



# 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](http://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 Vilchez

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

# SERVICIOS NACIONALES

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

**E**n 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](http://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](http://www.comunidadandina.org)  
[www.caprade.org](http://www.caprade.org)

**Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres -CAPRADE**

## RECONOCIMIENTOS

**E**l 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.		<b>2. CONTEXTO SUBREGIONAL</b>
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>
		<b>3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA</b>
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>
		<b>4. POR ENCIMA DE LA TIERRA</b>
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>
		<b>5. A MANERA DE BALANCE</b>
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.	 <b>1. ENFOQUE Y METODOLOGÍA</b>
25	1.1 <i>Matriz de exposición: cruce de variables socioeconómicas y amenazas</i>
	 <b>2. CONTEXTO SUBREGIONAL</b>
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>
	 <b>3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA</b>
75	3.1 <i>Kilómetros de vías expuestos a amenaza sísmica según tipo de eje</i>
	 <b>4. POR ENCIMA DE LA TIERRA</b>
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.	 <b>2. CONTEXTO SUBREGIONAL</b>
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>
	 <b>3. DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA</b>
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>
	 <b>4. POR ENCIMA DE LA TIERRA</b>
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>