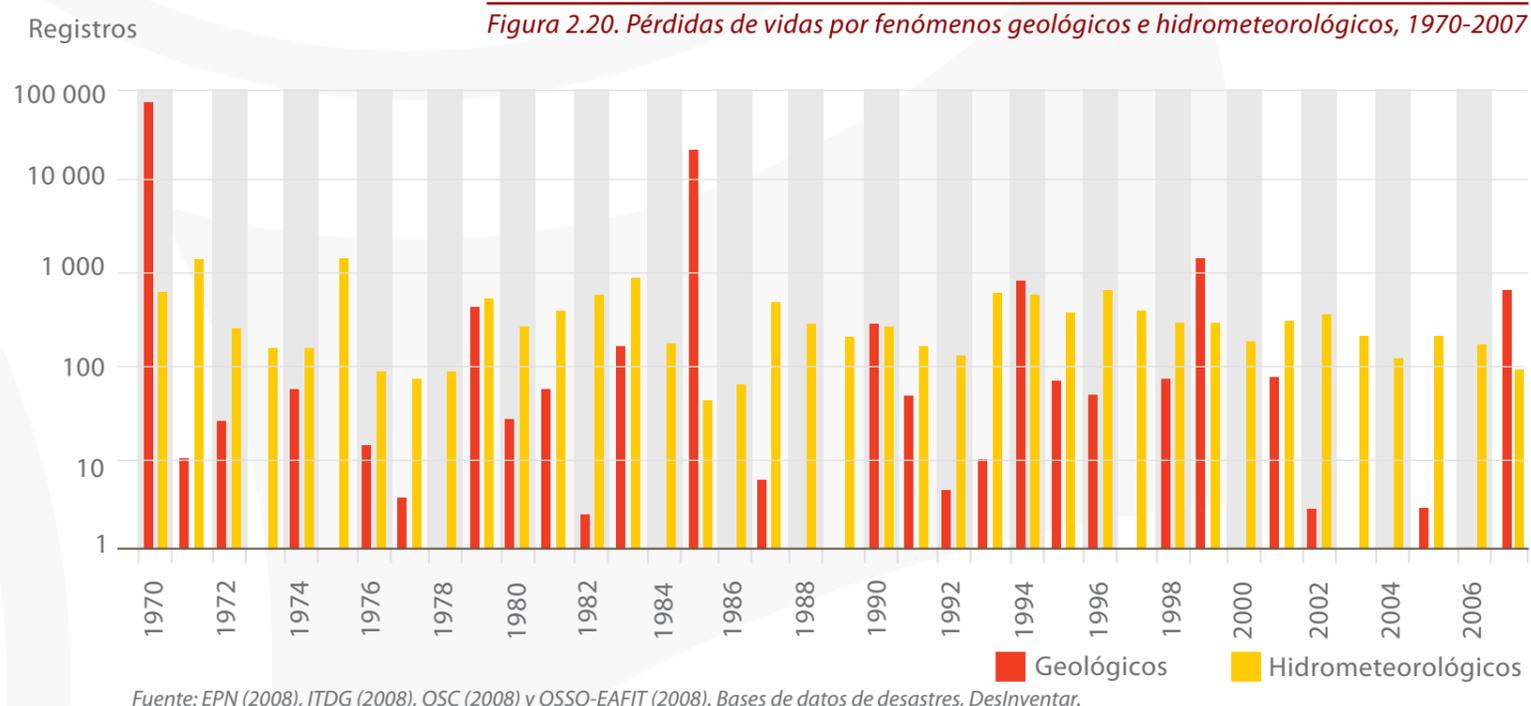


Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

²⁹No se incluye el evento "Otros".

Entre 1970 y 2007 las pérdidas de vidas y viviendas por fenómenos hidrometeorológicos muestran un comportamiento cíclico con incrementos que coinciden, por lo general, con episodios de El Niño y La Niña como en los años 1970-1971, 1982-1983, 1988 y 1997-1998. En la década de 1990 se registran tres veces más viviendas destruidas que las ocurridas en las otras décadas, lo cual responde, principalmente, al incremento de pérdidas durante el periodo 1997-1998 en relación con los episodios cálidos y fríos de ENOS.

Las pérdidas por fenómenos geológicos, aunque menos frecuentes, indican que en cada década hay al menos un desastre con gran cantidad de víctimas mortales y viviendas destruidas como los ocurridos en 1970 por el terremoto de Ancash en Perú; en 1985 por la erupción del volcán del Ruiz y en 1999 por el terremoto del Eje Cafetero en Colombia; y en el 2007, nuevamente en Perú, por el terremoto de Pisco, que afectó la zona costera al sur de la ciudad de Lima (Figuras 2.20 y 2.21). A partir de 1990 se evidencia un incremento de las viviendas destruidas por estos fenómenos, especialmente por terremotos, lo cual si bien obedece a una mejor documentación de las pérdidas, también puede estar relacionado con aumento de las condiciones de vulnerabilidad en la subregión.



GRANDES Y PEQUEÑOS DESASTRES

Los desastres ocurren a diversas escalas y con variados impactos y su interpretación depende, en gran medida, del nivel geográfico desde el que se observen las pérdidas y, por lo tanto, de la resolución a la cual se disponen los datos (OSSO para PREDECAN, 2008). Las bases de datos de la subregión incluyen desastres recopilados a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú, es decir, que cada registro de pérdidas corresponde a un municipio (o equivalente) afectado por un fenómeno determinado.

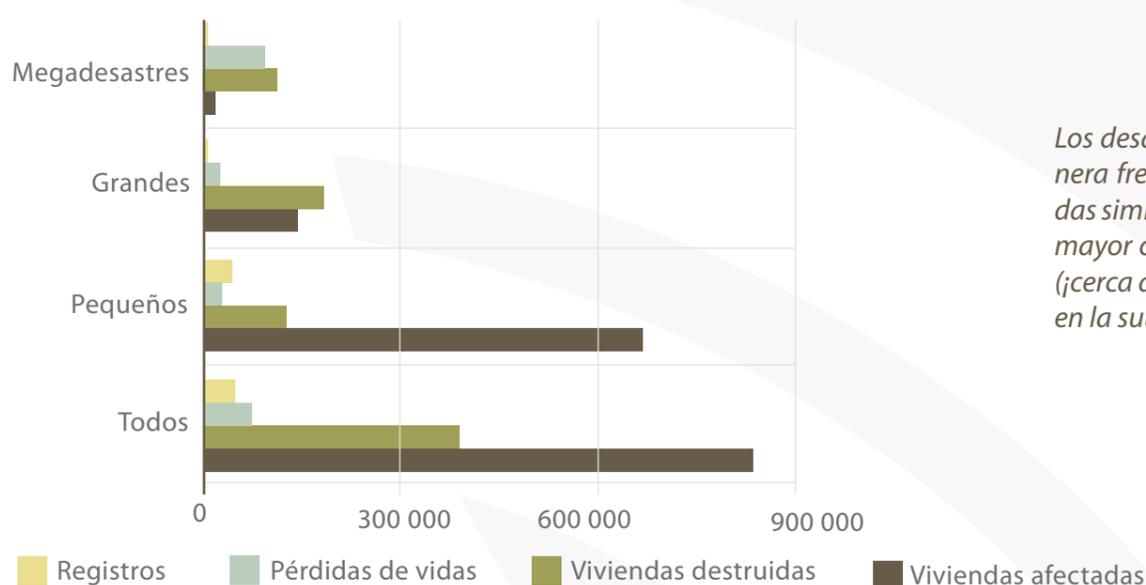
Para comparar los efectos acumulados de los grandes y pequeños desastres ocurridos entre 1970 y 2007 se clasificaron las pérdidas a partir de umbrales definidos con base en un análisis de percentiles (ISDR, 2009). Para ello se utilizaron los datos registrados en las variables más robustas de las bases de pérdidas: víctimas mortales y viviendas destruidas. De acuerdo con esto, los desastres más grandes ocurridos en la subregión son los que han dejado 30 o más víctimas mortales o 200 o más viviendas destruidas en un municipio (o equivalente).

Los resultados presentados en la Figura 2.22 muestran los desastres diferenciados en tres tamaños según el impacto: megadesastres, grandes y pequeños. Los primeros corresponden a los dos más grandes de la historia de la subregión en las últimas cuatro décadas: el terremoto del Perú en 1970 y la erupción del Ruiz en Colombia en 1985 con 69 mil y cerca de 23 mil víctimas mortales, respectivamente. Los desastres grandes representan menos del 1% de los registros de pérdidas y los pequeños alcanzan el 99% de los registros. Aunque los grandes desastres son poco frecuentes, han generado cerca del 11% de las víctimas mortales y el 44% de las viviendas destruidas. Los efectos acumulados por desastres pequeños, que son mucho más frecuentes, corresponden al 16% de las pérdidas de vidas, el 30% de las viviendas destruidas y el 83% de las viviendas afectadas. Esto significa que en un periodo de 38 años (1970-2007) ocurrieron dos megadesastres con más de 90 mil pérdidas de vidas; un conjunto de desastres de gran tamaño con cerca de 14 mil víctimas mortales y 170 mil viviendas destruidas y múltiples desastres pequeños y frecuentes que dejaron la mayoría de las viviendas afectadas.

Desde 1970 han ocurrido dos megadesastres: el terremoto de 1970 en Perú, que dejó 69 mil víctimas mortales, y la erupción del volcán del Ruiz en 1985 en Colombia, que causó cerca de 23 mil muertos.

Los desastres grandes son de baja frecuencia y han generado el 11% de las víctimas mortales, el 44% de las viviendas destruidas y el 17% de las afectadas.

Figura 2.22. Registros y pérdidas según tamaño del impacto, 1970 - 2007



Fuente: Modificado a partir C. OSSO para Predecán (2008).

Los desastres pequeños ocurren de manera frecuente y suman pérdidas de vidas similares a los desastres grandes y la mayor cantidad de viviendas afectadas (¡cerca de 700 mil en los últimos 38 años en la subregión andina!).

OTROS DESASTRES

Otros fenómenos no considerados en el Atlas tienen grandes repercusiones y pérdidas locales, por ejemplo las granizadas en La Paz, Quito y Bogotá. No menos importante es el fenómeno de pérdida de glaciares en los países, asociados con el cambio climático y en particular durante episodios de El Niño. En Bolivia desaparecieron pequeños glaciares como el Chacaltaya cerca a La Paz; entre 1970 y 2003 se perdieron 145 pequeños glaciares sólo en la Cordillera Blanca de Perú y hubo una reducción total del 26% de la superficie glaciar. En Ecuador la pérdida fue del 27% entre 1997 y 2006 y en Colombia la pérdida anual entre 1998 y 2008 fue del 2% al 5%. Este proceso pone en riesgo el suministro de agua potable para ciudades como La Paz, la generación de energía hidroeléctrica y las actividades agrícolas (Declaración sobre glaciares y cambio climático, UNESCO, 2008).



DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA



LOS INQUIETOS ANDES



TERREMOTOS

La cordillera de los Andes se originó por la colisión de las placas tectónicas Suramérica y Nazca (Figura 2.1). Esta última choca contra el continente a una velocidad de seis a ocho centímetros por año y se sumerge bajo él.

A lo largo de la franja de choque de las placas, llamada zona de subducción, las presiones acumuladas hacen que las rocas se fracturen súbitamente; el rompimiento se traduce en vibraciones que son más fuertes en la medida en que la zona de falla sea mayor. Las vibraciones se desplazan en todas las direcciones como ondas sísmicas y cuando llegan a la superficie las percibimos como terremotos.

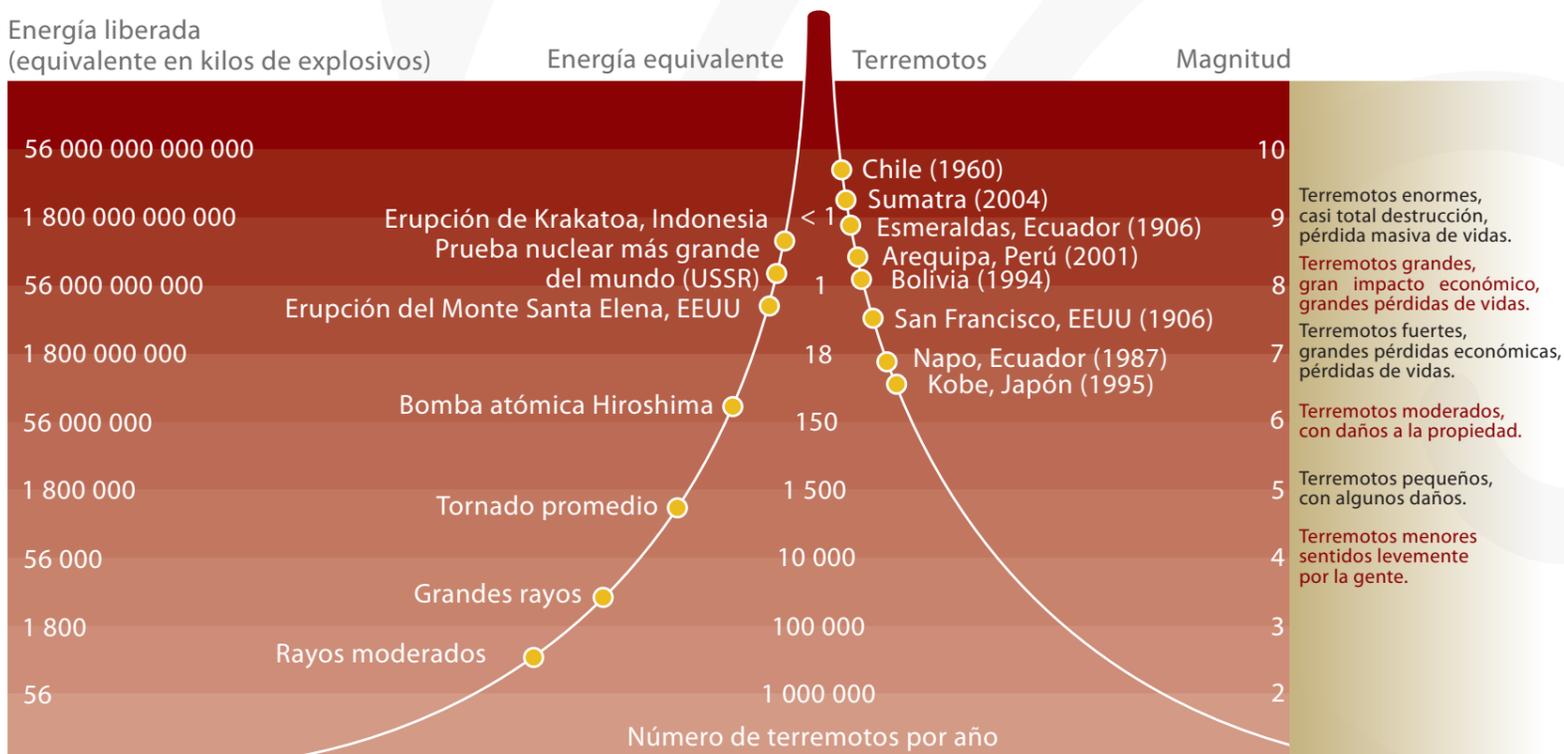
Los esfuerzos ocasionados por el choque de placas se distribuyen y transmiten por la placa Suramérica y abarcan toda la cordillera de los Andes, en donde generan fracturas o fallas geológicas, fuente de los terremotos continentales.

El tamaño o magnitud de los terremotos se mide según la cantidad de energía liberada. Un sismo de magnitud 6 libera energía equivalente a 56 millones de toneladas de explosivos, un poco menos que la energía liberada por la bomba de Hiroshima. Un terremoto de magnitud 9 liberaría energía equivalente a 36 mil bombas de Hiroshima.

En la Tierra ocurren sismos de magnitud inferior a 5 todos los días, mientras que terremotos de magnitud 6 suceden, en promedio, 150 por año, y tan sólo hay un sismo de magnitud 8 cada año (Figura 3.1). El terremoto más grande del mundo, desde que se inició la era de la sismología instrumental a finales del siglo XIX, ocurrió el 22 de mayo de 1960 frente a costas chilenas. Tuvo una magnitud de 9,5 y fue causado por una falla de mil kilómetros de longitud. Generó un tsunami enorme que atravesó el océano Pacífico y llegó a Hawaii 15 horas después, en donde las olas alcanzaron 10 metros de altura y dejó 61 víctimas mortales. A Japón llegó 22 horas después de ocurrido el sismo y dejó 138 muertos.

Los terremotos generan múltiples fenómenos naturales secundarios como deslizamientos, tsunamis y licuación de suelos. La licuación de suelos es la pérdida momentánea de la capacidad de soportar peso por reacomodamiento de las partículas de arena en suelos saturados de agua.

Figura 3.1 Número de terremotos por año y energía equivalente alrededor del mundo



Fuente: Adaptado de IRIS (2009).

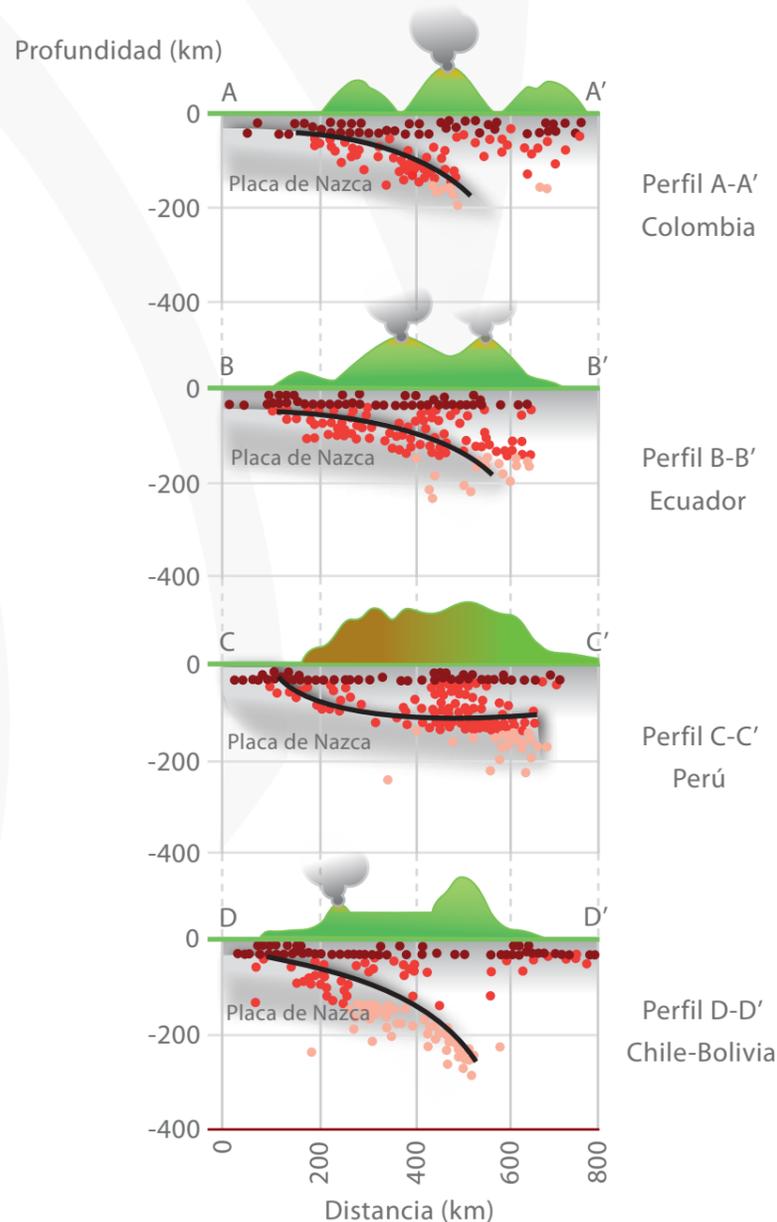
Los terremotos han ocurrido en los Andes desde hace millones de años y, con seguridad absoluta, seguirán ocurriendo.

Los terremotos se clasifican según su magnitud en grandes de 7 grados en adelante y según la profundidad a la que ocurren, se consideran superficiales hasta 33 kilómetros. Entre 1973 y 2009 se han registrado en la subregión más de 7 mil terremotos de magnitud superior a 4,5, de los cuales 861 tuvieron magnitud mayor a 5,5. Esta sismicidad se representa en el Mapa 16 donde se destaca lo siguiente:

- **Sismos superficiales**, asociados principalmente a la zona de subducción, con magnitudes superiores a 7.
- **Sismos con magnitudes intermedias** (5 a 7), asociados con el roce entre la placa oceánica sumergida y la de Suramérica.
- **Sismos de diversa magnitud**, asociados con las fallas continentales a lo largo de toda la cordillera de los Andes, la cual está fracturada como resultado de los esfuerzos a gran escala ocasionados por el choque de las placas.
- **Sismos profundos**. Los Andes se destacan a nivel mundial por la ocurrencia de sismos muy profundos y de gran magnitud como el ocurrido en la región amazónica de Bolivia el 9 de junio de 1994, a más de 500 kilómetros bajo la superficie, con magnitud 8,2, que fue sentido en todo el continente americano desde la Patagonia hasta Alaska.

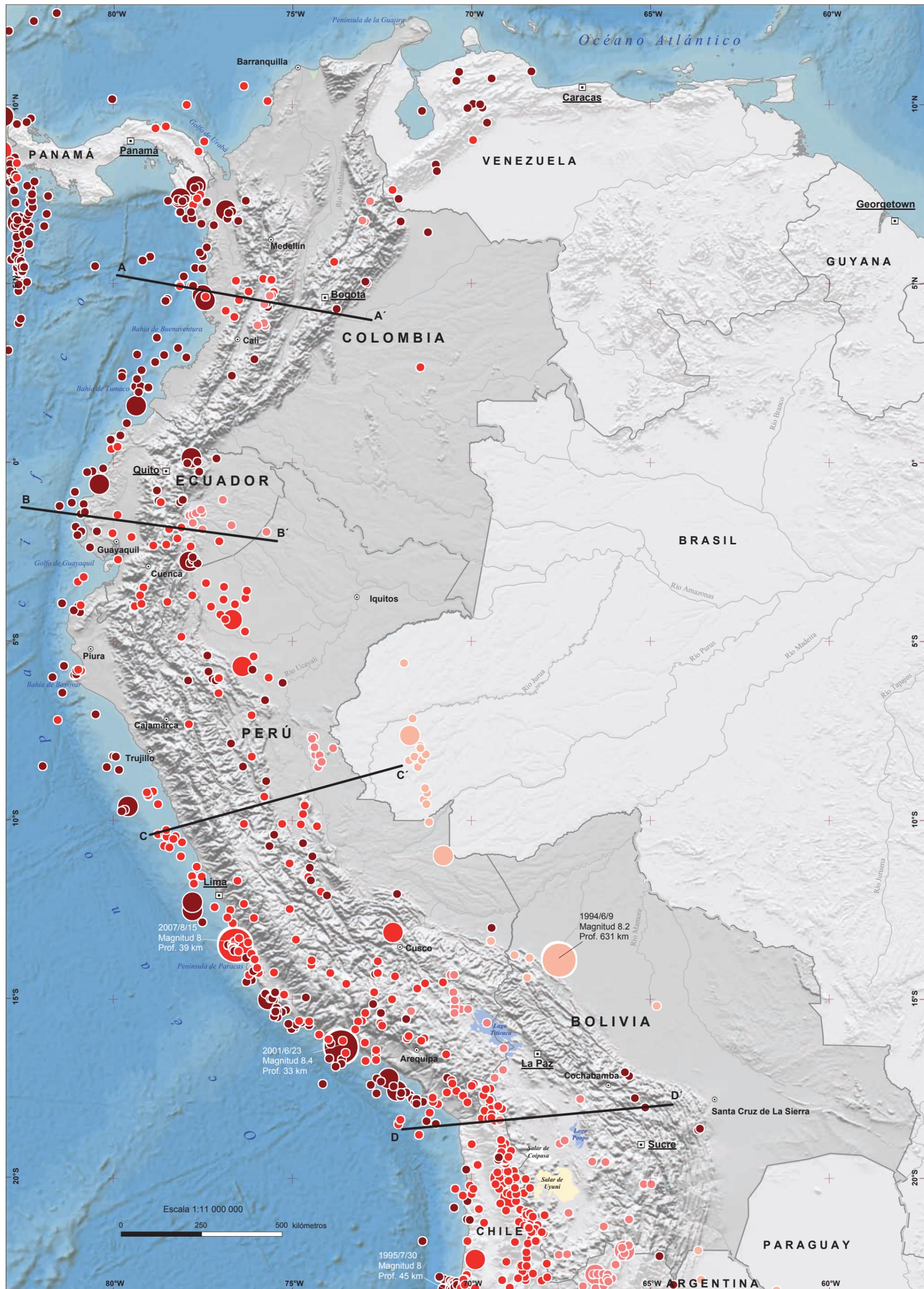
La profundidad de los sismos se representa en la Figura 3.2 por medio de los perfiles A-A', B-B', C-C' y D-D'. Los perfiles son vistas transversales en diferentes zonas de la costa pacífica, según se indica en el Mapa 16; en cada uno se representa el ángulo de inclinación de la placa de Nazca. En Colombia, Ecuador, sur del Perú y Bolivia, el ángulo es alto, de tal manera que la zona de roce entre las placas alcanza condiciones de presión y temperatura tales que las rocas se funden y generan zonas volcánicas. En comparación, en gran parte de la costa del norte y centro del Perú el ángulo de inmersión es bajo, de modo que no hay fusión de las rocas y no hay vulcanismo, pero sí más frecuentes y fuertes terremotos superficiales.

Figura 3.2. Profundidad de los terremotos en la corteza terrestre andina



La placa de Nazca se sumerge bajo los Andes con diferentes ángulos de inclinación: en aquellas regiones donde el ángulo es alto, las condiciones de presión y temperatura son tales que las rocas se funden y hay vulcanismo.

16. Sismos de magnitud superior a 5,5, 1973 - 2009



Rangos de magnitud y profundidad

Magnitud del sismo	Profundidad del sismo en kilómetros	Los sismos superficiales a menos de 34 km de profundidad tienen la mayor capacidad de destrucción.	□ Capital
○ 5,6 - 6,9	■ Menor a 34		○ Ciudades principales
○ 7,0 - 7,9	■ 34 - 150		
○ 8,0 - 8,4	■ 150 - 500		
	■ Mayor a 500	— Perfiles de sismicidad	

Los terremotos, esos bruscos movimientos de la corteza terrestre, ocurren en toda la subregión. Desde 1973 se han registrado más de 7 000; 50 de ellos han causado destrucción. Los sismos ocurren, comparativamente, con mayor frecuencia y fuerza, en la porción sur de la costa del Perú.

Elaborado a partir de National Earthquake Information Center (2009). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSC, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84



AMENAZA SÍSMICA

La amenaza sísmica es la probabilidad de que en una región determinada ocurran vibraciones sísmicas con un cierto nivel de aceleración con respecto a la fuerza de la gravedad, en un periodo preestablecido. Ya que fenómenos como los terremotos obedecen a causas que son activas desde hace millones de años (el choque de placas), su ocurrencia puede considerarse como una variable estacionaria en el tiempo, es decir, allí donde han ocurrido grandes terremotos es esperable que en el futuro ocurran otros de magnitud similar.

La fuerza con la que es sacudida una roca o suelo durante la ocurrencia de un terremoto se expresa en términos del porcentaje de la aceleración de la gravedad.

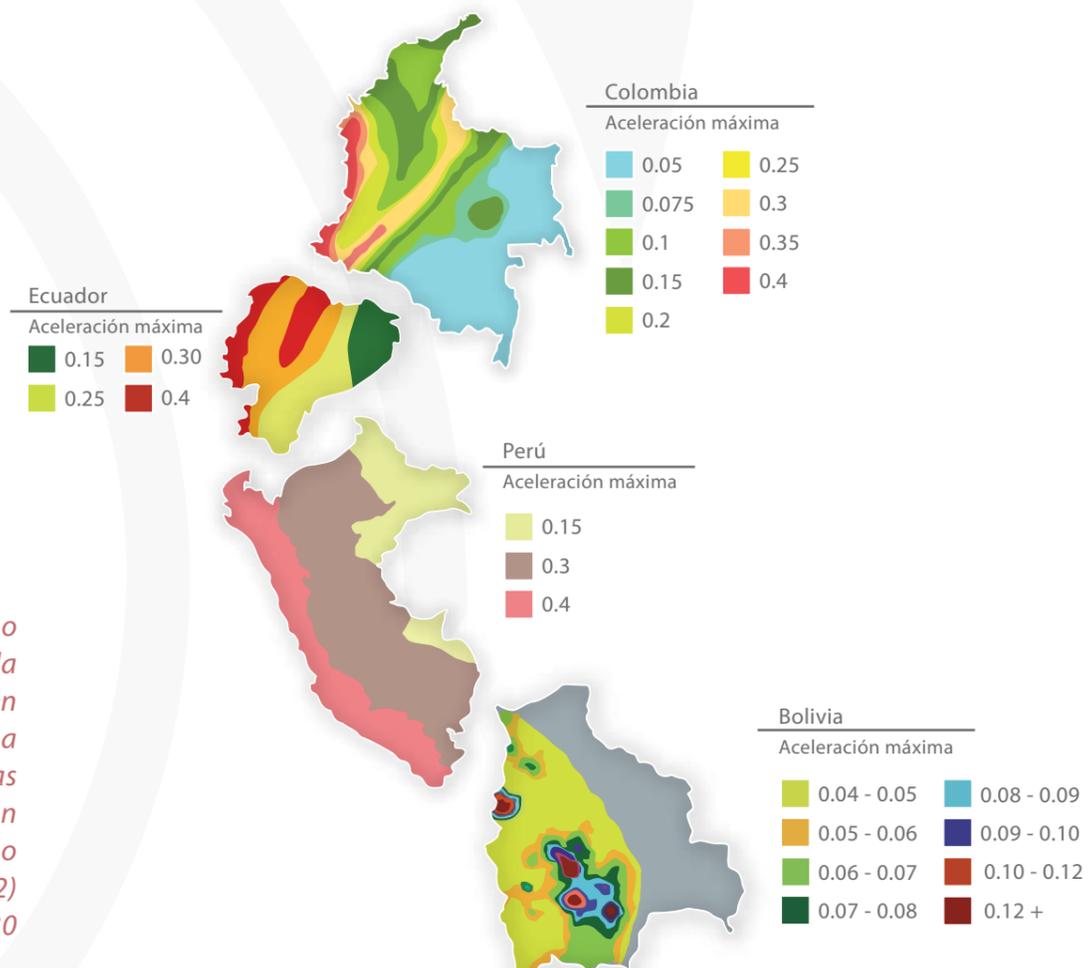
El nivel con el que las vibraciones sísmicas llegan a un sitio depende de varios factores: (1) la magnitud del terremoto; (2) la distancia desde la falla (fractura) hasta un sitio de interés y (3), el llamado "efecto local", que depende de los tipos y espesores de suelos, las formas de las cuencas y la topografía. Los suelos blandos depositados sobre las rocas amplifican las vibraciones sísmicas y por lo tanto los daños tienden a ser mayores. Las vibraciones generan efectos secundarios, principalmente deslizamientos y licuación de suelo: si éste está conformado por depósitos arenosos con alto contenido de agua, se comportan como líquidos al paso de las vibraciones, de modo que estructuras, edificios o casas que estén cimentados sobre ellos pueden hundirse parcialmente.

La amenaza sísmica regional se muestra en el Mapa 17, que indica cuál es la fuerza equivalente a la de la gravedad con la cual los terrenos en roca pueden ser sacudidos en un periodo de 50 años, con una probabilidad de excedencia del 10%.

En el nivel de amenaza sísmico alto se esperan vibraciones sísmicas con aceleraciones de 250 cm/s^2 a 400 cm/s^2 . Esto quiere decir que el terreno puede ser empujado por las vibraciones con fuerzas equivalentes al 25% y al 40% de la aceleración de la gravedad, respectivamente.

Los terremotos no generan muertes por sí mismos. La debilidad de las construcciones es una de las principales causas de pérdidas de vidas y daños materiales. Aplicando normas vigentes es factible disminuir pérdidas futuras.

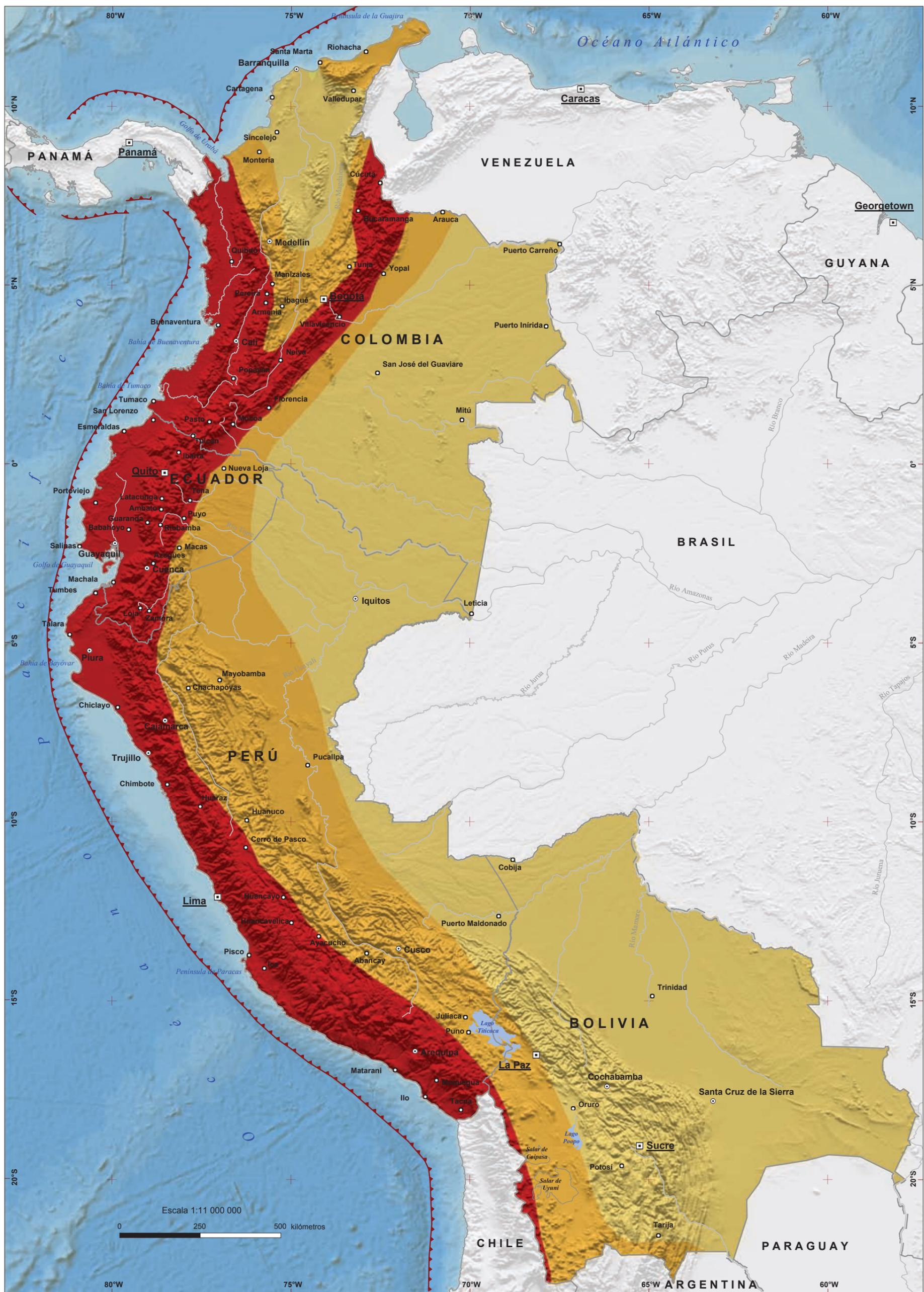
Figura 3.3. Peligro sísmico en los códigos nacionales de construcción



Los países de la subregión han hecho significativos avances en evaluar la amenaza sísmica e incorporarla en normas nacionales: Norma Boliviana de Diseño Sísmico (2006); Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistentes (1998); Código Ecuatoriano de la Construcción (2002) y Norma Técnica de Edificación E-030 (2003), de Perú.

Elaborado a partir de Norma Boliviana de Diseño Sísmico (2006); Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistentes (1998); Código Ecuatoriano de la Construcción (2002) y Norma Técnica de Edificación (2003), de Perú.

17. Amenaza sísmica



Nivel de amenaza sísmica (aceleración en cm/s²)

- Alto (250 - 400)
- Medio (150 - 250)
- Bajo (menor a 150)
- Falla de subducción
- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

La zona de subducción desde Perú hasta Colombia es la mayor fuente de terremotos y también de los más grandes; por eso la amenaza sísmica es mayor en el borde del Pacífico de la subregión, donde la fuerza de los terremotos sobre la superficie de la Tierra y las edificaciones es más destructiva.

La fuente (CERESIS, 1996) representa isocurvas de aceleración máxima con probabilidad de excedencia del 10% en 50 años, lo que equivale a un periodo de retorno de 500 años.

Elaborado a partir de CERESIS (1996); la zona de subducción a partir de PMA-GCA (2008) y Schobbenhaus y Belliza (2001). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84.



EXPOSICIÓN A AMENAZA SÍSMICA

Entre los principales elementos expuestos a las vibraciones sísmicas se encuentran las edificaciones e infraestructura, que pueden sufrir daños de acuerdo con su capacidad de resistencia, la cual depende de las condiciones de mantenimiento, de la calidad de los materiales y de la configuración o forma de distribución de sus elementos estructurales y arquitectónicos. Las vibraciones sísmicas también generan deslizamientos y efectos como la licuación de suelos arenosos que pierden momentáneamente su capacidad de sostener edificaciones.

El objetivo de esta sección es mostrar la exposición a la amenaza sísmica sin analizar los posibles daños, ya que éstos dependen de las variables expuestas anteriormente, lo que requiere hacer estudios a escala de mayor detalle.

POBLACIÓN Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

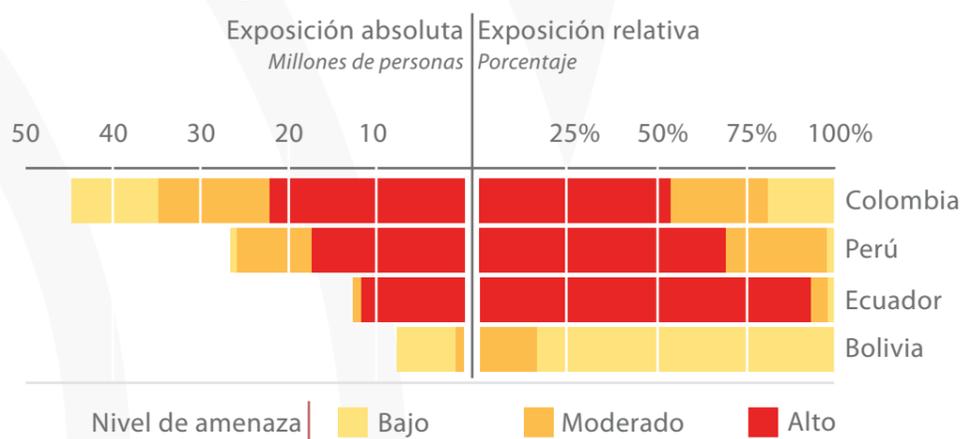
El 59% de la población de la Comunidad Andina, 54 millones de habitantes, se asienta en zonas de amenaza sísmica alta. Los mayores asentamientos urbanos expuestos están en la costa pacífica de Ecuador y Perú y en los Andes de Colombia y Ecuador (Mapa 18). El porcentaje de población expuesta es proporcional a las unidades habitacionales e infraestructura básica y de servicios públicos expuestos, como redes viales, conducción energética y de comunicaciones, saneamiento y agua potable, edificios públicos como escuelas y universidades, e instalaciones vitales como hospitales y centros de salud.

Colombia y Perú tienen la mayor cantidad de población expuesta a amenaza sísmica alta, con 22,3 y 18,7 millones de personas, que representan el 52% y el 69% de la población total, respectivamente. Ecuador, con 13 millones de habitantes, tiene casi toda su población en amenaza sísmica alta, ya que alcanza el 97% del total. Bolivia tiene una parte marginal de su territorio en amenaza sísmica alta, que en población representa menos del 1% de sus 8,1 millones de habitantes (Figura 3.4).

Cincuenta y nueve millones de habitantes de la Comunidad Andina residen en zonas de amenaza sísmica alta.

Perú y Colombia tienen la mayor cantidad de habitantes en amenaza sísmica alta: con 18,7 y 22,3 millones, respectivamente.

Figura 3.4. Población expuesta a amenaza sísmica



Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 17 y 7. Ver memoria técnica.

La mayor concentración urbana expuesta a amenaza sísmica alta es el área metropolitana de Lima–Callao con 8,8 millones de habitantes en el 2009. Además, en Perú varias ciudades principales están en la misma condición: Arequipa, Trujillo, Chimbote, Chiclayo, Tacna, Moquegua, Piura, Pisco y Tumbes, entre otras. En Ecuador, casi la totalidad de las ciudades más importantes está en esta misma zona, incluyendo a Quito y Guayaquil. En Colombia, además de las ciudades costeras del Pacífico, donde se destacan Buenaventura y Tumaco por su alta concentración de población con infraestructura con altos niveles de vulnerabilidad, están las ciudades andinas, entre las que destacan Armenia, Bucaramanga, Cali, Cúcuta, Manizales, Neiva, Pasto, Pereira y Popayán.

En Colombia el 28% de los habitantes (12,2 millones) están expuestos a amenaza sísmica media; en Perú, el 28% (7,6 millones); en Bolivia, el 16% (1,6 millones) y en Ecuador, el 5% (700 mil). Las zonas de baja exposición, localizadas al oriente de la cordillera de los Andes, comprenden especialmente las regiones de los Llanos Orientales y Caribe en Colombia, y la Amazonía, región compartida por los cuatro países. En ella está el 83% de la población de Bolivia, el 2% de la población de Colombia y menos del 1% de las poblaciones de Ecuador y Perú.

INTERCAMBIO DE BIENES Y SERVICIOS Y MOVILIDAD

VÍAS

El 42% de las vías del Sistema Andino de Carreteras (Decisión 271 de la CAN), equivalente a 10 100 kilómetros, está expuesto a amenaza sísmica alta (Mapa 19). El 23% y el 35% del sistema está expuesto a amenaza sísmica media y baja y corresponden respectivamente a 5 700 y 8 300 kilómetros (Tabla 3.1).

El 50% de las vías expuestas a amenaza sísmica alta corresponde a los ejes troncales fundamentales en el comercio intracomunitario andino con Mercosur y Suramérica, dentro de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana, IIRSA. Se destaca la carretera Panamericana, que está en amenaza sísmica alta a su paso por Perú, Ecuador y sur de Colombia.

En Bolivia el 87% de la red vial, equivalente a 5 900 kilómetros, se encuentra expuesto a amenaza sísmica baja y el 13% restante, que corresponde a tramos estratégicos del eje troncal que comunica el país con Perú y Chile, a amenaza sísmica media. En Colombia el 41% de las vías que pertenecen al sistema andino de carreteras está expuesto a amenaza sísmica alta, mientras que en Ecuador lo están casi todas las vías del sistema, el 92%. En Perú el 67% de las vías se encuentra en amenaza sísmica alta y tan sólo un 5%, el tramo que comunica con el Brasil a través de Iñapari, está en amenaza sísmica baja (Figura 3.5).

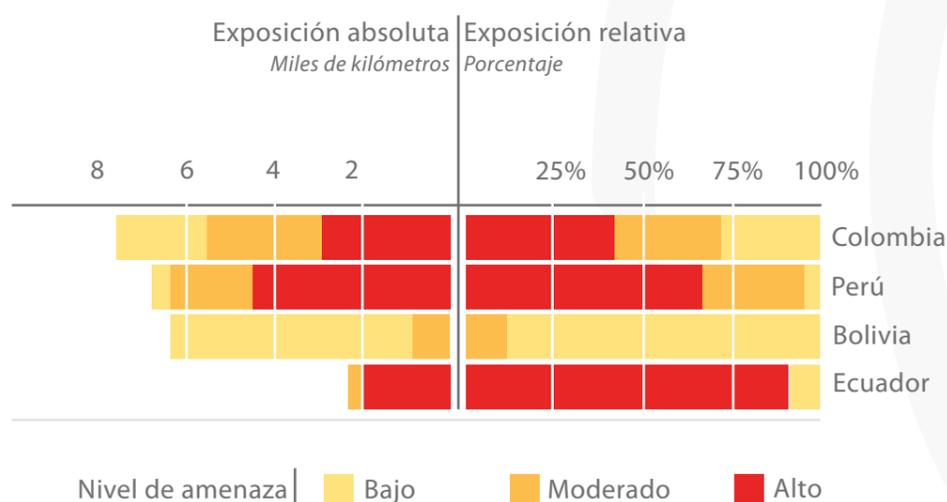
PUERTOS MARÍTIMOS Y FLUVIALES

Tabla 3.1. Kilómetros de vías expuestos a amenaza sísmica según tipo de eje

Exposición	Troncal	Interregional	Complementaria	Total
Alta	6 300	500	3 300	10 100
Media	2 800	600	2 300	5 700
Baja	3 400	1 600	3 300	8 300
Total	12 500	2 700	8 900	24 100

Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 12 y 7.

Figura 3.5. Kilómetros de vías expuestos a amenaza sísmica por país



Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 12 y 7.

El 50% del eje troncal (carretera Panamericana) está expuesto a amenaza sísmica alta en Perú, Ecuador y al sur de Colombia.

Los daños más comunes en las carreteras causados por sismos son las deformaciones, los deslizamientos y la licuación de suelos. Los puentes pueden colapsar por falta de capacidad para resistir las fuerzas del sismo o por incapacidad para resistir los desplazamientos del suelo.

Una de las principales causas de daños por sismo en los puertos es la licuación de suelos arenosos, poco densos y saturados de agua.

Las tuberías y elementos enterrados se ven afectados por las deformaciones del suelo causadas por las vibraciones sísmicas, deslizamientos y licuación ocasionados por terremotos.

Las líneas de interconexión eléctrica de Ecuador con Perú y Colombia se encuentran en zona de amenaza sísmica alta.

De los 26 puertos marítimos y fluviales más importantes de la Comunidad Andina, 12 están expuestos a amenaza sísmica alta (Mapa 19). De éstos, todos localizados sobre el océano Pacífico, 3 concentran el 83% de la carga movilizada: Lima-Callao en Perú, Buenaventura en Colombia y Guayaquil en Ecuador, con 15,4, 9,9 y 7,1 millones de toneladas movilizadas durante el 2007, respectivamente. Los 14 puertos expuestos a amenaza sísmica baja son los fluviales de Bolivia y Perú y los marítimos de Colombia sobre el Caribe.

AEROPUERTOS INTERNACIONALES

De los 25 principales aeropuertos internacionales de la Comunidad Andina existentes en el 2007, 11 están expuestos a amenaza sísmica alta (Mapa 20). De éstos, los que mueven más de dos millones de pasajeros al año son: Lima-Callao en Perú con 7,5 millones, Quito y Guayaquil en Ecuador con 4,2 y 3,2 millones, respectivamente, y Cali en Colombia, con 2,4 millones. Los aeropuertos de las capitales de Bolivia y Colombia están expuestos a amenaza sísmica media.

INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

La Comunidad Andina cuenta con 18 refinerías de petróleo, de las cuales 7 están expuestas a amenaza sísmica alta: las cuatro de Perú, dos de las cuatro de Ecuador (Esmeraldas y La Libertad) y una (Orito) de las cinco de Colombia (Mapa 21).

Aunque la mayoría de los oleoductos está en situación de baja o de media exposición, hay tramos importantes en zonas de amenaza alta que, especialmente en el caso de Ecuador, son relevantes. Por países, los tramos expuestos a amenaza sísmica alta son: el que transcurre entre la frontera de Bolivia con Chile y el puerto de Arica, donde se embarca el petróleo boliviano; el oleoducto transandino que une Orito (lugar de explotación) con Tumaco (puerto de exportación de petróleo), y parte del tramo que une a Villavicencio con Bucaramanga, en Colombia. En Ecuador está expuesto un tramo del oleoducto que une Nueva Loja con Quito así como el tramo Quito-Esmeraldas y el poliducto Quito-Guayaquil-Manta (Mapa 22). En Perú, un tramo del oleoducto que une Piura con la Amazonia, al oriente de la cordillera.

De los gasoductos, solo algunos tramos en Perú (Lima-Pisco) y en Colombia (Villavicencio-Bogotá y Neiva-Mocoa) están en alta exposición. Toda la infraestructura de gasoductos de Bolivia está en zonas de amenaza sísmica baja o media (Mapa 23).

GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

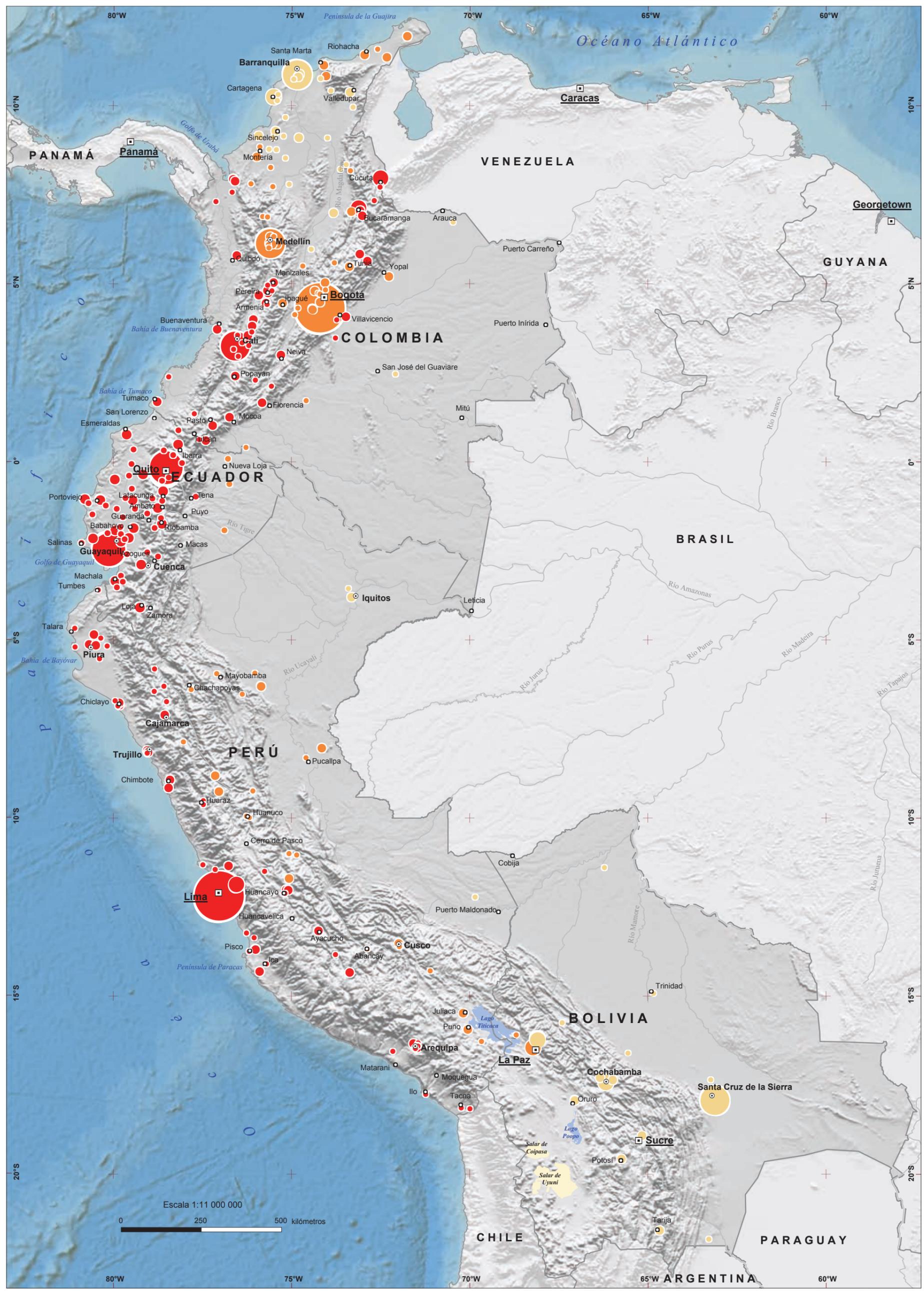
El 55% de las líneas de transmisión eléctrica con capacidad superior a 100 kV, que suman más de 19 500 kilómetros, está expuesto a amenaza sísmica alta. De las 186 centrales hidroeléctricas y térmicas que hacen parte de los sistemas interconectados nacionales, el 35% está en amenaza sísmica alta, el 3% en media y el 35% restante en baja (Mapa 24).

En Bolivia el 93% de las líneas de transmisión y el 91% de las centrales están expuestas a amenaza sísmica baja. Al no tener interconexión con Perú y al estar en baja y media exposición frente a la amenaza sísmica, Bolivia tiene menores probabilidades de verse afectado, ya sea directamente o por lo que pueda suceder en los otros países.

En Colombia la exposición de las líneas de transmisión eléctrica y las centrales se distribuye entre un 20% y un 40% en cada nivel de amenaza sísmica. En Ecuador el 96% de las líneas de transmisión y el 87% de las centrales están expuestas a la amenaza sísmica alta. En Perú el 72% de las líneas de transmisión y el 66% de las centrales están expuestas a amenaza sísmica alta, y el 28% de las líneas y de las centrales están en amenaza media.

Debido a que la infraestructura energética del sur de Colombia está en alta exposición, se podría interrumpir el suministro de energía a Ecuador. Por ello es necesario contar con sistemas de redundancia que permitan sortear los posibles daños. Ello implica contar con dos o más líneas de conexión entre los países.

18. Población expuesta a amenaza sísmica, 2005



Nivel de exposición

- Alto
- Medio
- Bajo

Población

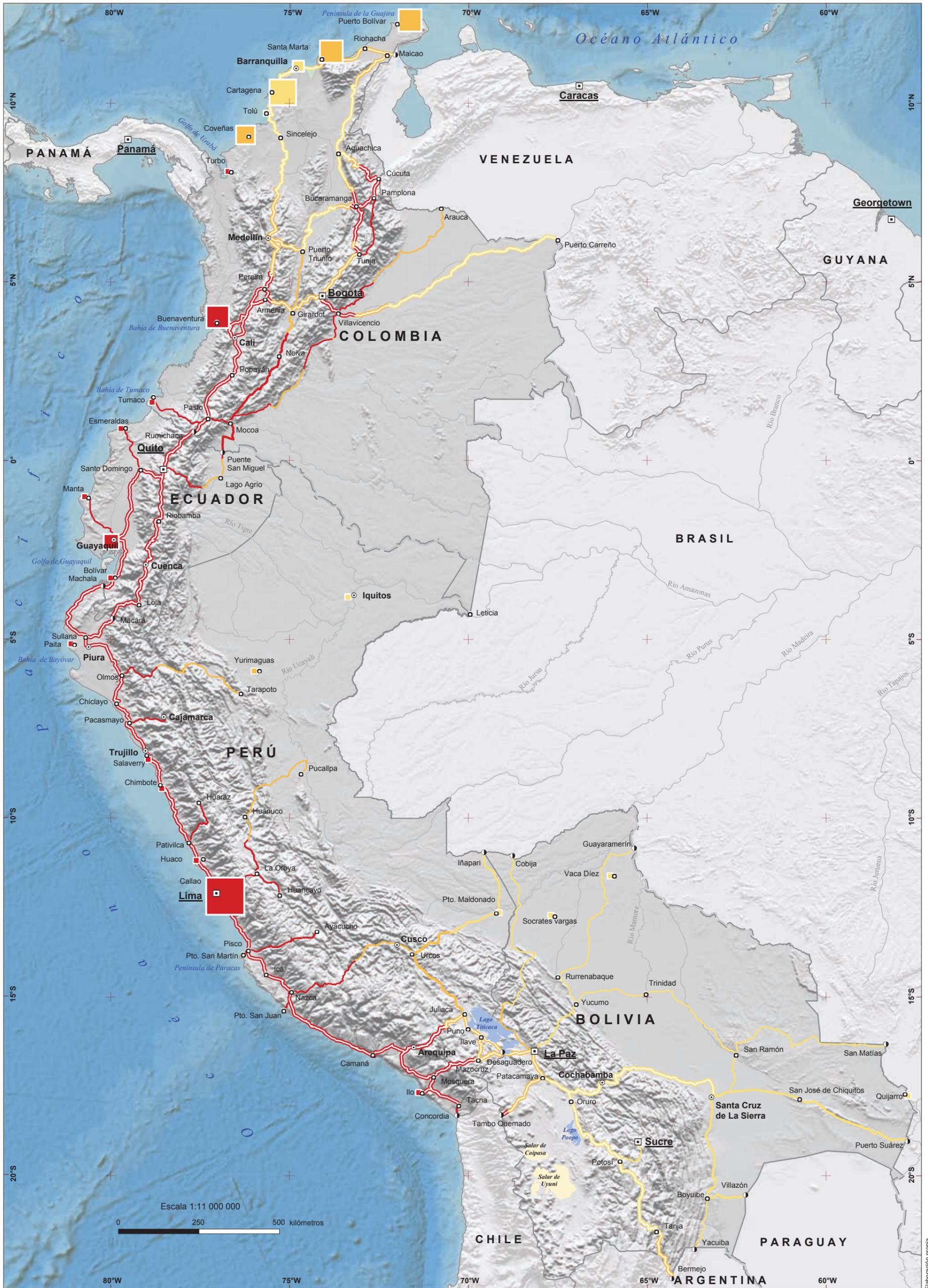
- Mayor a 5 000 000
- 1 000 000 - 2 300 000
- 500 000 - 1 000 000
- 100 000 - 500 000
- 50 000 - 100 000

- ▣ Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Nota: la población está representada a escala de provincia en Bolivia, municipio en Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú. Los distritos de Lima y Callao se representan de manera agrupada.

Lima metropolitana, con 8,8 millones de habitantes (en el 2009), que representan cerca del 27% del total de la población del Perú, concentra a nivel subregional el mayor volumen de habitantes con exposición alta a la amenaza sísmica.

19. Sistema Andino de Carreteras y puertos expuestos a amenaza sísmica

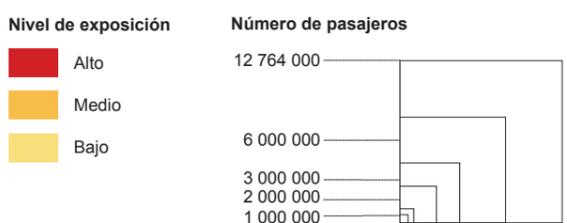
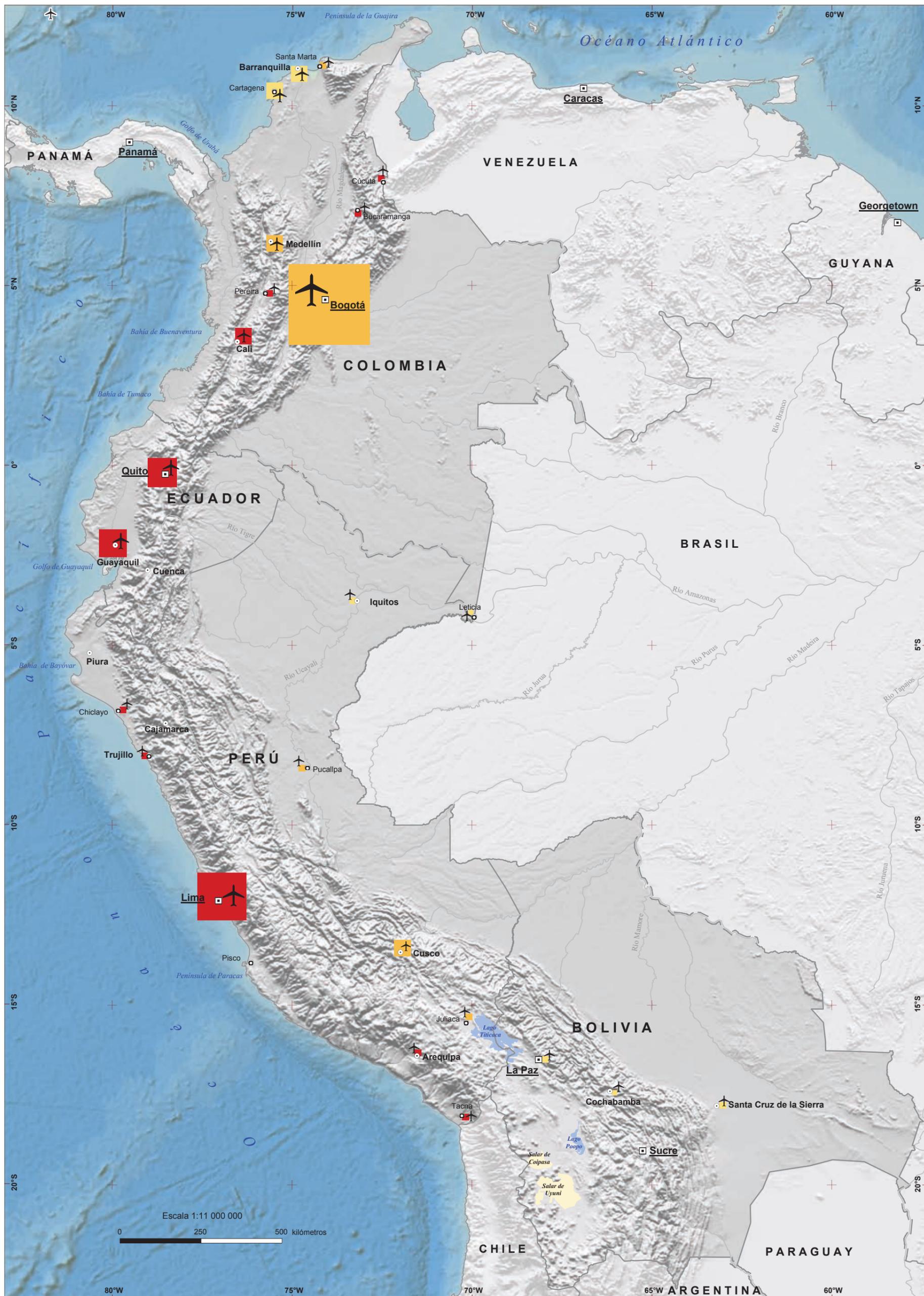


Nivel de exposición	Carga (miles de toneladas)	Ejes viales	Capitales
 Alto		Troncal	Ciudades principales
 Medio		Interregional	Otras ciudades
 Bajo		Complementario	Pasos de frontera

Gran parte del comercio exterior de la CAN transita por el sistema andino de carreteras que conecta los puertos con el interior de los países. Buenaventura, Guayaquil y Lima-Callao enfrentan la posibilidad de terremotos fuertes que afectarían la infraestructura vial y portuaria, lo que podría generar efectos importantes en las actividades viales y portuarias.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

20. Aeropuertos internacionales expuestos a amenaza sísmica

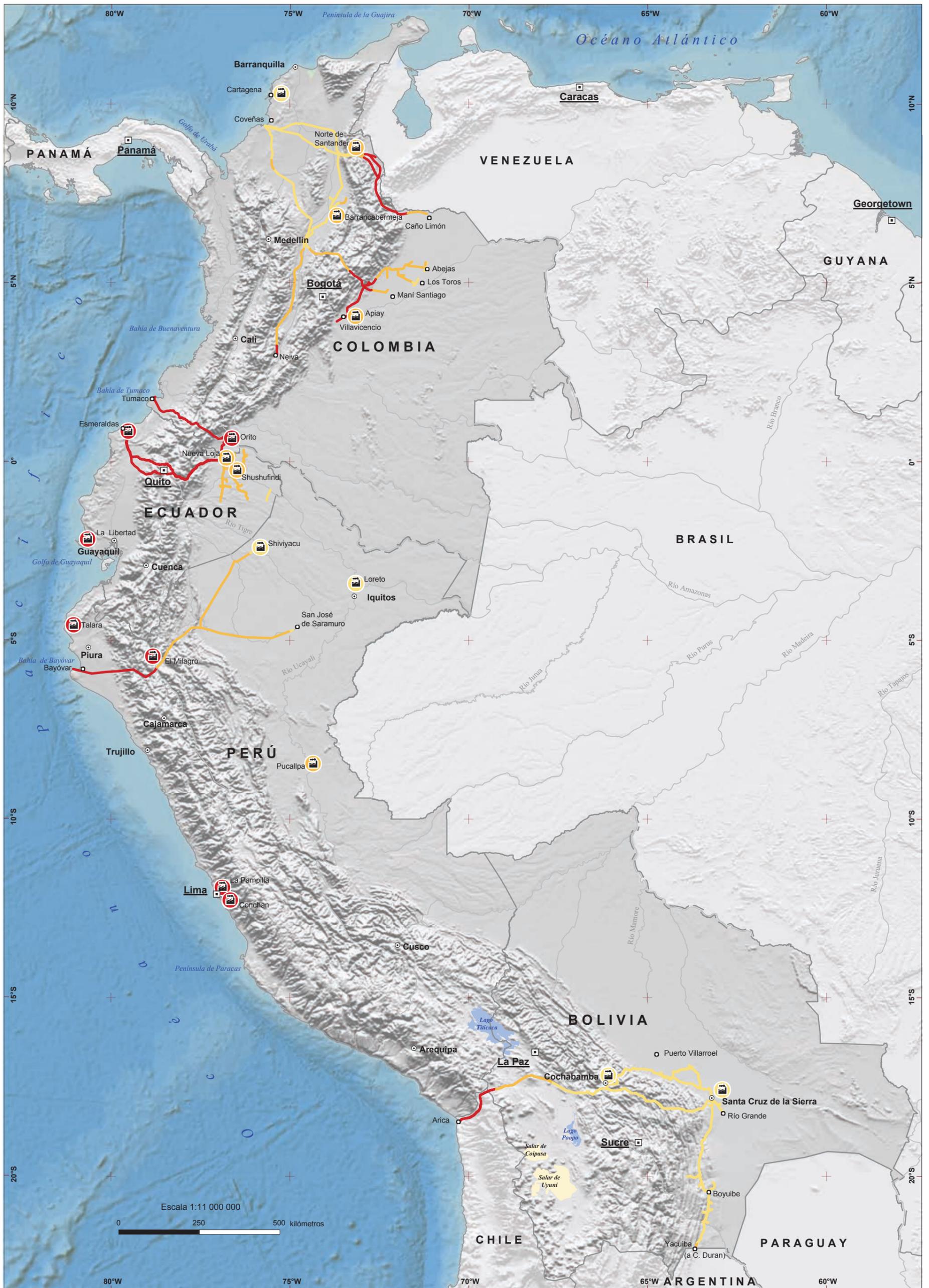


- Capital
- Ciudades principales
- Otras ciudades o poblaciones

Los aeropuertos de Quito, Guayaquil y Lima, con más de 20 millones de pasajeros al año, están altamente expuestos a la amenaza sísmica. Por ello, en caso de daño o afectación de su funcionamiento el impacto en la movilidad de pasajeros sería importante.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSISO, 2009. Proyección: Geográfica, datum WGS84

21. Oleoductos y refinerías expuestos a amenaza sísmica



Nivel de exposición

■ Alto	 Oleoducto	 Capitales
■ Medio	 Refinería	 Ciudades principales
■ Bajo		 Otras ciudades o poblaciones

En todos los países, incluido Bolivia con el oleoducto transandino hasta Arica en Chile, pueden ocurrir daños por sismo. Con excepción de los oleoductos transandinos del sur de Colombia y norte de Ecuador, los sistemas no tienen redundancia.

22. Poliductos expuestos a amenaza sísmica



- Nivel de exposición**
- Alto
 - Medio
 - Bajo
 - Poliducto
 - Capitales
 - Ciudades principales
 - Otras ciudades o poblaciones

Por daño en los poliductos que transportan hidrocarburos refinados, que incluyen combustibles para automotores, se generarían parálisis y sobrecostos en el transporte terrestre, con alto impacto en las economías nacionales.

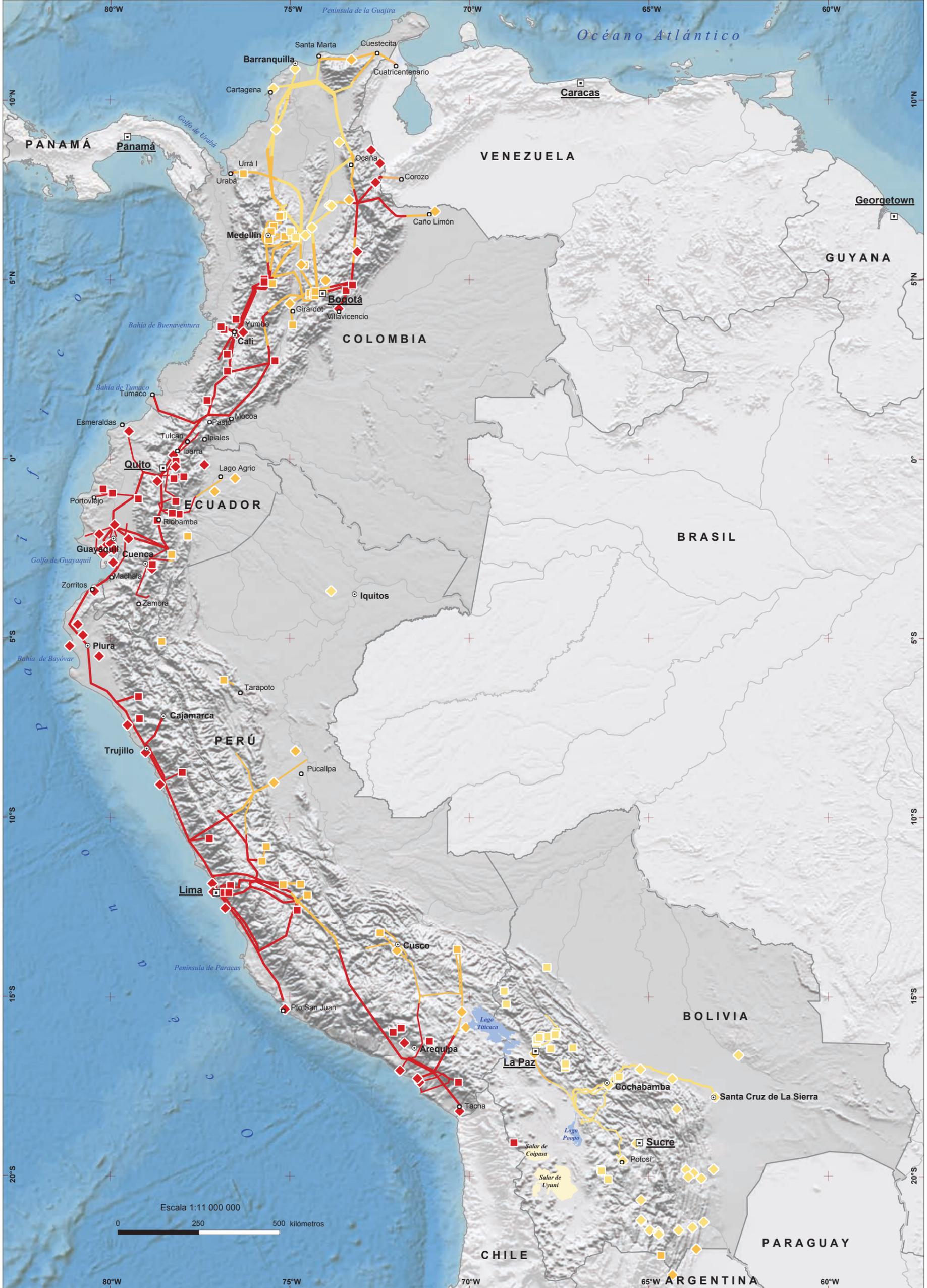
Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84

23. Gasoductos expuestos a amenaza sísmica



Por el creciente uso de gas natural domiciliario en Bolivia, Perú y Colombia, por la falta de redundancia en los sistemas y por la exposición a amenaza sísmica alta en Perú y Colombia, se podrían generar enormes traumas en la vida cotidiana de los usuarios domésticos y pérdidas en los sectores industriales y comerciales que lo utilizan.

24. Infraestructura de energía eléctrica expuesta a amenaza sísmica



Nivel de exposición	Línea de tensión	Centrales de producción
Alto	500 kV	Hidroeléctrica
Medio	220 - 230 kV	Termoeléctrica
Bajo	100 - 130 kV	

Los sistemas de generación y transmisión están interconectados nacional y subregionalmente, aunque todavía de forma parcial. Daños o disfunción por vibraciones sísmicas en plantas y líneas de media y alta tensión afectarían los sistemas, por lo que un país o parte de la subregión puede quedar a oscuras.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

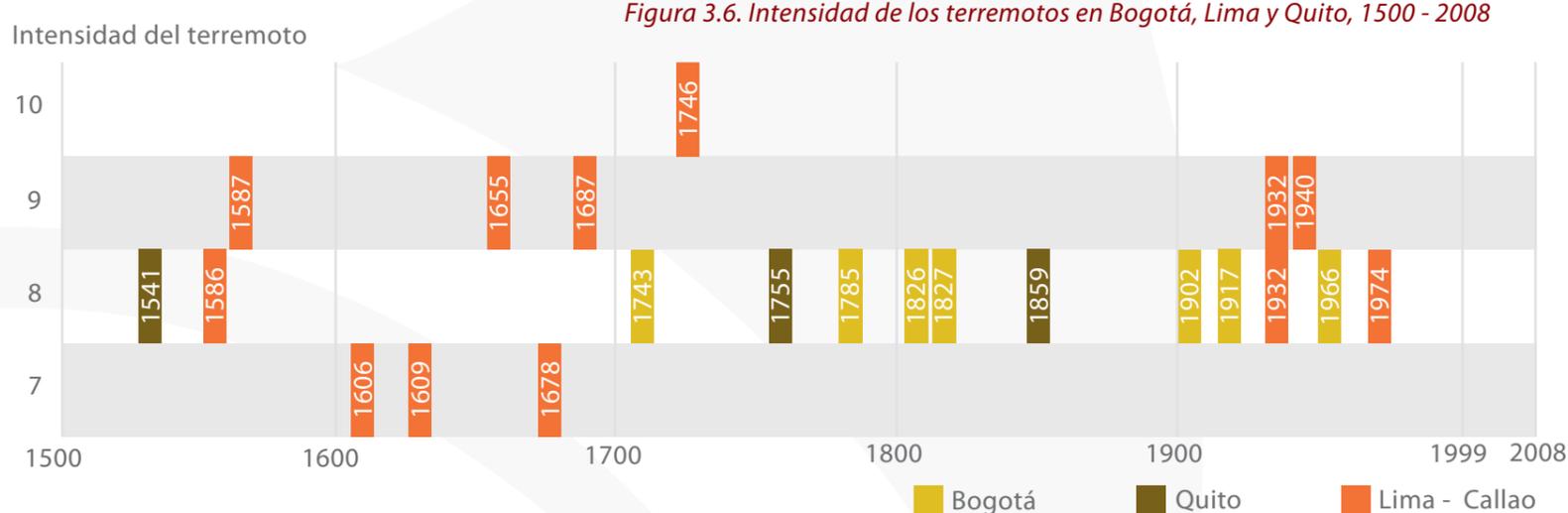


PÉRDIDAS HISTÓRICAS

Cada dos años, en promedio, una ciudad andina es gravemente afectada por la ocurrencia de terremotos.

Los procesos geológicos que generan los terremotos en los Andes ocurren desde hace varios millones de años. La información histórica disponible indica que desde la Colonia, finalizando el siglo XVI, cerca de 230 ciudades han sido gravemente afectadas. Aunque un terremoto puede generar efectos en varias ciudades, se puede decir que, en promedio, en la región andina en los últimos 480 años una ciudad ha sido gravemente afectada cada dos años.

Lima, Bogotá y Quito han sufrido daños en varias ocasiones con intensidades que produjeron pérdidas de vidas y daños graves o destrucción de las construcciones (Figura 3.6). Lima, la mayor ciudad de la subregión, ha sido afectada 12 veces, una vez cada cuarenta años en promedio; en 1587 y 1746 fue literalmente destruida.



Fuente: Elaboración propia a partir de Catálogo de CERESIS (1992)

A partir del siglo XX los registros de daños muestran al Perú como el país con la mayor cantidad de desastres por terremoto. De los principales terremotos con víctimas mortales Perú tuvo 22, es decir, uno cada cinco años, seguido por Colombia, Ecuador y Bolivia.

Se destaca el desastre del 31 de mayo de 1970 en Perú, que generó cerca de 69 mil víctimas y daños graves en el norte del país. La mayoría de las víctimas fueron causadas por la avalancha generada por las vibraciones sísmicas que desprendieron masas de hielo del nevado Huascarán. El último terremoto, en agosto de 2007, produjo cerca de 600 víctimas, 94 mil viviendas destruidas y medio millón de damnificados (INDECI, 2008).

En Colombia los mayores terremotos ocurrieron en 1906 (Ecuador-Colombia) y 1979. Los últimos de gran impacto sucedieron en junio de 1994, con más de 500 víctimas por deslizamientos inducidos y crecientes del río Páez, y en enero de 1999 en el Eje Cafetero con casi 1 200 víctimas mortales y unas 40 mil viviendas destruidas.

En Ecuador se destaca el sismo de marzo de 1987, con graves impactos en las provincias del norte de la Sierra y el Amazonas, mil víctimas mortales, daños en los sectores agrícola e hidroeléctrico y destrucción de 40 kilómetros del oleoducto Lago Agrio-Esmeraldas.

En Bolivia ha habido tres terremotos con efectos graves durante el mismo siglo XX. El último fue en Cochabamba en mayo de 1998 con 75 muertos, miles de viviendas destruidas y múltiples deslizamientos.

Lima, la ciudad más grande de la subregión, ha sido afectada gravemente el mayor número de veces: una cada 40 años, en promedio.

Mejorar el conocimiento de la amenaza, aplicar normas de construcción sismo-resistente, estudiar la vulnerabilidad y fomentar medidas de reforzamiento deben ser acciones cotidianas.

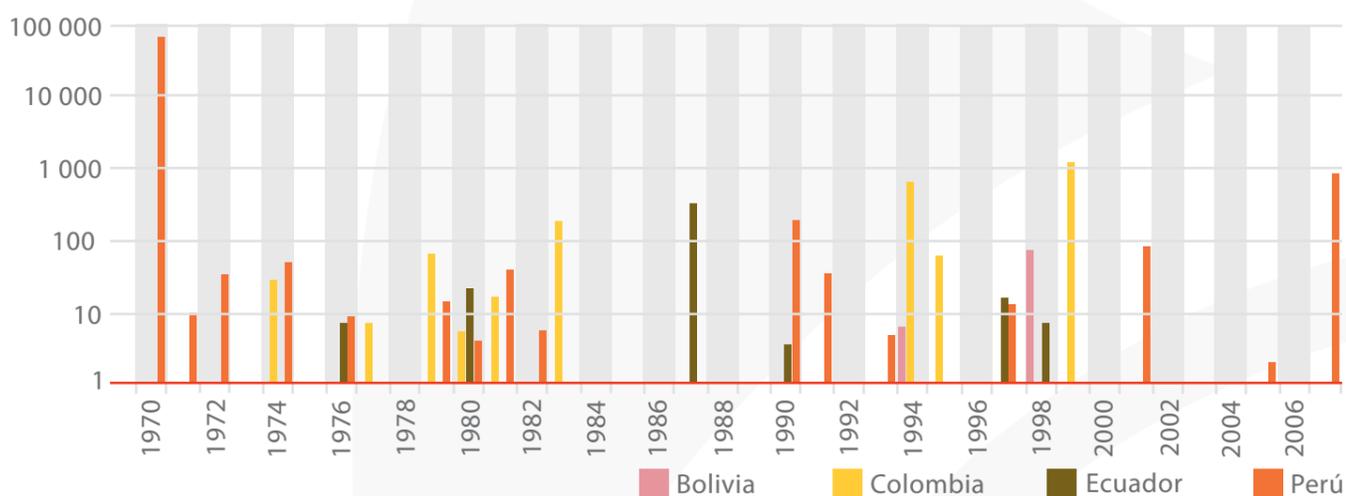
El análisis en una ventana de tiempo más cercana y mejor documentada a partir de 1970, con fuente en bases de datos de pérdidas por desastres de DesInventar, permite afirmar que prácticamente no hay un año libre de terremotos con efectos menores, medianos o destructivos en la subregión y que Perú y Colombia tienen las mayores pérdidas de vidas y viviendas, seguidos por Ecuador y Bolivia (Figuras 3.7 y 3.8).

Aunque ha habido terremotos con efectos destructivos en zonas de amenaza sísmica media y baja, en general las pérdidas acumuladas se presentaron en la zona de amenaza sísmica alta, en la cual, además, se localizan buena parte de la población e infraestructura de la subregión. La gran mayoría de las víctimas y daños se han debido a sistemas constructivos frágiles y otras condiciones de exposición, por ejemplo zonas propensas a movimientos de masa inducidos por las vibraciones sísmicas (Mapas 25 y 26).

Las pérdidas por terremoto registradas en las bases de datos de la subregión permiten afirmar que prácticamente no hay un año libre de terremotos con algún tipo de efecto sobre población y bienes.

Figura 3.7. Pérdidas de vidas por terremoto, 1970 – 2007

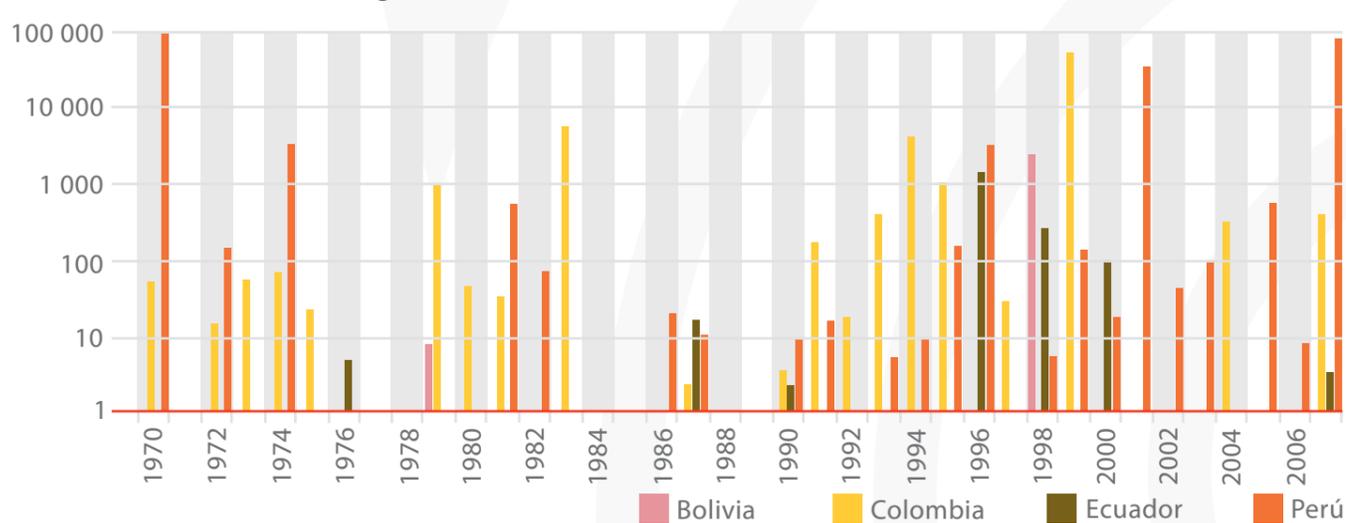
Muertos, escala logarítmica



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar. Escala logarítmica.

Figura 3.8. Viviendas destruidas por terremoto, 1970 – 2007

Viviendas destruidas, escala logarítmica



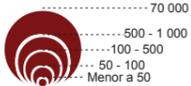
Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar. Escala logarítmica.

25. Pérdidas de vidas por terremotos, 1970 - 2007



EPN (2008), ITDG (2008), OSC-EAFT (2008) y OSC-EAFT (2008). Bases de datos de desastres, Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

Total pérdidas de vida

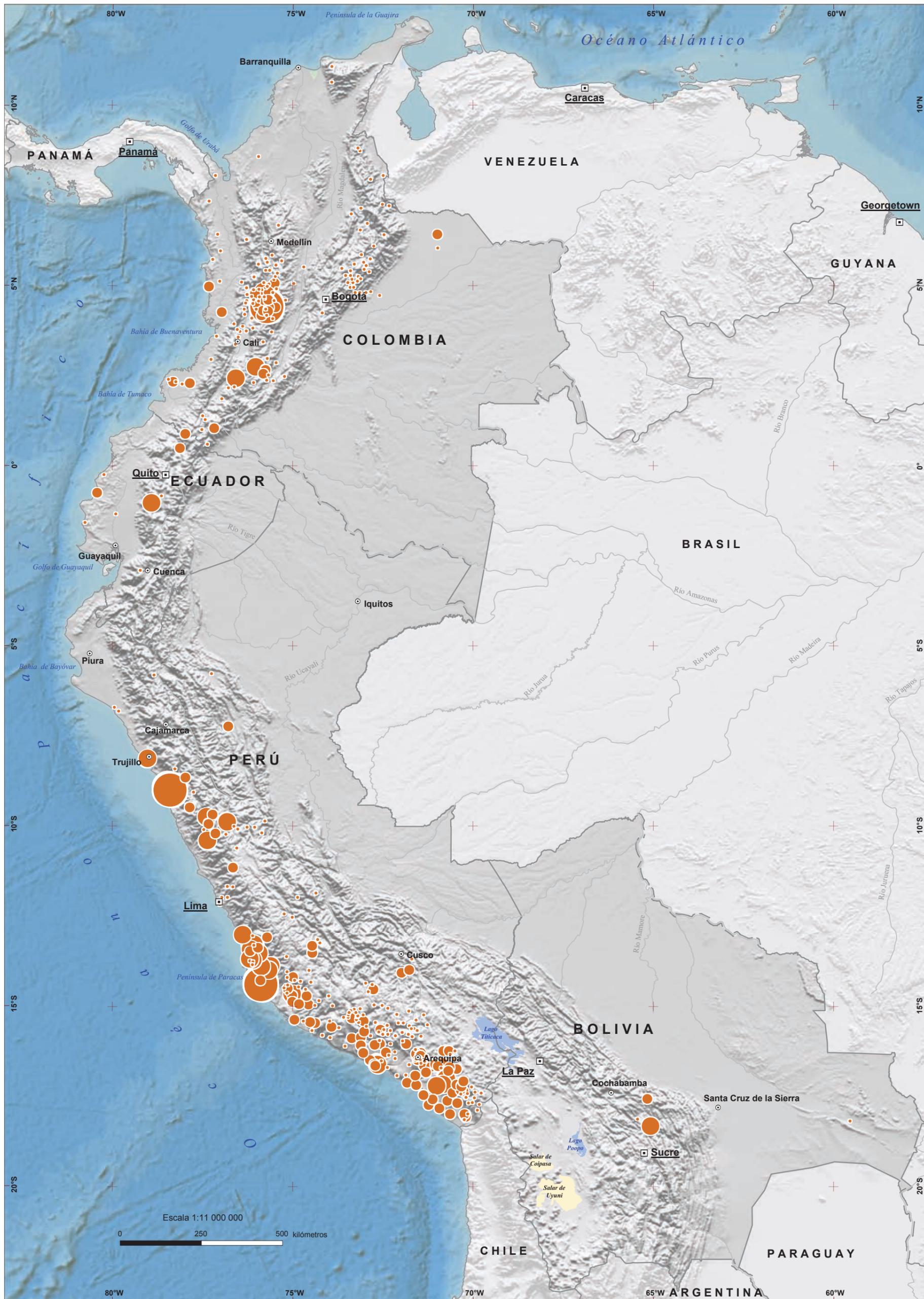


- Capital
- Ciudades principales

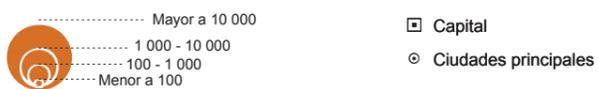
Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

La intensidad es una medida de los daños causados por vibraciones; a partir del grado VII implica destrucción parcial y del X al XII destrucción cataclísmica. Desde la época de la Conquista hasta tiempos recientes, 228 ciudades han sufrido destrucción por terremotos del grado VII al X.

26. Viviendas destruidas por terremotos, 1970 - 2007



Cantidad de viviendas destruidas



Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

Las viviendas están entre los principales bienes destruidos por los terremotos: al menos 180 mil viviendas destruidas en las últimas tres décadas. En el terremoto de 1970 se perdieron en Perú más de 90 mil viviendas y el terremoto de Colombia de 1999 destruyó cerca de 40 mil viviendas.

EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico v de SIG. Corroboración OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum WGS84.

GRANDES OLAS EN PUERTOS



TSUNAMI

En diciembre de 2004, intempestiva y trágicamente llegó a la conciencia de millones de personas, con imágenes nunca antes vistas, un tsunami enorme que se formó frente a la costa de Sumatra y causó cientos de miles de víctimas en Indonesia y muchos miles más en costas alejadas (Tailandia, India, Sri Lanka, Somalia, Yemen). Había pasado ya mucho tiempo desde el gran terremoto y tsunami de Chile de mayo de 1960, que causó víctimas en regiones tan alejadas como Hawaii y Japón. Muy pocos, si acaso, imaginaban la posibilidad de semejante mega-tsunami en el océano Índico.

El nombre tsunami, *gran ola en el puerto*, que hoy es de uso internacional, nació en el Japón, uno de los países con mayor frecuencia de ocurrencia.

El tsunami es una serie de olas que se pueden observar en pequeño: al arrojar una piedra al agua tranquila se forman olas que avanzan en todas las direcciones. En el océano se forman por el desplazamiento rápido de un volumen de agua impulsado por una súbita fractura de la corteza terrestre generada por un terremoto bajo el mar (Figura 3.9), un deslizamiento o erupción volcánica submarina, un desprendimiento gigante de hielo, o el impacto de un asteroide.

La inmensa mayoría de tsunami ocurre por grandes fracturas sísmicas submarinas y casi todos ellos ocurren en las zonas de choque o subducción de placas. La más larga del globo, de más de 6 mil kilómetros, es la que recorre la costa occidental de Suramérica, desde el sur de Chile, a 47° de latitud Sur, hasta el norte de Colombia, a 7° de latitud Norte. Las zonas de subducción tienen la capacidad de generar los terremotos de mayor magnitud en el mundo y poseen dos condiciones que hacen que los tsunami sean tan grandes: la fractura rompe la superficie del fondo marino y es, predominantemente, vertical. Ello hace que el fondo del mar al levantarse empuje grandes volúmenes de agua.

Estas condiciones destacan al océano Pacífico como la región con la mayor ocurrencia de tsunami generados por sismo: la mayor parte de esta cuenca oceánica está bordeada por zonas de subducción y se conoce popularmente como el Cinturón de Fuego del Pacífico.

Una vez generado un tsunami (2 en Figura 3.9), la fuerza de la gravedad contribuye para que se formen olas (3, ídem), que se propagan en todas las direcciones, con poca reducción de energía por la baja atenuación del material. La variable que determina la propagación de estas olas es la profundidad del océano: a mayor profundidad mayor velocidad y mayor longitud de onda (4, ídem). En el océano abierto, con profundidades medias del orden de 5 mil metros, las olas son imperceptibles (¡pero sí medibles!); cuando se acercan a las costas la velocidad disminuye y por el principio de conservación de la energía la altura de las olas aumenta.

“Ola de visita” es la expresión utilizada por las poblaciones del Pacífico colombiano para denominar los tsunami.

Un tsunami que en el océano abierto tiene unos pocos centímetros de altura puede llegar a la costa con olas de varios metros.

Figura 3.9. Proceso de generación de un tsunami



Fuente: Elaboración propia.

¹ Longitud de onda: distancia entre dos olas seguidas. ² Profundidad del mar. ³ Velocidad del tsunami

AMENAZA TSUNAMIGÉNICA

Los tsunamis son considerados, en general, como una catástrofe de baja probabilidad y alto impacto. La gran mayoría de desastres por tsunami ocurren por terremotos cercanos a la costa; ocasionalmente tsunamis causados por terremotos muy grandes pueden producir desastres a distancias transoceánicas, como ocurrió cinco veces en el siglo XX en el Pacífico (ETDB/PAC, 2002).

La amenaza por tsunami es la probabilidad de que una o varias olas lleguen a la costa con una altura definida y con determinado periodo de ocurrencia, de tal manera que puedan causar destrozos por impacto, inundación y erosión. Debido a que la principal causa de tsunami en la subregión son los terremotos, en principio sólo los mayores y menos frecuentes (normalmente con magnitudes superiores a 7,5) causan tsunamis.

Toda la costa pacífica de Colombia, Ecuador y Perú está bajo amenaza por olas de tsunami; la costa caribe, aunque no está exenta de esta amenaza, la sufre mucho menos ya que esta región no tiene la capacidad de generar terremotos en el fondo del mar tan grandes como los que se pueden generar en el Cinturón de Fuego en Suramérica.

En la Figura 3.10 se distinguen tres niveles de amenaza: Muy alto, para la zona de subducción desde el norte de Chile y toda la costa del Perú hasta el sur del Golfo de Guayaquil en Ecuador; alto, para la zona de subducción entre Ecuador y Colombia; y bajo, para el litoral del Caribe.

Varias características, entre las cuales destaca la mayor velocidad de las ondas sísmicas en comparación con la de las olas, hacen que los tsunamis sean el fenómeno potencialmente catastrófico de origen geológico más predecible en el corto plazo.

El terremoto de Chile de 1960 sigue siendo el de mayor magnitud (9,5) y tsunami, por encima del de Indonesia en 2004, desde que se inició el registro instrumental a fines del siglo XIX.

Figura 3.10. Potencial de generación de un tsunami



Fuente: Elaboración propia a partir de UNEP (2009) y Global Tsunami Database (Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Russia).

EXPOSICIÓN A TSUNAMI

Los tsunamis pueden causar daño y pérdidas de vidas, bienes y recursos ambientales por impacto, inundación, erosión, arrastre e inmersión. Las alturas de ola se incrementan en bahías con entrada ancha mientras que islotes, barras de arena y vegetación (manglares) significan protección, al menos parcial. Para el análisis de la población, bienes e infraestructura expuestos sobre la costa pacífica se realizó un inventario de los principales puertos y ciudades (Mapa 27).

POBLACIÓN

Perú tiene 2 414 kilómetros de costa a lo largo de los cuales se destacan por lo menos 68 ciudades-puerto de 2 mil a 330 mil habitantes. Después de Lima-Callao las de mayor población son Chimbote, Ica y Paita con 328 mil, 290 mil y 120 mil habitantes, respectivamente.

Sobre sus 640 kilómetros de costa Ecuador tiene nueve ciudades-puerto importantes, entre las cuales destacan Guayaquil con 2,2 millones de habitantes y Machala, Manta y Esmeraldas con entre 100 mil y 500 mil habitantes.

La costa pacífica colombiana, de 1 300 kilómetros de longitud, está cubierta por selvas muy lluviosas y tiene una población comparativamente baja y dispersa. Sin embargo, se destacan dos concentraciones urbanas: Buenaventura (500 mil habitantes) y Tumaco (170 mil habitantes). En esta última, 30 mil personas habitan terrenos ganados al mar.

No toda la población de los puertos mencionados se encuentra en las zonas de inundabilidad por tsunami; el porcentaje varía de un puerto a otro y depende de su topografía y la altura de ola. Habría efectos sobre toda la población en la medida que se afecte la infraestructura productiva como instalaciones portuarias, de hidrocarburos, de comercio, pesca, la industria camaronera y el sector turismo.

PUERTOS E INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

En la costa peruana se ubican tres refinerías (Talara, La Pampilla, Conchán), en los puertos de Talara y Lima-Callao. Además, al puerto de Bayóvar llega el oleoducto de las zonas de explotación en el departamento de Loreto (norte de la selva amazónica).

En la costa ecuatoriana se ubican dos de sus cuatro refinerías (Esmeraldas y Libertad); además, los puertos de Manta y Libertad, adonde llega el poliducto, y el puerto de Esmeraldas, al cual llega el oleoducto transandino, por donde se exporta el petróleo ecuatoriano y se inicia el poliducto.

Al puerto de Tumaco en Colombia llega el oleoducto que trae petróleo y productos refinados de Orito (Putumayo). También hay un puerto de petróleo en Buenaventura.

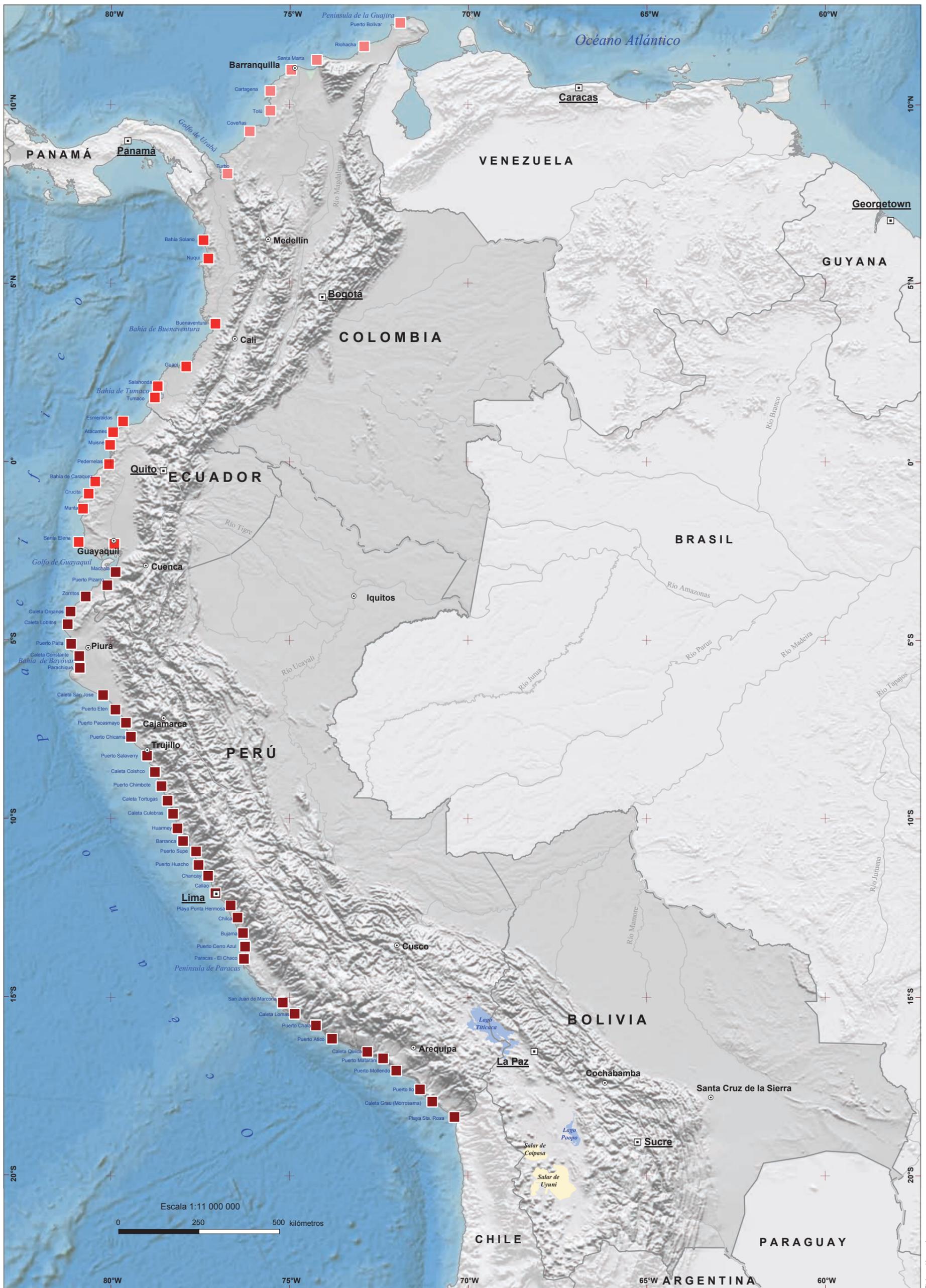
RECURSOS AMBIENTALES

El tsunami de 2004 en Asia demostró que los recursos ambientales están expuestos a los grandes tsunamis (UNEP, 2005). Las vibraciones sísmicas, la subsidencia (hundimiento) de los suelos, el impacto de las olas y la salinidad del agua del mar pueden destruir la vegetación y hacer estériles los terrenos. Pero, por otro lado, existen evidencias del potencial protector de la vegetación (bosques), por ejemplo en las costas de la India (2004), o en Colombia, donde la vegetación costera ha ayudado a configurar y preservar rasgos geomorfológicos.

Todos los puertos, poblados e infraestructura vital a lo largo de la costa del Pacífico están expuestos a tsunami.

San Juan de la Costa (Nariño, Colombia) fue arrasada dos veces por los tsunamis de 1906 y de 1979, porque estaba asentada donde antes había vegetación de manglar y playa.

27. Puertos y ciudades expuestos a tsunami



PÉRDIDAS HISTÓRICAS

Todos los países de la costa pacífica de Suramérica han sufrido desastres por tsunami locales. Aunque quizá el primer reporte moderno sobre un tsunami es aquel de Darwin sobre el ocurrido en Concepción, Chile, en 1835, testimonios sobre este fenómeno existen desde los primeros años de la época colonial.

A partir de bases de datos mundiales históricas de tsunami se conoce que 47 terremotos han generado tsunami en las costas de la Comunidad Andina, de los cuales se dispone información de las alturas de ola en 94 puntos a lo largo de la costa. En la Figura 3.11 se representan las máximas alturas de ola para un puerto o puertos contiguos.

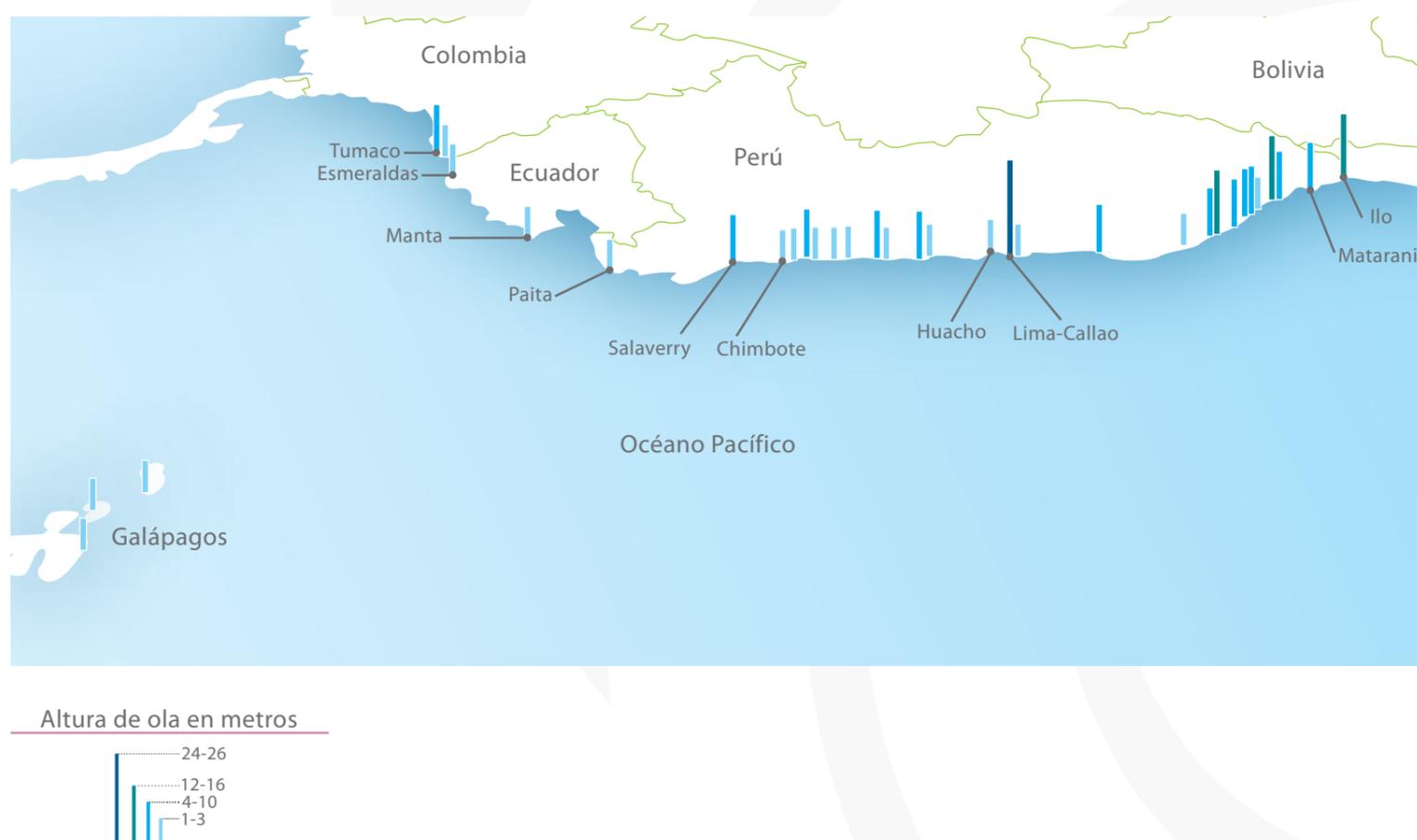
En enero de 1906 un gran terremoto de magnitud 8,7 frente a las costas de Ecuador y Colombia asoló con olas de tsunami las poblaciones costeras, en ese entonces con pocos habitantes, evento que se repitió con menores magnitudes en 1942, 1978 y 1979.

Las costas del Perú han sido el escenario del mayor número de efectos por tsunami de origen local (Mapa 28). Entre 1970 y 2007 el país fue afectado en cinco ocasiones. Los últimos tsunami, el 23 de junio del 2001 y el 15 de agosto del 2007, afectaron gravemente las costas de Arequipa y de Pisco, respectivamente.

Un fenómeno poco conocido asociado con los terremotos que generan tsunami en la zona de subducción son los deslizamientos submarinos. El terremoto de 1906 (Colombia) hizo que el tsunami y los deslizamientos destruyeran los ocho cables de comunicaciones submarinos de la región, lo que dio un temprano ejemplo de la vulnerabilidad de la infraestructura moderna a estos fenómenos.

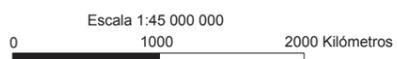
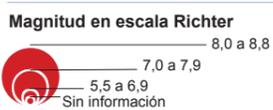
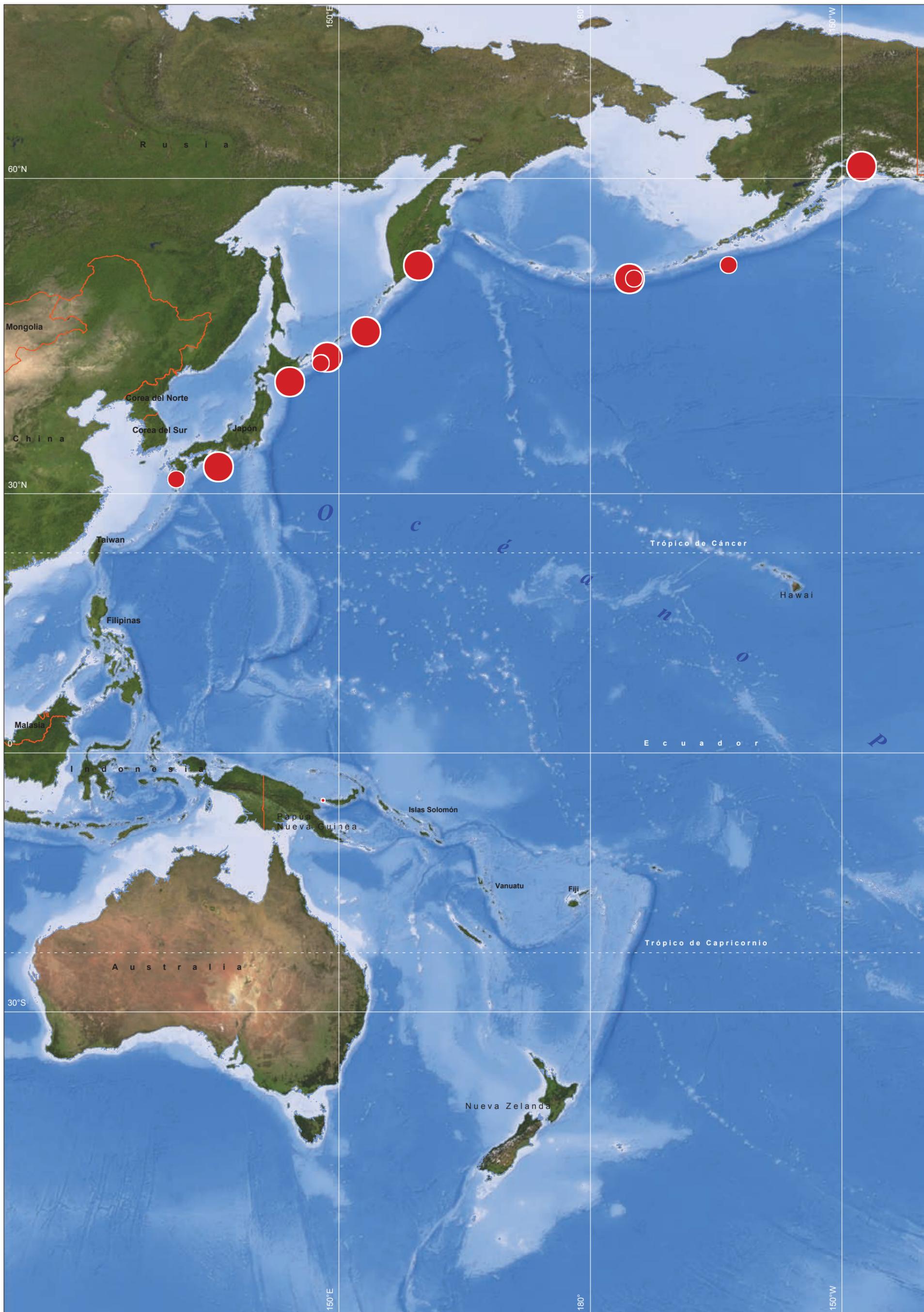
Las pérdidas históricas por tsunami muestran la necesidad de alertas tempranas y preparativos en los puertos, por su importancia en la economía de la subregión y en el comercio extracomunitario.

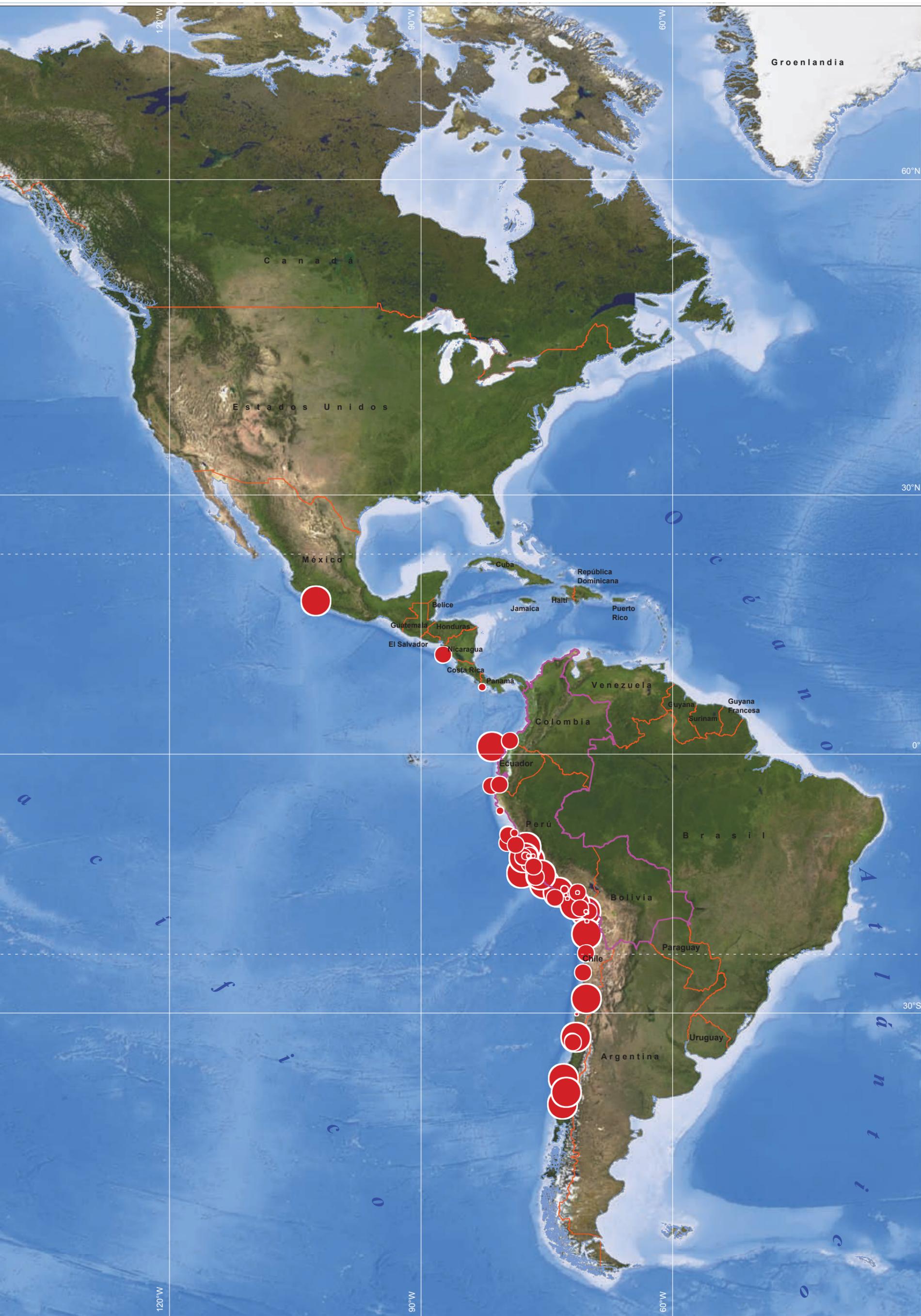
Figura 3.11. Grandes olas en puertos, 1586-2007



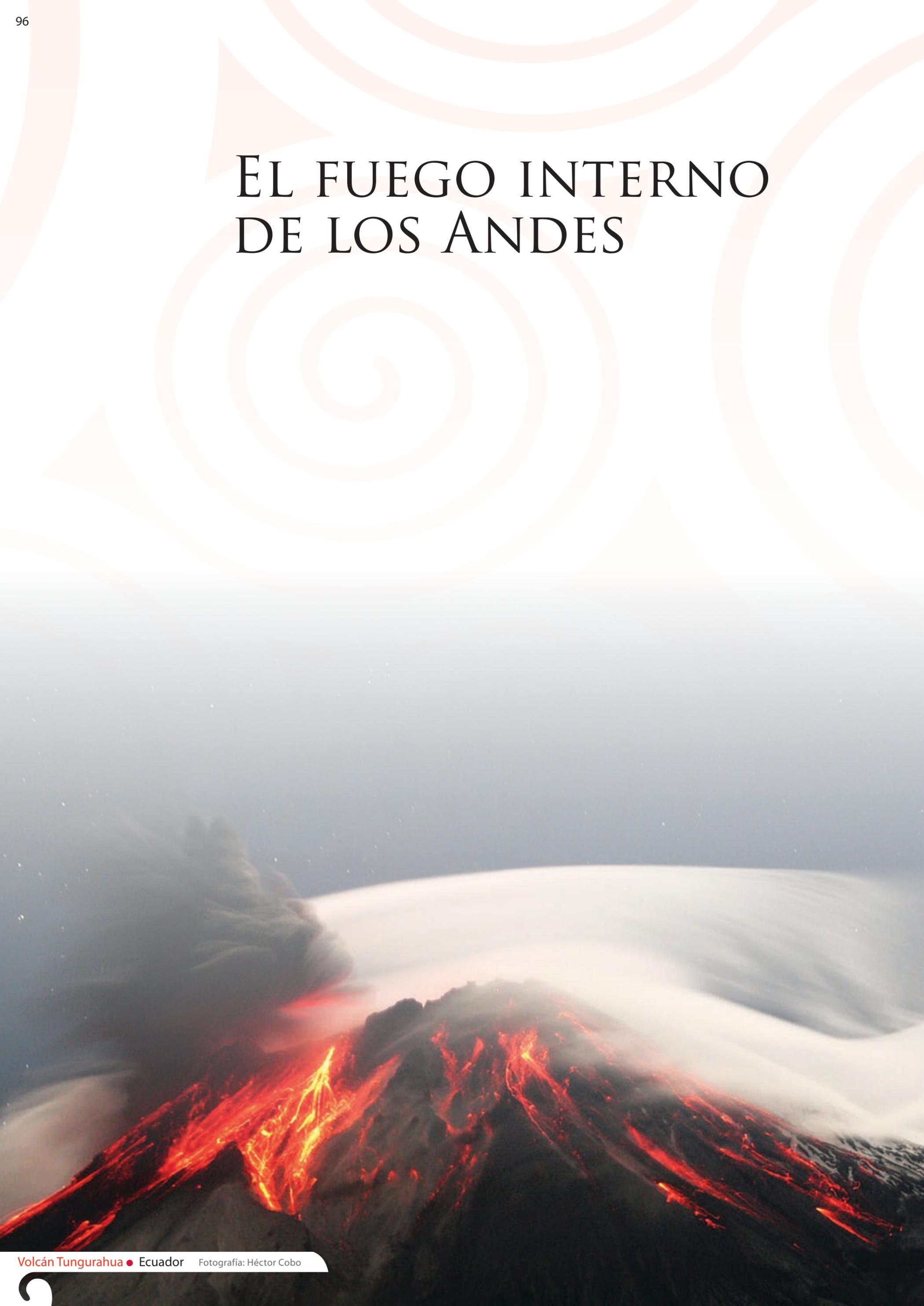
Fuente: Elaboración propia a partir de Global Tsunami Database (Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Russia).

28. Terremotos que generaron tsunamis en la subregión andina, 1586 - 2007





EL FUEGO INTERNO DE LOS ANDES



EL VULCANISMO

Los volcanes son los puntos donde el calor interno de la Tierra hace fluir hacia la superficie de los continentes y del fondo marino el magma, roca fundida a muy altas temperaturas. Este material, que proviene de las capas más internas de la Tierra, emerge por las cordilleras continentales como los Andes; por las cordilleras submarinas como la del Atlántico (Figura 2.1) y por puntos en la corteza oceánica, como Galápagos y Hawaii, conocidos como puntos calientes. Cuando el magma emerge por las cordilleras submarinas y puntos calientes entra en contacto con el agua del fondo del mar y se enfría rápidamente generando con ello unas rocas de color oscuro ricas en olivino, un mineral con alto contenido de hierro y magnesio. Este es un proceso lento y continuo que a lo largo de millones de años forma la corteza oceánica, más densa que la continental.

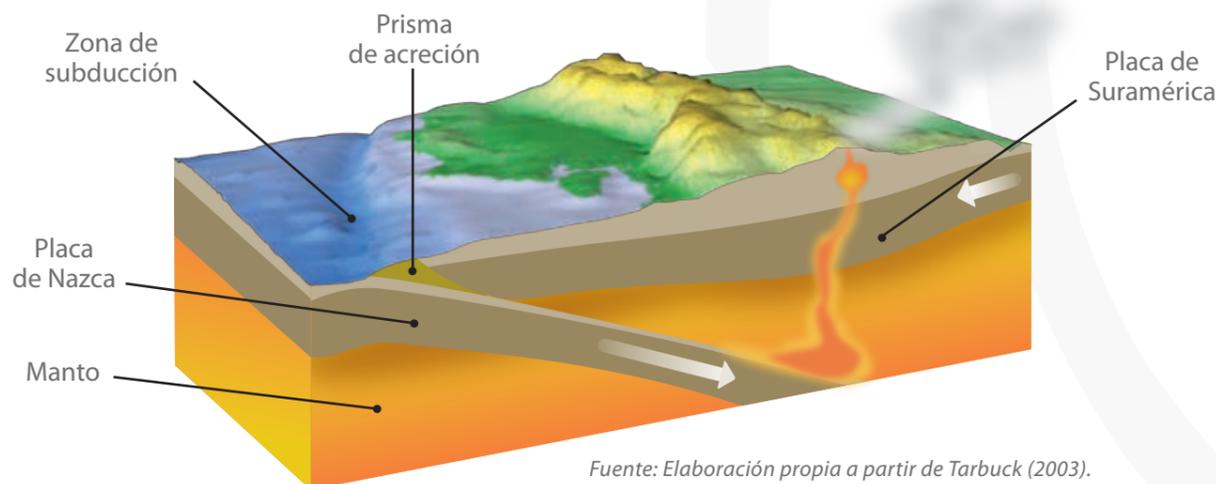
Como expresión de la renovación de la corteza terrestre los volcanes aportan cenizas volcánicas que dan gran fertilidad a sus laderas. Su forma, generalmente cónica, alberga variedad de ecosistemas y paisajes singulares. Históricamente, por razones agropecuarias, muchas poblaciones se han asentado en las faldas de volcanes, lo cual expresa, desde tiempos ancestrales, la convivencia con el riesgo. En años recientes muchos volcanes han adquirido un atractivo especial para inversiones y proyectos ecoturísticos.

VOLCANES ANDINOS

Los volcanes continentales asociados con zonas de subducción representan el 95% de los de la Tierra; hacen parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, la mayor cadena volcánica del mundo (Mapa 29). Cuando las placas oceánicas chocan con los continentes se hunden bajo éstos debido a su mayor densidad. En efecto, las rocas de las masas continentales son más ricas en minerales con alto contenido de silicio (como la andesina) y menores contenidos de hierro y magnesio, lo que las hace más livianas.

El hecho de que los volcanes surgidos del hundimiento de una placa no estén cerca del lugar de choque, es decir, la zona de subducción, sino a unos 200 kilómetros de distancia, se debe a que el borde del continente se levanta, se pliega y se fractura y son esas fracturas las que aprovecha el magma para salir a la superficie cuando la capa sumergida se encuentra a unos 100 kilómetros de profundidad (Figura 3.12). Al sumergirse la placa, arrastra agua con altos contenidos de sales y sedimentos finos que disminuyen el punto de fusión de las rocas de tal manera que, en profundidad, lejos de la zona de subducción, por la fricción y cambios de presión y temperatura, se genera un fluido de rocas caliente que asciende a la superficie gracias a un proceso similar al que ocurre dentro de una olla a presión (los materiales más calientes, fluidos y por lo tanto menos densos tienden a subir).

Figura 3.12. Generación de volcanes de zonas de subducción



Andesina, el mineral; andesita, el tipo de roca y los Andes, la cordillera, tomaron su nombre de la palabra quechua anti, que significa cresta elevada. El mineral, identificado por Alexander von Humboldt en sus travesías por nuestra cordillera, es uno de los predominantes en las rocas de los volcanes del Cinturón de Fuego del Pacífico.

A la erupción del Huaynaputina en el año 1600, al sur del Perú, se le atribuye haber contribuido a la muerte de dos millones de rusos debido a que el invierno se acentuó y se perdieron las cosechas.

Las erupciones de los Andes se caracterizan por ser violentas, abruptas y porque además de lavas y fragmentos de rocas incandescentes arrojan enormes cantidades de ceniza, gas carbónico, vapor de agua y gases sulfurosos. Las erupciones fuertes y de gran tamaño pueden expulsar a la atmósfera más de 10 kilómetros cúbicos de ceniza y gases hasta alturas superiores a 25 kilómetros.

Los volcanes localizados cerca del ecuador terrestre, como todos los de la subregión andina, Centro América e Indonesia, pueden causar impactos globales ya que la circulación de los vientos desde esta zona afecta los hemisferios norte y sur. Esto ocurrió durante la erupción más importante en épocas históricas en la subregión: el 19 de febrero del año 1600 el volcán Huaynaputina, al sur de Arequipa en el Perú, arrojó unos 11 kilómetros cúbicos de materiales a la atmósfera. Arequipa fue parcialmente destruida, varios pueblos sepultados y se estima que hubo unas 1 500 víctimas en el país. Las cenizas llegaron a Chile, Argentina, Bolivia y Nicaragua. Al otro lado del mundo se sintieron los efectos: a los gases y cenizas de esta erupción se les atribuye haber contribuido a la muerte, por hambruna, de dos millones de rusos, ya que entre 1600 y 1603 el crudo invierno se acentuó y se perdieron las cosechas. Las cenizas, gases y partículas suspendidos que también afectaron a Japón, China, Escandinavia, Canadá y los Estados Unidos crearon una cortina en la atmósfera que limitó el ingreso de los rayos del sol (Briffa y otros, 1998; Thouret y otros, 1997).

Como se ilustra en el Perfil B-B' (Figura 3.2) que acompaña el Mapa 16, la sismicidad en el centro y norte de la costa peruana indica que la placa Nazca choca con los Andes de manera casi horizontal, lo que impide que las rocas se fundan y generen vulcanismo. En otras palabras, la profundidad de la capa hundida no alcanza las zonas con presión y temperatura suficientes para que se fundan las rocas, lo que sí ocurre al norte, en Ecuador y Colombia, al sur de Perú y en Bolivia.

VOLCANES DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

La posición aislada de las Galápagos y el hecho de ser islas volcánicas con especies únicas adaptadas a sus singulares condiciones de vida, fueron unas de las claves para que el agudo observador y naturalista Charles Darwin desarrollara su teoría de la evolución cuando las visitó en 1835.

Figura 3.13. Volcanes de las islas Galápagos



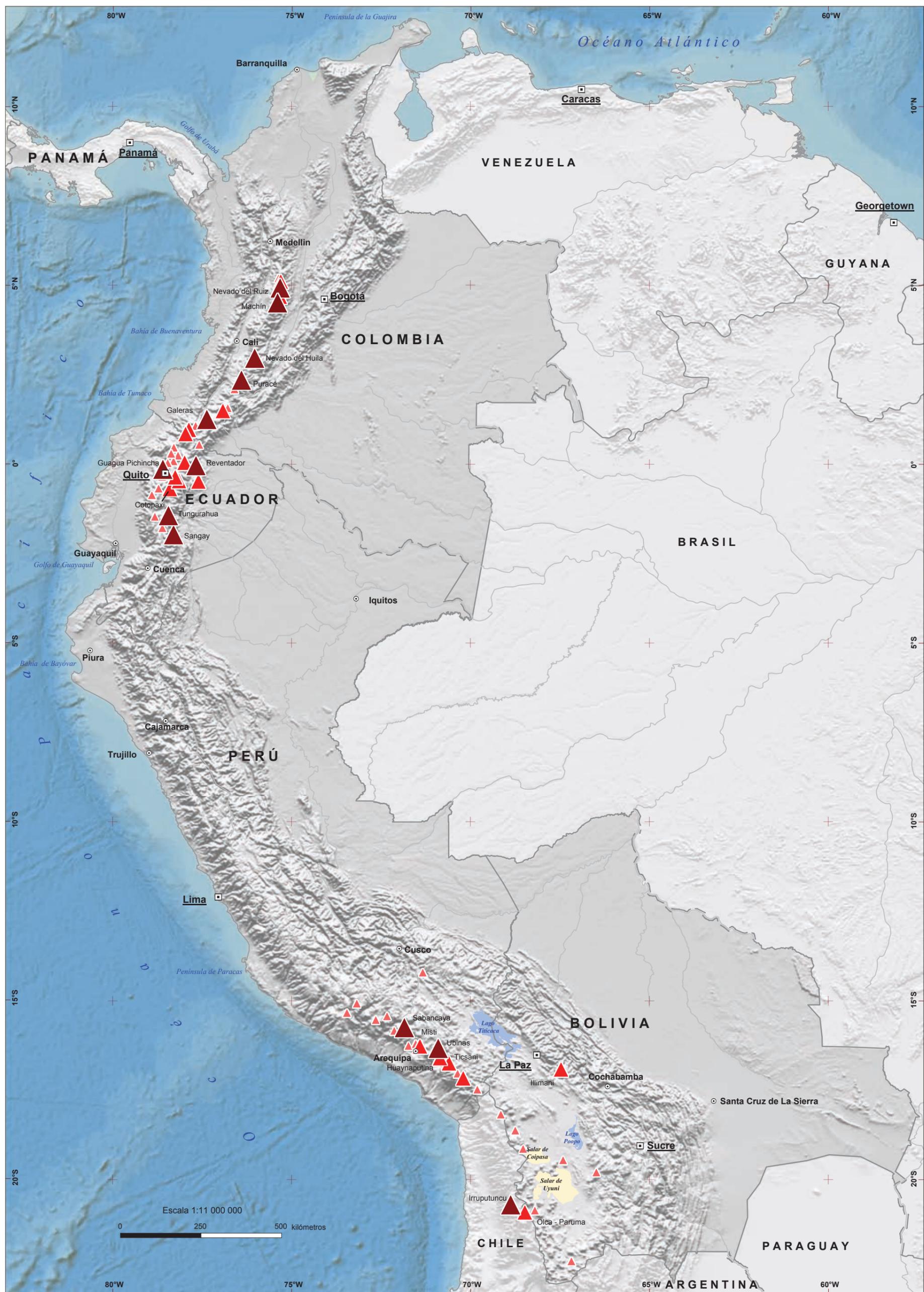
Fuente: A partir de Smithsonian Institution: Siebert y Simkins (2002).

▲ Volcán

Los volcanes de las islas Galápagos están asociados con uno de los 11 puntos calientes de la Tierra.

Los puntos calientes son lugares fijos de la Tierra por donde emerge magma y se forman islas volcánicas a través de fracturas en la corteza oceánica. Estas islas se desplazan lentamente, llevadas por la placa tectónica sobre la cual se levantan. Así, aquellas formadas hace millones de años en el punto caliente de Galápagos fueron transportadas hacia el oriente y engullidas bajo el continente en la zona de subducción, donde la placa oceánica se hunde bajo éste a la latitud del Ecuador. Las Galápagos de hoy en día, conformadas por un conjunto de 13 volcanes activos y numerosos islotes, se formaron hace apenas pocos millones de años (Figura 3.13).

29. El fuego interno de los Andes



- Actividad volcánica**
- ▲ Hasta el año 1500
 - ▲ Entre 1500 y 1970
 - ▲ Entre 1970 y 2009
- Capital
 - Ciudades principales

Más de 60 volcanes activos en la subregión andina generan, por un lado, tierras fértiles abonadas por los minerales de las cenizas volcánicas y, por el otro, un enorme potencial de daños y víctimas por impactos locales, regionales y a escala del planeta.

A partir de Smithsonian Institution; Siebert y Simkins (2002). Procesamiento cartográfico y de SIG: Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84



AMENAZA VOLCÁNICA

Los volcanes andinos generan fenómenos con efectos locales, regionales y globales. Localmente incluyen deformación de la montaña, agrietamientos por donde surgen rocas fundidas, vapores, gases y ceniza que pueden derretir, cuando existen, los casquetes glaciares que entonces descienden por los valles en forma de flujo con mezcla de materiales del volcán. La columna eruptiva con ceniza, bloques incandescentes y gases puede colapsar parcialmente por su propio peso y descender velozmente por los flancos del volcán en forma de flujos de fragmentos de roca, cenizas y gases muy calientes que arrasan, queman y sepultan cuanto esté a su paso.

La violenta explosión de un volcán comprime la atmósfera circundante, generando con ello una onda de choque que puede causar ruptura de tímpanos y vidrios y deformación de objetos en varios kilómetros a la redonda.

A una escala más amplia, la ceniza y los gases llevados por el viento pueden cubrir áreas de centenares a miles de kilómetros cuadrados con efectos contaminantes sobre las aguas, bosques y cultivos. Espesores de cinco o más centímetros de ceniza acumulada sobre los techos pueden causar su colapso. Si la erupción es acompañada por lluvias, éstas se mezclan con vapores sulfurosos, en forma de lluvia ácida. El área de influencia de las cenizas y gases asociados depende del tamaño de cada erupción.

Cuando las erupciones son de gran tamaño y la columna eruptiva alcanza alturas por encima de 25 kilómetros, el viento dispersa las partículas más finas y los gases sulfurosos, disminuyendo así la cantidad de radiación solar que ingresa. Esto puede tener efectos globales, entre los que se destacan fallas en las radiocomunicaciones (incluidas la telefonía móvil, las comunicaciones satelitales e Internet), la suspensión del tráfico de aeronaves y trastornos climáticos como la prolongación de los inviernos en los hemisferios boreal y austral, como ocurrió con la erupción del Huaynaputina (1600) en Perú, del Tambora (1815) en Indonesia y del Krakatoa (1883), entre Sumatra y Java.

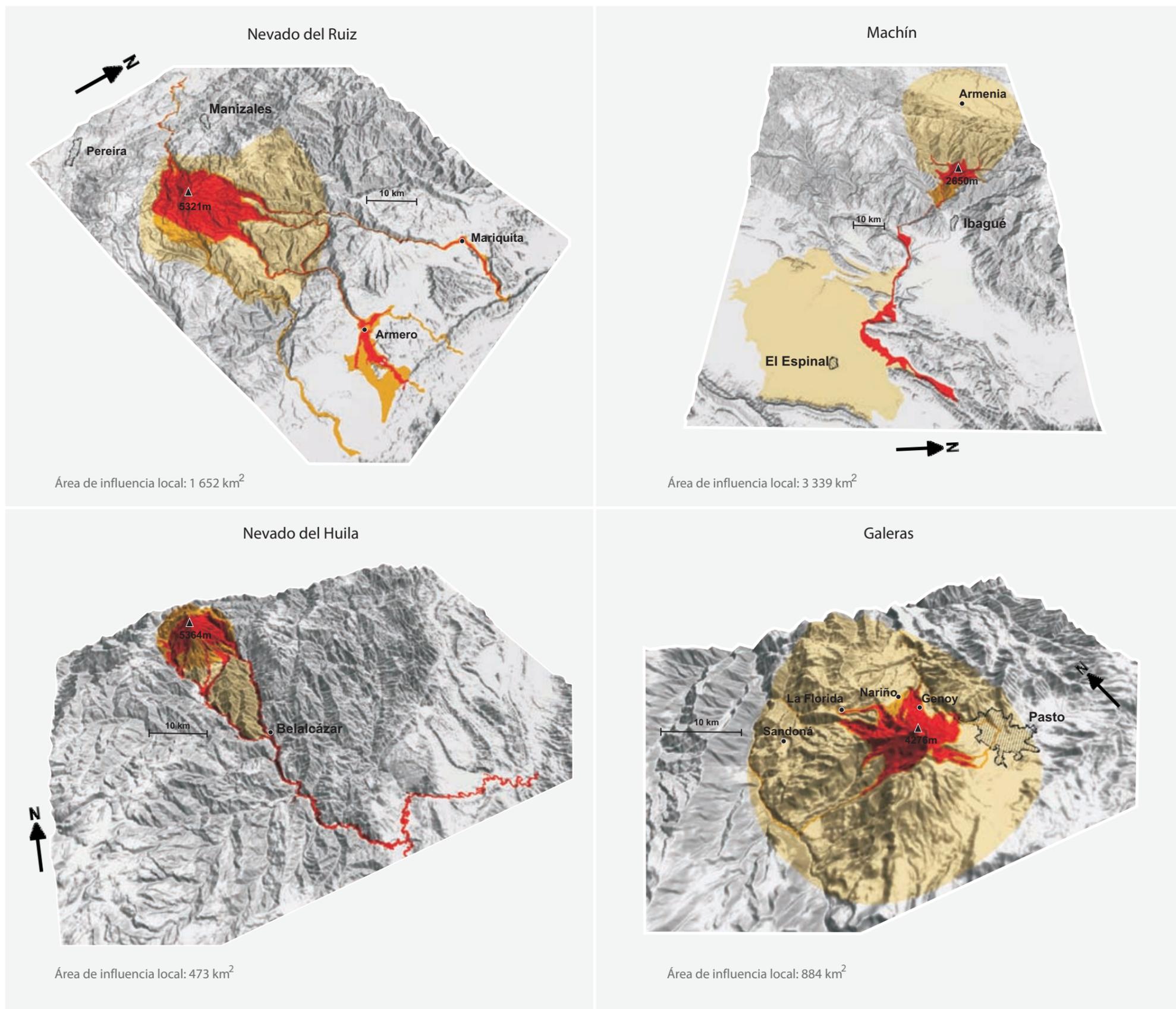
Los volcanes andinos tienen diferentes grados de actividad, desde los que están apagados y no presentan ningún fenómeno asociado como aguas termales o fumarolas hasta los que no han tenido actividad en los últimos 10 mil años y aquellos con una o más erupciones en el periodo histórico, es decir, los últimos 500 años. A diferencia de los conocidos volcanes de Hawaii cuya actividad, aunque frecuente, se desarrolla de manera apacible a través de fisuras por las cuales brota roca fundida, con columnas eruptivas de menos 100 m de altura, los andinos son principalmente el resultado de múltiples erupciones en las que se intercalan roca fundida (lava) y fragmentos de roca que sucesivamente van incrementando su forma cónica típica. Los volcanes activos de la subregión que están en cercanías de ciudades, poblaciones o infraestructura vital revisten algún grado de amenaza, en la que se pueden destacar los siguientes fenómenos:

- Emisión de vapor de agua acompañado de gases tóxicos y corrosivos con efectos nocivos a letales para la vida humana.
- Emisión de nubes de polvo y fragmentos de roca a alta temperatura con daños sobre fauna y flora, contaminación de agua, colapso de techos y oscuridad.
- Colapso de la columna eruptiva y formación de flujos de material ardiente; formación de flujos de detritos (partículas de suelo), llamados también lahares, a lo largo de valles, incrementados por deshielos, cuando sus cumbres son nevadas.
- Emisiones de lava con destrucción de flora, fauna e infraestructura.
- Vibraciones por ondas de choque o de presión.

En las Figuras 3.14, 3.15 y 3.16 el lector encontrará los fenómenos potenciales asociados a la actividad volcánica en una selección de los principales volcanes activos de Colombia, Ecuador y Perú. Se incluyen vistas tridimensionales que destacan la forma en cono de los volcanes, las laderas y valles de los principales ríos que nacen en ellos. Se ilustra también la gravedad de los fenómenos volcánicos.

La amenaza volcánica es una realidad que debe verse más allá de las áreas aledañas a los volcanes activos. Por sus implicaciones a escala de la subregión y más allá erupciones grandes como las del pasado histórico no deben descartarse.

Figura 3.14. Gravedad de los fenómenos volcánicos, Colombia



Gravedad de los fenómenos

- Alta
- Media
- Baja

Modelos con vistas oblicuas a diferentes alturas

Fuente: A partir de INGEOMINAS (2007).

Mapas de amenaza volcánica. Disponible en <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>

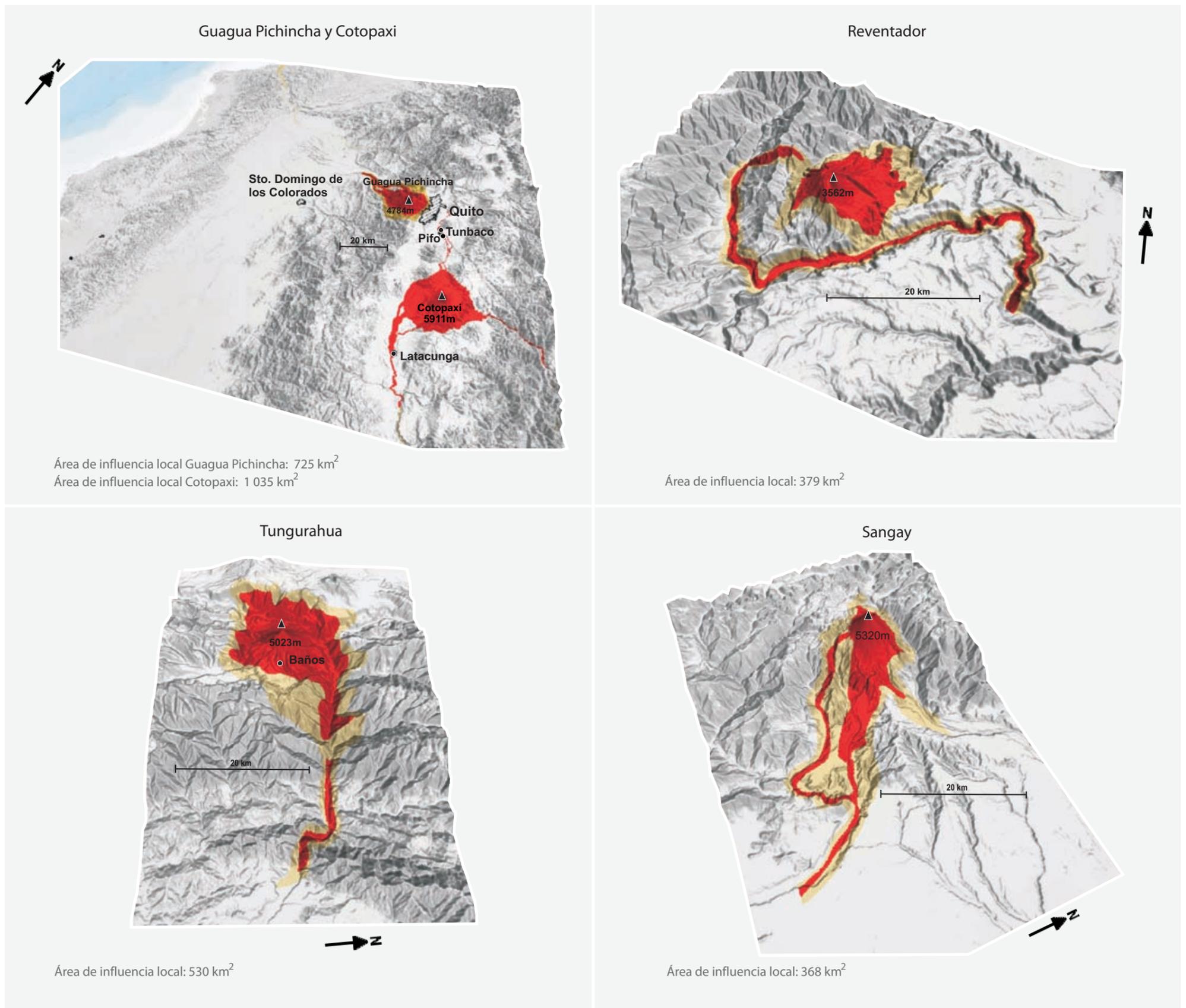
La fuente original se denomina Mapa de Amenaza Volcánica para cada volcán, e incluye flujos de rocas, cenizas y gases calientes, lahares, ondas de choque y caídas de cenizas, entre los principales fenómenos.

Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO (2009).

Debido a la representación tridimensional de los mapas, la escala que se muestra en cada uno tiene un valor aproximado y aplica sólo en la zona donde se ubica.

En 1845 una fuerte erupción del volcán nevado del Ruiz, bien documentada, generó tierras fértiles en el sitio en el que cincuenta años después se fundó Armero. En noviembre de 1985 los flujos del volcán volvieron a recorrer el territorio arrasando la ciudad y causando la muerte a 22 mil de sus habitantes. El Machín, casi desconocido para los colombianos, se reactivó en octubre de 2008. Sus grandes erupciones prehistóricas cubrieron enormes extensiones de tierra. La cosmovisión y organización de más de 25 mil indígenas Nasa que habitan cerca del volcán nevado del Huila permitieron superar casi sin víctimas erupciones en los años 2007 y 2008. Reactivado desde febrero de 1989, el Galeras amenaza a once municipios con cerca de 500 mil habitantes.

Figura 3.15. Gravedad de los fenómenos volcánicos, Ecuador



Gravedad de los fenómenos

- Alta
- Baja

Modelos con vistas oblicuas a diferentes alturas

Fuente: A partir de Instituto Geofísico-EPN (2007).

Mapas de peligro volcánico.

Disponible en: <http://geoservicios.senplades.gov.ec/cgi-bin/mapserv.exe?map=D:/GEOINFORMACION/MAPFILE/peligrosvolcanicos.map>

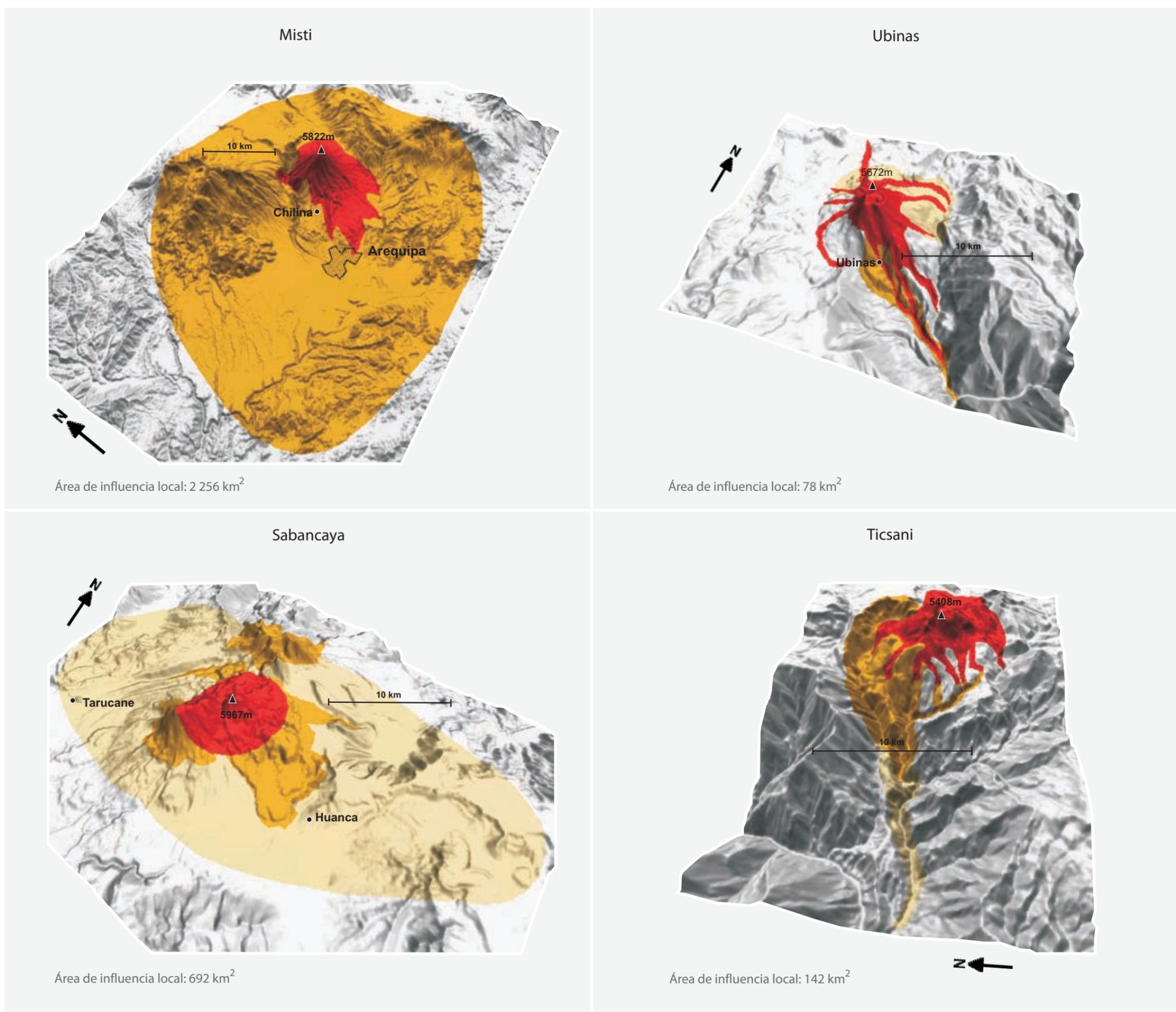
La fuente original se denomina Mapa de Peligros Volcánicos para cada volcán, e incluye flujos de rocas, cenizas y gases calientes, lahares, ondas de choque y caídas de cenizas, entre los principales fenómenos.

Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO (2009).

Debido a la representación tridimensional de los mapas, la escala que se muestra en cada uno tiene un valor aproximado y aplica sólo en la zona donde se ubica.

De los más de 50 volcanes ecuatorianos, ocho son considerados activos; se destacan el Pichincha, por su cercanía a Quito, reactivado desde 1989; el Reventador, cuyo nombre evoca múltiples erupciones históricas; el Tungurahua tiene frecuentes erupciones y ha producido efectos en poblaciones como Baños, que cuenta con más de 15 mil habitantes y grandes atractivos turísticos, y el Cotopaxi -que en lengua local significa "cuello de la luna"- en el siglo XVIII tuvo más de 50 erupciones, la más importante el 4 de abril de 1768, con fuertes terremotos y cenizas que llegaron hasta Guayaquil al occidente y al norte hasta Popayán, en Colombia.

Figura 3.16. Gravedad de los fenómenos volcánicos, Perú



Gravedad de los fenómenos

- Alta
- Media
- Baja

Modelos con vistas oblicuas a diferentes alturas

Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2007). Mapas de Peligro Volcánico del Perú. Disponibles en http://www.igp.gob.pe/vulcanologia/Volcanes_Peru/

La fuente original corresponde a la cartografía de los fenómenos de cada volcán e incluye flujos de rocas, cenizas y gases calientes, lahares, ondas de choque y caídas de cenizas, entre los principales fenómenos.

Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO (2009)

Debido a la representación tridimensional de los mapas, la escala que se muestra en cada uno tiene un valor aproximado y aplica sólo en la zona donde se ubica.

Arequipa, con más de 800 mil habitantes, es la principal población peruana expuesta directamente a amenaza volcánica, pues se encuentra a las faldas del Misti, cuya última erupción ocurrió en 1985. El Ubinas es el volcán más activo del Perú, con erupciones menores a moderadas reportadas desde el siglo XVI. El hielo del Sabancaya congeló a Juanita, la momia mejor conservada encontrada hasta hoy; en quechua Sabancaya significa "lengua de fuego", lo que sugiere erupciones prehispánicas durante el periodo incaico; el registro histórico de su actividad comienza en 1750. El Ticsani tuvo su última erupción hace unos 1 800 años y su actividad continúa con presencia de fumarolas.



EXPOSICIÓN A AMENAZA VOLCÁNICA

El radio de acción de los efectos asociados con la actividad volcánica depende del fenómeno volcánico: la afectación por ceniza se puede circunscribir a las zonas aledañas a los volcanes o cubrir extensiones mayores que varían de acuerdo con el volumen de ceniza expulsado y la dirección y velocidad de los vientos. La afectación por lahares, generados en los volcanes nevados, pueden recorrer muchos kilómetros por las cuencas de los ríos que descienden del volcán y causar daños a distancias lejanas. En cercanías del volcán, donde hay una superposición de todos los fenómenos volcánicos, los efectos son de alto impacto y concentrados en un área restringida a unos pocos kilómetros.

POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La población más altamente expuesta vive en localidades cercanas a los diferentes volcanes, tanto en ciudades como en áreas rurales.

Algunos centros urbanos se encuentran en zonas de amenaza alta o media, o muy cerca de ellas, como Quito, con 1,6 millones de habitantes, junto al Guagua Pichincha; Baños, con 15 mil, junto al Tungurahua; Latacunga, con 143 mil, está en el camino de lahares del Cotopaxi en Ecuador; y Pasto, que tiene cerca de 400 mil habitantes, se levanta al pie del Galeras, en Colombia. Por los suelos fértiles normalmente asociados con los volcanes en Colombia y Ecuador, en sus inmediaciones hay población rural dedicada a las actividades agrícolas, generalmente en minifundios. En Perú, Arequipa, con 820 mil habitantes, está en la zona volcánica y podría ser afectada por caída de ceniza.

La afectación por ceniza generalmente tiene impactos directos en las zonas aledañas a los volcanes, con efectos sobre la salud, destrucción de cultivos y contaminación de agua. Las cenizas volcánicas afectan las vías respiratorias, la piel y los ojos y causan enfermedades como amigdalitis, rinitis, conjuntivitis. En Ecuador, de acuerdo con el Ministerio de Salud, las enfermedades respiratorias se incrementaron 2,6 veces, de 1 620 a 4 171 casos, a finales de 1999 por erupciones del Tungurahua con respecto a un periodo de observación similar de agosto a diciembre del año inmediatamente anterior: los casos de tuberculosis se incrementaron 2,3 veces, de 24 a 54.

Aun cuando las erupciones no sean importantes, la población puede verse afectada poco a poco por las emisiones de gases que al mezclarse con el vapor de agua en la atmósfera generan lluvias ácidas, perjudiciales para los seres humanos, los animales y la vegetación.

INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

La infraestructura de transporte de hidrocarburos también está expuesta específicamente a la amenaza volcánica: el caso que aparece como más crítico es el de Ecuador, ya que tanto el oleoducto como el poliducto, que conducen hidrocarburos desde Nueva Loja hasta Esmeraldas, pasando por Quito, pueden verse afectados en varios tramos porque ambos cruzan la zona de alta amenaza del volcán Reventador y del Guagua Pichincha, así como por la zona de lahares provenientes del Cotopaxi, que llegarían hasta Esmeraldas (Mapa 30).

Le sigue en importancia el caso de Colombia, donde algunos tramos de gasoductos y poliductos cruzan por zona de influencia del volcán del Ruiz y el Machín. En Perú y Bolivia no hay infraestructura de hidrocarburos expuesta a la acción de fenómenos volcánicos.

Más de 4 millones de habitantes viven cerca de volcanes que han estado activos en los últimos decenios.

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

Las cenizas volcánicas, especialmente si están acompañadas de lluvia, generan cortocircuitos en estaciones de energía eléctrica y en las redes; adicionalmente, la lluvia ácida causa corrosión en las estructuras metálicas. Ambos factores disminuyen la vida útil de todos los componentes de infraestructura eléctrica y de comunicaciones. Los efectos son visibles, aun en volcanes sin erupciones importantes, en objetos metálicos cercanos a las fuentes de emisión.

El sistema interconectado de los países presenta exposición a la amenaza volcánica de manera local, así: las líneas de transmisión de 220 kV que van de Pasto a Tumaco en Colombia, y las que interconectan Colombia con Ecuador, cruzan la zona de amenaza del volcán Galeras (C. OSSO 2009).

La línea de 110 kV que va de Tulcán a Riobamba está en el área de influencia de los volcanes Guagua Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua. Por la zona de amenaza del Tungurahua pasa una línea a 110 kV que lleva la energía del sistema interconectado nacional a la región amazónica del país, pasando por Puyo.

En Perú una línea de 110 kV, que interconecta Arequipa y otras poblaciones de la sierra, pasa por el área de influencia del Misti (Mapa 30).

Infraestructura de importancia a escala subregional como vías, aeropuertos y redes de interconexión energética está altamente expuesta a fenómenos volcánicos.

INTERCAMBIO DE BIENES, SERVICIOS Y MOVILIDAD

Algunos tramos de la carretera Panamericana, especialmente en su paso por Pasto (Galeras) y por Quito (Guagua Pichincha), podrían verse afectados en caso de erupción volcánica, aunque su nivel de exposición es medio o bajo. Lo mismo sucedería en algunos tramos de la carretera entre Ibagué y Armenia por el volcán Machín en Colombia y en la vía Quito - Riobamba a su paso por cercanías del volcán Tungurahua (Mapa 30).

Por emanación de ceniza puede verse afectada de manera importante la navegación aérea, lo que implicaría el cierre de aeropuertos, como ya ha sucedido con el aeropuerto internacional de Quito.

Los fértiles suelos derivados de cenizas volcánicas sustentan actividades agropecuarias de alto rendimiento en las zonas más expuestas a fenómenos amenazantes.

SECTOR AGROPECUARIO

Alrededor del mundo en las zonas húmedas intertropicales las cenizas volcánicas han generado fértiles suelos que propician actividades agrícolas y pecuarias de altos rendimientos.

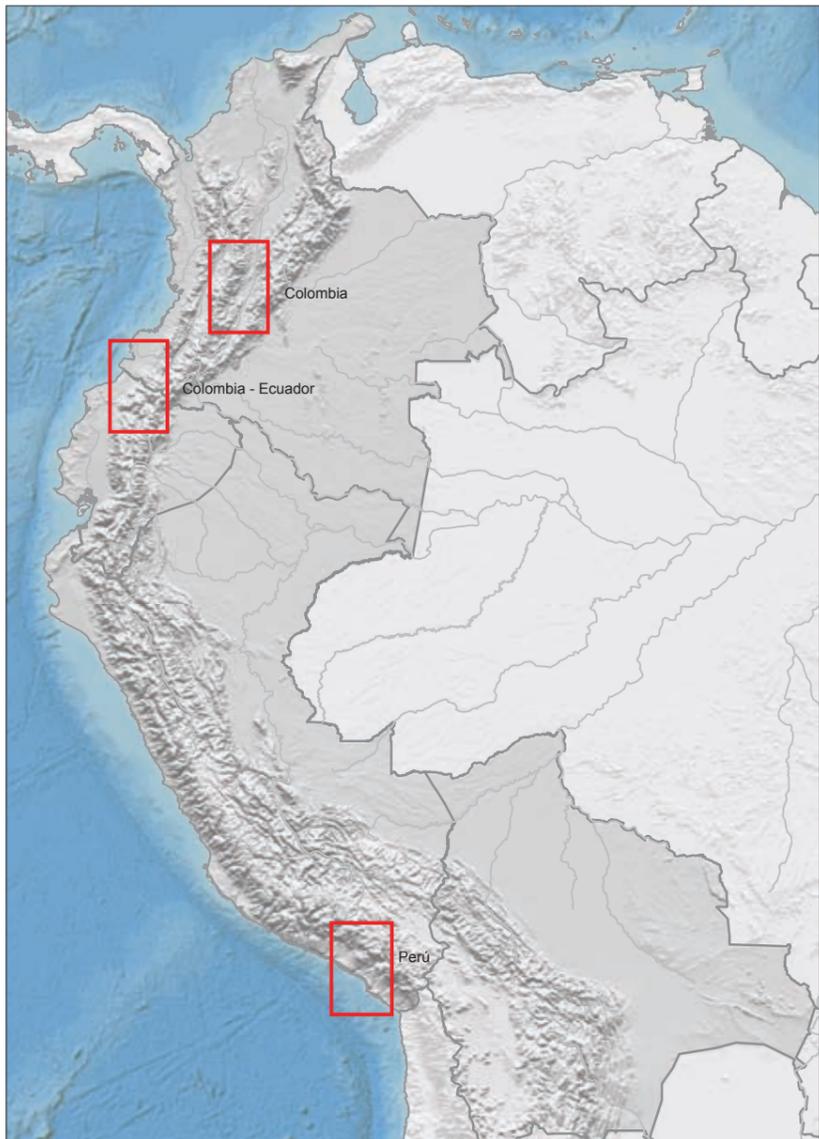
Las áreas agropecuarias expuestas a pérdidas por fenómenos volcánicos se concentran en Colombia y Ecuador, en cultivos como café y arroz (Volcanes Ruiz y Machín), cultivos de subsistencia y minifundios (volcanes Galeras, Guagua Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua). En Perú las principales áreas expuestas están en la zona de influencia del Misti.

EXPOSICIÓN A DISTANCIA

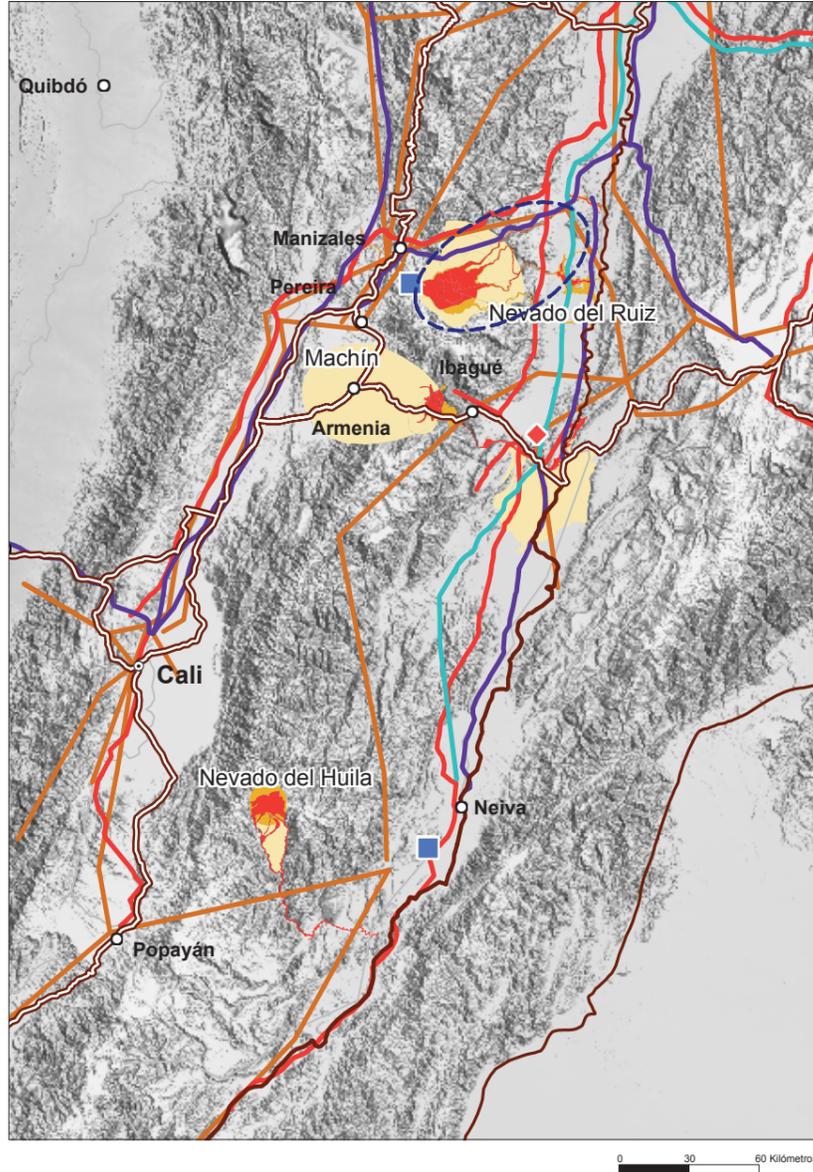
Más que todos los fenómenos considerados en el Atlas, las erupciones volcánicas tienen la posibilidad de modificar temporalmente las condiciones de la atmósfera en todo el planeta. Los efectos pueden ser de grandes proporciones si llegase a ocurrir una erupción de gran tamaño: partículas finas de cenizas y gases limitarían la llegada de los rayos del Sol a la Tierra y los inviernos se prolongarían en los hemisferios norte y sur, generando con ello pérdidas de cosechas y ganado, hambre, mal función de las comunicaciones (aviación, telecomunicaciones) y enormes trastornos en la vida y economía modernas.

30. Infraestructura expuesta a amenaza volcánica

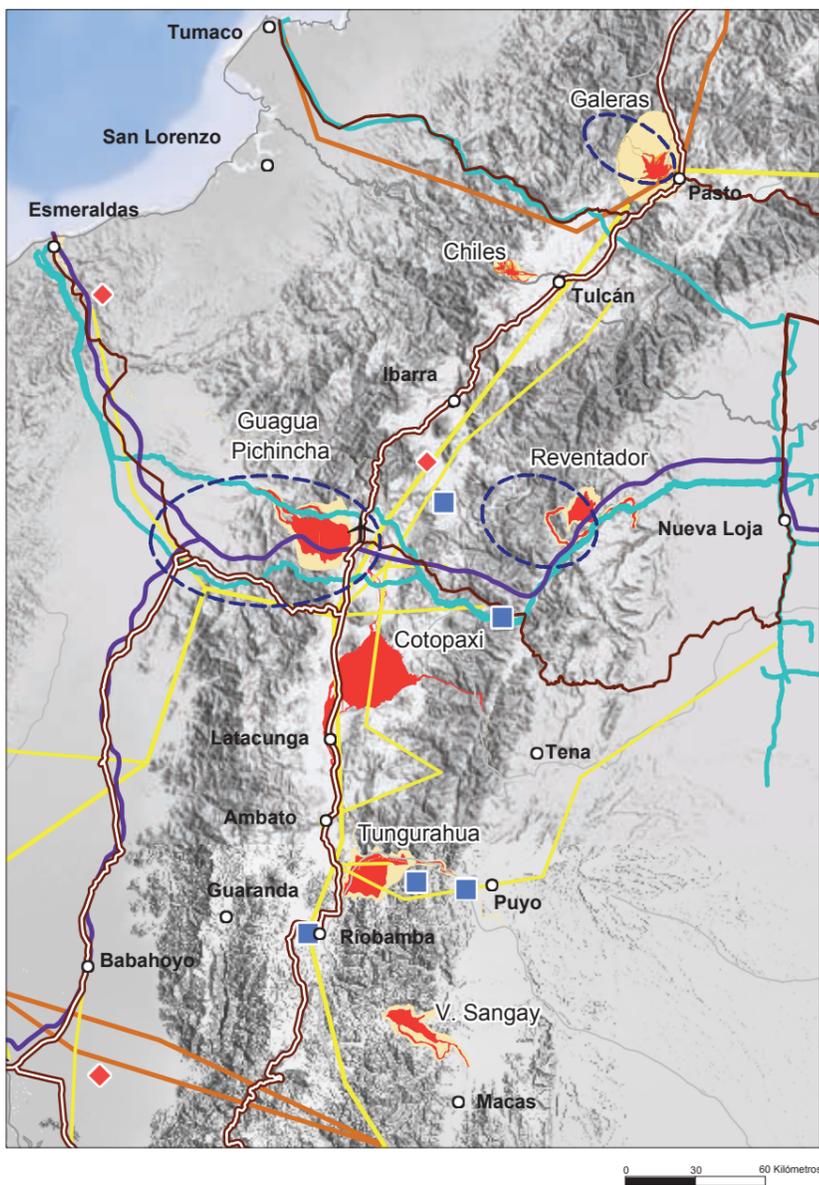
Localización general



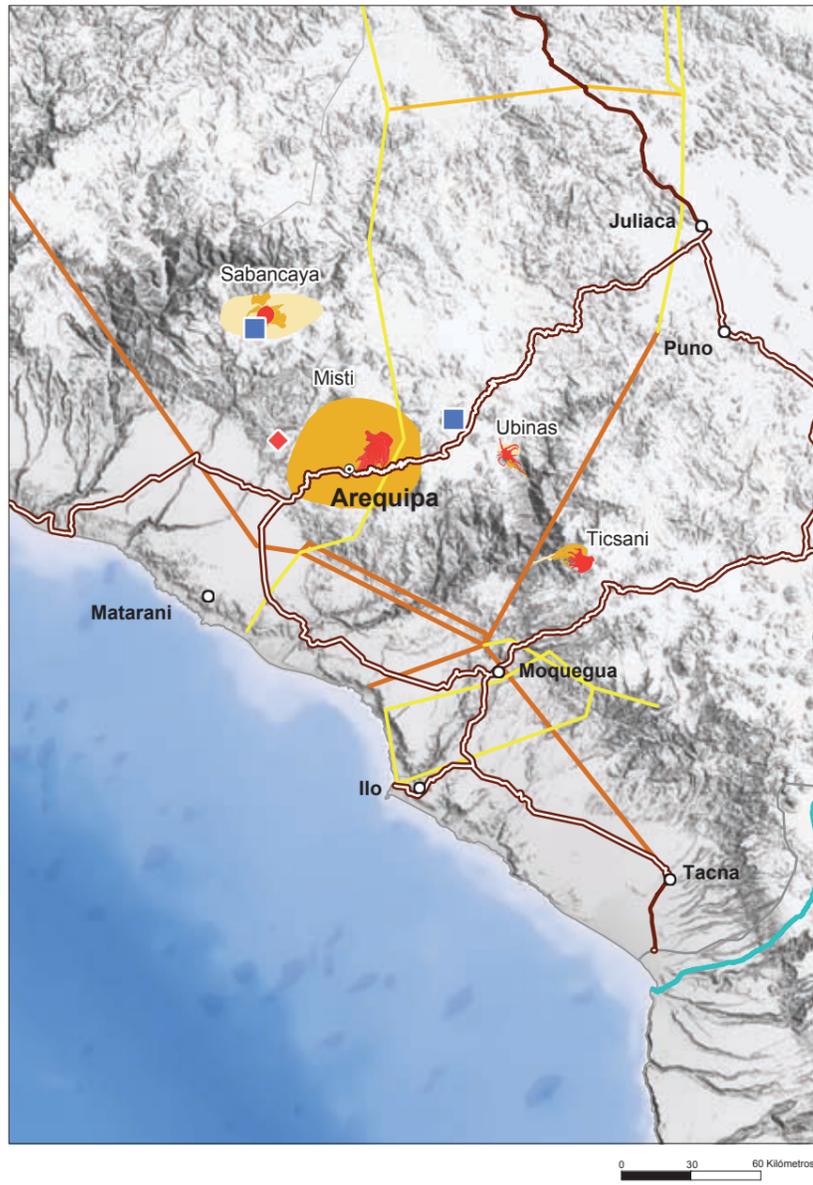
Colombia



Colombia - Ecuador



Perú



El transporte de hidrocarburos ecuatorianos provenientes de la cuenca del Amazonas está doblemente expuesto por los volcanes Reventador y Guagua Pichincha. La interconexión eléctrica Colombia-Ecuador-Perú podría verse comprometida por erupciones de los volcanes Galeras, Guagua Pichincha y Tungurahua. En Perú el Misti afectaría carreteras y líneas eléctricas.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

En los últimos años los impactos por actividad volcánica se han concentrado en las zonas de influencia de los volcanes Ruiz, Galeras y Huila en Colombia; Guagua Pichincha, Tungurahua y Reventador en Ecuador y Ubinas y Sabancaya en Perú. Además de las cerca de 23 mil víctimas mortales por el volcán del Ruiz en 1985, los principales efectos de este conjunto de volcanes han sido sobre la salud humana, pérdidas en cultivos y ganadería, contaminación de aguas y mal funcionamiento de los sectores de energía y transporte.

En Colombia se destaca la muerte de nueve científicos en enero de 1993 por una erupción del volcán Galeras y el desplazamiento de más de 10 mil indígenas del pueblo Nasa, localizados en los alrededores del volcán del Huila, por su reactivación desde el año 2007.

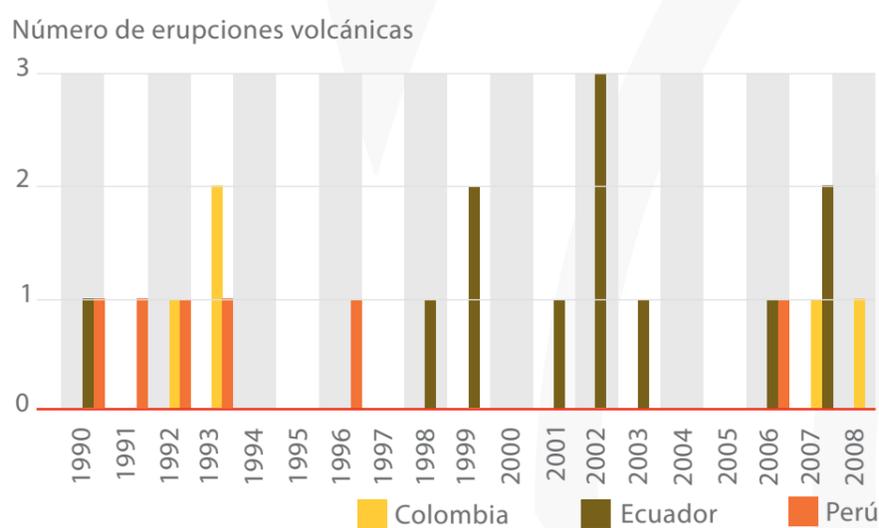
En Ecuador, Quito ha sido afectado por las continuas erupciones del Guagua Pichincha, que han ocasionado la evacuación de personas y cierres del aeropuerto. El volcán Tungurahua reanudó su actividad en 1999 con daños en cultivos y desplazamiento de miles de habitantes de las provincias de Tungurahua y Chimborazo, especialmente en los años 2002, 2003 y 2006. La caída de ceniza del volcán Reventador generó los mismos efectos en las provincias de Napo y Sucumbíos en los años 2002 y 2007.

En Perú los daños y pérdidas se han concentrado en poblaciones de los departamentos de Moquegua y Arequipa por procesos eruptivos de los volcanes Ubinas y Sabancaya. En abril del 2006 tuvo lugar la última erupción del Ubinas, que implicó la evacuación de decenas de campesinos de las localidades cercanas que fueron afectadas por los gases y por la ceniza.

Desde 1990 los registros de pérdidas de cultivos y personas evacuadas y afectadas, reportados en las bases de datos de desastres (Figura 3.17), muestran que Ecuador ha sido afectado en ocho ocasiones, Perú en seis y Colombia en cuatro.

Una de las erupciones más desastrosas en la historia de la subregión fue la del volcán del Ruiz en noviembre de 1985 que destruyó la población de Armero, en Colombia, y dejó cerca de 23 mil víctimas mortales.

Figura 3.17. Erupciones volcánicas con efectos en la población y bienes, 1990 - 2008



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

En las últimas dos décadas han ocurrido efectos negativos por la actividad de volcanes como Huila y Galeras en Colombia, Guagua Pichincha, Tungurahua y Reventador en Ecuador, y Ubinas en Perú.



POR ENCIMA DE LA TIERRA



DESDE DONDE SE DESLIZA



MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa abarcan un conjunto de fenómenos que incluyen, entre otros, flujos de rocas, de partículas de suelo (detritos), deslizamientos, hundimientos del terreno, caída de rocas y avalanchas de nieve o rocas.

El principio básico y elemental que rige el proceso de generación de los movimientos en masa es que, por acción de la gravedad, todo lo que está arriba puede bajar. En dicho proceso influyen otras variables naturales:

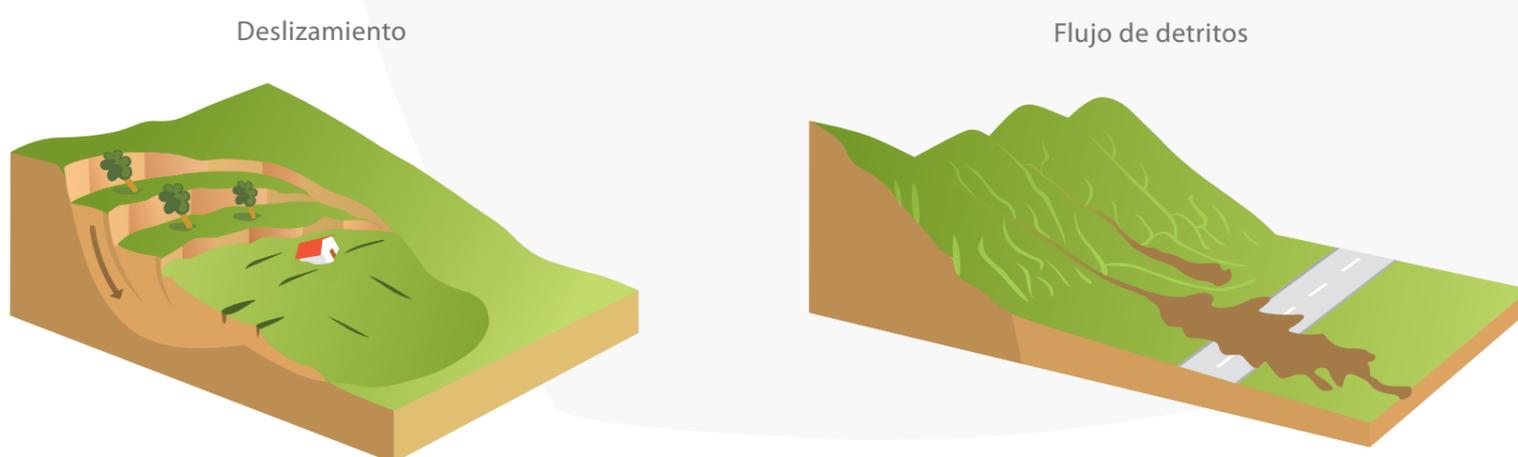
- **Propiedades del terreno:** el tipo de roca o suelo, la forma del paisaje (cañones, valles, planicies), la pendiente del terreno y su contenido de agua.
- **Agua:** detonador que actúa como lubricante en zonas por donde se filtra, como agente que aumenta la presión y como agente de arrastre superficial de partículas.
- **Vibraciones del terreno:** causadas por terremotos.

La intensidad, frecuencia y ocurrencia de los movimientos en masa están influenciadas por la intervención antrópica de los terrenos, lo que los convierte en un fenómeno siconatural. Las acciones antrópicas que inducen los movimientos en masa incluyen: cortes para la construcción de carreteras, terracedos (aplanamiento de laderas) para urbanizaciones, instalación de redes de infraestructura, infiltraciones de agua por fugas en los sistemas de acueducto y alcantarillado, ausencia o insuficiencia de sistemas de recolección de aguas lluvias, deforestación y minería subterránea y a cielo abierto.

Los tipos de movimientos que ocurren con mayor frecuencia y que causan mayor cantidad de pérdidas socioeconómicas son los deslizamientos y los flujos de detritos (Figura 4.1). En los primeros hay un movimiento ladera hacia abajo de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o debilidad (Cruden y Varnes, 1996 en PMA:GCA, 2007). Los segundos son flujos rápidos de partículas de suelo (detritos) saturados de agua, que escurren a lo largo de una superficie confinada como un canal o cauce empinado. Se distinguen porque el agua del cauce o canal se incorpora al flujo e incrementa su contenido de agua (Hungry y otros, 2001 en PMA:GCA, 2007).

Los flujos de detritos se conocen como huaycos en Perú, avenidas torrenciales en Colombia y mazamorras en Bolivia.

Figura 4.1. Deslizamientos y flujos de detritos



Fuente: Adaptado a partir de Cruden y Varnes (1996) en PMA:GCA (2008).

Los movimientos en masa ocurren de manera natural en todos los Andes, pero los usos del suelo y prácticas inadecuadas los están incrementando. Hoy en día los movimientos en masa son una amenaza siconatural más que de la naturaleza por sí misma.

SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

La subregión andina es un territorio que ofrece condiciones propicias para la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos. En las áreas húmedas predominan los deslizamientos, mientras que en zonas secas con menores precipitaciones y suelos descubiertos o con poca vegetación predominan los flujos de detritos. Las principales condiciones en la subregión son:

- El 37% de su territorio corresponde a los Andes, con pendientes naturales de diversos ángulos.
- Las rocas de los Andes están muy fracturadas por la alta actividad sísmica en la región.
- Hay gran cantidad de lluvias en territorio colombiano y ecuatoriano y en la vertiente oriental de los Andes de Perú y Bolivia.
- Las lluvias se incrementan en la costa seca del Perú y en el Ecuador durante la presencia de El Niño.
- Hay incremento de las lluvias durante La Niña en Colombia y Bolivia.
- Hay una alta intervención antrópica de los terrenos y deforestación.

Para proveer una visión subregional de la susceptibilidad de los terrenos a los deslizamientos y flujos de detritos por lluvias, se modelaron las principales variables o parámetros naturales que facilitan su ocurrencia: modelo de pendientes del terreno, promedio anual de lluvias, cartografía simplificada de la geología para modelar la susceptibilidad a los deslizamientos y cartografía simplificada de los usos del suelo para modelar la susceptibilidad a los flujos de detritos (Mapa 31).

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS

Toda la región montañosa a lo largo de los cuatro países es susceptible a deslizarse (Mapa 32). Las mayores susceptibilidades se localizan en el flanco oriental de los Andes en todos los países, por efecto de las masas húmedas que vienen del Amazonas arrastradas por los vientos alisios del sureste, las cuales al chocar contra los Andes ascienden por sus faldas, condensan el vapor de agua, forman nubes y producen copiosas lluvias, detonantes de los deslizamientos; así como en toda la cordillera, en el extremo norte de Perú, Ecuador y el occidente de Colombia, donde llegan masas húmedas desde el Pacífico que también generan abundantes lluvias, que en Colombia convergen con las que llegan desde el Caribe y generan uno de los sitios más lluviosos del mundo. El régimen pluviométrico del Pacífico colombiano y ecuatoriano contrasta mucho con el de la costa peruana y los altiplanos de Bolivia y Perú, donde se registran muy bajas precipitaciones.

SUSCEPTIBILIDAD A FLUJOS DE DETRITOS

En comparación con el modelo de movimientos en masa, en las zonas menos húmedas de Perú y Bolivia la susceptibilidad a los flujos resalta, porque aun con poca cantidad de lluvia los materiales expuestos en las vertientes pueden ser fácilmente arrastrados en forma de flujos de detritos (huaycos en Perú y mazamoras en Bolivia) (Mapa 33). Todos los Andes tienen algún grado de susceptibilidad a los flujos de detritos, siendo la más alta la de los valles interandinos de todos los países y además la vertiente del Pacífico en Ecuador.

OTRAS CAUSAS

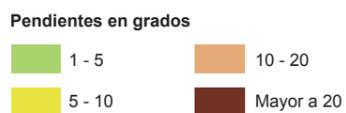
Como ha ocurrido en los cuatro países, los terremotos han generado innumerable cantidad de deslizamientos y flujos. Entre ellos destaca el terremoto peruano del 31 mayo de 1970, que produjo devastación por flujos derivados del colapso de enormes masas de hielo y nieve del nevado Huascarán. Por otro lado, los volcanes generan flujos, ya sea por la acumulación de productos volcánicos en sus laderas y/o por el derretimiento de nieve en sus cumbres.

Montañas con laderas inclinadas a escarpadas, cantidad y duración de las lluvias, tipos de suelos y rocas, tipo de cobertura vegetal más tiempo (años a centurias), son los ingredientes que hacen un territorio susceptible a movimientos en masa.

Deforestación, carreteras, urbanización y prácticas inadecuadas de usos del suelo incrementan la susceptibilidad a movimientos en masa y por lo tanto la posibilidad de pérdidas.

31. Variables utilizadas en el modelamiento de movimientos en masa

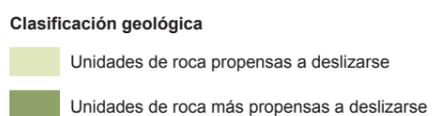
Clasificación de pendientes



Lluvia promedio anual



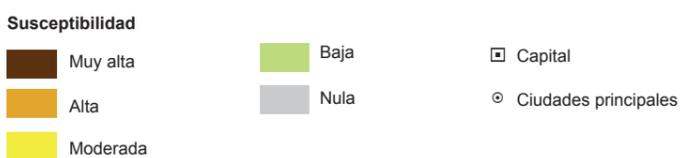
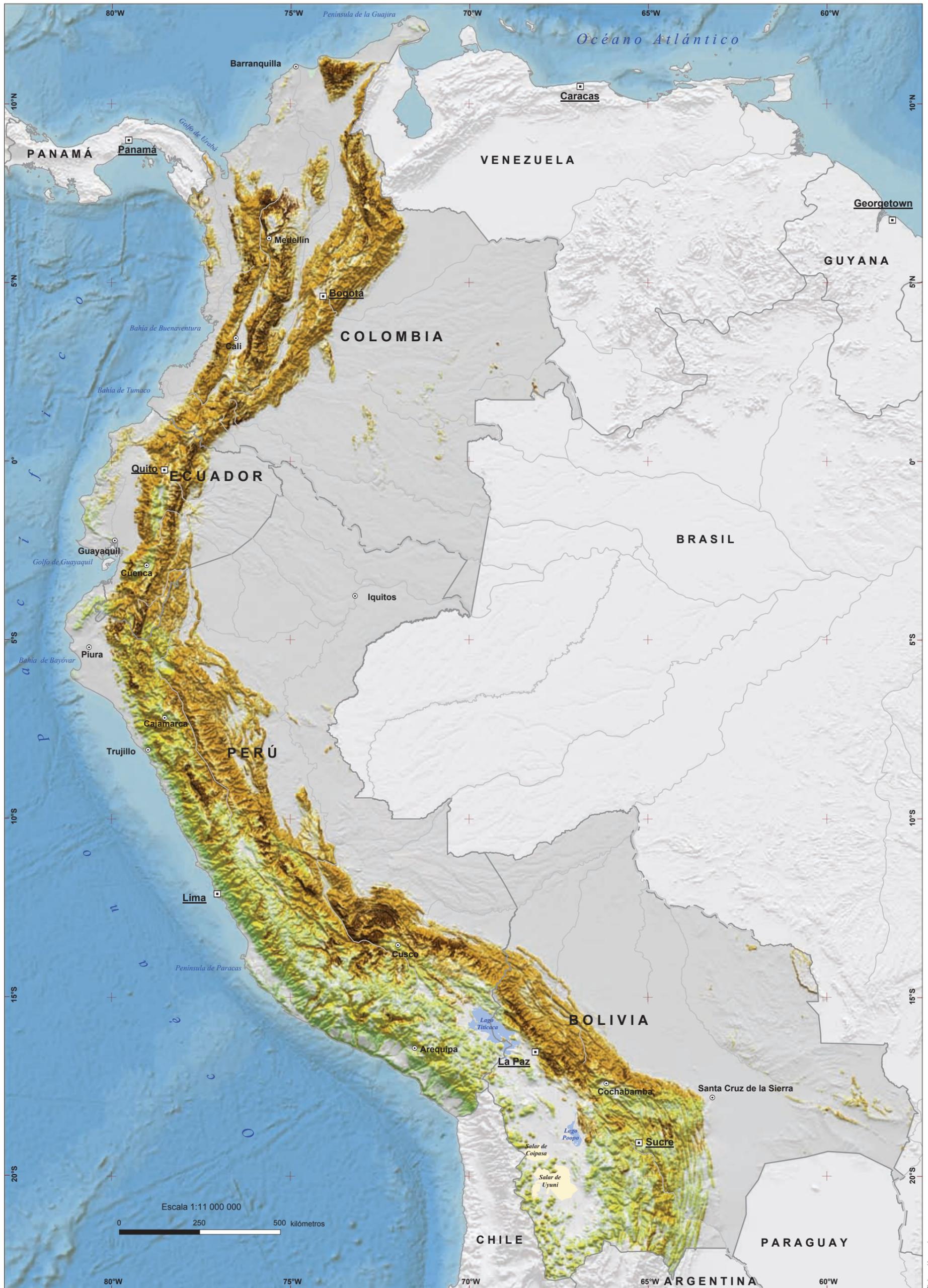
Síntesis de la geología



Síntesis de la cobertura vegetal



32. Susceptibilidad a los deslizamientos



En el mapa se combinaron las inclinaciones del terreno, las rocas y los suelos más propensos y la cantidad de lluvias al año, con lo que se ilustran los niveles de susceptibilidad.

En las zonas de montaña con mayores lluvias, en terrenos de altas pendientes, suelos blandos y rocas muy fracturadas de la subregión se presentan las áreas con mayor susceptibilidad a deslizamientos, como la vertiente de la cuenca del Amazonas, la del Pacífico ecuatoriano y en todos los Andes colombianos.

33. Susceptibilidad a los flujos de detritos



Susceptibilidad

- Alta
- Media
- Baja
- Capital
- Ciudades principales

En el mapa se combinaron las inclinaciones del terreno la cantidad de lluvias al año y la cobertura vegetal con lo que se ilustran los niveles de susceptibilidad.

La susceptibilidad a los flujos de detritos prima en los valles interandinos de los cuatro países, inclusive en zonas con muy pocas lluvias pero con suelos desnudos o con poca vegetación como las vertientes del altiplano en Bolivia y del Pacífico de los Andes en Perú.

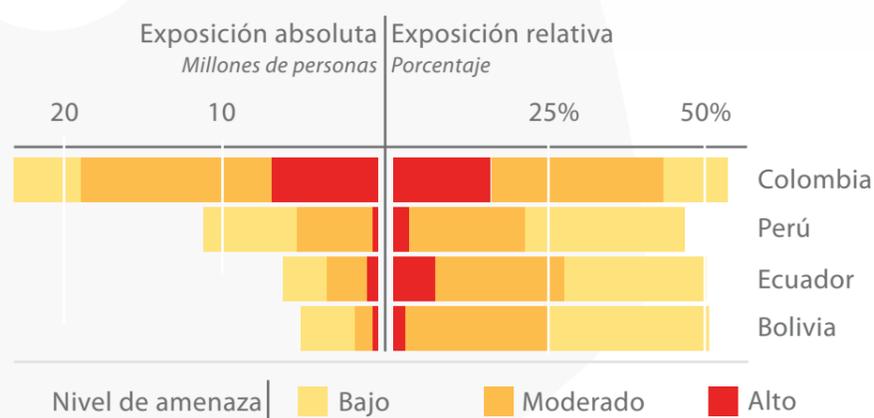
EXPOSICIÓN A MOVIMIENTOS EN MASA

POBLACIÓN Y VIVIENDA

Más de la mitad de la población de la Comunidad Andina (52%) está expuesta a movimientos en masa, ya que la cordillera, en toda su extensión, tiene algún nivel de susceptibilidad a ellos. A escala de país, la población expuesta a diferentes niveles de amenaza por movimientos en masa representa el 51% en Bolivia, 57% en Colombia, 50% en Ecuador y 47% en Perú. La población expuesta a amenaza alta corresponde al 10% de la subregión y representa el 3% en Bolivia, 16% en Colombia, 10% en Ecuador y 4% en Perú (Figura 4.2). La ocupación creciente de laderas y valles incrementa la exposición porque los usos del suelo implican cortes y terraceos que aumentan la susceptibilidad a deslizamientos, mientras que la deforestación incrementa el potencial de flujos de detritos que afectan a pobladores en el fondo de los valles, muchas veces localizados en la orilla de los ríos y en sus llanuras de inundación.

Cerca de la mitad de la población de cada país de la subregión está expuesta a diferentes niveles de susceptibilidad a movimientos en masa.

Figura 4.2. Población expuesta a movimientos en masa



Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 32 y 7. Ver Memoria Técnica¹

INFRAESTRUCTURA

La comunicación entre las poblaciones localizadas en la cordillera con regiones aledañas necesariamente implica cortes en las laderas que aumentan la exposición de los caminos y carreteras a los movimientos en masa. En muchas ocasiones la infraestructura, especialmente los puentes, no está diseñada para resistir el impacto de flujos de detritos.

La infraestructura de hidrocarburos, generalmente enterrada, también está expuesta a los movimientos en masa, ya sea por deslizamientos o por flujos de detritos que socavan los terrenos por donde pasa. Las redes de acueducto y desagües no solamente están expuestas, sino que en muchas ocasiones han demostrado ser un factor que incrementa la susceptibilidad, especialmente a los deslizamientos, por fugas de agua que saturan el terreno. Los procesos de urbanización en ladera llevan a que los deslizamientos ocurran años o decenios después de haberse instalado la infraestructura de aguas, lo que en muchas ciudades implica una exposición latente a mediano y largo plazo. La exposición de sistemas de acueducto es especialmente alta a flujos de detritos que colmatan bocatomas y deterioran o sacan de funcionamiento sistemas de tratamiento y conducción de agua potable.

Las inadecuadas prácticas de urbanización en ladera generan condiciones de riesgo a deslizamientos que se traducen en pérdidas o desastres años o decenios después.

OTROS SECTORES

La alta exposición de estos y otros elementos de infraestructura vital afecta a todos los sectores por interrupción de los servicios que prestan: pérdidas de cosechas por falta de transporte, problemas de salud por déficit de agua potable, dificultades para los sectores de comercio y turismo, que sin excepción ocurren de manera frecuente, especialmente durante los periodos lluviosos propios de cada zona geográfica, y que pueden incrementarse notablemente durante episodios de El Niño y La Niña.

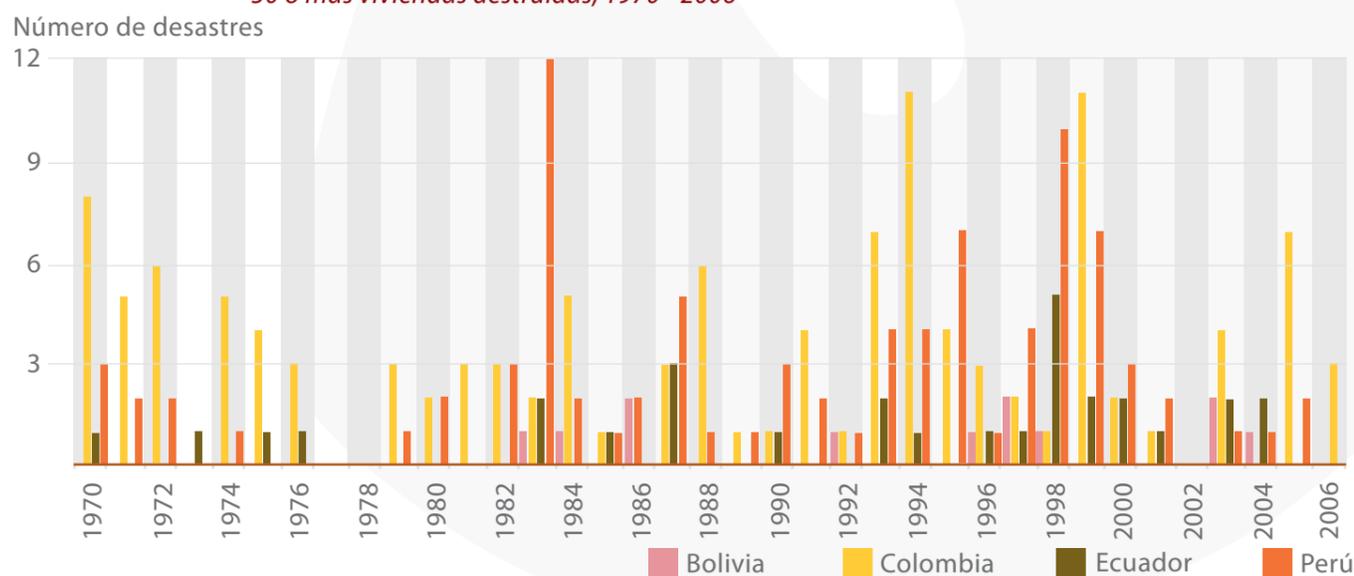
¹La memoria técnica que acompaña el Atlas se encuentra en: www.comunidadandina.org, www.caprade.org.

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

De acuerdo con los registros de las bases de datos de desastres, entre 1970 y 2007 hubo cerca de 11 mil víctimas mortales y 38 mil viviendas destruidas causadas por movimientos en masa. De los miles de movimientos en masa que han generado impactos en las últimas cuatro décadas, en cerca de 260 ocasiones los efectos han superado las 20 víctimas mortales y 50 viviendas destruidas en cada uno de los países. Con pocas excepciones, entre 1970 y 2007 cada año se presentó al menos un desastre de esta magnitud (Figura 4.3), y en algunos se presentaron varios durante periodos de intensas lluvias asociadas con fenómenos climáticos regionales, por ejemplo en Ecuador y Perú en 1998 por el fenómeno de El Niño y en Colombia en 1971, 1994 y 1999.

Los movimientos en masa hacen parte de los fenómenos que dejan más pérdidas de vidas y viviendas en la subregión.

Figura 4.3. Movimientos en masa con 20 o más pérdidas de vidas y 50 o más viviendas destruidas, 1970 - 2006



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

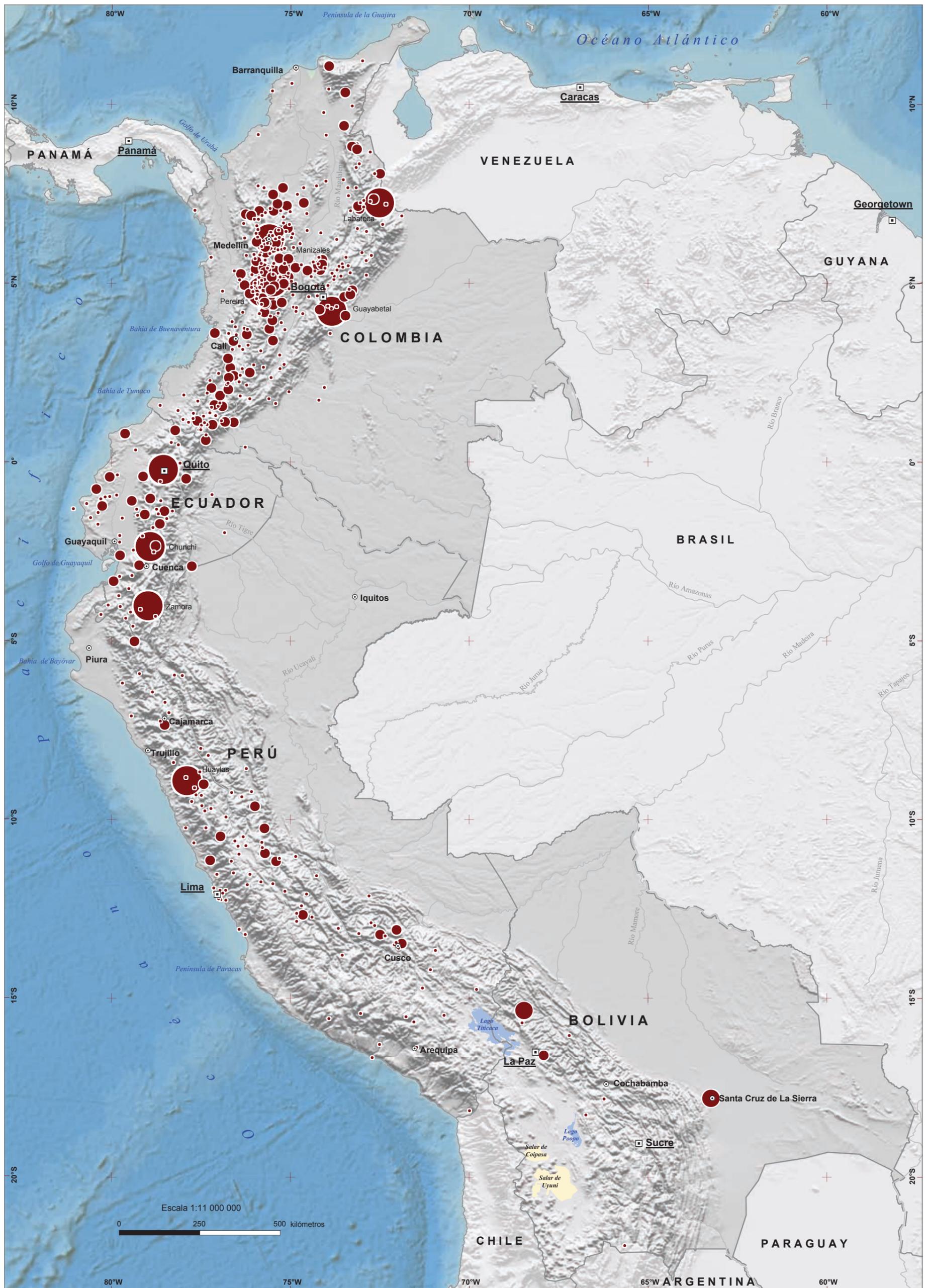
Un ingrediente fundamental en la ocurrencia de muchos de estos impactos ha sido la intervención humana de terrenos a través de actividades de minería, corte de taludes para construcción de vías o procesos de ocupación urbana. En cada país hay ejemplos representativos de esta interacción entre la sociedad y la naturaleza. En Bolivia se registran varios desastres con pérdidas de vidas, destrucción de infraestructura y medios de producción ocurridos en la zona aurífera más rica del país, siendo el deslizamiento del 2003 en Chima uno de los de mayor impacto, con 24 víctimas y 45 desaparecidos.

En Ecuador dos desastres representativos fueron el deslizamiento en la zona minera de Nambija (1993), donde murieron cerca de 200 mineros por colapso de túneles, y el deslizamiento de La Josefina (1993), que formó una represa natural que colapsó un mes después y provocó 35 víctimas mortales, más de 6 mil damnificados y daños en cultivos, vías y viviendas a lo largo de más de 100 kilómetros (Zevallos, 1994). Un caso similar se presentó en Perú (1974) cuando cientos de personas del pueblo Mayunmarca perdieron la vida por el desbordamiento de la represa formada por un deslizamiento en el río Mantaro. En Colombia la urbanización de laderas, las copiosas lluvias y la consecuente saturación del suelo fueron determinantes en el desastre en el sector de Villatina de la ciudad de Medellín (1987), donde murieron cerca de 500 personas, 100 viviendas quedaron destruidas y hubo 1 700 damnificados (García, 2005). Es el mismo caso de La Paz (Bolivia), donde la incontrolada urbanización en laderas se combina con las características geológicas y la abrupta topografía, lo que ha generado condiciones de riesgo que ocasionan pérdidas continuas, principalmente en viviendas.

Aunque en los cuatro países hay registros de impactos asociados con deslizamientos y flujos de detritos, la pérdida de vidas y viviendas por los segundos es comparativamente mayor en Colombia y Perú (Mapas 34, 35, 36 y 37).

Entre 1970 y 2007 se han reportado cerca de 11 mil movimientos en masa con pérdidas de vidas y bienes, casi uno por día. Si la capacidad de registro de las pérdidas fuera más detallada, los datos serían inmensamente mayores y quizás ayudarían a incrementar la conciencia frente a ellos, como problema socioambiental que causa enormes daños acumulados.

34. Pérdidas de vidas por deslizamientos, 1970 - 2007



EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Deslizamientos. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84

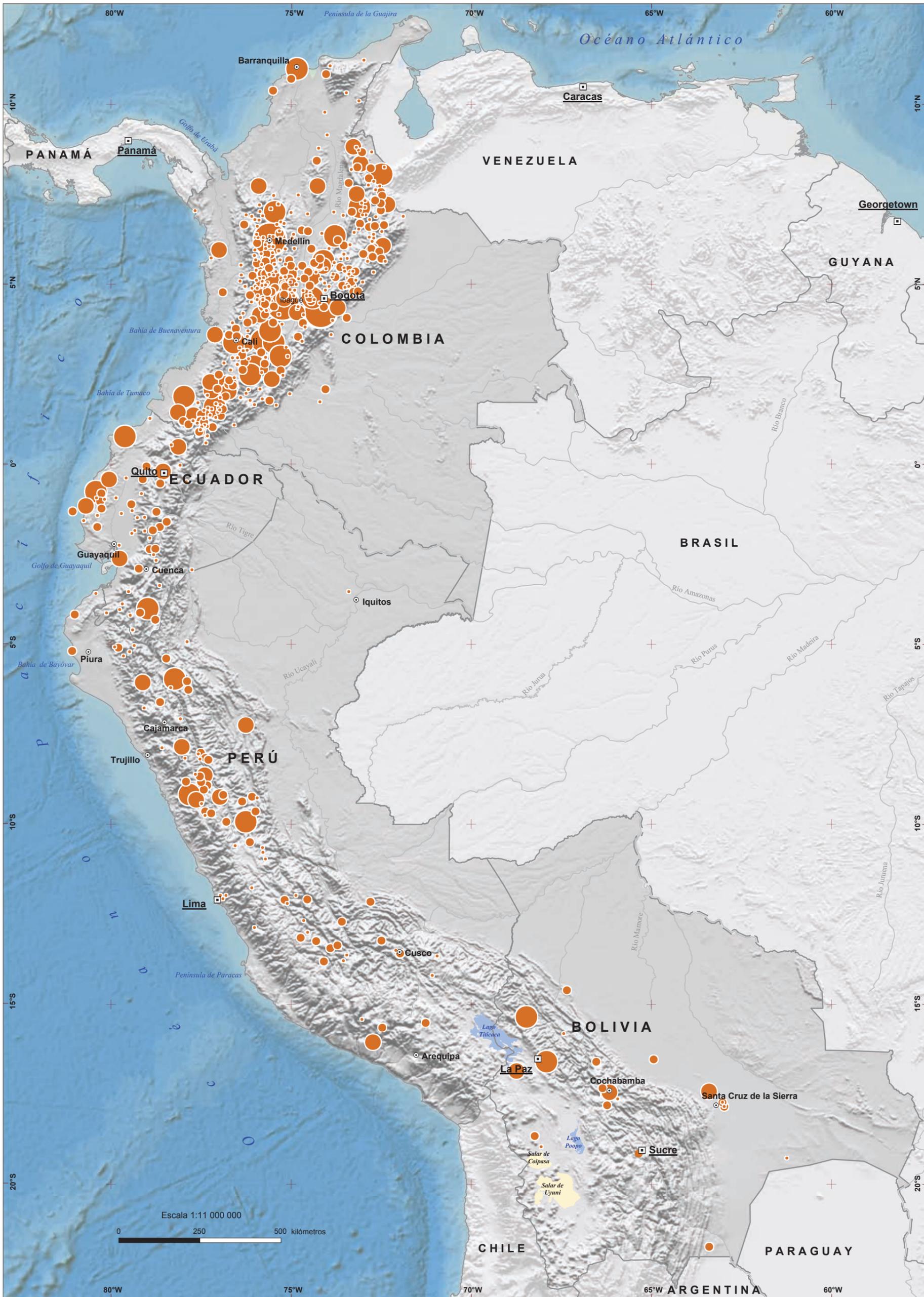
Total pérdidas de vidas
 ● Mayor a 100
 ● 50 - 100
 ● 10 - 50
 ● Menor a 10

□ Capital
 ○ Ciudades principales

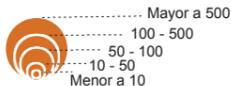
Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

Más de 7 mil personas murieron por cientos de movimientos de masa entre 1970 y 2007, el 90% de ellas por deslizamientos de pequeño impacto. En el 10% se cuentan 80 víctimas en el cerro Mayunmarca en Perú; más de 200 en las zonas mineras de Llipi en Bolivia (1992) y Nambija (1993) en Ecuador y 500 en el barrio Villatina de Medellín, Colombia (1987).

35. Viviendas destruidas por deslizamientos, 1970 - 2007



Total de viviendas destruidas



□ Capital

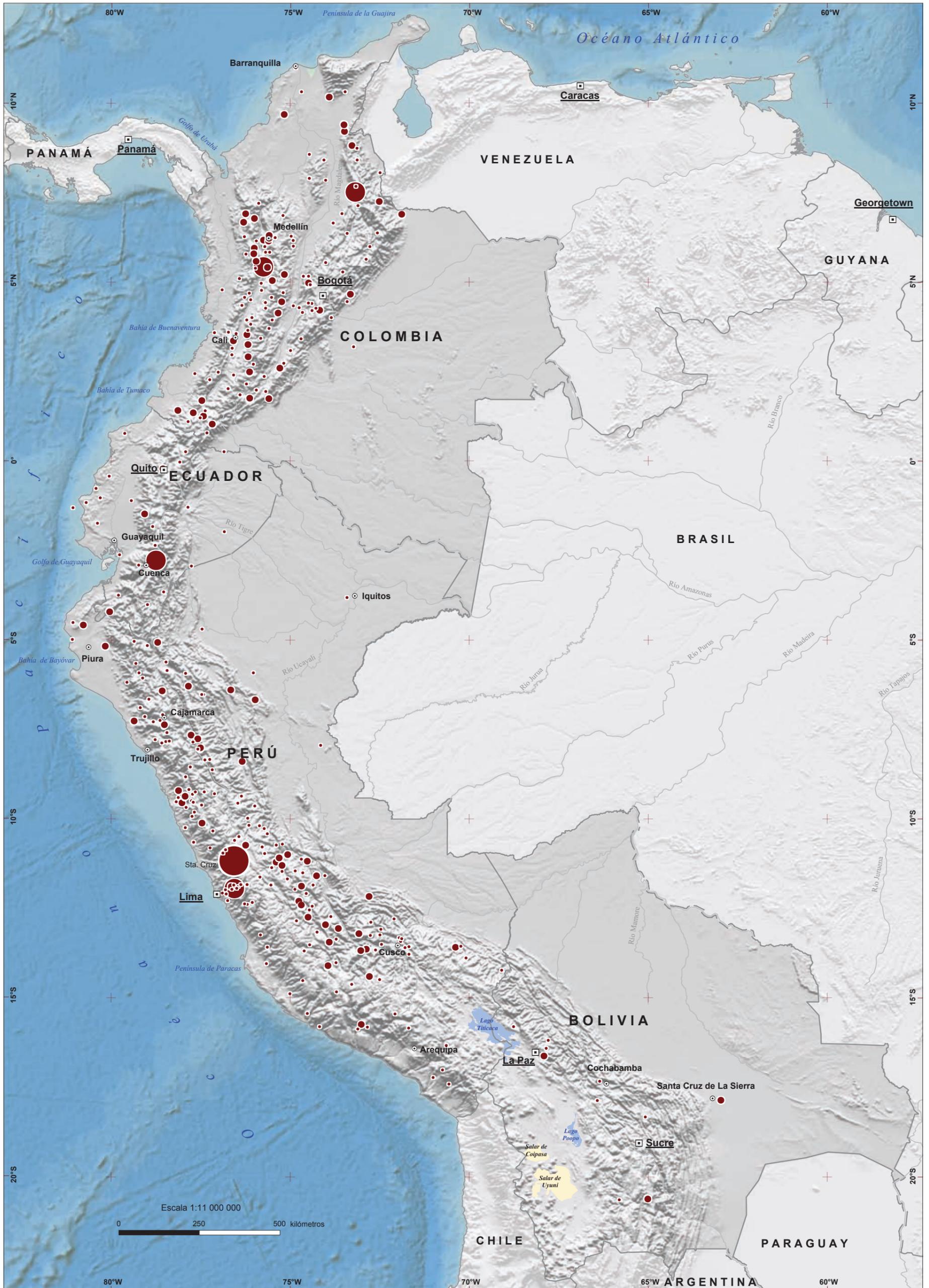
○ Ciudades principales

Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

De 16 mil viviendas destruidas (1970-2007) por deslizamientos, 12 mil ocurrieron en Colombia, y mil de ellas ocurrieron en 1999 durante La Niña. En Bolivia el derrumbe de una mina en Chima (2003) destruyó 116 viviendas. En Ecuador lluvias por El Niño (1998) destruyeron 643 viviendas, la mayoría en la costa. En Perú un deslizamiento en Huánuco (1994) destruyó 400 casas.

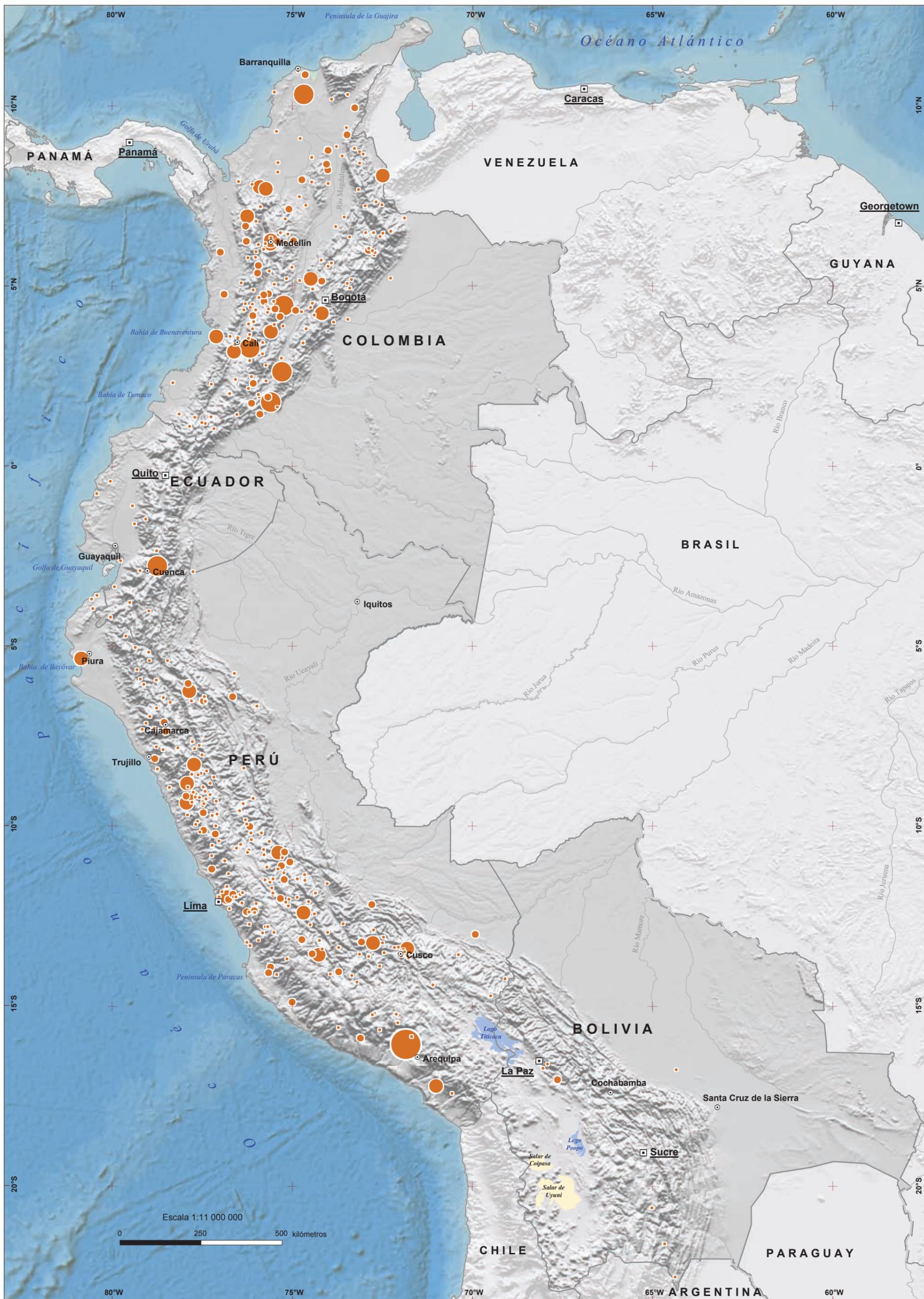
EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2008. Proyección: Geográfica. Datum WGS84.

36. Pérdidas de vidas por flujo de detritos, 1970 - 2007



EPN (2008), TDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84.

37. Viviendas destruidas por flujo de detritos, 1970 - 2007



Total viviendas destruidas

- Mayor a 2 500
- 500 - 1 000
- 100 - 500
- 50 - 100
- Menor a 50

Capital
 Ciudades principales

Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

Después de los terremotos y las inundaciones, los flujos de detritos son el fenómeno que ocasiona más pérdidas de viviendas. En su orden, Perú y Colombia han sido los más afectados en los últimos 38 años.

EPN (2009), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFT (2008). Bases de datos de desastres, Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84.

HASTA DONDE SE INUNDA



INUNDACIONES

Los desbordamientos son un fenómeno natural y recurrente de los ríos, como resultado de lluvias fuertes o continuas que aumentan el nivel de las aguas, a tal punto que el río se sale del cauce natural; también hay inundaciones urbanas por deficiencia en los sistemas recolectores de agua.

Las inundaciones están relacionadas con los patrones de lluvias de cada región (Figura 4.4). En la sierra central del altiplano de Bolivia hay una temporada lluviosa de octubre a marzo, con el pico máximo entre diciembre y enero. En la región amazónica el patrón promedio de lluvias es unimodal y va de noviembre hasta abril. En Perú de forma general existe un patrón unimodal. En la sierra y en la selva las lluvias se presentan de diciembre a abril, mientras que en la costa subtropical el pico de lluvias es entre junio y septiembre.

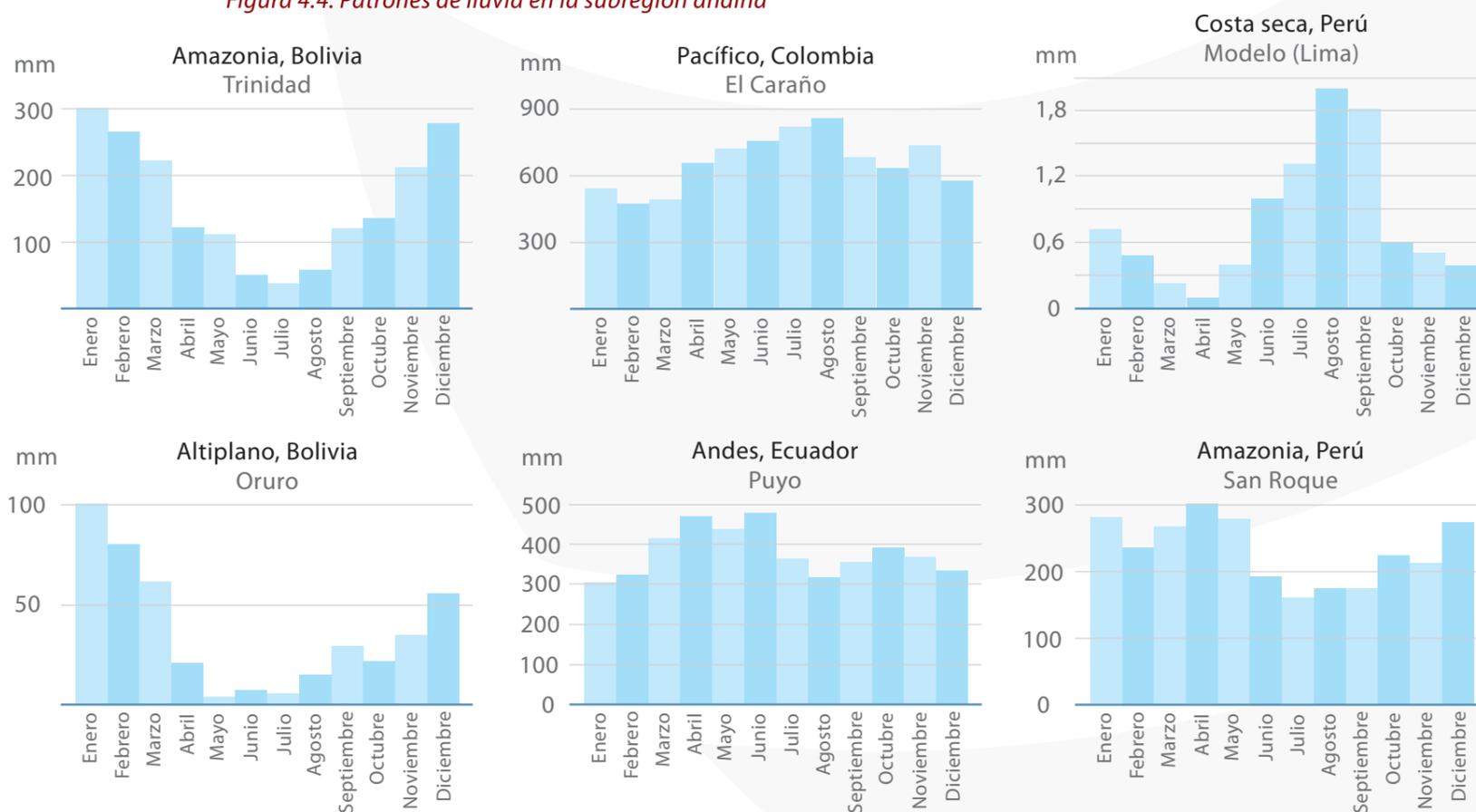
En la región andina de Colombia el patrón es bimodal con picos de lluvia entre marzo y mayo, y entre septiembre y noviembre. Las regiones amazónica (norte y centro) y orinoquia presentan una sola temporada lluviosa a mitad de año y en la mayor parte del Caribe el patrón es también unimodal, con lluvias entre mayo y noviembre. La región andina de Ecuador tiene un patrón bimodal, con dos temporadas lluviosas cada año, con picos de lluvia entre marzo y abril (el mayor de los dos) y entre octubre y noviembre. Un patrón similar ocurre en la Amazonia ecuatoriana, aunque allí se presentan mayores niveles de precipitación. En la costa existe un régimen unimodal de lluvia con su máximo entre enero y marzo.

Aunque generalmente las inundaciones ocurren de manera lenta y pueden anegar grandes extensiones de tierra por semanas o meses, como en la región amazónica, también hay inundaciones más rápidas asociadas con lluvias intensas en la parte alta de las cuencas de alta pendiente, que producen lluvias repentinas. De otra parte, los ríos que discurren en llanuras inundables de muy bajas pendientes pueden fluir por ellas dejando cauces abandonados e inundar nuevos terrenos. Otra fuente de inundaciones es el deshielo de las altas cumbres de los Andes.

Las inundaciones son fenómenos altamente predecibles; su recurrencia está asociada a los regímenes de lluvias de cada región, por tanto, es necesario reforzar los sistemas de alerta temprana en las zonas expuestas.

Los regímenes de lluvia se ven alterados durante la ocurrencia de los fenómenos de El Niño, La Niña y la Oscilación del Atlántico Norte.

Figura 4.4. Patrones de lluvia en la subregión andina



Fuente: SENAMHI, Bolivia; SENAMHI, Perú; INAMHI, Ecuador e IDEAM, Colombia, en colaboración con el CIIFEN (2009).



SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

La extensión de las áreas inundables en la región alcanza 690 mil kilómetros cuadrados, de los cuales 46% corresponde a Perú; 27%, a Colombia; 21%, a Bolivia y 6%, a Ecuador (Mapa 38). Estas inundaciones afectan con gravedad variable a la población y las actividades económicas, especialmente las agropecuarias.

Las mayores extensiones inundables en la subregión andina se localizan en los llanos orientales de Bolivia, y en las llanuras inundables de los afluentes del Amazonas de Colombia, Ecuador y Perú, donde se destacan las vegas (tierras bajas y fértiles a orillas de los ríos) formadas entre los ríos Apurímac y Ucayali al occidente de Iquitos. En Ecuador se destaca la costa del Pacífico, con el sistema de drenajes asociados al río Guayas y el estuario del golfo de Guayaquil. En Colombia, los Llanos Orientales, con los ríos afluentes del Orinoco como el Ariari y el Meta; la costa del Caribe con los ríos Cauca, Magdalena y Sinú y, finalmente, las llanuras de los ríos Atrato y San Juan, con precipitaciones abundantes a lo largo de todo el año.

Por su relación con las lluvias es posible de manera general predecir las épocas del año en que las áreas susceptibles serían más afectadas: noviembre a marzo en la Amazonia boliviana; diciembre a mayo en la Amazonia peruana; marzo a junio en los Andes ecuatorianos (Figura 4.4) y septiembre a noviembre en los Andes colombianos. Estos periodos pueden ampliarse y la cantidad de lluvia aumentar o disminuir por alteraciones debidas a los fenómenos El Niño y La Niña.

En los valles interandinos de los cuatro países las inundaciones se caracterizan por su rápida ocurrencia, incrementada por la escasa cobertura vegetal en parte de Bolivia y la vertiente pacífica del Perú y el aumento de la deforestación en todos los países.

Lo anterior se representa en el Mapa 38, resultado de una compilación a partir de estudios nacionales realizados por el SENAMHI en Bolivia, "Zonas afectadas por inundaciones"; por el IDEAM en Colombia, "Principales zonas inundables en Colombia"; por ODEPLAN en Ecuador, "Riesgos de inundación"; y por el SENAMHI en Perú, "Peligros naturales".

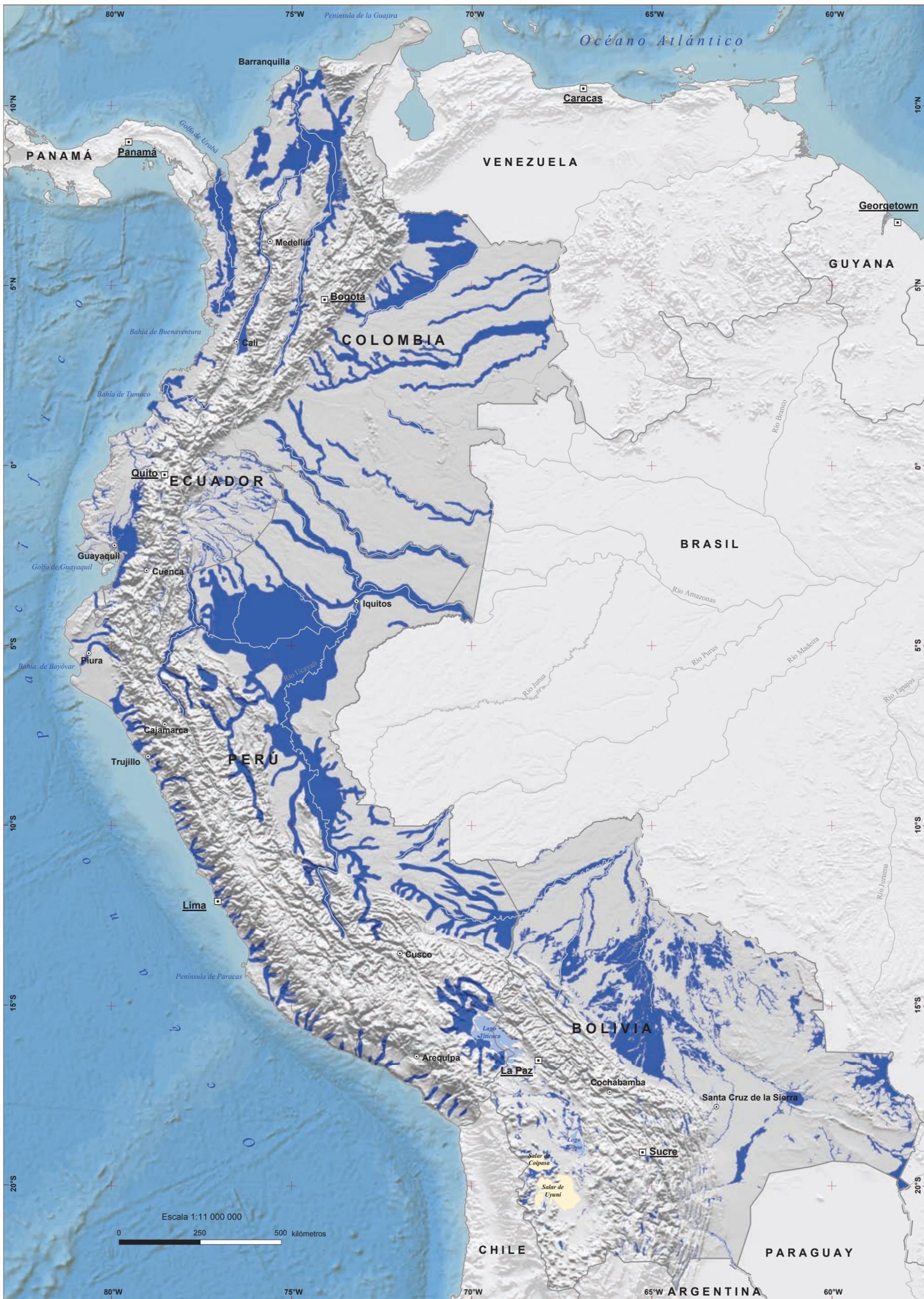
Las áreas inundables por desbordamiento de ríos y cauces naturales de la subregión se localizan principalmente en las riberas del bajo Magdalena, en el norte de Colombia, las costas caribe y pacífica, los valles interandinos, los llanos del Orinoco y la Amazonia que comparten los cuatro países.

INUNDACIONES URBANAS

Las áreas que se representan en el Mapa 38 son las susceptibles a inundación en las zonas bajas de los principales ríos y cuerpos de agua de la subregión. Por la escala del mapa no se evidencian las áreas urbanas propensas a inundaciones en relación con inadecuados procesos de urbanización, que en muchas ocasiones se caracterizan por la ampliación de la frontera urbana en llanuras inundables y la densificación de viviendas e infraestructura vial sin considerar la capacidad de captación de los drenajes de aguas lluvias, la canalización de cauces naturales y la construcción de diques, obras necesarias en las ciudades para disminuir el riesgo de inundación. También ha implicado el incremento de la susceptibilidad a inundaciones la ocupación de cauces abandonados, de las riberas de los ríos, o la ausencia de mantenimiento de las redes de alcantarillado.

Se puede decir que todos los países de la subregión tienen ciudades de diverso tamaño con este tipo de problemáticas y por ello la mitigación del riesgo por inundaciones urbanas debe hacer parte de las medidas a adoptar como parte de los planes de ordenamiento de cada territorio.

38. Zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones



Elaborado por SENAHMI-Bolivia, IDEAM-Colombia, INAHMI-Ecuador, y SENAHMI-Perú en colaboración con el CIFEN (2009).
 Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum: WGS84

- Zonas susceptibles a inundaciones
- Capital
- Ciudades principales

En el mapa se representan los principales ríos que inundan las llanuras y vastas planicies de la subregión, alimentados por las lluvias a veces incrementadas por fenómenos como El Niño y La Niña. Las ciudades modernas con déficit de infraestructura o ausencia de planificación mitigadora también se inundan, cobran vidas y generan grandes pérdidas.

EXPOSICIÓN A INUNDACIONES

POBLACIÓN

Al menos el 15% de la población de la Comunidad Andina está expuesta a inundaciones (Mapa 39). El mayor volumen de población en estas condiciones está en Colombia y Perú con más de cinco millones en cada país, seguido por Ecuador con 2,4 millones y Bolivia con cerca de 600 mil habitantes. En términos relativos, en Perú está expuesto el 20% de los habitantes; en Colombia, el 12%; en Ecuador, el 18% y en Bolivia, el 6% (Tabla 4.1). Estos niveles de exposición incluyen pobladores directamente localizados en áreas susceptibles, cuyos bienes pueden ser literalmente inundados, y población indirectamente expuesta que habita en cercanías de las áreas inundables y que puede sufrir efectos como aislamiento y perjuicios en la salud. Estos valores son mayores si se tiene en cuenta que muchas ciudades tienen inundaciones por deficiencia de drenajes que, por la escala del Atlas, no se alcanzan a visualizar.

Más de 13 millones de personas están expuestas a inundaciones en la subregión andina. De éstas, el 40% habita en Perú; el 38%, en Colombia; el 18%, en Ecuador y el 4%, en Bolivia.

Tabla 4.1. Población expuesta a inundaciones

País	Población total	Población	%
Bolivia	9 427 000	600 000	6
Colombia	42 889 000	5 232 000	12
Ecuador	13 215 000	2 428 000	18
Perú	27 254 000	5 459 000	20
Total	92 785 000	13 710 000	15

Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 38 y 7. Ver Memoria Técnica.

SECTORES AGRÍCOLA Y PECUARIO

Del total de áreas agropecuarias de la subregión, cerca de 224 mil km² (19%) están expuestos a inundaciones (Mapa 40). En cada país las áreas expuestas representan: el 22% en Colombia (especialmente en los valles de los ríos Magdalena y Cauca, la cuenca del río Sinú, la parte baja del río Atrato y los valles de los ríos Meta y Arauca); el 20% en Bolivia (departamentos del Beni y Santa Cruz, especialmente); el 13% en Perú (en particular en el norte, en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad, y en Puno al sur) y el 12% en Ecuador (principalmente la cuenca del río Guayas) (Tabla 4.2). Adicionalmente están directamente expuestas las explotaciones agroindustriales, de procesamiento post cosecha y beneficio de ganado.

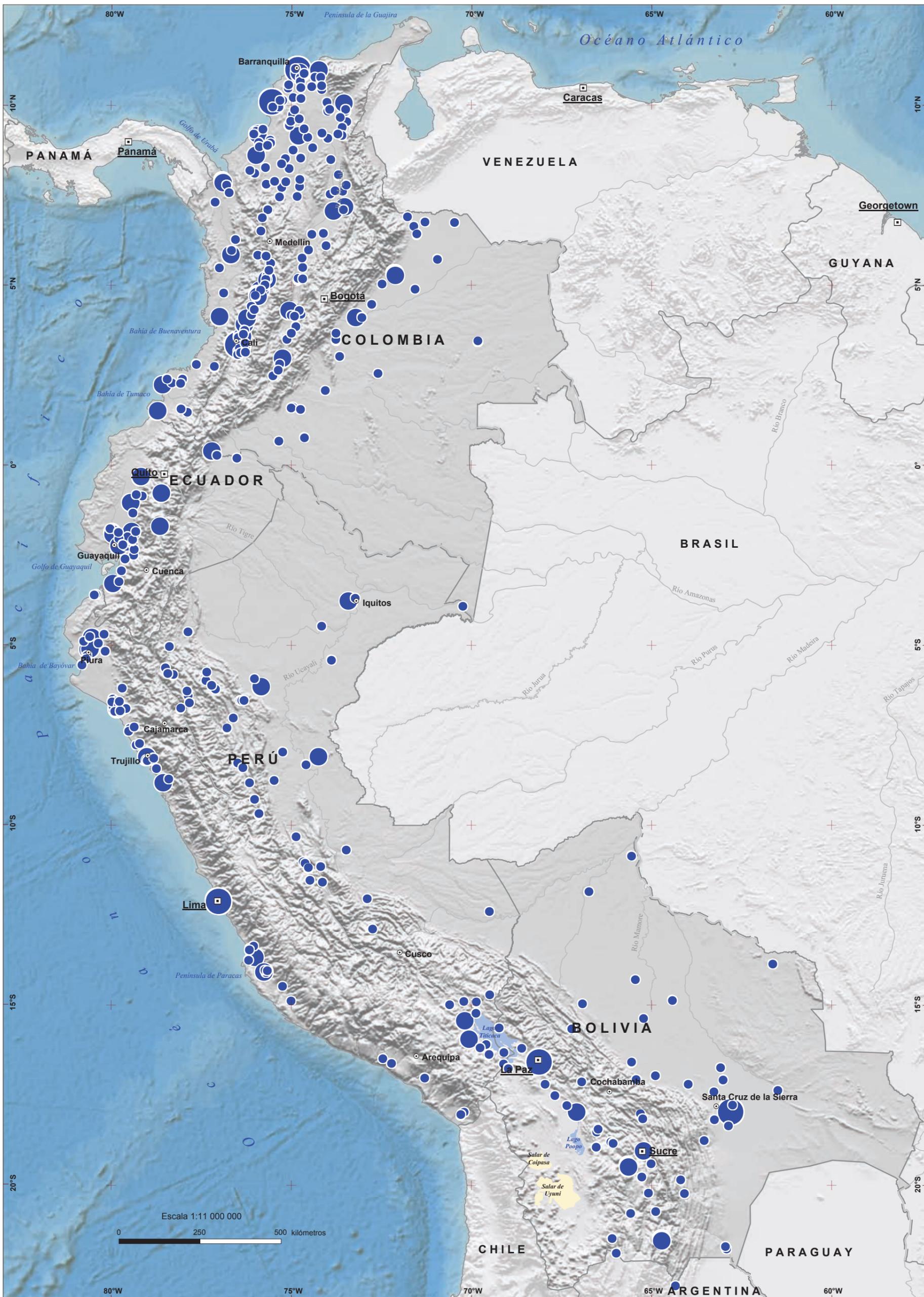
Muchas de las ciudades andinas están expuestas a inundaciones, debido a que los sistemas de drenaje de aguas lluvias han sido diseñados sin planificación a largo plazo.

Tabla 4.2. Superficie agropecuaria expuesta a inundaciones

País	Kilómetros cuadrados		%
	Área total	Área expuesta	
Bolivia	268 954	57 000	21
Colombia	533 431	120 000	22
Ecuador	115 342	14 000	12
Perú	256 118	34 000	13
Total	1 173 845	225 000	19

Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 38 y 8. Ver mapa Memoria Técnica

39. Población expuesta a inundaciones, 2001 - 2005

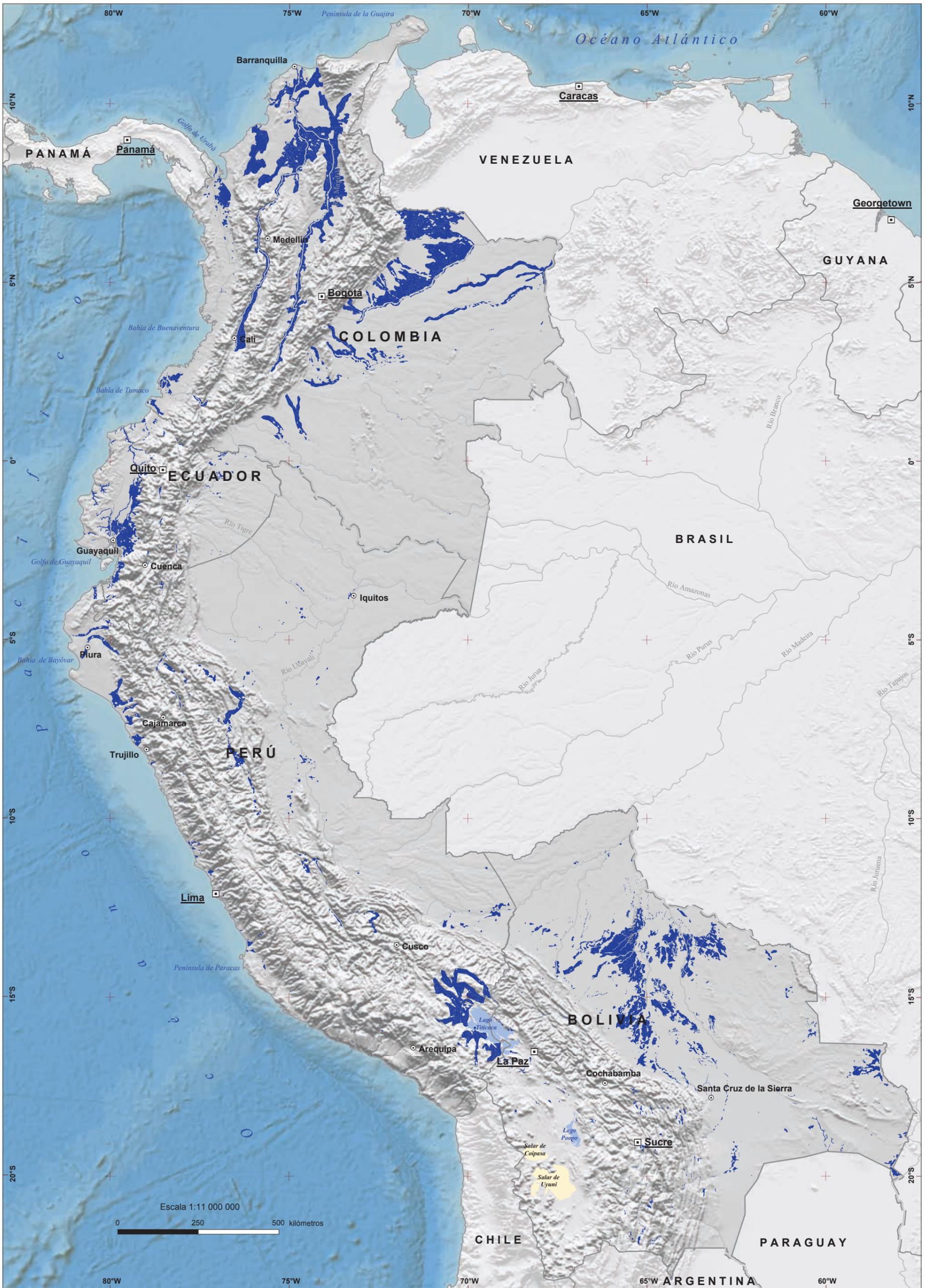


- Número de habitantes**
- 20 000 a 100 000
 - 100 000 a 500 000
 - Más de 500 000
- Capital
 - Ciudades principales

Se presenta la población en Unidades Territoriales Estadísticas Andinas de más de 50 000 habitantes, de cuarto nivel (Decisión 534, CAN); municipios en Bolivia y Colombia, parroquias en Ecuador y distritos en Perú. Los distritos de Lima y Callao se presentan de manera agrupada.

● Trece millones de habitantes urbanos y rurales de los valles, las costas, el altiplano y la Orinoquia pueblan áreas inundables. Ya que las inundaciones son altamente predecibles y su recurrencia está asociada con las lluvias, es necesario reforzar los sistemas de alerta temprana en las zonas expuestas.

40. Áreas de uso agropecuario expuestas a inundaciones



■ Áreas agropecuarias expuestas a inundaciones
 □ Capital
 ○ Ciudades principales

Las áreas de uso agropecuario expuestas a inundaciones comprenden 56 mil kilómetros cuadrados en Bolivia, 120 mil km² en Colombia, 14 mil km² en Ecuador y 35 mil km² en Perú.

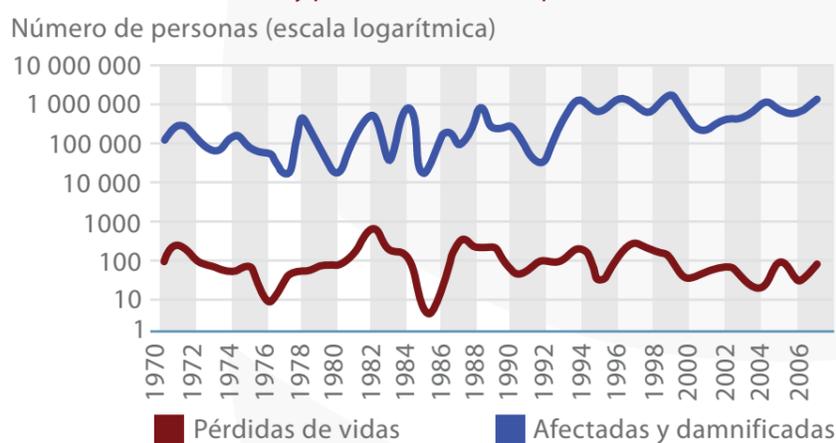
Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum: WGS84.

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

La tercera parte de los desastres registrados en los inventarios de pérdidas de los países de la Comunidad Andina se refiere a inundaciones ocurridas en el periodo 1970-2007, que dejaron en promedio 70 víctimas mortales y 3 mil viviendas destruidas cada año (Figuras 4.5 y 4.6). Estas pérdidas se incrementaron en periodos de intensificación de lluvias por fenómenos como El Niño y La Niña, por ejemplo en 1982-1983 y 1997-1998, en los que hubo un aumento ostensible de desastres en Ecuador y Perú y en 1971 y 1999 en Colombia.

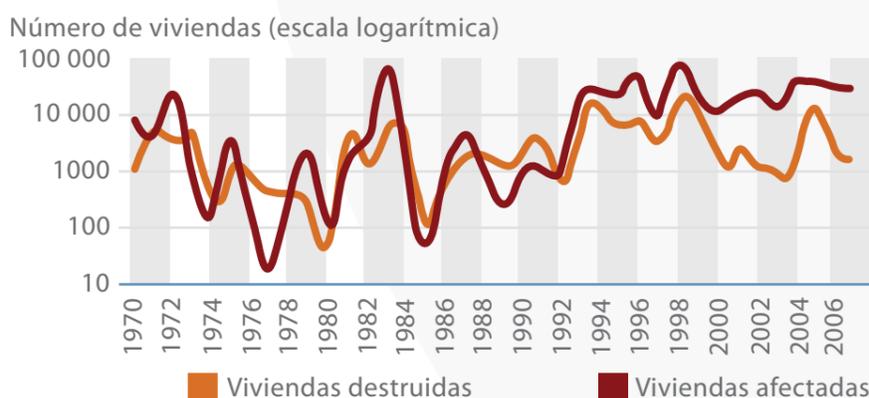
Si se comparan los efectos por inundaciones con los causados por otros fenómenos como terremotos, tsunamis o deslizamientos, el acumulado de víctimas mortales por las primeras durante las últimas cuatro décadas es relativamente menor, cercano al 8% del total. Sin embargo, los efectos en viviendas representan el 58% de las afectadas, cerca de 500 mil; y el 30% de las destruidas, más de 113 mil. Los impactos por inundaciones son los desastres más frecuentes de los que ocurren en la subregión y, por tanto, aunque generan pocas víctimas mortales, sus principales efectos, especialmente en viviendas y cultivos, inciden fuertemente en el incremento de la vulnerabilidad y el deterioro de las condiciones de vida de la población. En 38 años se han registrado más de 16 millones de afectados y damnificados por inundaciones en los cuatro países.

Figura 4.5. Pérdidas de vidas y personas afectadas por inundaciones, 1970 – 2007



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

Figura 4.6. Viviendas destruidas y afectadas por inundaciones, 1970 - 2007



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres, DesInventar.

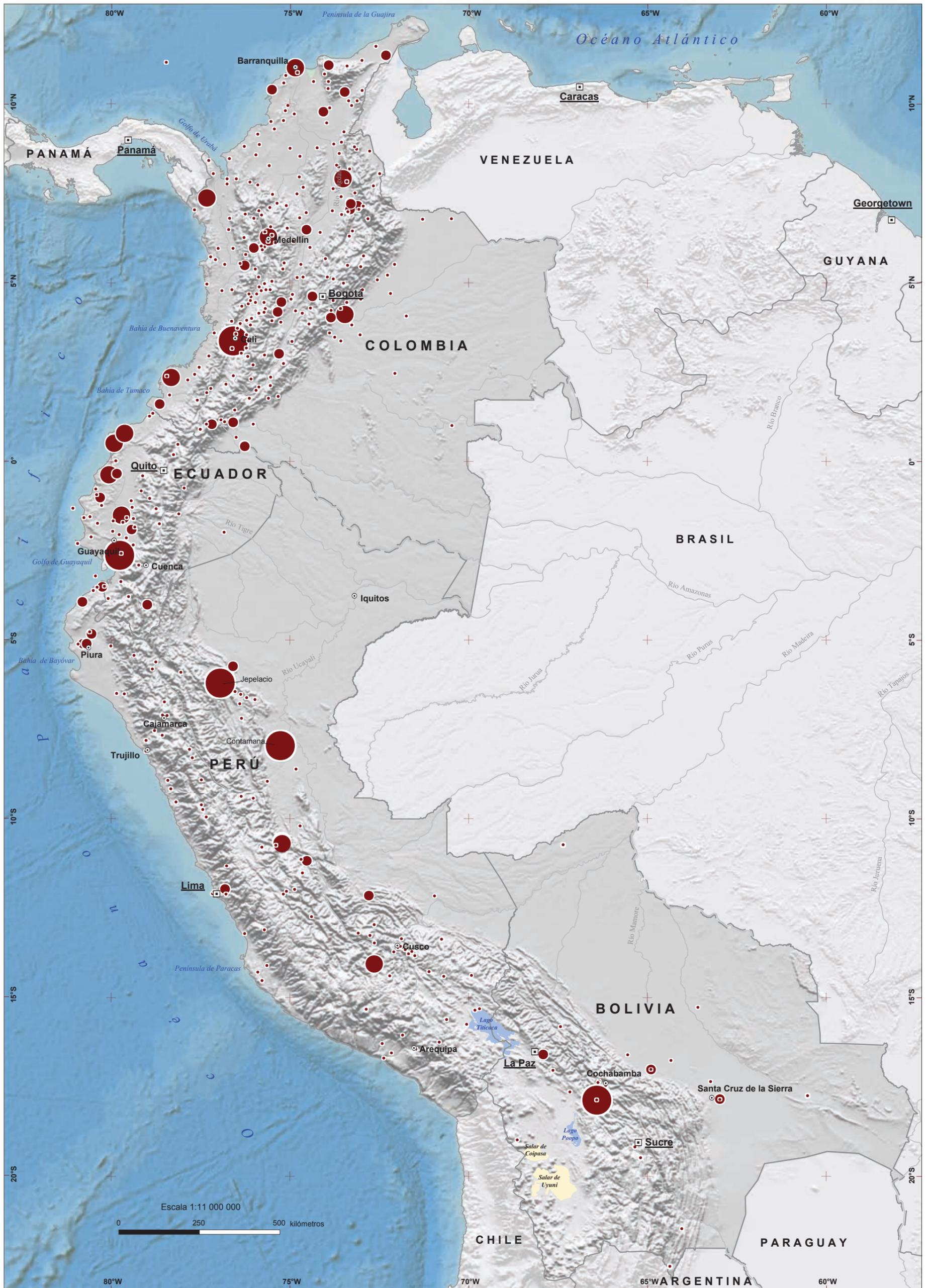
Los efectos por inundaciones son más frecuentes en las áreas de mayor susceptibilidad localizadas en las riberas del bajo Magdalena, al norte de Colombia, en su costa del Pacífico y en el piedemonte de los llanos del Orinoco; en la costa y Amazonia ecuatoriana y peruana. Afectan casi todos los años estas zonas y, por tanto, generan impactos recurrentes en la misma población que las habita. En los Mapas 41 y 42 se muestra una concentración de víctimas y viviendas destruidas en la costa del Pacífico y la región andina, a causa de prácticas de ocupación urbana espontánea y/o con déficit de planificación mitigadora y de obras de infraestructura, mientras que en la región amazónica el menor número de pérdidas se debe a la menor población expuesta, pero también a prácticas ancestrales de convivencia con los regímenes periódicos de inundación.

El 30% de los desastres registrados en las bases de datos de la subregión está asociado con inundaciones que dejaron el 58% de las viviendas afectadas y el 30% de las destruidas.

Los impactos por inundaciones son los desastres más frecuentes de la subregión y, por tanto, sus efectos inciden fuertemente en el deterioro de las condiciones de vida de la población.

Entre 1970 y 2007 hubo cerca de 3 mil víctimas y 112 mil viviendas destruidas. El 45% de las víctimas se registró en Colombia; el 30%, en Perú; 20%, en Ecuador y 5%, en Bolivia. El 63% de viviendas destruidas se registró en Colombia; el 33%, en Perú; el 4%, en Ecuador y menos del 1%, en Bolivia.

41. Pérdidas de vidas por inundaciones, 1970 - 2007



Total pérdidas de vidas

- Mayor a 50
- 25 - 50
- 10 - 25
- Menor a 10

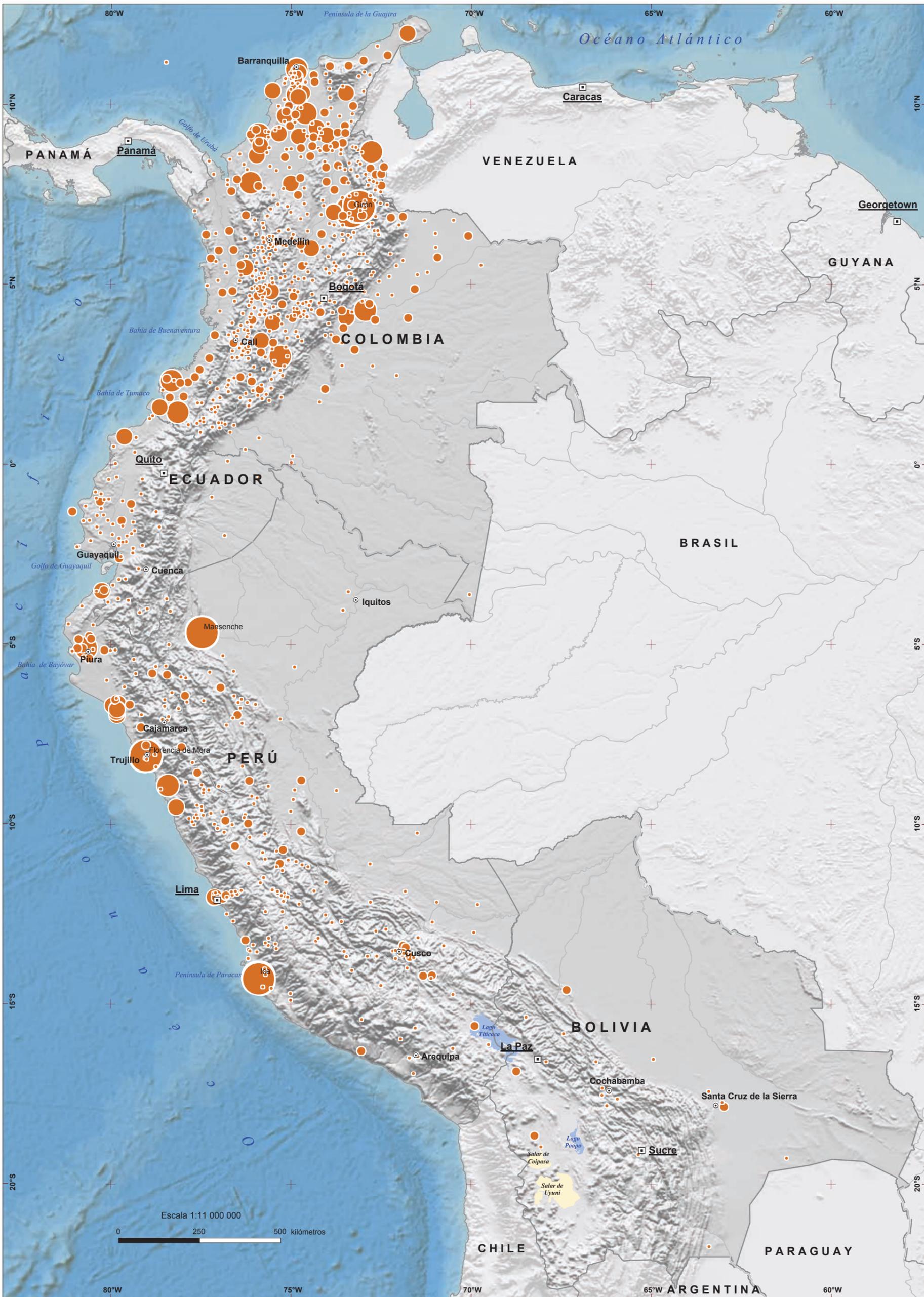
- Capital
- Ciudades principales

Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

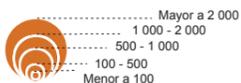
Por su carácter generalmente lento, las inundaciones producen pocas pérdidas de vidas en comparación con flujos de detritos, deslizamientos y terremotos. En muchos casos las víctimas son pobladores de áreas inundables que desconocen los ritmos y procesos de las inundaciones en cada lugar.

EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84.

42. Viviendas destruidas por inundaciones, 1970 - 2007



Total de viviendas destruidas



- Capital
- Ciudades principales

Los datos se representan a nivel de municipio en Bolivia y Colombia, cantón en Ecuador y distrito en Perú.

En la subregión andina se pierden en promedio 3 mil viviendas al año por inundaciones. De un total de 112 mil viviendas destruidas entre 1970 y 2006, 71 mil corresponden a Colombia; 36 mil, a Perú; 4 mil, a Ecuador y mil, a Bolivia.

EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSC-EAFIT (2008). Bases de datos de desastres. Desinventar. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84.

CUANDO HIELA



HELADAS

La helada es un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire en cercanías del suelo, de 1,5 a 2 metros, desciende por debajo de cero grados Celsius. El fenómeno es conocido como helada meteorológica. Sin embargo, de manera más amplia, el término helada también se utiliza en el sentido agrológico para designar los efectos que el descenso de la temperatura puede generar sobre los cultivos según la fase vegetativa en que se encuentren. Especies como el cacao, en ambientes de climas con temperaturas promedio superiores a 20 grados Celsius pueden ser afectadas cuando masas frías hagan descender la temperatura a 16 grados Celsius o menos, sin que esto signifique propiamente una helada.

Las heladas ocurren por radiación o por advección. En las primeras, con la puesta del Sol el suelo y la vegetación empiezan a liberar el calor acumulado durante el día, el cual, si se encuentra con nubes en su camino, rebota y regresa al suelo y a las plantas. Pero si la noche está despejada, si el viento está en calma y si la humedad del aire es baja, el calor irradiado o liberado no regresa y la temperatura disminuye paulatinamente hasta cero grados Celsius o menos al amanecer.

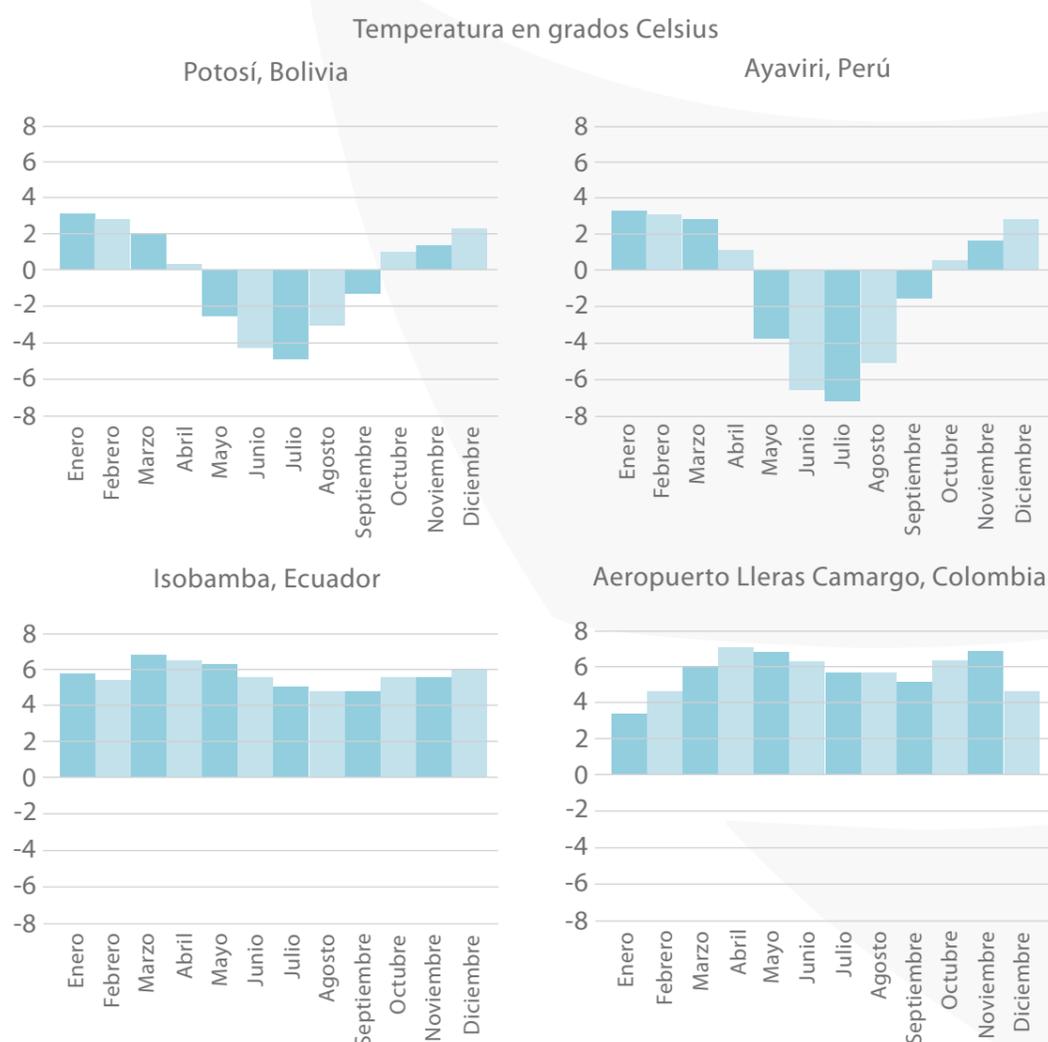
Las heladas por advección son las causadas por masas de aire muy frío que se mueven desde las zonas polares de la Antártida hasta los países suramericanos, algunas veces hasta Bolivia y el sur del Perú, causan daños en los cultivos y afectan a la población de las regiones por donde pasan. Ecuador y Colombia se ven afectadas únicamente por las heladas por radiación que ocurren durante las madrugadas o con la salida del Sol si hay ausencia de lluvias y de vientos durante las noches de cielo despejado. En Bolivia y Perú pueden presentarse los dos tipos de heladas individualmente, algunas veces combinadas.

En la Figura 4.7 se representa el promedio mensual multianual de temperatura mínima para cuatro estaciones de la subregión.

Las heladas pueden afectar el normal crecimiento de las plantas o causar la muerte de los tejidos vegetales.

Las heladas provocan pérdidas en los sectores agrícola y pecuario y producen enfermedades broncopulmonares, muchas veces mortales, en las poblaciones alto andinas vulnerables.

Figura 4.7. Promedio mensual de temperatura mínima en cuatro estaciones de la subregión



Fuente: SENAMHI-Bolivia, SENAMHI, Perú, INAMHI, Ecuador e IDEAM, Colombia, en colaboración con el CIIFEN (2009).



SUSCEPTIBILIDAD A HELADAS

Las heladas meteorológicas ocurren cuando la temperatura desciende por debajo de los 0 °C; sin embargo, existen muchos cultivos que se pierden con temperaturas entre 0 °C y 6 °C.

Por encima de los 3 mil metros de altura, en el altiplano de Bolivia y Perú ocurren en promedio 65 días de heladas cada año.

La Paz-El Alto y Oruro en Bolivia, y Puno en Perú, son las ciudades más grandes del altiplano Perú-Bolivia.

Por encima de los 2 500 metros las temperaturas diurnas en los Andes de la subregión están generalmente por debajo de los 20 grados Celsius, y por encima de los 4 500 ó 5 000 metros hay nieves permanentes (Mapa 43). La intensidad de las heladas se puede clasificar de acuerdo con la temperatura mínima alcanzada por el aire, como se muestra en la Tabla 4.3, donde se destaca que en Perú las heladas más suaves, que van de los 0 °C a los 6 °C, corresponden a las agronómicas (SENAMHI, 2005). Como las masas de aire frío son más densas tienden a ocupar los lugares más bajos de la topografía, razón por la cual las heladas son más intensas en el fondo de los valles a lo largo de los Andes.

Tabla 4.3. Intensidad de las heladas

Intensidad	Intervalo de temperaturas
Alta	- 6 °C a -3 °C
Moderada	-3 °C a 0 °C
Baja (heladas agronómicas)	0 °C a 3 °C
Muy baja (heladas agronómicas)	3 °C a 6 °C

Fuente: A partir de Monterubbianesi (2001) en SENAMHI, Atlas de heladas del Perú (2005).

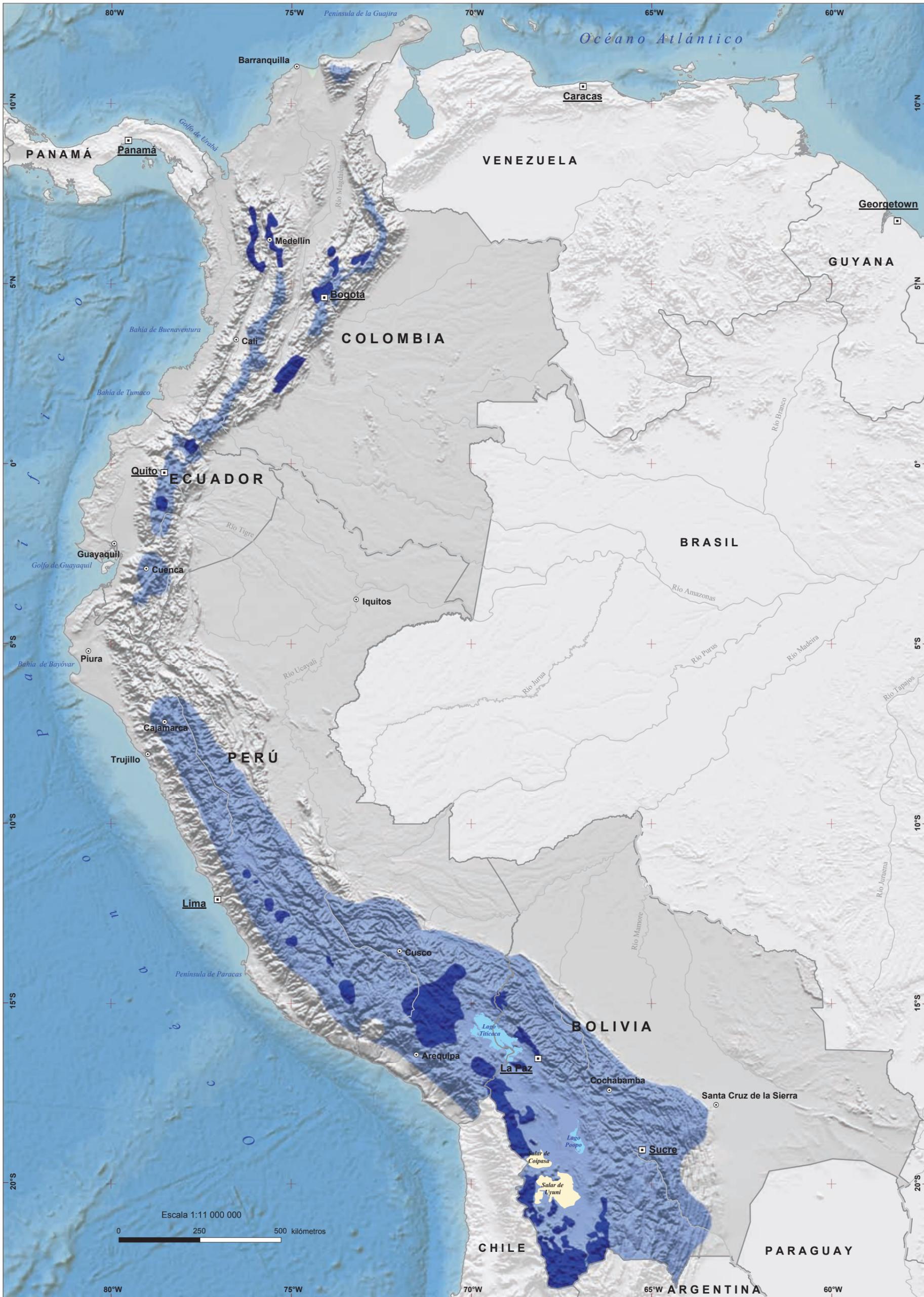
Las heladas son una seria amenaza para los campesinos y productores agrícolas y ganaderos en todos los países de la Comunidad Andina, ya que se pueden perder las cosechas de cultivos básicos (papa, maíz, frijol, quinua) y reducirse en gran medida el rendimiento de ganadería bovina, ovina y de llamas, alpacas y vicuñas. También se llama heladas a los frentes fríos que generan temperaturas de alrededor de 10 °C que afectan cultivos como el café y el cacao, a alturas inferiores a los 1 000 msnm. Los daños en las cosechas no sólo implican pérdidas económicas; la hambruna consecuente a heladas puede asolar las poblaciones que dependen de los cultivos para su seguridad alimentaria.

El periodo de ocurrencia de las heladas depende de los regímenes climáticos propios de cada ecorregión. En el altiplano de Bolivia y Perú el mayor número de días con heladas se registra entre mayo y septiembre, principalmente en junio y julio; en la sierra sur del Perú, en junio y julio; en la sierra central peruana, entre mayo y agosto, principalmente en junio; y en la sierra norte los máximos ocurren en julio y noviembre. En Ecuador y Colombia ocurren en los periodos secos. Cerca del 80% de los casos de heladas en Colombia se registran entre enero y febrero, siendo este último el mes en que han ocurrido las más fuertes en la historia (IDEAM, 2001).

La región del altiplano compartido por Bolivia y Perú tiene alta susceptibilidad a heladas. Por encima de los 3 mil metros de altura ocurren 65 días al año y por encima de 3 300 metros el promedio sube a 115 días (Senamhi, 2005).

En Colombia las áreas más susceptibles a heladas se encuentran en los altiplanos fríos: los del centro de Antioquia, el cundiboyacense, el de Túquerres e Ipiales en Nariño y el de Paletará en el Cauca. Estos altiplanos están localizados entre 2 500 msnm y 3 000 msnm (Hurtado, 1996).

43. Zonas susceptibles a heladas



Susceptibilidad a heladas

- Mayor
- Menor
- Capital
- Ciudades principales

Por encima de los 2 500 metros sobre el nivel del mar las heladas son más frecuentes y arriba de los 4 500 metros ocurren a lo largo de casi todo el año. La mayor área de heladas se localiza en el altiplano de Bolivia y Perú.

Elaborado por SENAHMI-Bolivia, IDEAM-Colombia, INAHMI-Ecuador, y SENAHMI-Perú en colaboración con el CIIFEN (2009). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum: WGS84.

EXPOSICIÓN A HELADAS

POBLACIÓN

En la Comunidad Andina la región con mayor grado de exposición a los efectos de heladas es el altiplano de Bolivia y Perú por varias razones: es el más densamente poblado en el mundo; hay déficit en los sistemas sanitarios y de servicios básicos; existen altos índices de pobreza generalizada; ocurren heladas por advección, causadas por las masas de aire polar que se instalan en el altiplano andino por varios días; pueden presentarse hambrunas por pérdida de cosechas (de manutención) o de la producción de carne o leche; e incluso puede haber carencia de agua por congelamiento de las tuberías de acueducto, y pérdida de ingresos por productos asociados con la crianza de alpacas.

La población del sector agropecuario expuesta a heladas es cercana a los 13 millones en la subregión, de los cuales 5,6 millones se localizan en Perú; 2,4 millones, en Ecuador; 2,9 millones, en Bolivia y 1,7 millones, en Colombia (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Población expuesta a heladas

País	Población total	Población expuesta	%
Bolivia	9 427 000	2 922 000	31
Colombia	42 889 000	1 758 000	4
Ecuador	13 215 000	2 470 000	19
Perú	27 254 000	5 669 000	21
Comunidad Andina	92 785 000	12 819 000	14

Fuente: Elaboración propia a partir del cruce de los mapas 43 y 7. Ver Memoria Técnica.

SECTOR AGROPECUARIO

Las zonas expuestas a heladas ocupan cerca de 360 mil km², equivalentes al 30% del total del área destinada a usos agropecuarios en la CAN (Mapa 45). Más de la mitad (193 000 km²) corresponden a Perú y la tercera parte (100 326 km²) a Bolivia, las cuales representan el 75% y 37% de las áreas agropecuarias de cada país, respectivamente (Tabla 4.5). Las heladas afectan directamente el sector agropecuario, dado que las bajas temperaturas dañan no solamente los cultivos, sino también los pastos de los que dependen los camélidos andinos (alpaca) y la alimentación del ganado de leche en la Sabana de Bogotá, por lo cual disminuye la producción de leche. El congelamiento del agua cuando suceden heladas de advección en el altiplano de Bolivia y Perú genera otro efecto crítico para la alpaca y otras especies. Debido a los impactos en el sector agropecuario quedan expuestos sus sectores asociados, principalmente los procesos agroindustriales de procesamiento post cosecha y el transporte y comercio, que ven disminuidas sus transacciones con productos como papa, maíz, quinua y flores.

Tabla 4.5. Superficie agropecuaria expuesta a heladas

País	Kilómetros cuadrados		%
	Área total	Área expuesta	
Bolivia	269 000	100 000	37
Colombia	533 000	37 000	7
Ecuador	115 000	25 000	21
Perú	256 000	193 000	75
Comunidad Andina	1 173 000	355 000	30

Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas 43 y 8. Ver Memoria Técnica.

Las precarias condiciones de los pobladores altoandinos de Perú y Bolivia hacen que las heladas tengan impactos mayores: la población más vulnerable, niños y ancianos, desarrolla enfermedades broncopulmonares y se producen pérdidas de ganado y de cosechas, que son fuente de sus ingresos y de alimentación.

El clima de la Puna, hostil y difícil para la vida, propio de las grandes altitudes, se caracteriza por ser sumamente seco en el verano y tener una época húmeda con lluvias en el invierno.

El 75% de las áreas agropecuarias de Perú y el 37% de Bolivia están expuestas a heladas.

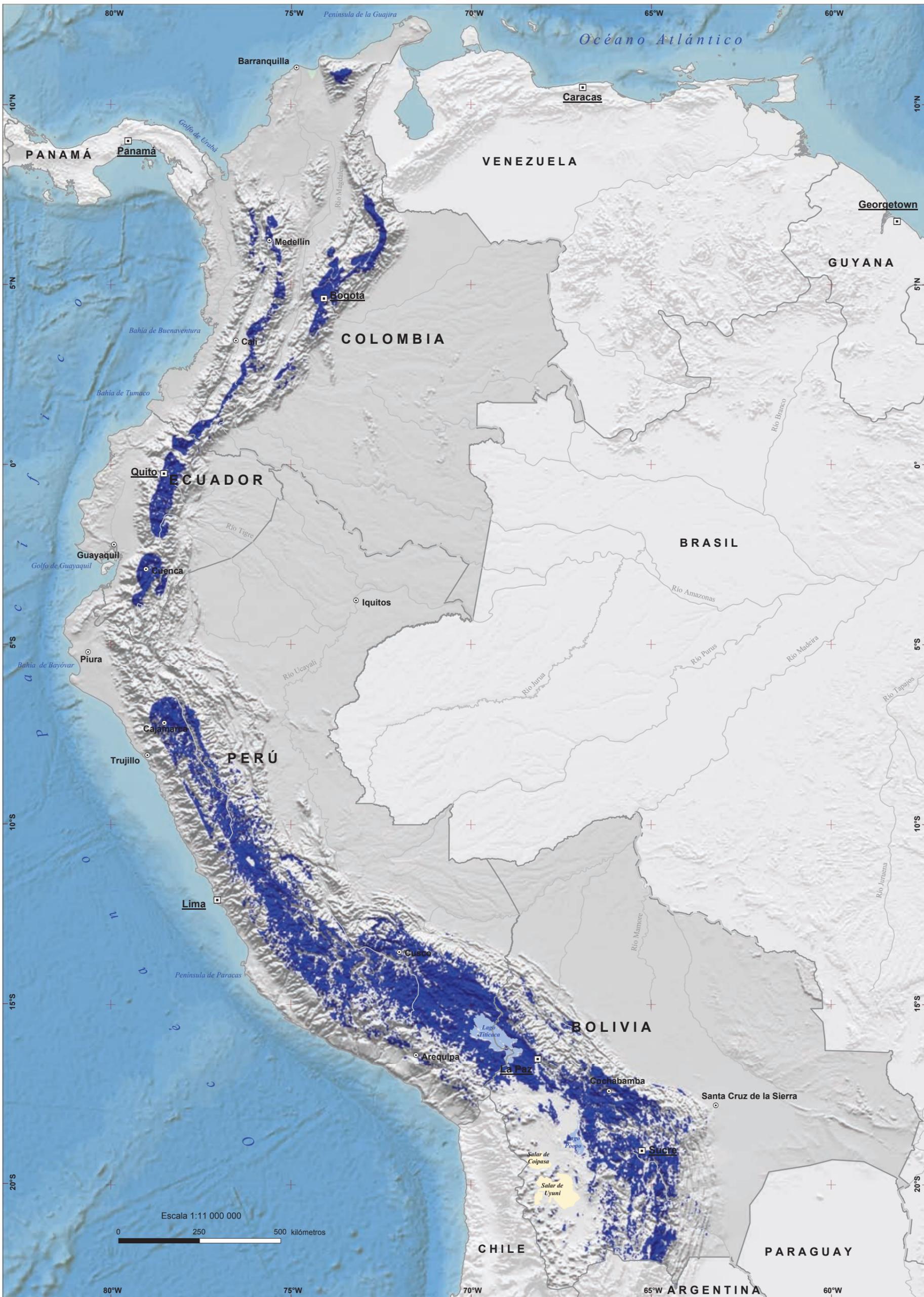
44. Población expuesta a heladas



Los efectos más graves ocurren en la sierra sur de Perú y el altiplano compartido con Bolivia, por pérdida de cultivos de subsistencia y enfermedades broncorrespiratorias.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum: WGS84

45. Áreas de uso agropecuario expuestas a heladas



- Áreas expuestas a heladas
- Capital
- Poblaciones principales

Las áreas agropecuarias expuestas a heladas en la subregión suman 355 mil kilómetros cuadrados. De éstas, el 54% corresponde a Perú; 28%, a Bolivia; 10%, a Colombia y 7%, a Ecuador.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG. Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica. Datum WGS84.

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

Las heladas afectan, de manera recurrente, en particular las poblaciones de las zonas altas del sur del Perú y los altiplanos de Bolivia y Colombia. Se puede decir que Perú es uno de los países con mayor afectación por este fenómeno, cuyos efectos son sufridos por poblaciones campesinas de los departamentos de la sierra central y del sur, con altos índices de pobreza e inseguridad alimentaria, que por lo general subsisten de la crianza de ganado ovino y camélidos y de la agricultura para el autoconsumo.

Aunque todos los años se registran efectos en la salud y la agricultura, se pueden destacar las heladas del 2002 y 2007 por la intensidad de los impactos y la declaración, por parte del gobierno peruano, del Estado de Emergencia en los departamentos afectados. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Defensa Civil, en el 2002 se registraron 80 víctimas mortales, cerca de 30 mil hectáreas de cultivos destruidos y 190 mil personas afectadas. En el 2007 hubo nueve personas fallecidas, 390 mil afectadas y 5 mil hectáreas destruidas. Los decretos de Estado de Emergencia en el 2008 y 2009 indican la continuidad e intensificación de estos efectos.

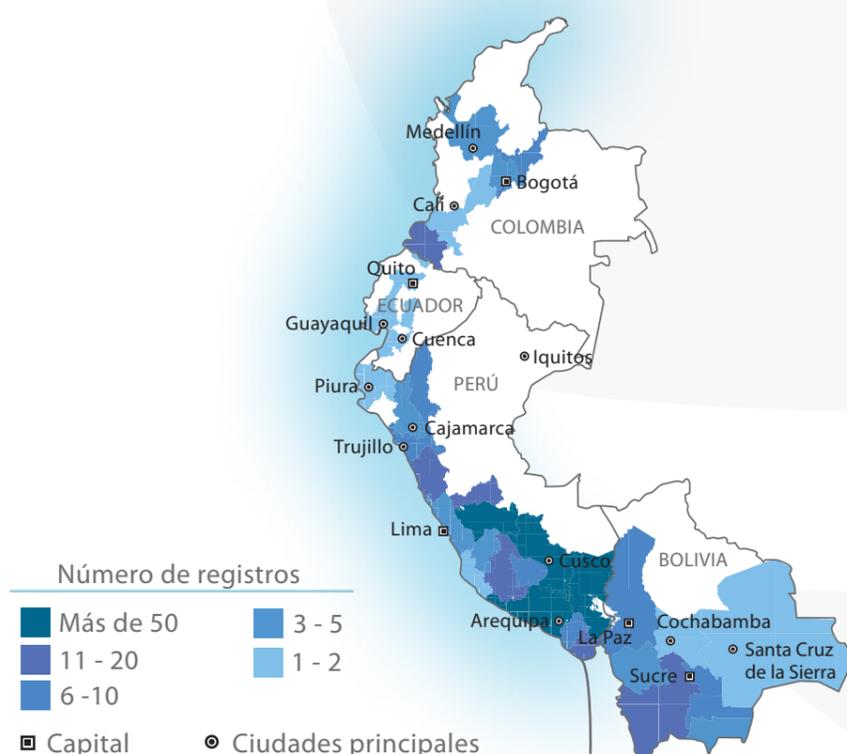
En Bolivia se registraron cerca de 350 mil personas afectadas por las heladas ocurridas entre 2007 y 2008, el 70% en el departamento de La Paz y el 14% en Tarija. Junto con las inundaciones, fue el fenómeno que más damnificados causó durante este periodo.

Los impactos por heladas en Colombia son también frecuentes y han ocasionado múltiples pérdidas en la agricultura de las tierras altas del país, en particular en los cultivos de flores, maíz, papa y hortalizas. Las zonas históricamente más afectadas son la sabana de Bogotá, y al sur el altiplano nariñense. En febrero del 2007 se calculó que las heladas afectaron cerca de 160 mil hectáreas de cultivos.

En la Figura 4.8 se representan los registros de pérdidas acumulados por departamento, excepto en Ecuador, donde corresponden a provincias. Esta forma de representación no implica que todos los territorios sufran el fenómeno, el cual tiende a ocurrir en las partes altas de cada una de las unidades administrativas coloreadas.

Todos los años se registran efectos en la salud y la agricultura, especialmente en Bolivia y Perú, relacionados con la ocurrencia de heladas.

Figura 4.8. Registros de heladas con pérdidas de cultivos y efectos en la población, 1970 - 2007



Entre 1970 y 2007 se han reportado 639 registros de heladas con diversos niveles de pérdidas en población, cultivos y ganadería. De éstos, 553 corresponden a Perú; 35, a Bolivia; 40, a Colombia y 11, a Ecuador. La gran cantidad de registros de Perú se debe al mayor número de habitantes del altiplano que viven en poblaciones vulnerables.

Y CUANDO DEJA DE LLOVER



SEQUÍAS



La sequía es la deficiencia de precipitaciones en un periodo relativamente prolongado. Esta definición, muy general, debe precisarse para cada región geográfica en términos de cuál es el déficit de lluvias y el tiempo durante el que se prolonga. Se han identificado más de 150 definiciones de sequía (Valiente, 2001), que se pueden clasificar en cuatro grupos: meteorológica, hidrológica, agrícola y socioeconómica.

A pesar de que erróneamente la sequía se considera un evento poco común, es en realidad un fenómeno normal y recurrente del clima. Puede ocurrir en casi todas las zonas climáticas, con características variables de una región a otra. La sequía es una situación temporal y difiere de la aridez, que es una condición restringida a zonas de baja precipitación de carácter permanente. Los diferentes tipos de sequía son:

SEQUÍA METEOROLÓGICA

Es una expresión de la disminución de la precipitación respecto a los valores medios durante un periodo determinado.

SEQUÍA HIDROLÓGICA

Se refiere a una deficiencia en el caudal o volumen de agua superficial o subterránea en ríos, embalses, lagos, etc. Este tipo de sequía es precedido por la sequía meteorológica.

SEQUÍA AGRÍCOLA

Se produce cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento. Como la cantidad de agua necesaria es diferente para cada cultivo, la sequía se establece, por lo tanto, para cada tipo de cultivo y región. Esta sequía ocurre poco tiempo después de la meteorológica.

SEQUÍA SOCIOECONÓMICA

Ocurre cuando el agua disminuye hasta generar daños económicos o personales en la zona afectada por la escasez de lluvias. En general se presenta después de la agrícola, pero donde la agricultura y el pastoreo son muy importantes para la subsistencia de poblaciones la sequía agrícola marca por sí misma el comienzo de la socioeconómica.

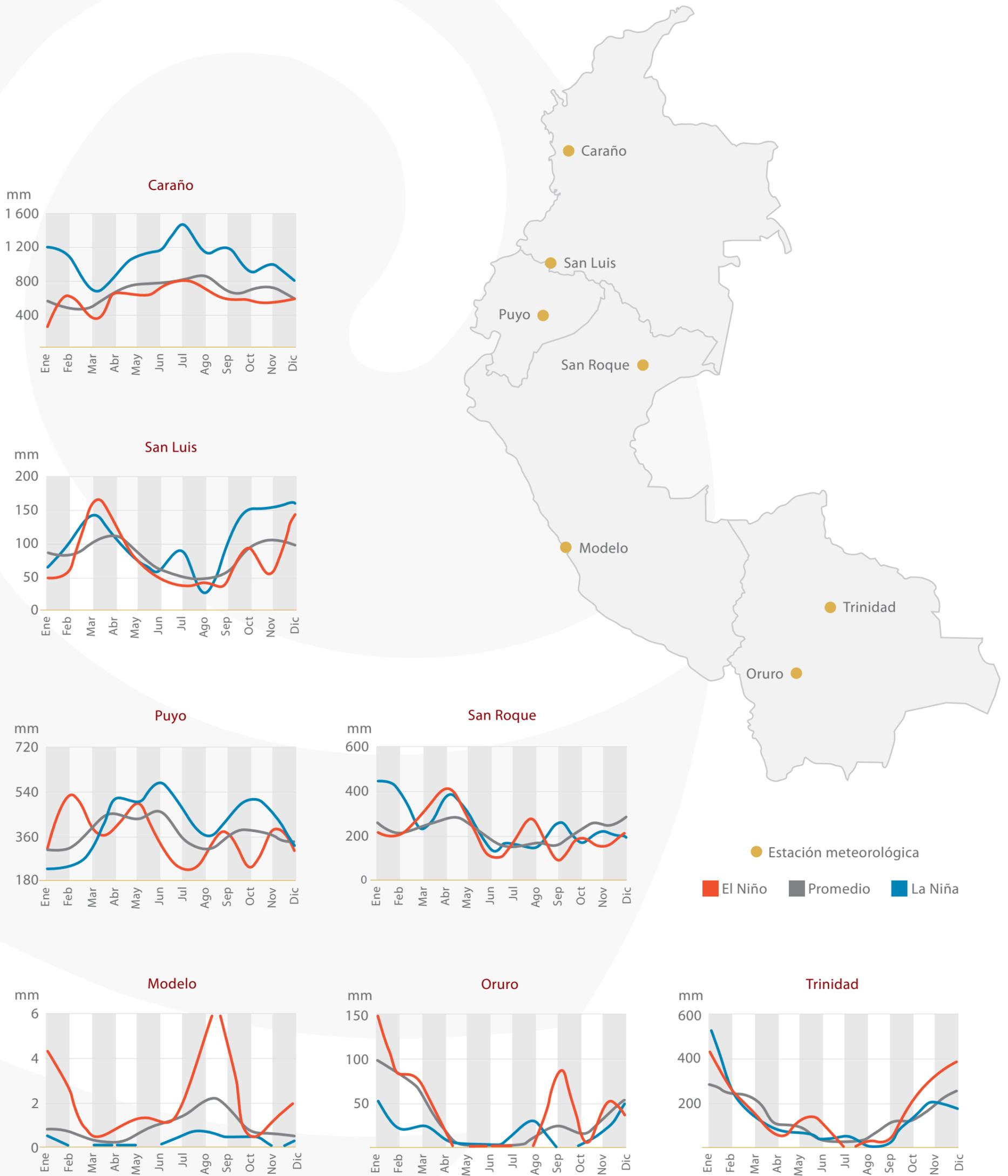
De acuerdo con la duración y la frecuencia se tienen sequías de tipo estacional, las cuales se presentan generalmente en las regiones tropicales: ocurren en áreas con una temporada seca bien definida que sigue a períodos de lluvia. Cada año se espera esta sequía debido al comportamiento climático en los patrones de circulación atmosférica y corresponde con la estación seca en cada país. Las sequías contingentes son aquellas donde hay ausencia de agua en un período que normalmente es de abundante abastecimiento, debido a la variabilidad, principalmente interanual (relacionada con los eventos El Niño y La Niña) en el comportamiento climático de las lluvias en una región y suceden durante períodos más o menos prolongados en los cuales las lluvias son consideradas menores de lo normal.

La sequía es un periodo caracterizado por la falta o descenso de las precipitaciones, que tiene como consecuencia una alteración transitoria del régimen hídrico de las cuencas.

La sequía es una situación temporal y difiere de la aridez: esta última está restringida a zonas de baja precipitación y es una característica permanente del clima.

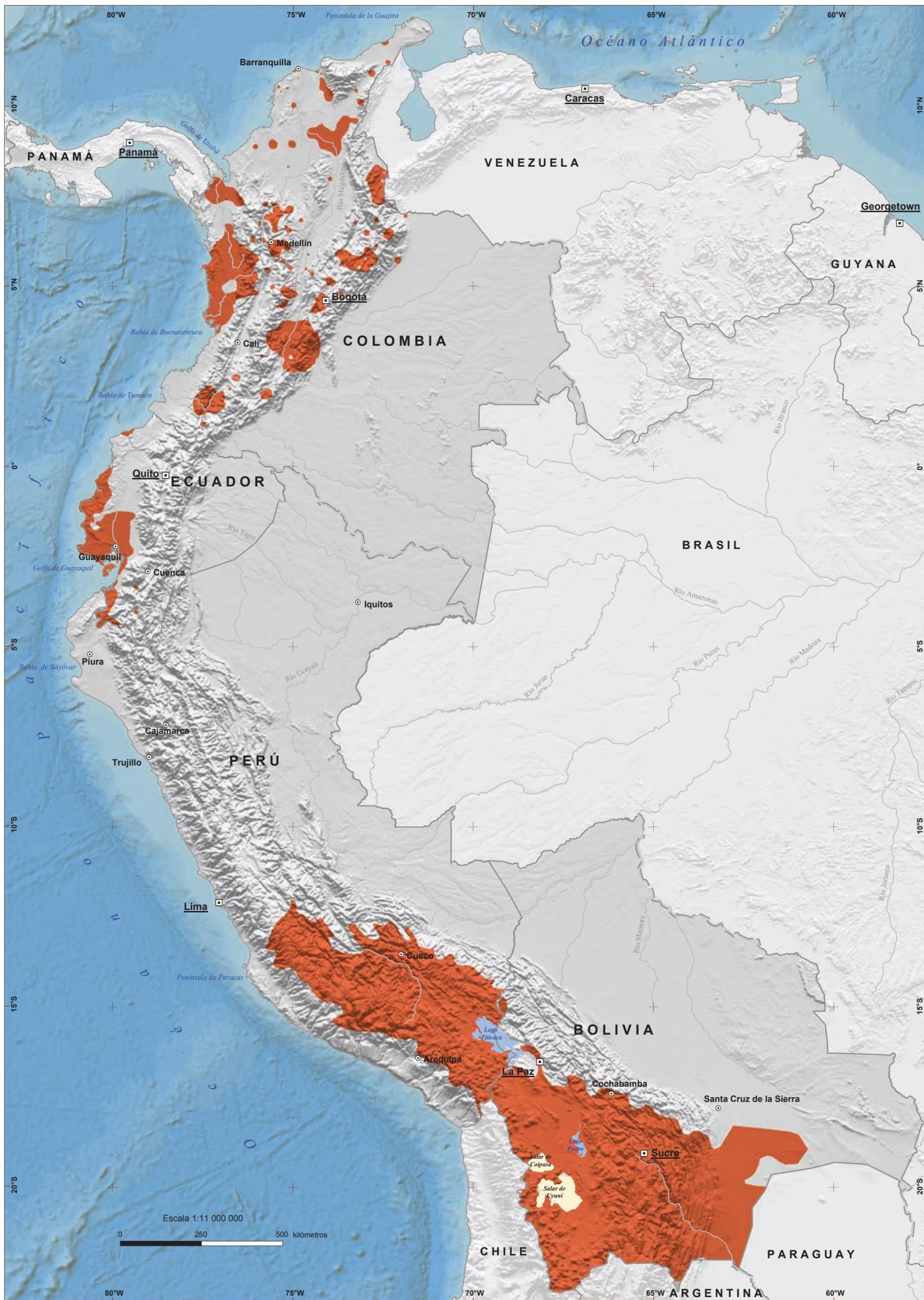
Texto en página 144.

Figura 4.9. Lluvia promedio mensual en diferentes zonas de la subregión



Fuente: SENAMHI-Bolivia, SEMANHI, Perú, INAMHI, Ecuador e IDEAM, Colombia, en colaboración con el CIIFEN (2009).

46. Zonas de mayor susceptibilidad a sequías



En el Chocó biogeográfico, una de las zonas más húmedas del mundo, las lluvias pueden disminuir de 12 000 mm a 6 000 mm al año en periodos de sequía asociados, por ejemplo, con el fenómeno El Niño.

Elaborado por SENAHMI-Bolivia, IDEAM-Colombia, INAHMI-Ecuador, y SENAHMI-Perú en colaboración con el CIFEN (2008). Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84.



SUSCEPTIBILIDAD A SEQUÍAS

La amenaza de sequía no es ajena a los territorios andinos, como el caso de Colombia, que a pesar de ocupar uno de los primeros lugares en el mundo en riqueza hídrica sufre episodios de ausencia o déficit de precipitaciones.

Otros fenómenos asociados con las sequías son: disminución del nivel de infiltración del agua, pérdida de caudal, percolación más profunda, mayor evapotranspiración, reducción de la biomasa derivada del estrés hídrico de las plantas, y menor recarga de acuíferos.

La sequía es una amenaza porque el déficit de lluvias influye sobre múltiples aspectos ambientales, productivos, económicos y humanos en la región en que se presenta. Además, puede incrementar condiciones preexistentes como el déficit de agua para riego, consumo humano y otros usos debido a deforestación de las cuencas, que por sí misma genera déficit de caudales en los periodos estacionales secos. Si además la época de sequía está precedida por disminución de las precipitaciones durante las estaciones lluviosas, los efectos son mayores.

Las áreas de mayor susceptibilidad a sequías se concentran en Bolivia y sur del Perú. De 730 mil km² con mayor susceptibilidad, el 56% corresponde a Bolivia y el 27%, a Perú. Las sequías son frecuentes desde el suroriente de Bolivia, en la región de El Chaco y en todo el altiplano. En Perú predominan en la sierra sur y en el altiplano. En Ecuador se presentan en la costa del Pacífico y en Colombia en los valles interandinos, el Caribe y parte del Pacífico en el Chocó biogeográfico (Mapa 46), la mayoría de ellas asociadas con episodios de El Niño y La Niña.

Como toda sequía es relativa al promedio de lluvias en cada área geográfica, la amenaza debe ser analizada particularmente (Figura 4.9). En El Chaco boliviano, área relativamente seca, se ven amenazados los cultivos, el ganado y el abastecimiento de agua para consumo humano. En el altiplano de Bolivia-Perú y la sierra sur del Perú los pastos se secan, las cosechas se deterioran e incluso se pierden y el ganado sufre de sed e incluso muere. En Ecuador se afectan cultivos de arroz, banano, sandía y palma africana, entre otros. En Colombia históricamente también son afectados los cultivos, el abastecimiento de agua, la producción energética y la ganadería, mientras que en el Pacífico, en particular en el Chocó biogeográfico, entre los impactos está la disminución de caudales que afecta la navegación fluvial, casi único medio de transporte en la zona.

Además de pérdidas agropecuarias, sobrecostos de producción por bombeo de aguas subterráneas o disposición de reservorios temporales, la salud humana es amenazada por diversas enfermedades debido al consumo de aguas empozadas o contaminadas y existe la probabilidad de hambrunas. En muchos casos las sequías prolongadas generan migración de población humana. Otros sectores productivos (diferentes al agropecuario) se ven amenazados cuando disminuye el volumen de agua en los embalses y la generación de energía se restringe hasta el nivel en que se requiere realizar racionamientos que afectan todas las cadenas productivas y de comercialización de productos.

Por último, durante las sequías aumenta la radiación solar sobre el suelo y la vegetación y disminuye la nubosidad por lo que, asociada con la sequía, la probabilidad de heladas aumenta en las noches, a la vez que se presentan condiciones favorables para la quema de pastizales y los incendios forestales. Cuando la sequía es extrema y hay olas de calor, la salud humana puede estar tan comprometida que se presentan muertes, especialmente de niños y adultos mayores.

En la Figura 4.9 (pág. 142) se ilustra el régimen mensual de lluvias en diferentes zonas de la subregión. En algunas regiones de la Comunidad Andina las sequías se intensifican durante episodios de El Niño o La Niña, según cada uno de ellos implique disminución de las lluvias con respecto al valor promedio.

EXPOSICIÓN A SEQUÍAS

POBLACIÓN

La población que habita las áreas agropecuarias expuestas a sequías suma 17,2 millones (Mapa 47), que corresponde a cerca del 19% de los habitantes de la subregión. Esta población expuesta representa cerca del 34% de la población de Ecuador, el 19% de Bolivia y de Colombia y el 10% de Perú (Tabla 4.6). La población está expuesta a las sequías de manera directa e indirecta. El déficit de agua afecta los cultivos a tal punto que pueden perderse las cosechas, lo que genera hambre y migraciones, especialmente en las poblaciones rurales altamente dependientes de los productos de la tierra.

Tabla 4.6. Población expuesta a sequías

País	Población total	Población expuesta	%
Bolivia	9 427 218	1 819 000	19
Colombia	42 888 592	8 235 000	19
Ecuador	13 215 089	4 547 000	34
Perú	27 254 111	2 616 000	10
Comunidad Andina	92 785 010	17 217 000	19

Fuente: Elaborado a partir de los mapas 46 y 7. Ver Memoria Técnica.

SECTOR AGROPECUARIO

Cerca del 25% del total de áreas agrícolas y pecuarias están expuestas a sequías. Éstas representan el 47% de las áreas agropecuarias de Perú; el 32%, de Bolivia; el 20%, de Ecuador y el 11%, de Colombia (Tabla 4.7). Los cultivos, la ganadería y la piscicultura están expuestos en diferente medida según la intensidad y duración de cada sequía. Las tierras se resecan, se pierden cosechas y semillas, o las cosechas son pobres. Los pastizales secos no proporcionan la nutrición suficiente a los hatos ganaderos, lo que ocasiona desnutrición y muerte de ganado, déficit de productos cárnicos y lácteos y mala calidad de lanas y cueros.

Los ecosistemas naturales expuestos a las sequías prolongadas se retraen y sus territorios empiezan a ser ocupados por especies resistentes al déficit de agua, por dunas de arena, playas sin vegetación y salares. La recuperación de estos ecosistemas puede tardar muchos años. Los cultivos y ganados con mayor exposición están localizados en la región de la frontera agrícola en El Chaco boliviano, en el sur de la sierra peruana y en el altiplano compartido por Perú y Bolivia (Mapa 48).

Tabla 4.7. Superficie agropecuaria expuesta a sequías

País	Kilómetros cuadrados		%
	Área total	Área expuesta	
Bolivia	268 954	88 000	33
Colombia	533 431	59 000	11
Ecuador	115 342	24 000	21
Perú	256 118	120 000	47
Comunidad Andina	1 173 845	291 000	25

Fuente: Elaborado a partir de los mapas 46 y 8. Ver Memoria Técnica.

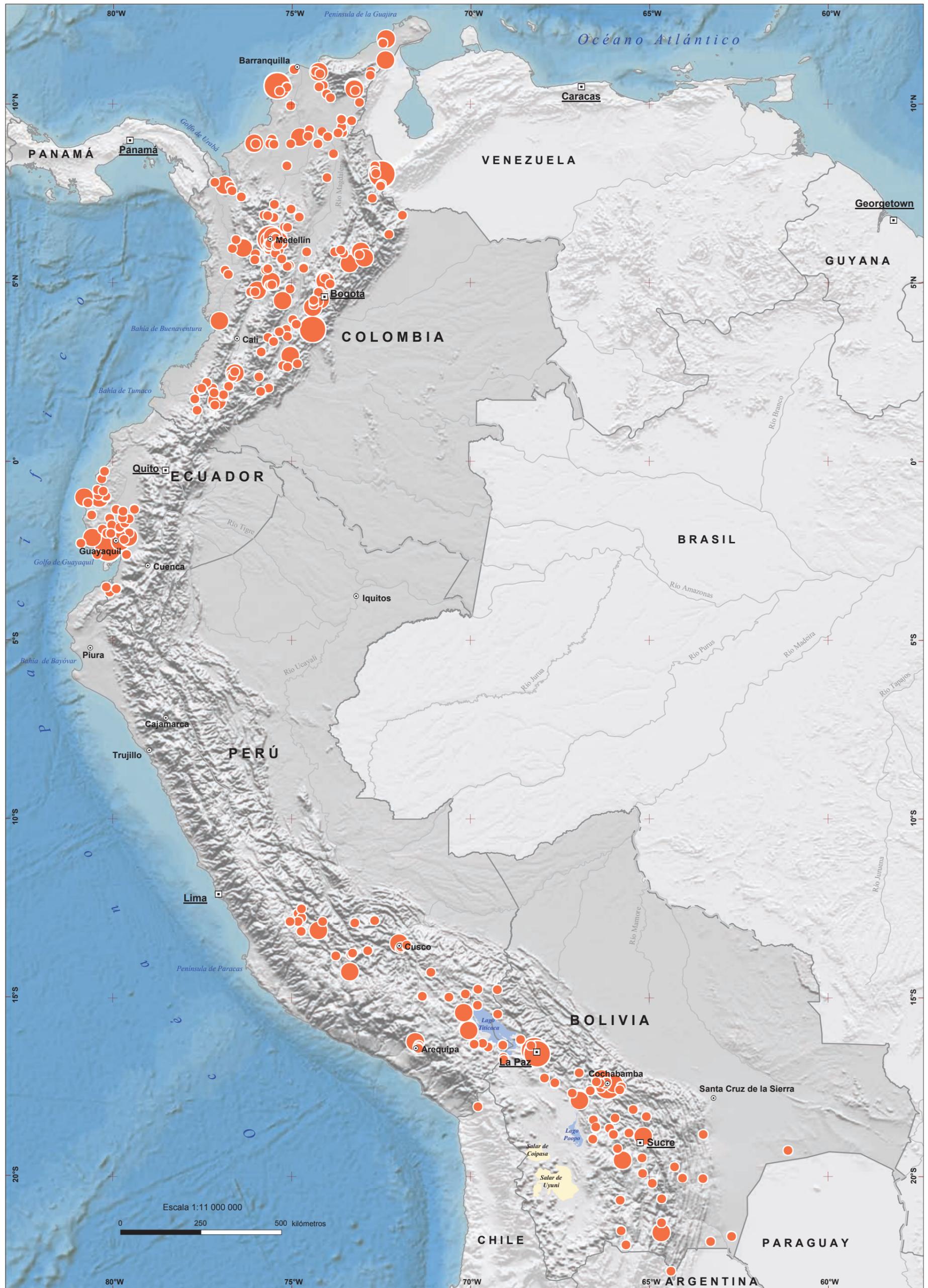
OTROS SECTORES

Otros sectores expuestos a la sequía son el energético, el de agua potable, la industria y el comercio. El déficit de precipitaciones disminuye el nivel de los caudales, embalses y lagos de tal manera que se ven comprometidos los sistemas de captación y distribución de agua potable, y se ve expuesta la capacidad de generación hidroeléctrica, y por lo tanto el sector industrial que la utiliza. Este conjunto de exposiciones afecta otros sectores como el turismo y el comercio y, por supuesto, los índices en el costo de vida.

En la subregión andina cerca de 16 millones de personas están expuestas a las sequías. El 47% de las áreas agropecuarias de Perú y el 32% de Bolivia también lo están.

El sector energético es altamente vulnerable a la sequía, debido a que el 55% de la energía eléctrica depende de la captación de agua para el abastecimiento de los embalses y la generación de energía eléctrica. Cuando se presenta el fenómeno se afectan la producción, el desarrollo y las actividades normales de las poblaciones.

47. Población expuesta a sequías, 2001- 2005



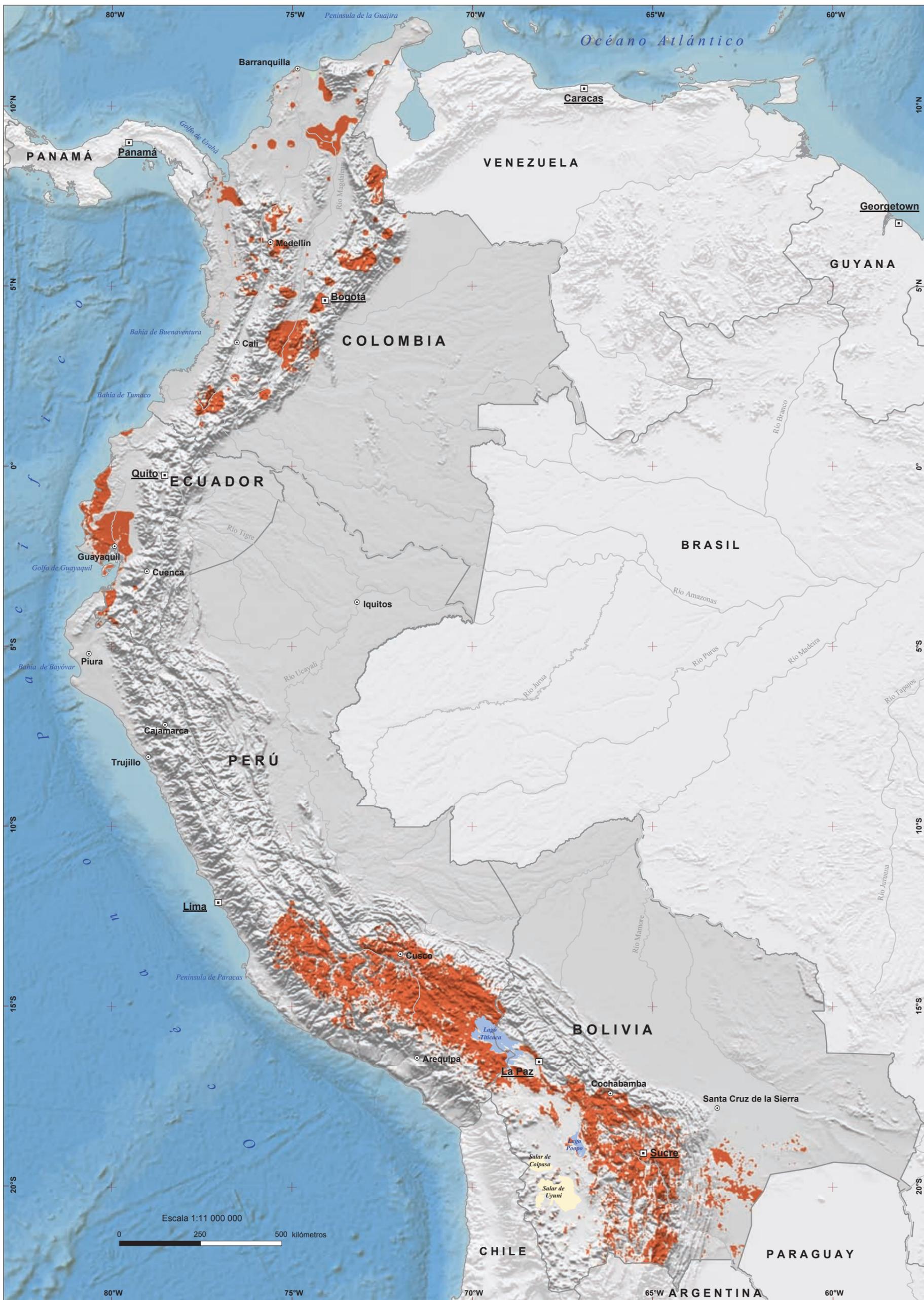
Número de habitantes

- 20 000 a 100 000
- 100 000 a 500 000
- Más de 500 000

- Capital
- Ciudades principales

La población expuesta sufre los efectos de la sequía por déficit de alimentos, pérdida de hatos ganaderos, disminución de reservas de agua potable, incremento de quemas de pastizales e incendios forestales y disminución de la capacidad de generación de energía hidroeléctrica.

48. Áreas de uso agropecuario expuestas a sequías



- Zonas expuestas a sequías
- Capital
- Ciudades principales

Las áreas expuestas a sequías son 87 mil kilómetros cuadrados en Bolivia, 58 mil km² en Colombia, 24 mil km² en Ecuador y 120 mil km² en Perú.

Elaboración propia. Procesamiento cartográfico y de SIG, Corporación OSSO, 2009. Proyección: Geográfica, Datum WGS84



PÉRDIDAS HISTÓRICAS

De acuerdo con EmDat (2009) las sequías más graves ocurridas en el territorio andino entre 1983 y 2002 dejaron cerca de siete millones de afectados, de los cuales Bolivia y Perú reportan la mayor cantidad: cerca de 3,5 millones en Bolivia y 3,2 millones en Perú.

Algunas sequías ocurren durante El Niño; tal es el caso de las registradas en Bolivia, Colombia y Perú en 1982-1983 y 1997-1998, aunque es importante aclarar que El Niño no es condición necesaria ni suficiente para su ocurrencia, ni tampoco la intensidad, extensión y persistencia de la sequía están relacionadas con la intensidad del evento.

En Perú y Bolivia una de las sequías más fuertes fue la de 1982-1983. En Perú afectó los departamentos localizados en el altiplano, principalmente Puno, con cuantiosas pérdidas en cultivos y disminución de los rendimientos agrícolas y pecuarios (CMRRD, 2004). En Bolivia afectó a cerca de 1,6 millones de habitantes, principalmente del altiplano, y del sector agropecuario fue afectado el 27% de la población de ovinos y el 32% de camélidos (Bohrt, J., 1985).

Para Colombia, una de las sequías de mayor impacto fue la de 1991-1992, cuando el déficit de lluvias fue de tal magnitud que se impusieron racionamientos de energía eléctrica en todo el país y de agua en muchos municipios afectados. Durante los años 1977, 1983 y 1998, en los que también se presentó el fenómeno El Niño, se tiene registro de reducción del caudal de los ríos Atrato y San Juan, en el Chocó biogeográfico, lo cual afectó la movilización de las poblaciones dependientes de la navegación fluvial.

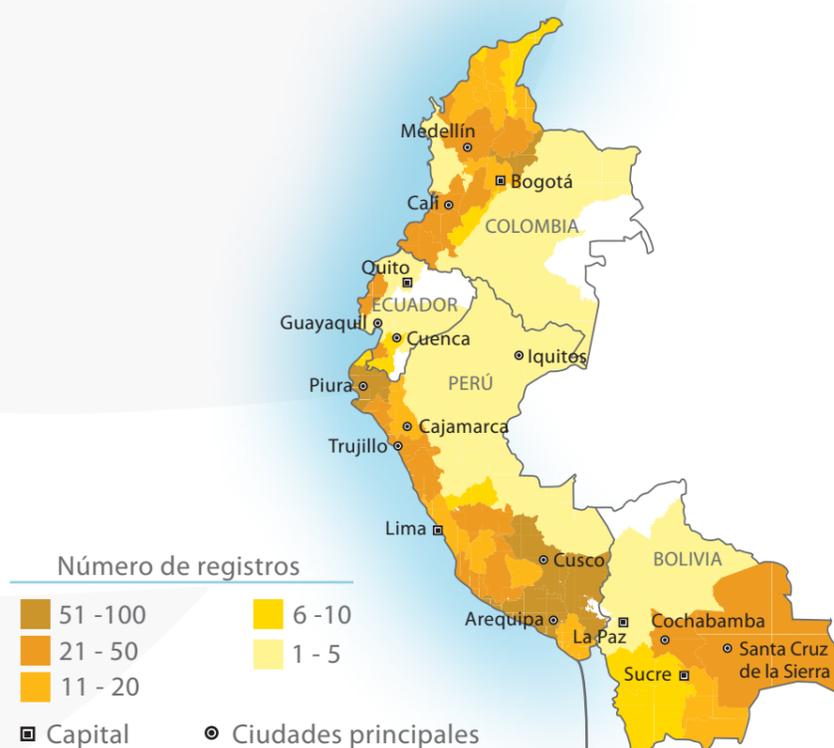
En Ecuador las sequías más graves se han presentado en la costa y han afectado especialmente los cultivos de ciclo corto que dependen de las lluvias que se presentan de forma recurrente a inicios de año. En 1997 tuvo lugar una de las más fuertes, que dejó 34 mil personas afectadas, según cifras de EmDat.

En la Figura 4.10 se muestra el número de registros de pérdidas asociadas con sequías por departamento en Bolivia, Colombia y Perú y por provincia en Ecuador.

Ente 1983 y 2002 siete millones de habitantes de la subregión andina fueron afectados por sequías.

Entre 1970 y 2007 se han catalogado 1200 registros de sequías con pérdidas, de los cuales 585 corresponden a Perú; 406, a Colombia; 118, a Bolivia y 101, a Ecuador.

Figura 4.10. Registros de sequías con pérdidas asociadas, 1970 - 2007



Fuente: EPN (2008), ITDG (2008), OSC (2008) y OSSO-EAFIT (2008). Bases de desastres, DesInventar.



EL NIÑO Y LA NIÑA



EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR -ENOS



A sí como las placas tectónicas son protagonistas de los procesos internos de la Tierra, el clima lo es de las interacciones en su superficie. Aunque no lo percibimos porque la fuerza de la gravedad nos sujeta, giramos con la Tierra a 0,4 kilómetros por segundo mientras nos trasladamos alrededor del Sol a 29 kilómetros por segundo. La rotación de la Tierra arrastra la atmósfera y el agua de los océanos e impulsa los vientos alisios al sur y el norte del Ecuador terrestre, formando la zona de convergencia que se mueve entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, que cubre de aire caliente y húmedo y de lluvias la subregión (Ver Figura 2.2).

En condiciones normales las aguas del Pacífico en América del Sur, desde Chile hasta el sur de Ecuador, son frías y ricas en nutrientes y generan un ecosistema con abundante vida marina que explica la riqueza pesquera de países como Perú. El frío de las aguas se debe a la corriente de Humboldt o del Perú que proviene de las aguas de la Antártida. En su recorrido entre el norte de Chile y Perú genera, junto con la circulación de los vientos alisios, áreas costeras desérticas, consideradas entre las zonas más secas del mundo. A veces los vientos alisios se debilitan y atenuan la corriente fría de Humboldt, lo que hace que desde el otro lado del Pacífico, desde Indonesia y Australia, las aguas cálidas del océano lleguen a la costa suramericana entre Chile y el sur de Ecuador y desplacen las aguas frías de la corriente de Humboldt: llegó El Niño (Figura 4.11). El fenómeno es acompañado por incrementos del nivel del mar que pueden llegar a los 40 cm en las costas suramericanas.

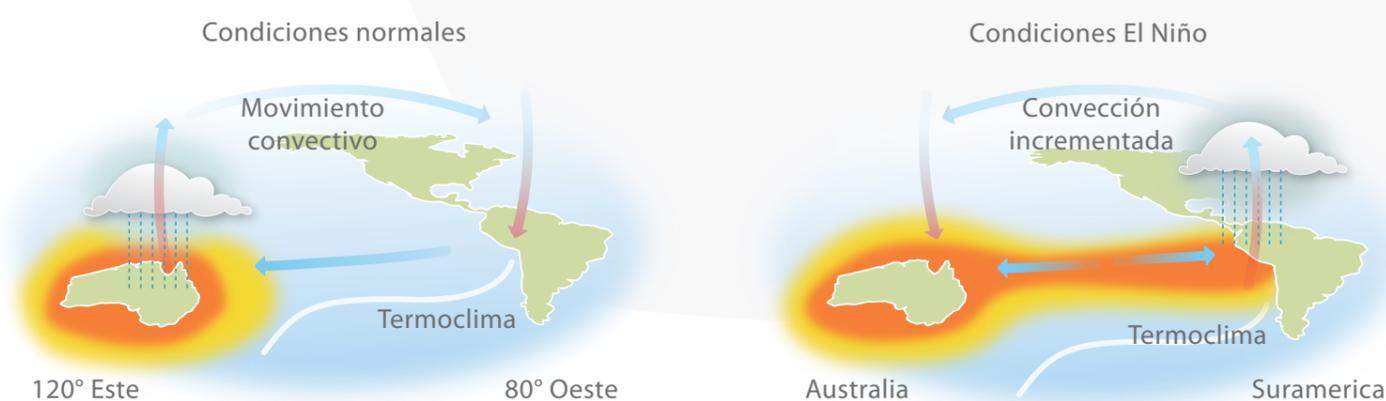
Se denomina El Niño la presencia de aguas anormalmente cálidas (más de 0.5°C por encima de lo normal) en la costa occidental de Suramérica por un período mayor a tres meses consecutivos. Actualmente es considerado como un fenómeno ocasional, irregular, aperiódico y de grandes repercusiones socioeconómicas en el mundo. Se presenta con variada intensidad, siendo los episodios de 1982-1983 y 1997-1998 los de más impacto en el siglo XX.

En otras ocasiones ocurre el fenómeno opuesto. Los vientos alisios del sur se intensifican frente a las costas suramericanas y provocan un mayor afloramiento de aguas frías, las cuales cubren la superficie del Pacífico desde Suramérica hasta un poco más allá del centro del océano. Por sus características contrarias a El Niño, este fenómeno es conocido como La Niña. Se destacan los episodios de 1988-1989 y 1998-2000 por su intensidad, duración y efecto climático.

El fenómeno El Niño ocurre cuando los vientos alisios se debilitan y desde Indonesia y Australia llegan a Suramérica las aguas cálidas del Pacífico y desplazan las aguas frías de la corriente de Humboldt.

El fenómeno La Niña ocurre cuando los vientos alisios se intensifican y quedan en la superficie las aguas profundas más frías del Pacífico ecuatorial y disminuye la temperatura superficial del mar.

Figura 4.11. Circulación atmosférica en condiciones normales y El Niño



Los vientos alisios soplan hacia el oeste, las aguas cálidas del Pacífico se recuestran sobre las costas de Indonesia y Australia y la corriente fría de Humboldt baña las costas de Chile, Perú y el sur de Ecuador. Esta corriente fría, a menos de 50 metros de profundidad, dificulta la evaporación y la generación de lluvias en las costas secas de Perú y Chile, pero es muy rica en nutrientes para los peces.

Los vientos alisios se debilitan, las aguas cálidas llegan a las costas del norte de Chile, Perú y sur de Ecuador, y las frías de la corriente de Humboldt se alejan de la costa y se profundizan hasta 200 metros. La pesca disminuye y el clima en la subregión cambia: llueve en los desiertos del Perú, aumentan las heladas y se reducen las lluvias en los altiplanos.

Fuente: Adaptado de Luhr (2003, p 449).

ENOS EN TÉRMINOS DE AMENAZA

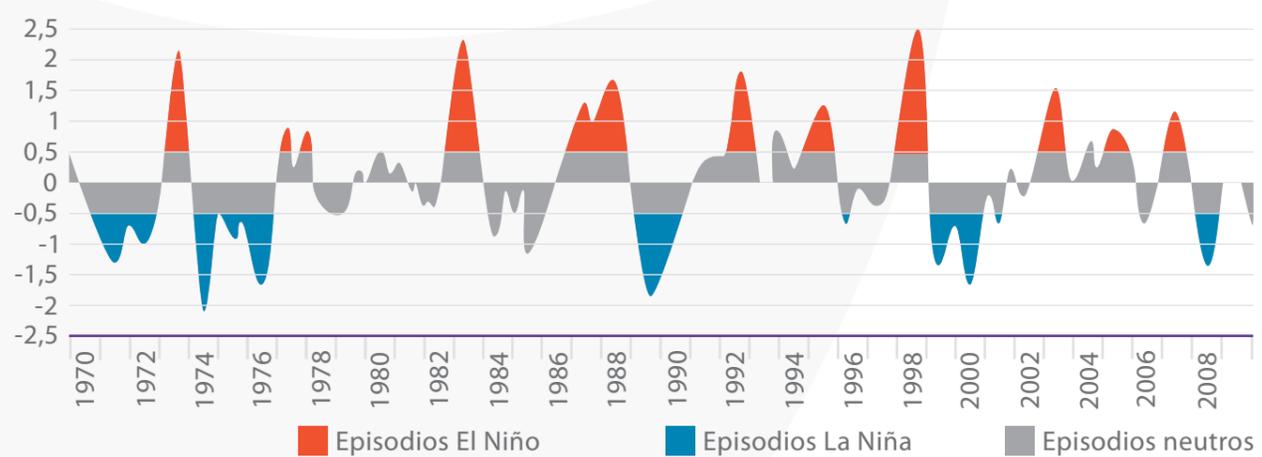
Los fenómenos involucrados se transforman en amenazas por incremento de las lluvias y en consecuencia generan inundaciones y movimientos en masa; déficit de lluvias que conducen a sequías e incendios forestales, cielos despejados y heladas.

Durante El Niño se ha observado mayor pérdida de los glaciares que en parte es compensada durante los eventos de La Niña. El aumento del nivel del mar en conjunción con vientos perpendiculares a la costa genera series de olas altas (marejadas), que causan inundaciones, erosión costera y hundimiento de pequeñas embarcaciones. Los cambios en las condiciones climáticas regionales se traducen en amenazas, según el tipo de fenómeno, para la agricultura y ganadería industrializadas y de supervivencia (seguridad alimentaria), la infraestructura vial, la disposición de agua potable y la capacidad de generación de energía hidroeléctrica, además que proliferan vectores de enfermedades asociadas con cambios ambientales temporales.

Dado que los fenómenos El Niño y La Niña están asociados con el aumento o disminución anómalo de la temperatura superficial del mar, uno de los indicadores más utilizados para hacer seguimiento a estos fenómenos es el Índice del Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Este índice es calculado a partir de mediciones de la temperatura superficial del mar en el sector central del Pacífico tropical frente a las costas de Suramérica.

En condiciones El Niño, el ONI debe ser igual o superior a +0,5 grados Celsius de anomalía, mientras que en condiciones La Niña, el ONI debe ser igual o inferior a -0,5 grados Celsius. En la Figura 4.12 se presenta el comportamiento del índice durante el periodo 1970 – 2008 y se ilustran en rojo los episodios cálidos y en azul los episodios fríos. Los episodios con temperaturas superficiales del mar más cálidas se presentaron durante los años 1972-1973, 1982-1983 y 1998. En el caso de las temperaturas frías se pueden observar mayores incrementos en 1974, 1976 y 1989 y periodos prolongados de temperaturas anormalmente frías entre 1973-1976 y 1998-2000.

Figura 4.12. Índice de El Niño Oceánico, 1970-2008



Fuente: Elaborado a partir de NOAA (2009).

PÉRDIDAS HISTÓRICAS

IMPACTOS DE EL NIÑO Y LA NIÑA

Los impactos del fenómeno de El Niño en el territorio andino se traducen en el aumento de pérdidas por el incremento de lluvias, movimientos en masa e inundaciones, principalmente en las zonas bajas de Ecuador, Perú y Bolivia (costa y Amazonia, respectivamente), y déficit de precipitaciones y sequías en Colombia y el altiplano de Perú y Bolivia. Los efectos se traducen, por lo tanto, en daños en sectores productivos como la agricultura y la pesca, en la infraestructura vial, en las viviendas y en miles de damnificados por pérdida de sus bienes y medios de vida, así como por afectaciones en la salud por el aumento de enfermedades por vectores que proliferan con cambios temporales en los regímenes climáticos.

Los impactos más documentados y conocidos corresponden a los episodios de 1982-1983 y 1997-1998, en razón de la magnitud de los efectos socioeconómicos relacionados tanto con la intensidad del fenómeno como con la vulnerabilidad de la población y los sectores afectados. Los mayores impactos de El Niño 1997-1998 ocurrieron en Ecuador y Perú, con cerca del 50% de las pérdidas en los sectores productivos, especialmente pesca y agricultura, según la evaluación realizada por la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2000c, d). Hubo importantes daños en la infraestructura, especialmente del sector transporte, por el deterioro y destrucción de carreteras y puentes.

En Bolivia y Colombia los impactos estuvieron relacionados predominantemente con sequías y en menor medida con heladas. Más del 50% de las pérdidas ocurridas en Colombia fueron por mayores costos en la provisión de los servicios básicos de electricidad y agua, mientras que en Bolivia los principales daños se relacionan con los sectores productivos, especialmente el agrícola (CAF, 2000a, b). En este país, además de los daños ocasionados por las sequías en el altiplano, también los hubo por extensas inundaciones en el Amazonas. Tanto en Colombia como en Bolivia se presentaron incendios forestales de amplia extensión.

En Ecuador y Perú las pérdidas fueron del orden de 2 900 y 3 500 millones de dólares, y representaron cerca del 15% y 5% del producto interno bruto, respectivamente (Tabla 4.8). En Bolivia y Colombia las pérdidas ascendieron a más de 500 millones de dólares, que para Bolivia representaron cerca de 7% del producto interno bruto nacional de 1997 y menos del 1% para Colombia.

Al comparar las pérdidas asociadas con El Niño 1997-1998 con las de El Niño 1982-1983, la CAF concluye que en Ecuador los elevados daños en todos los sectores, excepto la pesca, fueron tres veces superiores. En Perú, aunque las cifras absolutas fueron del mismo orden, los daños del evento de 1982-1983 representaron cerca del 7% del PIB, mientras que en 1997-1998 fueron del 5%. Esta reducción de los daños correspondió principalmente a los sectores productivos, mientras en los sectores de vivienda, educación y transporte los efectos fueron mayores en el último episodio (Tabla 4.8).

En Bolivia, los impactos asociados con El Niño 1982-1983 fueron superiores a los de 1997-1998. Durante los eventos El Niño 2006-2007 y La Niña 2007-2008 los efectos por inundaciones, sequías y heladas fueron de gran magnitud, con pérdidas de 133 millones de dólares por el primero y 276 millones de dólares por el segundo (Bayal, 2009).

Durante los episodios El Niño aumentan las pérdidas por el incremento de inundaciones y movimientos en masa en las zonas bajas de Ecuador, Perú y Bolivia, y por el déficit de precipitaciones en Colombia y el altiplano de Bolivia y Perú.

Aunque se conocen episodios El Niño desde épocas prehispánicas, los más documentados han sido los de 1982-1983 y 1997-1998, por la magnitud de sus efectos.

En Colombia se evidencian más claramente los impactos de La Niña, debido al ostensible incremento de desastres por fenómenos hidrometeorológicos, especialmente inundaciones y deslizamientos.

En Ecuador y Perú el incremento de registros de pérdidas por fenómenos hidrometeorológicos durante los episodios El Niño 1997-1998 permiten confirmar que hubo mayor afectación en estos países.

Tabla 4.8. Estimación de daños asociados con El Niño, 1982 - 1983 y 1997 - 1998

Millones de dólares corrientes

País	1982 - 1983	1997 - 1998
Bolivia	1 372	527
Colombia	nd	564
Ecuador	1 051	2 882
Perú	3 283	3 500
Total	5 706	7 473

Fuente: CAF (2000).

Los impactos de La Niña se evidencian claramente en Colombia con el incremento de desastres asociados con inundaciones y movimientos en masa. Los dos años con mayor cantidad de desastres por fenómenos hidrometeorológicos (1971 y 1999) corresponden a episodios fuertes de La Niña. Durante este último se registraron diez veces más desastres que los ocurridos durante El Niño 1997-1998.

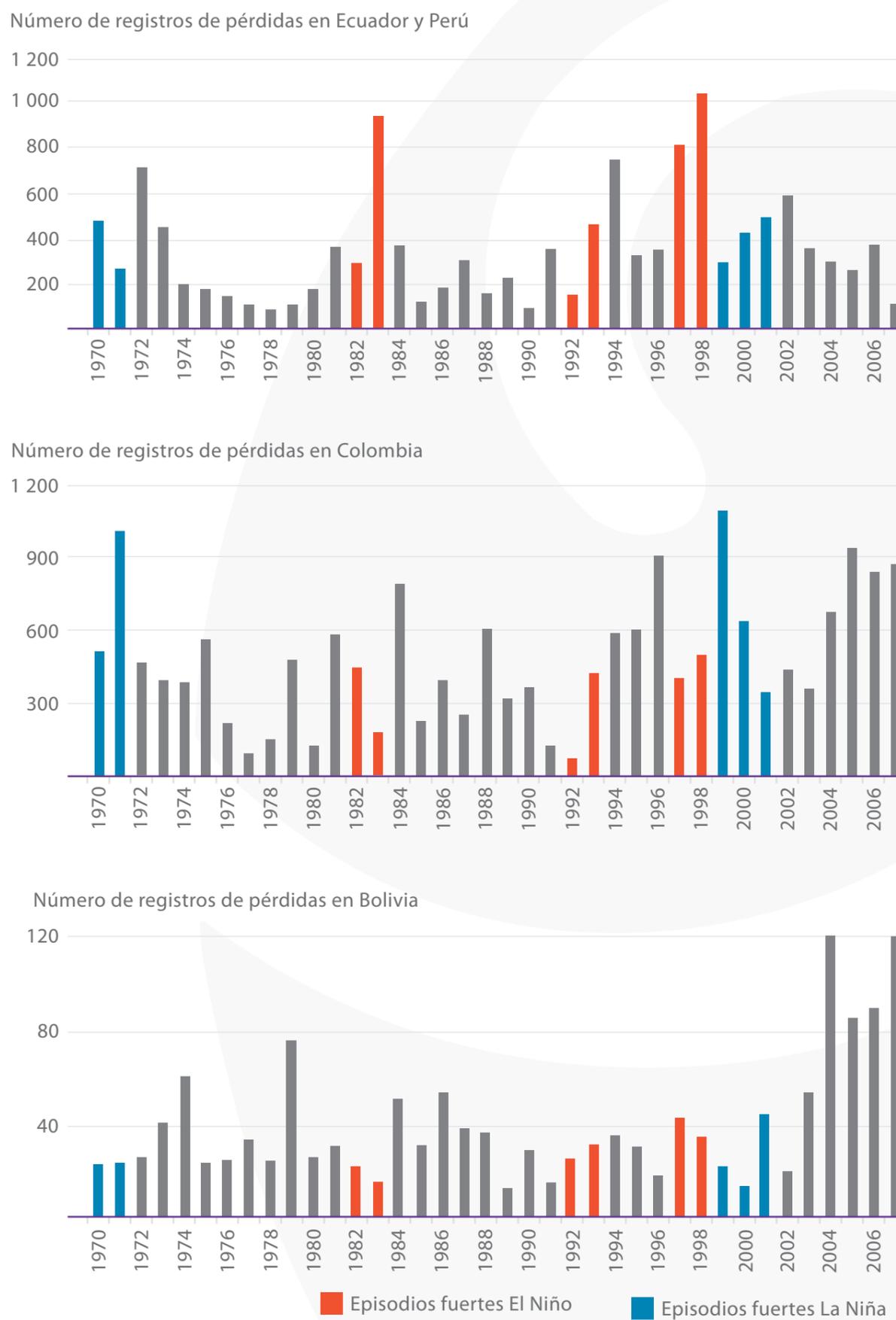
REGISTROS DE PÉRDIDAS

Los registros de pérdidas por ENOS no son fáciles de identificar, porque tanto El Niño como La Niña generan amenazas que no son aisladas ni de carácter estático. Dos eventos ENOS pueden generar fenómenos físicos de similar magnitud; sin embargo, sus impactos serán distintos y esa diferencia sólo puede entenderse teniendo en cuenta el contexto económico, social, histórico, ambiental y político de las zonas afectadas (Lavell & Brenes, 2008). Además, los efectos de dos ENOS distintos no se expresan de manera similar en todos los territorios, aun cuando en algunos, como en el norte del Perú, tiendan a ser similares (abundantes lluvias y sus efectos durante El Niño fuerte). Estos mismos autores, con base en estudios adelantados en nueve países en función de efectos de ENOS desde 1970 hasta el año 2003, postulan que es imposible tomar ENOS, es decir, sus efectos en términos de pérdidas, aislándolo y que, al contrario, se debería tomar como una dimensión de la variabilidad climática y del cambio climático global.

En la Figura 4.13 se presenta el número de registros de pérdidas por año causadas por lluvias, inundaciones, deslizamientos y otros fenómenos hidrometeorológicos, compilados en las bases históricas de DesInventar. Se destacan en rojo los años catalogados como episodios fuertes de El Niño y en azul los de La Niña.

En Ecuador y Perú se evidencia el incremento de registros de pérdidas durante los episodios de El Niño, especialmente en los años 1983 y 1997-1998. El análisis de las bases de datos no permite establecer una correlación clara entre el comportamiento de los registros de pérdidas y episodios de La Niña para Ecuador y Perú. En Colombia se pueden observar comportamientos diferenciados de los desastres por fenómenos hidrometeorológicos ocurridos durante la presencia de ambos fenómenos: incremento durante La Niña y disminución en episodios de El Niño. En Bolivia los datos disponibles no permiten llegar a una diferenciación clara del comportamiento de los impactos.

Figura 4.13. Registros de pérdidas por fenómenos hidrometeorológicos en la subregión, 1970 - 2007



Fuente: Bases de datos de desastres Subregión Andina, DesInventar¹⁰.

¹⁰ En la base de datos de Bolivia el incremento de datos desde el año 2004 se debe a fuentes complementarias de información y no necesariamente o solamente a un aumento del número de desastres.



A MANERA DE BALANCE





A MANERA DE BALANCE

El enfoque que ha guiado la construcción del Atlas se centró en una mirada amplia e integral del territorio de la Comunidad Andina, en la que la población y la infraestructura de importancia subregional se representaron cartográficamente en función de su exposición a los fenómenos naturales, considerando que son variables ambientales en interacción con la sociedad de ocurrencia común en los cuatro países.

Esta visión integral fue posible gracias a los esfuerzos de instituciones e iniciativas regionales que en los últimos años han contribuido significativamente a la creación del concepto de subregión andina en diversas áreas temáticas: estadísticas unificadas, cartografía básica integrada y comparable, mapas regionales de amenazas, entre otros.

Por su enfoque regional el Atlas no reemplaza, sino más bien complementa, iniciativas y trabajos más detallados a escala de cada país. El objetivo del Atlas es ilustrar la exposición de población e infraestructura a diferentes niveles de amenaza y, como ellas son dinámicas y cambiantes, amerita desarrollar mayores estudios y análisis de vulnerabilidad y riesgo, es decir, cálculos anticipados de pérdidas esperables que ayuden a precisar más detalladamente en dónde y sobre qué tipos de elementos expuestos se deben priorizar acciones de prevención y reducción de riesgos existentes (mitigación en sentido estricto).

EXPOSICIÓN Y PÉRDIDAS

Del total de la población de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, que en su conjunto suma alrededor de 100 millones, están expuestos a amenaza sísmica alta y media aproximadamente 75,8 millones de personas; a susceptibilidad alta y media a movimientos en masa, 34 millones; a sequías, casi 17 millones; a heladas y a inundaciones, cerca de 14 millones a cada fenómeno; cuatro millones de personas viven junto a volcanes o en las zonas que podrían ser afectadas por los flujos de lodo que pueden desencadenar las erupciones (Figura 5.1). Los impactos generados por El Niño y La Niña tienen repercusiones directas e indirectas en todo el territorio de la subregión.

En los 38 años para los que se cuenta con información en el Sistema de Inventario de Desastres –DesInventar–, 1970-2007, se tienen cerca de 29 mil registros de pérdidas a escala municipal, distrital o cantonal referidos a los fenómenos naturales considerados en el Atlas: sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masa, inundaciones, heladas y sequías. Suman en promedio 763 registros anuales, más de dos diarios, y al incluir los fenómenos antrópicos como los incendios y otros no considerados en el Atlas como los huracanes, la cifra ascendería a 1 300 registros anuales.

Las inundaciones corresponden a más del 50% de los registros analizados y se constituyen en el fenómeno con efectos más recurrentes en Bolivia, Ecuador y Colombia y, a su vez, en el que más pérdidas de viviendas causa en estos países (Figura 5.2). En Perú los registros de flujos de detritos, localmente denominados huaycos, con efectos dañinos son los más frecuentes y superan ligeramente en número a las inundaciones.

Aunque los terremotos sólo corresponden al 5,6% de los registros de la subregión andina, alrededor de 1 630 en 38 años, suman el 64% de las pérdidas de vidas, incluidas las casi 70 mil víctimas mortales en mayo de 1970 en Perú. Los sismos y erupciones volcánicas más los movimientos en masa han dejado como saldo 112 mil personas fallecidas, es decir, el 96% de las pérdidas de vidas humanas (Figura 5.3).

De las 400 mil viviendas destruidas en desastres ocurridos en las casi cuatro décadas analizadas 180 mil lo han sido por terremotos y 120 mil por inundaciones (Figura 5.4), lo cual ratifica que los daños físicos por eventos de gran magnitud,

Figura 5.1. Población de la CAN expuesta a amenazas

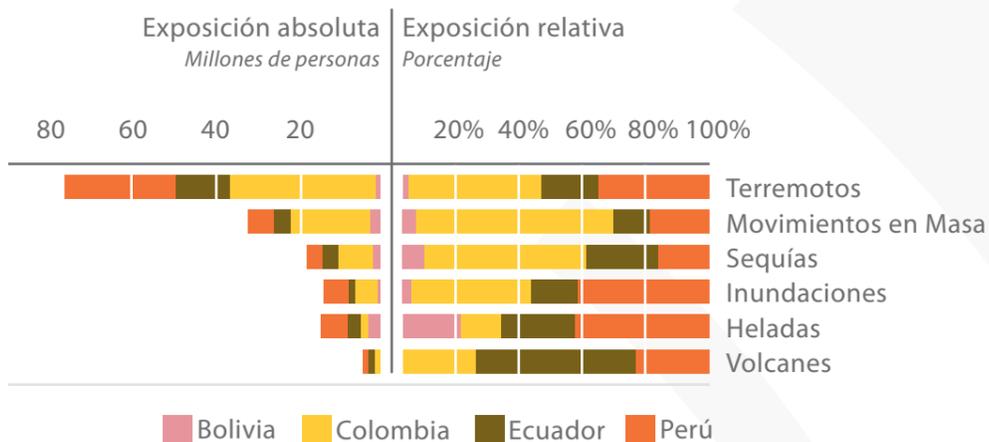


Figura 5.2. Número de registros de pérdidas en la CAN, 1970 - 2007

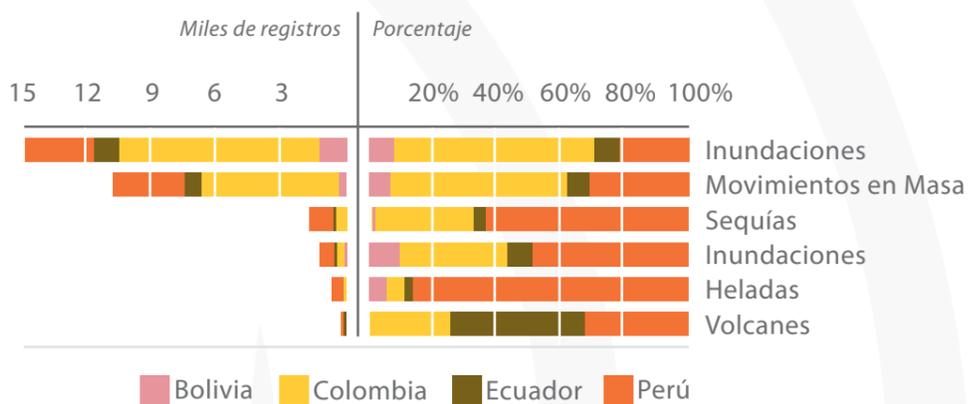


Figura 5.3. Pérdidas de vidas en la CAN, 1970 - 2007

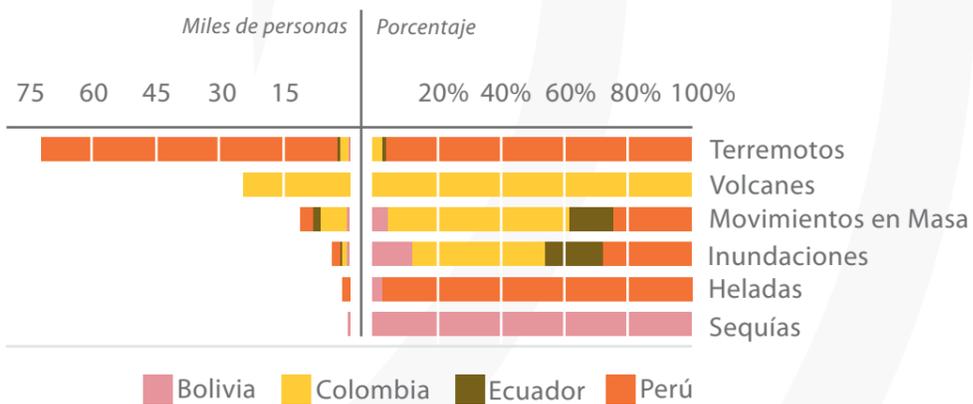
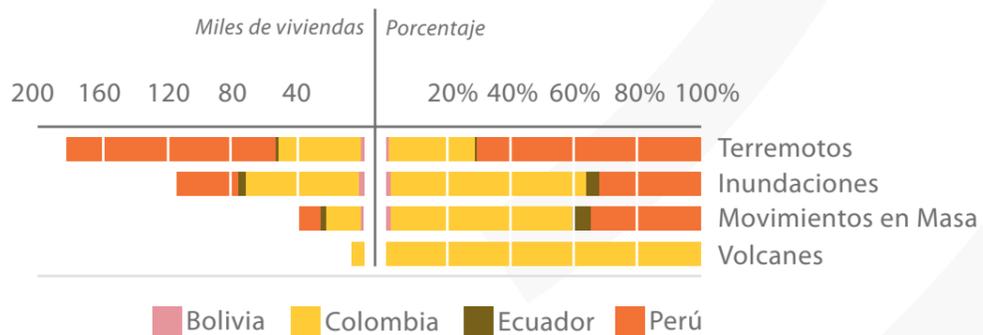


Figura 5.4. Viviendas destruidas en la CAN, 1970 - 2007



como los sismos, son comparables con el acumulado de pérdidas por registros de inundaciones recurrentes y de pequeño impacto.

POBLACIÓN

FENÓMENOS GEOLÓGICOS

Aun cuando en Ecuador hay un 97% de área y población en alta exposición, Colombia es el país con mayor número de habitantes expuestos a amenaza sísmica alta y Perú tiene en la subregión la mayor frecuencia de terremotos de gran magnitud, especialmente de la zona de subducción. Adicionalmente, Lima y Callao agrupan casi el 50% de los 18,7 millones de habitantes en alta exposición en Perú, de modo que comparativamente la concentración del riesgo es mayor.

De las capitales, Lima es la ciudad que en más ocasiones ha sido afectada por terremotos: 12 veces desde el siglo XVI hasta la actualidad; en 1587 y 1746 fue literalmente destruida. Las pérdidas por terremoto ocurridas a partir del siglo XX indican que la mayor cantidad de víctimas mortales y viviendas destruidas ocurrieron en Perú y Colombia.

La población expuesta directamente a tsunami es comparativamente muy pequeña; se concentra un alto porcentaje en la costa de Perú debido al gran número de ciudades y puertos de diversos tamaños, que incluye El Callao, el puerto que mueve la mayor cantidad de carga general en la subregión. Gracias al emplazamiento de Lima sobre una terraza alta del río Rímac, parte de su territorio no está directamente expuesto. En Ecuador y Colombia la población expuesta habita en pequeñas localidades frente a la costa y en ciudades como Manta, Esmeraldas, Tumaco y Buenaventura. La evidencia histórica confirma que las costas de Perú han sido el escenario de mayor afectación por tsunami. Los últimos, ocurridos en 2001 y 2007, generaron daños en las costas de Arequipa y Pisco, respectivamente.

Ante fenómenos volcánicos como la caída de cenizas, flujos piroclásticos y de lodo, la mayor cantidad de población expuesta se encuentra en Ecuador, especialmente en Quito, frente al Guagua Pichincha; en ciudades menores como Latacunga, al Cotopaxi; y en Baños, al Tungurahua. Le sigue Colombia con Pasto y los municipios cercanos al volcán Galeras; las comunidades indígenas en el área de influencia del nevado del Huila, y Armenia e Ibagué, vecinos del Machín. En Perú, Arequipa y pequeñas poblaciones están en el área de influencia del Misti y del Ubina. Quito, Latacunga y Baños suman un poco más de un millón y medio de habitantes; Pasto y los municipios vecinos, 500 mil habitantes; Ibagué y Armenia, un millón de habitantes; la población indígena del Huila, 25 mil habitantes y Arequipa, más de 800 mil habitantes.

Colombia registra el desastre por actividad volcánica más grande de la historia de la subregión, con 23 mil muertos por la erupción del volcán del Ruiz en 1985; los efectos más recurrentes ocurridos desde la década de 1990 se han presentado en Ecuador y Colombia.

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

El 15% de la población de la CAN está expuesta a inundaciones: unos 5,2 millones en Colombia, 5,4 millones en Perú, 2,5 millones en Ecuador y 600 mil en Bolivia. La población ecuatoriana expuesta alcanza el 18% del país; en Colombia, el 12%; en Perú, el 20% y en Bolivia, el 6%. Debido a que un alto porcentaje del territorio de Ecuador se destina a actividades agropecuarias, las inundaciones allí tienen un impacto sobre la economía comparativamente mayor que en los otros países.

Los impactos históricos asociados con inundaciones indican que a éstas les corresponde el 3% del total de pérdidas de vidas por desastres ocurridos en los últimos 38 años en la subregión. Sin embargo, representan el 74% de las viviendas afectadas y el 33% de las destruidas. Colombia es el país con las mayores pérdidas de vidas y viviendas por este tipo de fenómenos, con el 41% y 62%, respectivamente, seguido por Perú, Ecuador y Bolivia.

Cerca de trece millones y medio de habitantes de la Comunidad Andina sufren con mayor o menor rigor los efectos de las heladas. El 67% de la población expuesta se encuentra en Perú y Bolivia, donde los efectos son más agudos por tener el mayor número de días con más bajas temperaturas, especialmente en la sierra central y sur y el altiplano compartido con Bolivia, además por ser el altiplano más densamente poblado del mundo. Las heladas afectan directamente la salud y la seguridad alimentaria de comunidades de muy bajos recursos, altamente dependientes de cultivos de subsistencia y la cría y aprovechamiento de ganado, especialmente ovinos y camélidos.

Cada sequía puede afectar en mayor o menor medida grandes extensiones de los países y, por lo tanto, a casi toda su población. En las áreas agropecuarias expuestas la población total es de 17 millones de habitantes, casi el 50% de ellos en Colombia, 26% en Ecuador, 15% en Perú y 11% en Bolivia.

Aunque en Bolivia y Perú existe menor cantidad de población expuesta a sequías, tienen las mayores áreas susceptibles a este fenómeno. Los eventos más graves ocurridos en el territorio andino han afectado en mayor medida a estos dos países: más del 90% de las siete millones de personas que sufrieron efectos dañinos por las sequías ocurridas entre 1983 y 2002 (EmDat, 2009).

INFRAESTRUCTURA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS

La infraestructura de movilidad, que incluye carreteras, puertos y aeropuertos, tiene 10 100 kilómetros de vías troncales -el 50% del total en la subregión- expuestas a amenaza sísmica alta: 4 900 kilómetros en Perú; 3 200, en Colombia; 2 000, en Ecuador y menos de 100, en Bolivia. Estas vías troncales se conectan con vías interregionales y comunican doce de los principales puertos en amenaza sísmica alta, todos sobre la costa del Pacífico. De estos puertos, Lima-Callao en Perú, Buenaventura en Colombia y Guayaquil en Ecuador movilizan los mayores volúmenes de carga: 154 millones, 9,9 millones y 7,1 millones de toneladas al año, respectivamente.

En zonas de alta amenaza sísmica se encuentran los aeropuertos internacionales de Lima-Callao, que en el año 2008 movilizó 8,2 millones de pasajeros nacionales e internacionales; Quito y Guayaquil en Ecuador, que movilizaron 7,5 millones de pasajeros y Cali, Pereira, Bucaramanga y Cúcuta en Colombia, que movilizaron en total 4,2 millones de pasajeros en el mismo año.

A tsunami están expuestos a amenaza muy alta tramos costaneros de la carretera Panamericana y los principales puertos de Perú, especialmente El Callao; Guayaquil, Manta y Esmeraldas, en Ecuador y Tumaco y Buenaventura, en Colombia. El aeropuerto internacional Jorge Chávez, en El Callao, que sirve a Lima, se encuentra cerca a la costa y su exposición a tsunami dependería de las alturas de ola, por lo que se deben realizar estudios para verificar las elevaciones probables y los niveles de inundación.

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Varios tramos de la carretera Panamericana están expuestos a inundaciones en los recorridos Cochabamba-Santa Cruz de la Sierra, en Bolivia, así como La Paz-Juliaca en el altiplano de Bolivia y Perú, y en múltiples valles interandinos a lo largo de la costa peruana, en donde la cordillera llega hasta el mar. La carretera Panamericana cruza dichos valles, también sujetos a deslizamientos y flujos de detritos. Entre la frontera peruana y Santo Domingo de los Colorados, en el Ecuador, la carretera Panamericana recorre áreas inundables en el Golfo de Guayaquil y en la cuenca del río Guayas. En Colombia los sectores más susceptibles a inundación se localizan en la llanura del Caribe y en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca. Los efectos sobre la infraestructura vial, puertos y aeropuertos por heladas y sequías son normalmente mínimos o nulos.

SECTOR ENERGÉTICO

FENÓMENOS GEOLÓGICOS

Prácticamente todo el sistema de generación y transmisión de energía eléctrica de Perú y Ecuador está expuesto a amenaza sísmica alta. En Colombia están incluidas las presas, subestaciones y redes del sur del país, del oriente de Bogotá y de los límites con Venezuela.

Por tsunami se podrían ver afectadas las plantas termoeléctricas localizadas frente al mar en el litoral peruano. El sistema eléctrico de transmisión está expuesto a fenómenos volcánicos en los alrededores de los volcanes Tungurahua, Cotopaxi, Guagua Pichincha y Reventador en Ecuador; Galeras, Machín y el Ruiz en Colombia y el Misti en Perú. Algunas centrales de generación se localizan en el área de influencia del Sabancaya en Perú, del Reventador en Ecuador y del Huila en Colombia. Dos erupciones, en el 2008 y el 2009, del volcán nevado del Huila de Colombia han generado colmatación parcial con sedimentos de la presa de Betania, al sur del país.

Los sistemas de transporte de hidrocarburos que están en exposición sísmica alta se localizan a lo largo de los Andes en Perú y Ecuador, el sur de Colombia, el oriente de Bogotá y la frontera con Venezuela, lo mismo que en el tramo entre la frontera de Bolivia y Arica en Chile. Las refinerías localizadas entre el borde oriental de los Andes y el Pacífico están en igual situación. La mayoría de zonas productivas están ubicadas hacia el oriente de los Andes, en general expuestas a bajo nivel de amenaza sísmica. Por el potencial que tienen los terremotos para generar fenómenos secundarios como deslizamientos y licuación de suelos, los ductos de transporte de hidrocarburos en la cordillera y en áreas aluviales y costeras pueden verse afectados, como ocurrió a lo largo de 40 kilómetros del oleoducto trasandino de Ecuador por deslizamientos en marzo de 1987.

Los puertos petroleros y refinerías sobre el Pacífico pueden estar expuestos a los efectos de los tsunamis. Las redes de hidrocarburos, generalmente con ductos enterrados, no se ven afectadas y están protegidas de la actividad volcánica, excepto por socavación de lechos de ríos o por arrastre de las tuberías si éstas cruzan por encima de los lechos de los ríos. En Ecuador el oleoducto trasandino está localizado en el área de influencia de los volcanes Reventador y Guagua Pichincha; en Colombia, del volcán nevado del Ruiz y del Machín.

Por su naturaleza, todas las centrales de generación hidroeléctrica están expuestas a flujos de detritos. El aumento de las aguas por lluvias generalmente es regulado a través de vertederos o aliviaderos en las presas, con efectos que deben ser manejados coordinadamente con autoridades y poblaciones aguas abajo de los mismos. Los flujos de detritos aportan sedimentos que limitan la vida útil de los embalses, en tanto que las sequías afectan la transmisión y consumo de energía por disminución de los niveles óptimos de generación eléctrica.

Las áreas de producción agropecuaria expuestas a inundaciones se localizan principalmente en el departamento del Beni en Bolivia, los alrededores del lago Titicaca en Perú, la cuenca del río Guayas en la costa ecuatoriana y los valles interandinos, Llanos Orientales y Caribe colombianos. Del total de áreas agropecuarias por país el 22% está expuesto a inundaciones en Colombia; el 12%, en Ecuador; el 13%, en Perú y el 21%, en Bolivia.

Un poco más del 30% del área de usos agropecuarios de la subregión andina está expuesta a heladas. Este porcentaje corresponde a 193 mil km² en Perú; a 100 mil km², en Bolivia; a 37 mil km², en Colombia y a 25 mil km², en Ecuador. Los mayores impactos para la subsistencia de las poblaciones ocurren en la sierra sur del Perú y el altiplano boliviano, ya que por su altura, en general por encima de 3 000 metros sobre el nivel del mar, el número de días con heladas al año tiende a ser mayor, razón por la cual los cultivos y ganados expuestos sufren más fuertemente los efectos con respecto a Ecuador y Colombia.

Las áreas agropecuarias expuestas a sequías son del orden de 291 mil kilómetros cuadrados en la subregión; el 33% están en Bolivia, el 11%, en Colombia; el 21%, en Ecuador y el 47%, en Perú. En el sur del Perú y el altiplano de Bolivia las sequías afectan principalmente el suministro de agua para la población, los cultivos y el ganado; en El Chaco boliviano, en Ecuador y Colombia propician incendios forestales. La disminución de caudales normales en periodos de estiaje (épocas normales de escasas lluvias en una cuenca hidrográfica) está siendo fuertemente influenciada por procesos de deforestación, de tal manera que cada sequía agrava aun más el déficit de agua.

CAMBIO CLIMÁTICO Y FENÓMENO EL NIÑO

En las últimas décadas el cambio climático se manifiesta claramente en la reducción de las áreas de glaciares en todo el mundo. El VII Encuentro de Investigadores del Grupo de Trabajo de Hielos y Nieves para América Latina y El Caribe (UNESCO, 2008) concluyó que hay un inequívoco y generalizado retroceso de los glaciares, magnificado en los últimos años; que los glaciares tropicales presentan especiales evidencias de vulnerabilidad al cambio climático y en particular a la ocurrencia del fenómeno El Niño; que la pérdida de áreas glaciares ha sido del 26% en Perú entre 1970 y 2003; en Ecuador, del 27% entre 1997 y 2006; en Colombia, del 2% al 5% anual en los últimos diez años y en Perú y Bolivia ya desaparecieron pequeños glaciares.

El grupo de expertos también concluyó que *“la magnitud de los cambios en glaciares es tal que el supuesto tradicional de que los recursos hídricos provenientes de los glaciares se mantendrán en el futuro ya no es válido, sino que en muchos casos es preciso reevaluar dichas proyecciones en la planificación de obras de infraestructura hidráulica y del uso racional de los recursos hídricos”*, y que frente a las consecuencias del cambio climático *“es necesaria una mayor toma de conciencia por parte de todos los actores y en todos los niveles para desarrollar una cultura de prevención, preservación, mitigación y adaptación, considerando que los gobiernos deben establecer estrategias de carácter inmediato”*.

Los efectos del conjunto de fenómenos asociados con El Niño y La Niña (incremento de lluvias en Ecuador y Perú durante El Niño, y sequías y heladas en Bolivia, sur de Perú y Colombia e incremento de lluvias en Bolivia y Colombia durante La Niña) afectan poblaciones y sectores económicos en todos los países y, según la CAF (2000), durante El Niño 1997-1998 alcanzaron el 15,6% del PIB de Ecuador; el 7% del PIB de Perú y el 4,5% del PIB de Bolivia. Estas pérdidas permiten afirmar que el conjunto de la población de la Comunidad Andina es afectada directamente (por influencia de los fenómenos asociados con El Niño y La Niña) e indirectamente, porque las pérdidas económicas y los daños en la infraestructura necesariamente se traducen en atraso y sobrecostos en la provisión de bienes y servicios que finalmente recaen en el conjunto de los habitantes.

COLOFÓN

El Atlas demuestra que la problemática de los riesgos de desastres en la subregión es compartida y que ello demanda acciones y respuestas conjuntas; pero a la vez permite constatar que en cada país hay diferencias en exposición, recurrencia y pérdidas que requieren estrategias diversas, adaptadas a las condiciones ambientales, institucionales y socioeconómicas particulares, para lograr una adecuada gestión del riesgo. La implementación de la Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres por parte de los distintos actores sociales debe tener en cuenta las dinámicas del territorio y sus particularidades en cada localidad para lograr una máxima efectividad en la reducción de riesgos y en la sostenibilidad de los procesos de desarrollo e integración regional.



¿Y AHORA QUÉ HACEMOS?





RETOS INAPLAZABLES

EL RIESGO: UN PROBLEMA CONSTRUIDO SOCIALMENTE

El Atlas permite concluir que el riesgo de desastres en la subregión andina se debe, por un lado, a las dinámicas particulares de su territorio, donde se presentan fenómenos potencialmente peligrosos como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masa, inundaciones, sequías, heladas y los fenómenos El Niño y La Niña, entre otros y, por otro lado, al inadecuado e insostenible proceso de ocupación, uso y transformación de los recursos naturales y del ambiente, que ha aumentado la exposición y vulnerabilidad de la población y sus bienes frente a los fenómenos, propiciando con ello un aumento de las situaciones de riesgo y el desencadenamiento cada vez más recurrente de un mayor número de desastres.

En la medida en que los países tratan de mejorar sus ingresos y productividad crecen las economías, pero si no se tienen en cuenta las condiciones de seguridad necesarias para el diseño, construcción y funcionamiento de la infraestructura y los servicios desde la prefactibilidad de los proyectos y en la planificación de los procesos de desarrollo territorial, el grado de exposición y de vulnerabilidad aumenta. El crecimiento de la población, los bienes y los servicios en grandes concentraciones urbanas expuestas a fenómenos peligrosos debe estar regido por normas claras y específicas y condicionado a las ofertas y restricciones que el territorio y sus dinámicas ofrecen.

La distribución geográfica, la frecuencia y la intensidad de las amenazas por fenómenos hidrometeorológicos están siendo modificadas por causa del cambio climático. Aun si no variaran a futuro la frecuencia e intensidad de los fenómenos, el solo crecimiento de la vulnerabilidad hace que el riesgo de desastres esté en aumento y que, por lo tanto, los esfuerzos para mejorar la calidad de vida y reducir la pobreza y la inequidad, así como para fortalecer la infraestructura y las dinámicas de intercambio de bienes y servicios se puedan ver comprometidos.

El Atlas, como instrumento que ayuda a la comprensión de las dinámicas sociales y ambientales de la subregión, se ha elaborado con el fin de tener una herramienta útil para orientar y promover la implementación de la Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres –EAPAD– en sus cinco ejes temáticos: (1) Fortalecimiento de las capacidades institucionales a todo nivel, (2) Fomento de la investigación y el conocimiento, (3) Promoción de la educación, la comunicación y la participación, (4) Reducción de los factores de riesgo subyacentes y (5) Fortalecimiento de sistemas y mecanismos de preparación, atención y de asistencia mutua en caso de desastre.

Aprovechando las ventajas de contar con esta visión cartográfica integral de los fenómenos, sus historiales de afectación, su potencial gravedad, las áreas de mayor predisposición o recurrencia y el conjunto de centros de población, infraestructura y actividades estratégicas con diferentes grados de exposición, se puede apoyar la priorización de estudios de detalle y medidas anticipadas necesarias para garantizar la seguridad de obras, inversiones y actividades futuras.

EL PRINCIPAL RETO: LA ARTICULACIÓN Y COORDINACIÓN INTERGUBERNAMENTAL Y SECTORIAL

La Estrategia Andina destaca la necesidad de articular las políticas de desarrollo de los diferentes sectores productivos, comerciales y de servicios con las estrategias para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. La resiliencia de los países y de sus economías mejorará si es posible diversificar los sectores productivos y aumentar la resistencia de la infraestructura y la flexibilidad y redundancia en el funcionamiento de los servicios de transporte de bienes y personas.

Desde la creación del Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres –CAPRADE– en el año 2002 y la formulación de la primera versión de la Estrategia Andina en el 2004, se han logrado avances importantes en el cumplimiento de las metas propuestas; sin embargo, todavía queda un largo camino por recorrer en el proceso de una verdadera integración sectorial y una efectiva articulación de la institucionalidad que considere el desarrollo y la gestión del riesgo de desastres como asuntos estrechamente relacionados e interdependientes. Es necesario disponer de una base normativa e institucional que garantice adecuados procesos de planificación y organización de las intervenciones, priorización de las acciones de reducción de riesgos o de inversiones con criterios de seguridad a la hora de asignar los recursos, informar y concientizar a tomadores de decisiones y a la población en general, y hacer un seguimiento y evaluación al cumplimiento de las metas.

Así, los promotores de este Atlas consideran importante convocar a un mayor diálogo y coordinación entre los representantes de los Ministerios de Economía y Finanzas y sus Sistemas Nacionales de Inversión Pública –SNIP–, Ministerios de Desarrollo, Agropecuario, de Obras Públicas, Transporte e Infraestructura, de Vivienda y Asentamientos Humanos, Energía y Comunicación, Ambiente y Recursos Naturales, Turismo, Salud, etcétera, en armonía con los sistemas nacionales de planificación y gestión de riesgos, para construir visiones políticas integrales a través de programas y proyectos orientados a la reducción de pérdidas como parte integral de los quehaceres hacia el desarrollo sostenible.

La gestión del riesgo requiere de un trabajo articulado en los diferentes niveles de intervención que van desde lo global, regional y sectorial hasta lo local y lo comunitario. Precisa de la organización y participación de múltiples actores y estructuras institucionales que representen estos niveles y que agrupen, en modalidades de coordinación establecidas y con roles diferenciados consensuados, aquellas instancias colectivas de representación social de los diferentes actores e intereses que juegan un papel en los procesos de construcción del desarrollo y de reducción, previsión y control de riesgos.

MEJORAR EL CONOCIMIENTO: LA BASE PARA LA TOMA DE DECISIONES EFECTIVAS

El Atlas suministra elementos básicos que permiten comprender que los riesgos van más allá de las fronteras y se inscriben en una dinámica compartida por los países de la subregión y evidencia la necesidad de continuar con los esfuerzos nacionales, apoyados por los niveles subregionales y de cooperación internacional, para profundizar el conocimiento sobre las amenazas, la exposición, las vulnerabilidades y los riesgos, tanto para disponer de mayor información sobre los fenómenos y los elementos expuestos y generar escenarios de riesgo como para realizar análisis con mayor detalle que conduzcan a cada vez más acertadas acciones de disminución de riesgos. Para ello se requiere fortalecer:

- El conocimiento de los factores físicos y sociales asociados al riesgo y, especialmente, el desarrollo de análisis de vulnerabilidad y riesgo en aquellas zonas que puedan identificarse como las más críticas.
- El tratamiento de la información histórica sobre desastres, y los registros diarios de los mismos, como indicador no sólo del pasado sino de lo que puede ocurrir en el futuro en caso de que no se tomen las medidas adecuadas.
- La cobertura espacial y temporal de redes y sistemas de monitoreo y seguimiento a los fenómenos que generan amenazas en los países de la subregión, para disponer de datos adecuados y mejores posibilidades de análisis y elaboración de modelos, integrados con los sistemas de alerta temprana, con el fin de optimizar las previsiones y la toma de medidas anticipadas.
- Los procesos de intercambio de información y de experiencias entre los países de la subregión, ya que constituyen un elemento central para la construcción común de una visión sobre el riesgo a escala de región y especialmente en las zonas de frontera, y sobre las medidas de intervención que se puedan tomar. La

experiencia misma de construcción de este Atlas ha mostrado la importancia del funcionamiento de iniciativas para el manejo articulado de estadísticas, cartografía y datos temáticos, lideradas por CAN, CAF, CAPRADE, CEPAL, CERESIS, CIIFEN, CONDESAN, DESINVENTAR e IIRSA, entre otros.

LA PLANIFICACIÓN Y LAS NORMAS DE CONSTRUCCIÓN: HERRAMIENTAS CLAVE PARA LA SEGURIDAD DEL FUTURO

Los procesos de planificación territorial, sectorial y del desarrollo en general ofrecen la posibilidad de transformar la intención en acción y de construir visiones de futuro que permitan prever los posibles impactos y consecuencias de los acontecimientos e incidir en ellos. Para que la planificación sea adecuada se deben identificar tendencias, oportunidades y anticipar las dificultades que pudieran impedir el logro de los objetivos y metas del desarrollo y establecer para ello objetivos precisos, orientar los recursos disponibles de manera segura, promover la acción interinstitucional, la participación de todos los actores relevantes y adecuar la estructura organizativa para que sea congruente y permita los propósitos del desarrollo.

Aunque muchos de los fenómenos naturales no son susceptibles de intervención (¡no se puede evitar un terremoto!) la exposición y resistencia a los mismos sí se pueden controlar, porque estos factores dependen de la decisión humana, con herramientas como el ordenamiento territorial, el control de usos del suelo, las normas, criterios de diseño y construcción de viviendas e infraestructura y la planificación y análisis de alternativas desde las etapas de prefactibilidad de los proyectos de inversión. En la subregión existen algunos avances en este tipo de medidas prospectivas, pero es necesario llenar todavía muchos vacíos en su implementación y seguimiento y en la regulación de la construcción y diseño de la infraestructura en general.

LA REDUCCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EXISTENTES: UN COMPROMISO

Frente a los riesgos existentes es necesario cambiar la actitud, a veces consciente y otras no tanto, de ignorarlos. El desconocimiento de la magnitud de los posibles impactos y la restricción de recursos no pueden ser un argumento válido para una baja priorización de este problema en la región.

Se debe tomar la decisión de intervenir los riesgos y llevar a cabo los análisis de vulnerabilidad pertinentes para identificar las alternativas existentes como el aumento de la resistencia de los elementos de infraestructura más débiles, la provisión de redundancia y flexibilidad de los sistemas con el fin de que éstos no salgan de funcionamiento en caso de que fallen algunos componentes y la reubicación de población y bienes expuestos en las zonas donde no es posible física o económicamente el manejo del peligro. La transferencia del riesgo es una estrategia importante que debe complementarse con otras intervenciones, ya que no garantiza la seguridad física de la población ni la infraestructura o el funcionamiento de los servicios vitales, pero sí proporciona una protección financiera a través de mecanismos como los seguros, los bonos de catástrofes y otros.

No todas las estrategias y medidas son igualmente factibles y eficaces para todos los sistemas y riesgos; por esto, deben hacerse manejos diferenciados para cada uno de acuerdo con los objetivos trazados para salvaguardar la vida, los bienes, el funcionamiento de los servicios y la sostenibilidad de los procesos productivos.

ESTRATEGIAS DE PREPARACIÓN: UNA ALTERNATIVA FRENTE A CIERTOS FENÓMENOS Y UN COMPLEMENTO A LAS INTERVENCIONES DEL RIESGO

No es posible intervenir todos los riesgos ni eliminar totalmente las condiciones de amenaza y vulnerabilidad. Por lo tanto, si el riesgo existe en algún grado, es necesario desarrollar actividades de preparación comunitarias y sectoriales que permitan fortalecer la capacidad para mejorar la respuesta efectiva ante un desastre mediante la organización y planificación de las tareas de alerta, evacuación, búsqueda y rescate, salvamento, socorro y asistencia que deben llevarse a cabo en caso de una emergencia, y la realización de simulacros.

Entre las estrategias de preparación están la implementación de sistemas de alerta temprana que faciliten la evasión del fenómeno mediante la evacuación temporal de la población y de algunos bienes expuestos, lo cual es aplicable cuando los fenómenos pueden pronosticarse como los tsunamis, las erupciones volcánicas y las inundaciones. Esta estrategia no protege la infraestructura ni garantiza el funcionamiento de todos los servicios, pero es fundamental para salvar vidas. Su eficacia para salvaguardar a la población depende de los sistemas y protocolos de alerta y comunicación existentes y de la preparación y la capacidad institucional y de la sociedad para reaccionar de manera efectiva.

LA EDUCACIÓN Y LA COMUNICACIÓN: MEDIOS PARA BUSCAR UNA EFECTIVA PARTICIPACIÓN

La comunicación y la educación son herramientas centrales en la generación de una cultura de prevención, por la enorme incidencia que tienen en las formas en que los ciudadanos construyen su idea del mundo; a través de los procesos de información y capacitación se busca promover la participación de los ciudadanos como actores fundamentales y protagonistas de la construcción del desarrollo sostenible.

Los desastres pueden reducirse considerablemente si todos los actores sociales están activamente involucrados en la identificación, análisis, monitoreo y evaluación del riesgo, y en el proceso de toma de decisiones e implementación de acciones. Eso significa que la gente debe estar bien informada y motivada para asumir una cultura de prevención y de resiliencia; pero, además, que también tenga capacidad de decisión y acción frente al riesgo y sus formas de reducción.

LA ESTRATEGIA ANDINA: SÍNTESIS DE LOS RETOS

Los Países Miembros de la Comunidad Andina han demostrado su compromiso con la reducción de riesgos de desastres al suscribir a nivel internacional el Marco de Acción de Hyogo -MAH- y, con el liderazgo del CAPRADE, al formular su propia política subregional frente al problema, denominada Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres -EAPAD-, aprobada en el año 2004 y actualizada y ratificada al más alto nivel político según la Decisión 713 del 19 de agosto de 2009 por el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores.

La EAPAD es un conjunto de políticas y orientaciones destinadas a lograr la reducción del riesgo y la oportuna respuesta ante los desastres en la subregión andina, que tiene como objetivo *contribuir a la reducción del riesgo y del impacto de los desastres para coadyuvar en el desarrollo sostenible de todos los países de la subregión andina a través del fortalecimiento institucional y el establecimiento de políticas, estrategias, programas y subprogramas comunes entre los países; del intercambio de experiencias, de la creación de redes y del mejoramiento de la cooperación mutua en situaciones de desastres.*

Para el logro de los objetivos de la Estrategia Andina se desarrolló un conjunto de ejes temáticos, compuestos por programas y subprogramas armonizados con las prioridades de acción del Marco de Acción de Hyogo:

1. Fortalecimiento de las capacidades institucionales a todo nivel para lograr que la reducción del riesgo de desastres sea una prioridad nacional y subregional andina.
2. Fomento de la investigación y el conocimiento para la identificación, monitoreo y evaluación de riesgos de desastre y para mejorar la alerta temprana.
3. Promoción de la educación, la comunicación y la participación para construir una cultura de seguridad y resiliencia en todo nivel.
4. Reducción de los factores de riesgo subyacentes.
5. Fortalecimiento de sistemas y mecanismos de preparación, de atención y de asistencia mutua en caso de desastre, en todos los niveles.

Para monitorear, revisar e informar acerca del progreso alcanzado y los retos identificados en la implementación de la reducción del riesgo de desastres y las acciones de recuperación emprendidas en el ámbito subregional, se han diseñado herramientas que permiten la preparación de evaluaciones / informes nacionales referentes al progreso de la Estrategia Andina y el Marco de Acción de Hyogo, los cuales son consolidados por las entidades del CAPRADE a nivel nacional.

¡ACTUAR ANTE LOS RIESGOS, PORQUE LOS DESASTRES NO SON NATURALES: UN COMPROMISO DE TODOS LOS HABITANTES DE LA COMUNIDAD ANDINA!

BIBLIOGRAFÍA

- Aeronáutica Civil (2009) Datos de movimiento de carga y pasajeros 2004-2007, por departamento y aeropuerto. Disponible en: <http://www.sabsa.aero/estadisticas-sabsa.aspx>
- Amante, C. and B. W. Eakins, (2008) ETOPO1, 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis, National Geophysical Data Center, NESDIS, NOAA, U.S. Department of Commerce, Boulder, CO, August 2008.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (1998). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR98.
- Bayal, A. (2009). Contingencia agropecuaria en Bolivia. En: Memorias Taller Subregional "La Incorporación de la Gestión del Riesgo en la Planificación, Inversión Pública, la Protección Financiera de Activos Frente a Desastres y en el Sector Agropecuario". Proyecto PREDECAN. 27-29 de mayo de 2009. Bogotá D.C.
- Bohrt, J. (1985) La Sequía en Bolivia: 1982-1983. Buenos Aires. 25 pp.
- Briffa, K.; Jones, P. D.; Schweingruber F. H. y Osborn, T. J. (1998) Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 year. En: Revista Nature Vol 393. 1998. pp. 450-454
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2008) Mapa de la red vial resaltante en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), enero de 2008. Disponible en <http://www.geosur.caf.com>
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2008) Mapa de aeropuertos resaltantes en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), enero de 2008. Disponible en <http://www.geosur.caf.com>
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2008) Mapa de puertos resaltantes en la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), enero de 2008. Disponible en <http://www.geosur.caf.com>
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2007) Ríos principales de América del Sur, enero de 2008. Disponible en <http://200.7.97.228/Condor3>
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2007) Mapa de ciudades y poblaciones principales. Disponible en <http://200.7.97.228/Condor3>
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2000a) Las lecciones de El Niño. Bolivia. Memorias del fenómeno El Niño 1997-1998. Voll. Retos y propuestas para la región.
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2000b) El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria: Retos y Soluciones. Vol. III: Colombia. 332 pp.
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2000c) El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria: Retos y Soluciones. Vol. IV: Ecuador. 304 pp.
- CAF (Corporación Andina de Fomento) (2000d) El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria: Retos y Soluciones. Vol. V: Perú. 270 pp.
- Comunidad Andina (1990) Decisión 271 Sistema Andino de Carreteras, Quincuagésimo Tercer Período de Sesiones Ordinarias de la Comisión 17 - 20 de octubre de 1990, Lima - Perú. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/d271.htm>
- CEDERI (Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos) (1999) Diagnóstico local de riesgos naturales en Santa Fe de Bogotá para planificación y medidas de mitigación. Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales. Universidad de los Andes. Secretaría Distrital de Salud de Bogotá.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2009) Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2008. 430 pp.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2006) Estudio Económico de América latina y el Caribe 2005-2006. 355 p. Disponibe en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/26135/lcg2314e.pdf>
- CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) (1996) Mapa Probabilístico de Peligro Sísmico de Sudamérica. Compilado por J. C. Castaño y M. H. Millán. Escala 1:5 000 000.
- CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) (1991) Catálogo regional CERESIS 91-H. Hipocentros. Disponible en <http://www.ceresis.org/ceresis/consulta.htm>
- CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) (1987) Mapa de intensidad sísmica.
- CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) (1985) Catálogo de terremotos para América del Sur: Datos de hipocentros e intensidades. Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina, SISRA. Lima, Perú. Volumen 3: Bolivia, Volumen 4: Colombia, Volumen 6: Ecuador, Volumen 7: Perú, Lima.
- CIIFEN, IDEAM, INAMHI, SENAMHI (Bolivia), SENAMHI (Perú) (2009) "Zonas de mayor susceptibilidad a heladas". Proyecto Atlas de la dinámica del territorio andino población y bienes expuestos a las amenazas naturales. Comunidad Andina.
- CIIFEN, IDEAM, INAMHI, SENAMHI (Bolivia), SENAMHI (Perú) (2009) "Zonas de mayor susceptibilidad a Inundaciones". Proyecto Atlas de la dinámica del territorio andino población y bienes expuestos a las amenazas naturales. Comunidad Andina.
- CIIFEN, IDEAM, INAMHI, SENAMHI (Bolivia), SENAMHI (Perú) (2009) "Zonas de mayor susceptibilidad a Sequías". Proyecto Atlas de la dinámica del territorio andino población y bienes expuestos a las amenazas naturales. Comunidad Andina.
- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University; and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2005) Gridded Population of the World Version 3 (GPWv3): Population Density Grids. Palisades, NY: Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Columbia University. Available at <http://sedac.ciesin.columbia.edu> (Consultado en enero de 2009).

- COES- SINAC (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional) (2007) Mapa del sistema interconectado. Disponible en: http://www.coes.org.pe/coes/MAPA_COES_NACIONAL2007febrero.pdf
- CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad) (2007) Sistema Nacional de Generación y Transmisión a diciembre de 2007. Cartografía SHP.
- CORPAC S.A. (Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S. A.) (2009) Datos de carga y pasajeros 2001-2007, por aeropuerto. Disponible en <http://www.corpac.gob.pe/>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia) (2007) Proyecciones de Población. Proyecciones nacionales y departamentales 2006 – 2020. Septiembre 2007.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia) (2005) Censo General de población. Disponible a través de REDATAM.
- Demoraes, F y D'Ercole, R (2001) Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador, Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador. Quito, Ecuador. pp. 17 y 44
- DesInventar (2009) Bases históricas de efectos y daños por desastres 1970-2007: Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Disponibles en <http://online.desinventar.org>
- Dirección Nacional de Defensa Civil (1988) Terremoto del 5 de marzo de 1987. Quito.
- EMDAT (The International Emergency Disaster Database) (2009) Disponible en: <http://www.emdat.be/Database/terms.html>.
- EPN (Escuela Politécnica Nacional) (2008) Base de datos histórica de desastres de Ecuador 1970-2007. Disponible en <http://www.desinventar.org>
- ETDB/PAC (2002). Expert Tsunami Database por the Pacific, version 4.8 of December 31, 2002, CD-ROM, Tsunami Laboratory, Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk.
- European Commission, Joint Research Centre (2003) "Global Land Cover 2000 database." <http://www-gem.jrc.it/glc2000>. The Land Cover Map for South America in the Year 2000. H.D. Eva, E.E. de Miranda, C.M. Di Bella, V.Gond, O.Huber, M.Sgrenzaroli.
- FUNDEPCO (Fundación para el desarrollo participativo comunitario) – OXFAM GB (2008) Atlas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos de Bolivia. Plural editores. Bolivia. 198 pp.
- García, C. (2005) El deslizamiento de Villatina. En: Hermelin, M. (editor) Desastres de origen natural en Colombia 1979-2004. Universidad EAFIT-OSSO, Universidad del Valle.
- GTDB/DPM (2007) Global Tsunami Database (Parametric Data Manager). Version 3.0.7 Disco compacto. Tsunami. ICMMG SD RAS. Novosibirsk. Rusia.
- Henríquez, M. (2009) Climatología Ambiental. Universidad Santo Tomás. En imprenta.
- HURTADO, G. (1996) Estadísticas de la Helada Meteorológica en Colombia. METEO/007-96. Bogotá: IDEAM
- IDECAN (Infraestructura de Datos Espaciales) (2009) Mapa integrado escala 1:1M de la Sub-región Andina. IGAC, IGM, IGM, IGN. Enero, 2009.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) (2008) Las heladas en Colombia. Documento técnico de respaldo a la información en la página web del IDEAM. 51 pp.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) (sf) "Riesgo por deslizamiento". Escala 1: 1 000 000. Disponible en: SIGOT.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) (2001) El medio ambiente en Colombia. Bogotá, 543 pp. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/publica/medioamb/cap13.pdf>
- INAHMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador) (2009) "Distribución de la temperatura mínima". Disponible en www.inamhi.gov.ec/meteorologia/bmensual/febrero/tmin
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil - Perú) (2008) Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2007. Desastres 2007. Sismo 15 de agosto. Disponible en: <http://www.indeci.gob.pe/>
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú) (2003) Atlas de peligros naturales del Perú. Disponible en: http://www.indeci.gob.pe/atlas_peligros_nat/atlas.htm
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil - Perú) (2002) Informes de los principales desastres ocurridos en Perú 2001. En: Compendio estadístico de emergencias 2001.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil - Perú) (2001) Terremoto de Arequipa (Perú) del 23 de junio de 2001. Hernando Tavera (editor). Red mundial www.indeci.gob.pe (2009)
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) Proyecciones de Población por provincias, cantones, áreas, sexo y grupos de edad 2001-2010. 84 pp. Disponible en: http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/cen_nac/pob_viv
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2005) Censos Nacionales X de Población y V de Vivienda 2005. Consultado a través del Sistema de Recuperación de Datos- REDATAM.
- INEN (2002) Código Ecuatoriano de la Construcción. CEC. Red mundial (2009): http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/ecuador/otranorm/Codigo_Ecuadoriano_Construccion.pdf
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) (2003) "Zonas con peligro de potencial deslizamiento, derrumbes y desprendimiento de rocas". En: Estrategia nacional de reducción de riesgos para el desarrollo. Escala 1: 3 000 000. Mapa No. 11
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) (2003) "Zonas con peligro potencial de huayco". En: Estrategia nacional de reducción de riesgos para el desarrollo. Escala 1: 3 000 000. Mapa No. 13
- INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) (1999) "Mapa de Deslizamientos". Escala 1: 6M. En: Atlas de Peligros Naturales del Perú. INDECI. 2003.
- INGEOINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería) (2009) Estaciones sismológicas de las redes nacionales Colombia.

- INGEOMINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería) (2007) Mapas de amenaza sísmica y volcánica en Colombia. Disponibles en: <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>
- INGEOMINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería) (sf) Mapa de categorías de amenaza por deslizamiento en Colombia. Escala 1:1 000 000.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2009) Estaciones sismológicas de las redes nacionales Ecuador.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2007) Mapas de peligro volcánico de Ecuador. Disponible en: <http://geoservicios.semplades.gov.ec/cgi-bin/mapserv.exe?map=D:/GEOINFORMACION/ MAPFILE/peligrosvolcanicos.map>
- Instituto Geofísico de Perú (2008) Estaciones sismológicas de las redes nacionales Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2007) Mapas de peligro volcánico de Perú. Disponible en http://www.igp.gob.pe/vulcanologia/volcanes_Peru/
- Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero, Perú (2005) Gasoductos, oleoductos y refinerías del Perú. Catastro minero y de petróleoos.
- Interconexión Eléctrica S. A. (1995); Banco de la República (1995) Unidad de Planeación Minero Energética (1998); ICEL (1998) Sistema eléctrico interconectado nacional. En: IGAC (2002) Atlas de Colombia. Quinta Edición, 352 mapas, 168 gráficos.
- IRIS (Incorporated Research Institution for Seismology) (2009) Cuán a menudo ocurren los terremotos. Series Educativas No 3. Disponible en la red mundial en: http://www.iris.edu/hq/files/publications/brochures_onepaggers/doc/SP_1pager_3.pdf
- ITDG (Intermediate Technology Development Group) (2008) Base de datos histórica de desastres de Perú 1970-2006. Disponible en <http://www.desinventar.org>
- Jarvis A. H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara (2008) Hole-filled seamless SRTM data v4, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>
- Lavell, A. y Brenes, A. (Compiladores) (2008) ENOS: Variabilidad Climática y el Riesgo de Desastre en las Américas: Proceso, Patrones, Gestión. Alma Máter. San José. 370 pp.
- Lavell, A (2005) Una visión de futuro: La gestión del riesgo. Programa de Desarrollo Local y Gestión Territorial, PNUD. 21 p.
- Luhr, J. C. (Editor) (2003) Earth. Smithsonian. DK Publishing, Inc. New York. 520 pp.
- Menoni, S (2008) Capítulo 13: Medidas no estructurales de prevención: Desde la reducción de la vulnerabilidad física hacia la reducción del ordenamiento urbanístico. En: Andres, P, y Rodríguez, R (Editores) Evaluación y Prevención de riesgos ambientales en Centroamérica. Documenta Universitaria. Girona (España).
- Ministerio de Minas y Energía (sf) Infraestructura petrolera del Ecuador. Cartografía en SHP, Lat, Long, Datum: PSAD56.
- Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. Banco Interamericano de Desarrollo. Sociedad de Ingenieros de Bolivia. (2006). Norma Boliviana de Diseño Sísmico. Red mundial (2009) <http://www.siblpz.org.bo/>
- Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento (2003). Norma Técnica de Edificación E030 Diseño Sismoresistente. Perú. Disponible en la red mundial www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/E.030.pdf
- Morello, Jorge (1984) Perfil ecológico de Sudamérica. Vol 1. Inst. de Cooperación Iberoamericana. Industrias Gráficas offset. Listo S. A. Barcelona, 96 pp. Cita tomada de la página 25: "La prepotencia de la influencia andina".
- NASA (National Aeronautics and Space Administration) (2009) MODIS: (Moderate Imaging Spectroradiometer). Datos satelitales. Imagen cortesía de CAF-Geosur. Proveída por el USGS.
- NASA Oregon Space Grant Consortium and housed in the Department of Geosciences at Oregon State University. Volcanoes of South and Central America. Volcano World. Red mundial <http://volcano.oregonstate.edu/volcanoes/country.html>
- NEIC (National Earthquake Information Center) (2009) Catálogo de hipocentros de National Earthquake Information Center, NEIC, USGS/NEIC, PDE 1973 to present. Red mundial (2009) http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2009) ENSO Cycle: Recent Evolution, Current Status and Predictions. Update prepared by Climate Prediction Center / NCEP 29 June 2009. Disponible en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.ppt
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2004) Drought Information Center. Disponible en: <http://www.drought.noaa.gov/>
- Novosibirsk GTDB/DPM (2007) Global Tsunami Database (Parametric Data Manager). Version 3.0.7 Disco compacto. Tsunami. ICMMG SD RAS. Novosibirsk. Rusia.
- ODEPLAN (Oficina de Planeación de la Presidencia de la República) (2001) "Peligrosidad por movimientos de terrenos inestables en el Ecuador". ODEPLAN/Info Plan/MAG-ORSTDM. En: Programa de Mitigación y Prevención de Riesgos Preandino. Amenazas geológicas. CAF.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2007) Sistema de Información energética. Versión No. 18. Quito, noviembre. 12 pp. Disponible en <http://www.olade.org.ec/informe.html>
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2006) Informe de estadísticas energéticas 2006. 158 pp. Disponible en <http://www.olade.org.ec/informe.html>
- Olson, D. M. and E. Dinerstein (2002) The Global 2000: Priority ecoregions for global conservation. (PDF file) Annals of the Missouri Botanical Garden 89:125-126. -The Nature Conservancy, USDA Forest Service and U.S. Geological Survey, based on Bailey, Robert G. 1995. Description of the ecoregions of the United States (2nd ed.). Misc. Pub. No. 1391, Map scale 1:7,500,000. USDA Forest Service. 108pp. -The Nature Conservancy (2003), based on Wiken, E.B. (compiler). 1986. Terrestrial eozones of Canada. Ecological Land Classification Series No. 19. Environment Canada, Hull, Que. 26 pp. + map
- Orche, E; Lara, F; Chávez, M.; Quezada, Massuh, H.; Aranibar, A. M.; Calatayud, F. y Juárez, A. (2003) El deslizamiento de Chima (Bolivia) de 31 de marzo de 2003. Contribución de CYTED a la mitigación y resolución de problemas mineros y sociales. Disponible en: http://200.20.105.7/cyted-xiii/Noticias/Derrumbe%20CHIMA_Proyecto%20CYTED.pdf

- OSC (Observatorio San Calixto) (2009) Estaciones sismológicas de las redes nacionales. Bolivia.
- OSC (Observatorio San Calixto) (2008) Base de datos histórica de desastres de Bolivia 1970-2007. Disponible en <http://www.desinventar.org>
- OSSO (Observatorio Sismológico del Suroccidente) para CLE (Comité Local de emergencias) (1996) Plan para la Mitigación de Riesgos en Cali. Feriva. Cali. 202 pp.
- OSSO (Observatorio Sismológico del Suroccidente) (1989) Aproximación a las amenazas, a los riesgos y a los desastres en Colombia. Documento preparado para la primera reunión del Grupo de Trabajo de Desastres Naturales organizado por el IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia). Noviembre-diciembre de 1989.
- OSSO (Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente) (2009) Sistema de energía eléctrica. Cap. V en: Informe final Estudio de Vulnerabilidad física y funcional a fenómenos volcánicos en el área de influencia del volcán Galeras. San Juan de Pasto 2009. 58 pp.
- OSSO - EAFIT (Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente- Escuela de Administración Finanzas y Tecnología) (2008) Base de datos histórica de desastres de Colombia 1914-12007. Disponible en <http://www.desinventar.org>
- Plaza, G. y Zevallos, O. (1994) La Josefina: las lecciones aprendidas en Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. En: Revista Desastres y Sociedad. No. 3, Año 2. pp. 33-47. LA RED.
- PMA: GCA (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas) (2008) Atlas de deformaciones cuaternarias de los Andes. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 7, 320 p., 1 mapa en disco compacto.
- PMA: GCA (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para la Comunidades Andinas) (2008) Zona de subducción en mapa de peligro sísmico.
- PMA: GCA (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para la Comunidades Andinas) (2007) Movimientos de masa en la región andina: una guía para la Evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional No.4. 432 pp. 1 disco compacto.
- PNUMA (Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Secretaría General de la Comunidad Andina y el Centro de investigación de la Universidad del Pacífico (2003). GEO Andino 2003 Perspectivas del medio ambiente. Lima-Perú. 194 pp. Disponible en: http://www.comunidadandina.org/public/libro_27.htm
- Quiport S. A. (Corporación Quiport) (2009) Movimiento de pasajeros en el aeropuerto de Quito. Disponible en <http://www.quiport.com>
- Ramírez, J. E., y Goberna, J. R. (1980) Terremotos colombianos noviembre 23 y diciembre 12 de 1979. Informe preliminar. Bogotá. 95 pp.
- SABSAs.A. (Seguros de Aeropuertos Bolivianos S.A) (2009) Flujo de pasajeros aeropuertos Jorge Wilstermann, Viru Viru, El Alto, años 1997-2006, 2007. Disponible en: <http://www.sabsa.aero/estadisticas-sabsa.aspx>
- Schobbenhaus C, y A. Bellizzia (2001) Mapa geológico de América del Sur. Escala 1: 5 000 000. Comisión de la Carta Geológica del Mundo (CGMW), Servicio Geológico del Brasil (CPRM), Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM), Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura (Unesco). Mapa impreso y disco compacto. Brasilia.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia) "Zonas Afectadas por Heladas". Disponible en www.visitinglatinamerica.com/latinoamerica/mapas-america/mapas-bolivia.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú) (2005) Atlas de heladas. Convenio de Cooperación Técnica Institucional SENAMHI -MINAG. Información agroclimática oportuna. 135 pp. Lima. Figura 5.1 página 24. Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe>
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú) – Dirección General de Agrometeorología. Lluvias promedio anual 1970 – 2000.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú) (sf) Guía climática turística. Lima, 216 pp. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Atlas de los Andes del Norte y Centro. 59 pp.
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Proyecto de Estadística Andina a partir de cifras oficiales de los Institutos Nacionales de Estadística de Bolivia, Colombia y Perú; y Banco Central de Ecuador. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/estadisticas.asp>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Proyecto 4.27.63. Estadística. Elaborado con bases de Banco Central de Ecuador; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia (DANE); Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE); Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de Perú. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/estadisticas.asp>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Series Estadísticas de la Comunidad Andina 1999 – 2008. Comercio Exterior de bienes. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/estadisticas/series/rubro11.htm>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Series Estadísticas de la Comunidad Andina 1999 – 2008. Agricultura y Silvicultura. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/estadisticas/series/rubro9.htm>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Mapa de población a partir de censos nacionales: Bolivia (INE, 2001), Colombia (DANE, 2004), Ecuador (INEC, 2001) y Perú (INEI, 2005), integrada según codificación NUTE 4.
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Zona de integración fronteriza de los países miembros de la Comunidad Andina Información socioeconómica análisis. Documento SG 252. 106 pp. Disponible en: <http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/DEstadisticos/SGde252.pdf>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2008). Documento estadístico SG-213. Exportaciones Intra y Extracomunitarias 2007. 3 de junio de 2008. 19pp. Disponible en: http://intranet.comunidadandina.org/IDocumentos/c_Newdocs.asp?GruDoc=13
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2008). La CAN en cifras 2004-2007. Documento estadístico SG-231. 10 de octubre de 2008. 4pp. Disponible en <http://www.comunidadandina.org/estadisticas.asp>

- Secretaría General de la Comunidad Andina (2008) Tráfico portuario en los países Andinos y en España 2000-2007. Documento estadístico SG-240. 18 de diciembre de 2008. 47 pp. Disponible en <http://www.comunidadandina.org/estadisticas.asp>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2008) Tráfico portuario 2007. Comunidad Andina y Comunidad Europea. Disponible en <http://www.comunidadandina.org/estadisticas>
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2006) Reconversión productiva de la agricultura. Informe Final elaborado por Santiago Perry, en el marco del Proyecto "Definición de Estrategias de Desarrollo Competitivo Apoyadas en las Disciplinas Comerciales" - Bogotá, 12 de Mayo de 2006.
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2002) Informe preliminar a los presidentes de los países Andinos sobre "El potencial energético de la Subregión Andina como factor estratégico para la seguridad energética regional y hemisférica". Documento presentado por BID, CAF, CAN, CEPAL, OLADE Y UNCTAD. 66 pp.
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2009) Glosario de términos, <http://www.comunidadandina.org/estadisticas/series/glosario.htm>
- Siebert L, Simkin T (2002-) Volcanoes of the World: an Illustrated Catalog of Holocene Volcanoes and their Eruptions. Smithsonian Institution, Global Volcanism Program Digital Information Series, GVP-3, (<http://www.volcano.si.edu/gvp/world/>).
- Smithsonian Institution (2009) Volcanoes of the World. Global Volcanism Programa disponible en la red mundial <http://www.volcano.si.edu/world/>.
- Soldano, A. (2009) Inundaciones: Qué es susceptibilidad. CONAE-OEA. Título: Conceptos sobre riesgo. Autor: Álvaro Soldano. Síntesis temática realizada por el Foro Virtual de la RIMD creado para la capacitación en Teledetección Aplicada a la Reducción del Riesgo por Inundaciones, del 16 al 20 de marzo de 2009. Falda del Carmen, Provincia de Córdoba. Argentina.
- Superintendencia de Electricidad (2005, 2006) Sistema interconectado nacional. En: FUNDEPCO – OXFAM GB (2008) Atlas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos de Bolivia.
- Superintendencia de Hidrocarburos - Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. YPFB. Red de transporte y distribución primaria En: FUNDEPCO – OXFAM GB (2008) Atlas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos de Bolivia.
- TAGSA S. A. (Terminal Aeroportuaria de Guayaquil S.A.) (2009) Estadísticas del aeropuerto de Guayaquil. Cuadro comparativo anual 2006-2008. Pasajeros nacionales e internacionales. Disponibles en <http://www.tagsa.aero/>
- Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2003) Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la geología física. Prentice Hall. Madrid 2003. 616 pp.
- Thouret, J. C.; Dávila, J.; Rivera, M.; Gourgau, A.; Eissen, J. L. y Juvigné E. (1997) L'éruption explosive de 1600 au Huaynaputina (Pérou), la plus volumineuse de l'histoire dans les Andes centrales. En: Sciences de la terre et des planetes/ Earth & Planetary Sciences Vol 325. 1997. pp 931-938.
- Unión Europea – Comunidad Andina (2009). La gestión del riesgo: algunos conceptos claves. Con el riesgo ni de riesgo. Voces de la comunidad Andina sobre la Gestión del Riesgo. Plegable.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (2008) Mapa de cuencas hidrográficas de América del Sur, tercer nivel, 1:1 000 000. DVD.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (2008) "Delimitación y codificación de unidades hidrográficas de sudamérica, tercer nivel".
- UNDRO (United Nations Disaster Relief Office) (1979) Natural disaster and vulnerability. Department of Humanitarian Affairs/United Nation Disaster Relief Office, Report of expert. Group meeting. Geneve 53p. Disponible en: <http://www.nzdl.org/>
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2005) After the Tsunami – Rapid Environmental Assessment. United Nations Environmental Programme.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2008) Declaración sobre glaciares y cambio climático. VII Encuentro de investigadores del grupo de trabajo de hielos y nieves para América Latina y el Caribe. Manizales, agosto de 2008.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2008) Boletín Estadístico de Minas y Energía 2003 – 2008. 174 pp. Disponible en: <http://www.simco.gov.co/Inicio/AnuarioEstadisticoMinero/tabid/166/Default.aspx>
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2008) Boletín Estadístico de Minas y Energía 2002 – 2007 194 pp. Disponible en: <http://www.simco.gov.co/Inicio/AnuarioEstadisticoMinero/tabid/166/Default.aspx>
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2006) Red de distribución y refinamiento (2006) Kilómetros y coordenadas. Cartografía en SHP, Lat, Long, Datum WGS84. Disponible en <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn>
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2005) Centrales eléctricas. Cartografía en formato SHP. Coordenadas geográficas y datum WGS84. Disponible en: <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn>
- Valiente, Óscar (2001) Sequía: definiciones, tipología y métodos de cuantificación. Investigación geográfica No. 26. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante pp. 59-80.
- Wilches-Chaux, G. (1998) Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o Yo voy a correr el riesgo. Guía de LA RED para la Gestión Local del Riesgo. Lima. 103 pp.

GLOSARIO

AMENAZA

Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente peligroso que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y/o el ambiente expuestos (OSSO para CLE, 1996). Es un factor de riesgo externo que se expresa como la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de definido.

Es un factor externo al sujeto, a los bienes, a la infraestructura, que representa un peligro asociado con un fenómeno que puede presentarse en un momento y tiempo dados con efectos adversos sobre la población, los bienes y el medio ambiente (CEDERI, 1999).

Amenaza no es sinónimo de fenómeno, tampoco de evento. La amenaza surge cuando de la posibilidad técnica se pasa a la probabilidad más o menos concreta de que un fenómeno de origen natural o antrópico se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no está adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno. Esa falta de adaptación, o sea fragilidad o vulnerabilidad, es precisamente la que convierte la probabilidad de ocurrencia del fenómeno en una amenaza (Wilches-Chaux, 1998).

BOSQUE SECO

Se denomina bosque seco al ecosistema andino tropical donde no hay lluvias durante varios meses (entre seis y diez) al año. Se localiza entre los 600 m y los 4 100 m de altura. La vegetación se adapta a las condiciones climáticas; la flora presenta hojas o tallos carnosos que les permiten almacenar agua. Son comunes las especies que producen resinas y los árboles son de poca altura. Este tipo de bosques detienen la erosión y facilitan el drenaje de agua que proviene de ecosistemas alto andinos (Secretaría General de la CAN, 2009).

BOSQUE HÚMEDO

En el bosque húmedo se diferencian dos ecosistemas: los bosques de niebla y los bosques andinos estacionales. Los primeros se caracterizan por estar expuestos a corrientes de aire humedecido y nebuloso. Por ello y por las frecuentes lluvias que los bañan los bosques de niebla de los Andes poseen gran parte del agua dulce disponible en el planeta. Suelen aparecer entre los 1 500 m y 3 000 m de altitud.

El bosque andino estacional crece en zonas en las que el agua escasea de 3 a 5 meses al año, lo que define una marcada época seca y le da su carácter de estacional. Para adaptarse a estas condiciones, su vegetación pierde parcialmente las hojas durante aquellos meses. Se localiza entre los 600 m y 3 100 m de altitud, aproximadamente (Secretaría General de la CAN, 2009).

DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad poblacional es la relación que existe entre el número de habitantes de una división administrativa definida –por ejemplo municipio, cantón o distrito– y el área ocupada por ellos.

EXPOSICIÓN

Es la localización en el espacio de los bienes, la población, las áreas agrícolas y la industria, con respecto a una amenaza, de tal manera que pueden ser afectados en mayor o menor medida cuando la amenaza se manifieste.

En otras palabras, se refiere a las personas, los bienes, las áreas agrícolas y la industria directamente sujetos a una amenaza (Menoni, S, 2008, CEDERI, 1999).

EXPOSICIÓN ABSOLUTA

Se refiere al total de personas o elementos de infraestructura expuestos a un nivel de amenaza.

EXPOSICIÓN RELATIVA

Se refiere al porcentaje de personas o elementos expuestos a un nivel de amenaza respecto al total.

NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (NBI)

Es un indicador o medida de pobreza que permite cuantificar el número de hogares que presentan al menos uno de los cinco indicadores siguientes: (1) hogares que viven en viviendas con características físicas inadecuadas, (2) hogares en viviendas con servicios inadecuados, (3) hogares con alta dependencia económica, (4) hogares con niños en edad escolar que no asisten a la escuela y (5) hogares con hacinamiento crítico. Se denominan hogares con pobreza extrema aquellos con dos o más NBI (Secretaría General de la CAN, 2009, Documento SG 252).

PÁRAMO

Ecosistema de los Andes que aparece en forma discontinua, generalmente rodeado de bosques montanos, a manera de islas en las cimas de las montañas sobre los 3 mil metros de altitud. Se caracteriza por una vegetación adaptada a un clima extremo con variaciones diurnas de la temperatura, suelos volcánicos con altos contenidos de materia orgánica, alta capacidad de regulación hídrica y un elevado nivel de especies endémicas (Secretaría General de la CAN, 2009).

PUNA

En la región andina hay dos tipos de puna: húmeda y seca (xerofítica). La primera se caracteriza por paisaje de altura con una gran diversidad y alto grado de endemismo en gramíneas. Se encuentra entre los 2 000 m y 6 000 m de altitud, donde colinda con los nevados. Su humedad varía de acuerdo con la estación. La vegetación de la puna húmeda tiene un gran porcentaje de gramíneas, arbustos y cactáceos. La puna xerofítica, característica del altiplano que comparten Bolivia y Perú, posee un tipo de vegetación adaptada específicamente a ambientes y suelos secos. Se destaca la presencia de grandes salares e incluye las cumbres nevadas (Secretaría General de la CAN, 2009).

PRODUCTO INTERNO BRUTO -PIB

Es una medida de la producción total de un país. Mide el flujo de bienes y servicios producidos en una economía durante un determinado periodo. Puede medirse en unidades monetarias corrientes o constantes. La evaluación del PIB en moneda constante (a tipo de cambio de paridad de un año determinado) refleja la variación de la producción en términos de volumen físico (cantidades) (Secretaría General de la CAN, 2009, Glosario de términos).

RESILIENCIA

Resiliencia viene del verbo latino *resilio, resilier* (rebotar, saltar hacia atrás). No es palabra de la lengua española. En física expresa la capacidad de un resorte para volver a su estado original una vez cesa la fuerza que lo comprime o extiende. Ha sido adaptada a la gestión de riesgos y podría definirse como la capacidad del ambiente o de grupos y sistemas socioeconómicos de sobreponerse, recuperarse, después de ser afectados gravemente por circunstancias derivadas de emergencias o desastres.

RIESGO

Es la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos sobre el medio natural y humano dadas una condiciones de vulnerabilidad específicas para un escenario específico de la amenaza. Estrictamente, es el cálculo anticipado de pérdidas esperables (en vidas y bienes) por un fenómeno de origen natural, socionatural, antrópico o tecnológico, que actúa sobre el conjunto social y su infraestructura (OSSO para CLE, 1996).

RIESGO ACEPTABLE

Es una decisión sobre el nivel de pérdidas esperables que se asume como resultado de aceptar que ocurrirán pérdidas de vidas y bienes expuestos durante la manifestación física de un fenómeno natural o antrópico. En la toma de esta decisión para cada tipo de riesgo es óptimo que se balanceen los conocimientos disponibles sobre las amenazas (ubicación, gravedad y recurrencia) y los costos de medidas de mitigación (reducción de las vulnerabilidades) y preventivas. Las decisiones sobre el riesgo aceptable son producto de conjugar consideraciones y variables técnicas, económicas, sociales y políticas en el marco de un proyecto específico (OSSO para CLE, 1996).

SALAR

Los salares son extensiones de tierra salina formada por lechos marinos antiguos. El Gran Salar de Uyuni es el desierto de sal más grande del mundo. Cada año se extraen de él 25 000 toneladas de sal rica en minerales (litio) (Secretaría General de la CAN, 2009).

SUSCEPTIBILIDAD

En este Atlas se utiliza el término susceptibilidad para representar la cartografía de movimientos en masa, inundaciones, heladas y sequías. Se define como la mayor o la menor predisposición a que un fenómeno ocurra en determinado espacio geográfico. Soldano (2009) lo emplea referido a inundaciones. La susceptibilidad no considera recurrencia, es decir, cuándo o con qué frecuencia ocurre el fenómeno, ni su magnitud.

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Es el cambio en la magnitud de la población. Se determina por la diferencia entre nacimientos y muertes y la diferencia entre salidas y entradas de personas al país o región en un período (Secretaría General de la CAN, 2009, Glosario de términos).

VULNERABILIDAD

Es el grado de predisposición intrínseca de un elemento expuesto a ser afectado, de ser susceptible a sufrir un daño o de recuperarse posteriormente. La vulnerabilidad de la población o de un bien material depende de varios factores, entre los cuales pueden destacarse su grado de exposición a una amenaza; la calidad del diseño y la construcción de las viviendas y la infraestructura; el grado de incorporación en la cultura de los conocimientos que permita a los pobladores reconocer las amenazas a las cuales están expuestos; el grado de organización de la sociedad; la voluntad política de los dirigentes y de quienes toman decisiones (incluyendo las organizaciones comunitarias de base); la capacidad de los equipos de planificación para orientar el desarrollo físico, socioeconómico y cultural, teniendo en cuenta medidas de prevención y de mitigación de riesgos y las capacidades de las instituciones que prestan apoyo en las emergencias (Lavell, 2005).

YUNGAS

Se denomina yungas una faja alargada y angosta de los Andes, de pendientes extremas, dominada por pajonales y bosques montanos, que ocupa un rango altitudinal amplio, desde los 500 m hasta los 4 000 m. La vegetación es determinada por el choque de los vientos alisios, provenientes del Atlántico, contra la barrera que forman los Andes. Ello genera nubosidad y neblinas constantes que liberan cuantiosas precipitaciones durante gran parte del año. Como consecuencia de ello los ecosistemas y la vegetación de las yungas presentan una alta variedad y diversidad de aves, anfibios y flora (Secretaría General de la CAN, 2009).

SIGLAS

Proyecto de Cooperación UE- CAN Estadísticas, **ANDESTAD**
 Corporación Andina de Fomento, **CAF**
 Comunidad Andina, **CAN**
 Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, **CAPRADE**
 Código Ecuatoriano de la Construcción (Ecuador), **CEC**
 Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos (Colombia), **CEDERI**
 Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía, **CELADE**
 Comisión Económica para América Latina y el Caribe, **CEPAL**
 Centro Regional de Sismología para América del Sur, **CERESIS**
 Centro Internacional de Agricultura Tropical, **CIAT**
 Center for International Earth Science Information Network, **CIESIN**
 Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, **CIIFEN**
 Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo, **CMRRD**
 Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (Perú), **COES-SINAC**
 Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina, **CONDESAN**
 Consejo Nacional de Electricidad (Ecuador), **CONELEC**
 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Colombia), **DANE**
 Sistema de Inventarios de Desastres, **DESINVENTAR**
 Programa de preparación ante desastres de ECHO, **DIPECHO**
 Dirección para la Gestión de Riesgos de Colombia, **DGR**
 Dirección Nacional de Geología (Ecuador), **DINAGE**
 The International Emergency Disaster Database (Bélgica), **EMDAT**
 Expert Tsunami Database for the Pacific, **ETDB/PAC**
 Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario (Bolivia), **FUNDEPCO**
 La Red Geoespacial de América del Sur, **GEOSUR**
 Agencia de Cooperación Técnica Alemana, **GTZ**
 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia), **IDEAM**
 Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Andina, **IDECAN**
 Instituto Geofísico del Ecuador, **IG-EPN**
 Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia), **IGAC**
 Instituto Geográfico Militar (Bolivia), **IGM**
 Instituto Geográfico Militar (Ecuador), **IGM**
 Instituto Geográfico Nacional del Perú, **IGN**
 Instituto Geofísico del Perú, **IGP**
 Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana, **IIRSA**
 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, **INAMHI**
 Instituto Nacional de Defensa Civil (Perú), **INDECI**
 Instituto Nacional de Estadística (Bolivia), **INE**
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (Ecuador), **INEC**
 Instituto Nacional de Estadística e Informática (Perú), **INEI**
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Perú), **INGEMMET**
 Instituto Colombiano de Geología y Minería (Colombia), **INGEOMINAS**
 Incorporated Research Institutions for Seismology, **IRIS**
 Intermediate Technology Development Group, **ITDG**
 Mercado Común del Sur, **MERCOSUR**
 Norma Boliviana de Diseño Sísmico, **NBDS**
 Oficina de Planificación de la Presidencia de la República (Ecuador), **ODEPLAN**
 Organización Latinoamericana de Energía, **OLADE**
 Observatorio San Calixto (Bolivia), **OSC**
 Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente, **OSSO**
 Organización Panamericana de la Salud, **OPS**
 Oxford Committee for Famine Relief Gran Bretaña (Bolivia), **OXFAM GB**
 Presidencia del Consejo de Ministros (Perú), **PCM**
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, **PMA:GCA**
 Proyecto Apoyo a la Prevención y Atención de Desastres, **PREDECAN**
 Centro de Estudios de Prevención de Desastres (Perú), **PREDES**
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia, **SENAMHI**
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú, **SENAMHI**
 Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Ecuador), **SENPLADES**
 Servicio Geológico y Técnico Minero (Bolivia), **SERGEOTECMIN**
 Sistema Andino para la Prevención y Atención de Desastres, **SIAPAD**
 Secretaría Técnica para la Gestión de Riesgos de Ecuador, **STGR**
 Terminal Aeroportuaria de Guayaquil S.A. (Ecuador), **TAGSA**
 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, **UICN**
 United Nations Environment Program, **UNEP**
 Unidad de Planeación Minero Energética (Colombia), **UPME**

¿EN DÓNDE PREGUNTAR?

BOLIVIA

📍 **Viceministerio de Defensa Civil**

Plaza Abaroa esquina 20 de Octubre, Edificio Ministerio de Defensa, La Paz
Teléfonos: (591-2) 2 610 422, 2 430 770
Fax: (591-2) 2 431 844
Correo: videcicodi@mindef.gov.bo
<http://www.defensacivil.gov.bo>

📍 **Ministerio de Relaciones Exteriores**

Plaza Murillo - c. Ingavi esq. c. Junín, La Paz
Teléfonos: (591-2) 2 408 900, 2 409 114, 2 408 397
Fax: (591-2) 2 408 642, 2 408 905
<http://www.rree.gov.bo>

📍 **Ministerio de Planificación del Desarrollo**

Esquina Oruro, Ex Edificio Comibol, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 116 000
Fax: (591-2) 2 312 522, 2 312 641
Correo: sistemas@planificacion.gov.bo
<http://www.planificacion.gov.bo>

📍 **Instituto Nacional de Estadísticas, INE**

Calle Carrasco 1391, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 222 333
Fax: (591-2) 2 222 885
Correo: ceninf@ine.gov.bo
<http://www.ine.gov.bo/>

📍 **Instituto Geográfico Militar, IGM**

Avenida Siniergues E4-676 y Gral. T Paz y Miño, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 220 513, 2 149 055
Fax: (591-2) 2 228 329
<http://www.igmbolivia.gov.bo>

📍 **Observatorio San Calixto, SAN CALIXTO**

Calle Indaburo 944 Zona Norte, Casilla 12656, La Paz.
Teléfono: (591-2) 2 406 222
Fax: (591-2) 2 116 723
Correo: oscdrake@entelnet.bo
<http://www.observatoriosancalixto.org>

📍 **Servicio Geológico y Técnico Minero, SERGEOTECMIN**

Calle Federico Zuazo No. 1673 esq. Reyes Ortiz Zona Central, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 311 373
Fax: (591-2) 2 335 098
Correo: sergeotecmin@sergeomin.gov.bo
<http://www.sergeomin.gov.bo>

📍 **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI**

Calle Reyes Ortiz No. 41 Segundo Piso, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 355 824, 2 361 329
Fax: (591-2) 2 392 413
<http://www.senamhi.gov.bo>

📍 **Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario, FUNDEPCO**

Calle S4 N° 225, Sector C, La Paz
Teléfono: (591-2) 2 771 137, 2 776 644
Fax: (591-2) 2 771 137
Correo: fundepco@fundepco.org
<http://www.fundepco.org>

¿EN DÓNDE
PREGUNTAR?

COLOMBIA

Departamento Nacional de Planeación, DNP

Calle 26 N° 13 – 19, Edificio Fonade, Bogotá
Teléfono: (57-1) 3 815 000, Línea Gratuita: 01 8 000 121 221
Correo: webmaster@dnp.gov.co
<http://www.dnp.gov.co>

Dirección General de Defensa Civil

Calle 52 N° 14-67 – Bogotá
Teléfono: (57-1) 6 400 090 Ext. 128,159
Fax: (57-1) 6 916 870, Línea Gratuita: 144
Correo: contactenos@defensacivil.gov.co
<http://www.defensacivil.gov.co>

Ministerio de Relaciones Exteriores

Carrera 5 N° 9 – 03 Bogotá
Teléfono: (57-1) 5 662 008
Fax: (57-1) 5 625 939
Correo: cancilleria@minrext.gov.co
<http://www.cancilleria.gov.co>

Dirección de Gestión del Riesgo, DGR

Calle 13 N° 32-69, Edif. Laboratorio Piso 4, Bogotá
Teléfono: (57-1) 3 751 078
Fax: (57-1) 3 751 077
Correo: informacionpub@dgp.gov.co
<http://www.sigpad.gov.co>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE

Carrera 59 N° 26-70, Interior I CAN, Bogotá
Teléfono: (57-1) 5 978 300
Fax: (57-1) 5 978 399
Correo: dane@dane.gov.co
<http://www.dane.gov.co>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC

Carrera 30 N° 48-51, Bogotá
Teléfono: (57-1) 3 694 000, 3 694 100
Fax: (57-1) 3 694 010
Correo: cig@igac.gov.co
<http://www.igac.gov.co>

Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS

Diagonal 53 No. 34-53, Bogotá
Teléfono: (57-1) 2 200 200, 2 200 100, 2 221 811
Fax: (57-1) 2 200 092
<http://www.ingeoimas.gov.co>

Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente, OSSO

Carrera 101 # 14-154, Cali
Teléfono: (57-2) 3 393 223
Fax: (57-2) 6 827 662
Correo: osso@osso.org.co
<http://www.osso.org.co>



ECUADOR

📍 **Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, STGR**

Avenida Amazonas y Villalengua esq, piso 1, Quito
Teléfonos: (593-2) 2 245 031, 2 258 965
Fax: (593-2) 2 439 918
Correo: información@stgestionriesgos.gov.ec
<http://www.stgestionriesgos.gov.ec>

📍 **Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración**

Carrión E1-76 y Av. 10 de Agosto
Teléfono: (593-2) 2 993 200
Fax: (593-2) 2 232 043
Coreo: webmast@mnrree.gov.ec
<http://www.mnrree.gov.ec>

📍 **Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES**

Avenida Juan León Mera 130 y Patria. Ed. CFN.
Teléfono: (593-2) 3 978 900
Fax: (593-2) 3 978 900, ext. 28-09
Correo: senplades@senplades.gov.ec
<http://www.senplades.gov.ec>

📍 **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC**

Juan Larrea N15-36 y José Riofrío, Quito
Teléfono: (59-3) 2 544 326, 2 529 858
Fax: (59-3) 2 509 836
Correo: planta_central@inec.gov.ec
<http://www.inec.gov.ec>

📍 **Instituto Geográfico Militar, IGM**

Avenida Pagador # 6417 esq. Aldana, Quito
Teléfono: (593-2) 3 975 100
Fax: (593-2) 3 975 194
<http://www.igm.gov.ec>

📍 **Instituto Geofísico del Ecuador, IG-EPN**

Ladrón de Guevara E11-253, Apartado 2759, Quito
Teléfono: (593-2) 2 225 655
Fax: (593-2) 2 567 847
Correo: geofisico@igepn.edu.ec
<http://www.igepn.edu.ec>

📍 **Ministerio de Minas y Petróleos**

Avenida Orellana N26-220 y Juan León Mera (Esquina)
Teléfono: (593-2) 2 550 018
Fax: (593-2) 2 977 000
<http://www.minasypetroleos.gov.ec>

📍 **Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI**

Iñaquito N36-14 y Corea, Quito
Teléfono: (593-2) 3 971 100
Fax: (593-2) 2 241 874
<http://www.inamhi.gov.ec>

PERÚ

Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI

Calle Ricardo Angulo Ramírez N° 694, Urb. Córpac, Lima
 Teléfono: (51-1) 2 259 898
 Fax: (51-1) 2 243 460
 Correo: defensacivil@indecigob.pe
<http://www.indecigob.pe>

Presidencia del Consejo de Ministros, PCM

Calle Manco Cápac 879, Miraflores, Lima
 Teléfono: (51-1) 7 168 600
 Fax: (51-1) 2 422 551
 Correo: webmaster@pcm.gob.pe, prensa@pcm.gob.pe
<http://www.pcm.gob.pe>

Ministerio de Relaciones Exteriores

Jr. Lampa 545, Lima, Lima
 Teléfono: (51-1) 3 112 548, 3 112 549
 Fax: (51-1) 3 112 506
<http://www.rree.gob.pe>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI

Avenida Gral. Garzón 654 - 658, Jesús María, Lima
 Teléfono: (51-1) 2 032 640
 Fax: (51-1) 4 311 340
 Correo: infoinei@inei.gob.pe
<http://www.inei.gob.pe>

Instituto Geográfico Nacional, IGN

Avenida Aramburú 1198 Surquillo, Lima
 Teléfono: (51-1) 4 753 030
 Fax: (51-1) 4 753 075
 Correo: web@geo.igp.gob.pe
<http://www.ign.gob.pe>

Instituto Geofísico del Perú, IGP

Calle Badajoz # 169, Mayorazgo IV Etapa, La Molina, Ate Vitarte, Lima
 Teléfono: (51-1) 3 172 300
 Fax: (51-1) 3 172 327
 Correo: web@geo.igp.gob.pe
<http://www.igp.gob.pe>

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, INGEMMET

Avenida Canadá 1470, San Borja, Lima
 Teléfono: (51-1) 6 189 800
 Fax: (51-1) 2 254 540
 Correo: informacion@ingemmet.gob.pe
<http://www.ingemmet.gob.pe>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología –SENAMHI

Jr. Cahuide 785, Jesús María, Lima
 Teléfono: (511) 614-1414
 Fax: (511) 471-7287
 Correo: webmaster@senamhi.gob.pe
<http://www.senamhi.gob.pe>

Centro de Estudios y Prevención de Desastres, PREDES

Calle Martín de Porres 159 - 161 - San Isidro, Lima
 Teléfono: (51-1) 2 210 251, 4 423 410
 Fax: (51-1) 2 220 762
 Correo: postmast@predes.org.pe
<http://www.predes.org.pe>



INICIATIVAS INTERNACIONALES

📍 **Centro Regional de Sismología para América de Sur, CERESIS**

Fray Luis de León 921, San Borja, Lima, Perú

Teléfono: (51-1) 2 256 283

Fax: (51-1) 2 245 144

Correo: giescere@ceresis.org

<http://www.ceresis.org>

📍 **Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, CIIFEN**

Escobedo N. 1204 y 9 de Octubre, Guayaquil, Ecuador

Teléfono: (593-4) 2 514 770

Fax: (593-4) 2 514 771

Correo: info-ciifen@ciifen-int.org

<http://www.ciifen-int.org>

📍 **Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL**

Av. Dag Hammarskjöld 3477 Vitacura, Santiago de Chile, Chile

Teléfono: (56-2) 4 712 000, 2 085 051

Fax: (56-2) 2 080 252

Correo: secretario.ejecutivo@cepal.org

<http://www.cepal.org>

📍 **Corporación Andina de Fomento, CAF**

Avenida Luis Roche, Edificio Torre Central-Altamira, Caracas, Venezuela

Teléfono: (58-212) 2 092 111

Fax: (58-212) 2 092 444

Correo: infocaf@caf.com

<http://www.caf.com>

📍 **Proyecto Multinacional Andino – Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA:GCA**

101-605 Robson Street, Vancouver. B.C. Canadá V6B 5J3

Teléfono: (1-604) 6 660 181

Fax: (1-604) 6 667 507

<http://www.pma-map.com>

📍 **Secretaría General de la Comunidad Andina**

Avenida Aramburu, Cuadra 4, Esquina con Paseo de la República, Lima, Perú

Teléfono: (51-1) 4 111 400

Fax: (51-1) 2 213 329

Correo: contacto@comunidadandina.org

<http://www.comunidadandina.org>

PUBLICACIONES Y HERRAMIENTAS DEL CAPRADE

Eje Temático 1: Fortalecimiento de las capacidades institucionales a todo nivel

- La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos
- La Gestión Financiera del Riesgo de Desastres. Instrumentos Financieros de Retención y Transferencia para la Comunidad Andina
- Agendas Estratégicas para el Fortalecimiento de la Gestión del Riesgo en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Eje Temático 2: Fomento de la investigación y el conocimiento

- Portales Web del Sistema de Información Andino para la Prevención y Atención de Desastres –SIAPAD:
 - GEORiesgo
 - Red BiVapad
 - DesInventar
- Sistemas de Información para la Gestión del Riesgo en la Comunidad Andina: Realidades y propuestas
- Atlas de las dinámicas del territorio andino: población y bienes expuestos a amenazas naturales

Eje Temático 3: Promoción de la educación, la comunicación y la participación

- Periodismo Público en la Gestión del Riesgo
- Serie de documentales sonoros: Con el riesgo ni de riesgo – Voces de la Comunidad Andina sobre la Gestión del Riesgo
- Periodismo y Comunicación para la Gestión del Riesgo en la Subregión Andina: Discursos periodísticos y perspectivas desde la comunicación para el cambio social
- Lineamientos para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en el Sistema Educativo Plurinacional Boliviano
- Lineamientos para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en la Educación Básica del Sistema Educativo Ecuatoriano
- Lineamientos para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en la Educación Básica Regular del Sistema Educativo Peruano
- Módulo: Educación para la Gestión del Riesgo de Desastre. Herramientas conceptuales y metodológicas para su incorporación en la currícula
- Módulos Autoinstructivos en Gestión del Riesgo de Desastres

Eje Temático 4: Reducción de los factores de riesgo subyacentes

- Serie: Experiencias significativas de desarrollo local frente a los riesgos de desastres
- Incorporación del Análisis del Riesgo en los procesos de planificación e inversión pública en América Latina y el Caribe (en cooperación con GTZ)
- Incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación y Gestión Territorial: Guía técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos
- Incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación del Desarrollo: Lineamientos generales para la formulación de planes a nivel local
- Articulando la Gestión del Riesgo y la Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario: Lineamientos generales para la planificación y gestión sectorial
- Incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres en la Inversión Pública: Lineamientos y estrategias para la formulación y evaluación de proyectos

Eje Temático 5: Fortalecimiento de sistemas y mecanismos de preparación, atención y de asistencia mutua en caso de desastre

- Plan Subregional Andino para la prevención y respuesta a emergencias por productos químicos peligrosos y materiales radiactivos (en colaboración con OPS)
- Guía de operación para asistencia mutua frente a desastres en los países andinos (con el apoyo de OPS y FCIR)







UNIÓN
EUROPEA



predecan

Apoyo a la
Prevención de Desastres
en la Comunidad Andina

COMUNIDAD
ANDINA

