



Perú

Ministerio  
del Ambiente



MEMORIA DESCRIPTIVA DEL

# MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ

Herramienta para la Gestión del Riesgo

**Ministerio del Ambiente**  
**Viceministerio de Gestión Estratégica de Recursos Naturales**  
**Dirección General de Ordenamiento Territorial**  
**Equipo Técnico de Vulnerabilidad**

**Memoria descriptiva del Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú**

© Ministerio del Ambiente – MINAM, 2011.  
Av. Javier Prado Oeste 1440, San Isidro, Lima 27, Peru  
Teléfono (511) 611-6000  
Correo electrónico: [webmaster@minam.gob.pe](mailto:webmaster@minam.gob.pe)  
Pagina Web: [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)  
Perú, 2011

**Primera Edición 2011**

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional  
del Perú N° 2011-09539  
2011  
Impreso en el Perú  
Tiraje: 1000 unidades.

**Diagramación e Impresión:**

Askha E.I.R.L.

# Índice



<b>PRESENTACIÓN</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>CAPÍTULO I – GENERALIDADES</b>	
I.1 Marco Conceptual.....	8
I.2 Marco Normativo .....	9
<b>CAPÍTULO II – ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	
<b>2.1 RECOPIACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE VARIABLES TEMÁTICAS</b> .....	14
2.1.1 Información Cartográfica Temática .....	14
2.1.2 Información Satelital.....	16
<b>2.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES NATURALES DEL TERRITORIO</b> .....	16
2.2.1 Acondicionamiento de Información Cartográfica.....	16
2.2.2 Diseño de la Base de Datos .....	18
2.2.3 Proceso de Integración Cartográfica de Variables Temáticas.....	19
2.2.4 Categorías de Susceptibilidad Física.....	28
<b>2.3 ANÁLISIS DE LOS PELIGROS MÚLTIPLES</b> .....	31
2.3.1 Sismos.....	32
2.3.2 Vulcanismos.....	33
2.3.3 Peligros de Origen Geológico.....	37
2.3.4 Heladas.....	39
2.3.5 Sequías .....	41
<b>2.4 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS</b> .....	42
<b>CAPÍTULO III - VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ</b>	
<b>3.1 VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS CENTROS POBLADOS</b> .....	48
3.1.1 Vulnerabilidad Física de Centros Poblados ante Peligros Múltiples.....	48
3.1.2 Vulnerabilidad Física de Centros Poblados ante Heladas.....	52
3.1.3 Vulnerabilidad Física de Centros Poblados ante Sequías.....	54
<b>3.2 VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL</b> .....	56
<b>CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>4.1 CONCLUSIONES</b> .....	62
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b> .....	63
<b>GLOSARIO</b> .....	64
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	66



# Presentación



El Perú está asentado sobre un extenso y heterogéneo territorio que tiene como columna vertebral a la cordillera de los andes, que genera una alta diversidad geográfica, biológica y cultural. Así mismo, por su ubicación geográfica que aunada a las características geológicas naturales han determinado ser considerado como el tercer país más vulnerable del mundo, después de Honduras y Bangladesh.

El MINAM teniendo en cuenta estas características y como Autoridad Nacional en ordenamiento territorial, que tiene la responsabilidad de establecer la política, los criterios, las herramientas y los procedimientos de carácter general, ha elaborado el Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú con el objetivo de brindar información de calidad, oportuna y pertinente, que permita tomar acciones de prevención a nivel nacional, regional y local, y contribuir a la reducción de desastres.

Este Mapa de Vulnerabilidad Física requirió un año de trabajo técnico científico y la utilización de tecnologías de Sistema de Información Geográfica – GIS, Teledetección Satelital e información actualizada de los órganos adscritos al MINAM: Instituto Geofísico del Perú – IGP, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas - SERNANP, Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana - IIAP e instituciones externas como el Instituto Geográfico Nacional - IGN, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

Los resultados del presente **MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA**, en donde nos alerta que el 46% del territorio nacional se encuentra en condiciones de vulnerabilidad Alta a Muy Alta y que además, el 36.2% de la población nacional (9 779,370 habitantes aprox.) ocupan y usan este espacio territorial, constituye una información sumamente valiosa y de llamada de atención a las nuevas autoridades regionales y locales para implementar políticas públicas que se orienten hacia la Gestión Social del Riesgo ante Desastres.

Esta herramienta de gestión ayudará a prevenir y corregir la localización de los asentamientos humanos, de la infraestructura económica y social, las actividades productivas, y de los servicios básicos en zonas de riesgos, constituyéndose en un instrumento fundamental para la determinación del riesgo de una determinada comunidad.



# Introducción



La ocurrencia de fenómenos naturales como son las inundaciones, los deslizamientos, los terremotos y las erupciones volcánicas, entre otros, por sí solos, representan fenómenos naturales si se desarrollan como parte de los ciclos geológicos y meteorológicos de la naturaleza; sin embargo, las intervenciones humanas en los ecosistemas naturales han provocado desórdenes a escala global que han incrementado nuestra vulnerabilidad a los desastres.

La magnitud y frecuencia de los desastres están determinadas por la ubicación geográfica y características geológicas que presenta el territorio nacional, el cual se ha incrementado en las últimas décadas, debido a las condiciones de pobreza en las que aun vive la población, como es el caso ocurrido en nuestro país es el terremoto del 15 de agosto del año 2007, que afectó a los departamentos de Ica y Lima.

En estos departamentos los desastres provocaron pérdidas de vidas humanas y daños económicos considerables. Se estima que entre el 50 y 75% de las pérdidas económicas causadas, se debieron a una mala gestión del riesgo, al mal diseño y ubicación de viviendas, vías, puentes e industrias; así como el desarrollo de determinadas actividades económicas en zonas altamente vulnerables; así mismo en febrero del 2010 el departamento del Cusco, se vio afectada por la ocurrencia de altas precipitaciones pluviales que han afectado la zona del valle del Urubamba con la destrucción de infraestructura turística.

En consecuencia la vulnerabilidad es una condición que resulta de la interacción de un conjunto de factores que se relacionan entre sí de manera compleja. Entre estos factores destacan: la ausencia de un ordenamiento y gestión del territorio, la falta de planificación con enfoque de cuenca hidrográfica, la ausencia de políticas de largo plazo, la debilidad institucional, la intensificación del uso de la tierra, el aprovechamiento descontrolado de los recursos naturales, el incremento acelerado de la población y la presencia de condiciones socioeconómicas desfavorables.

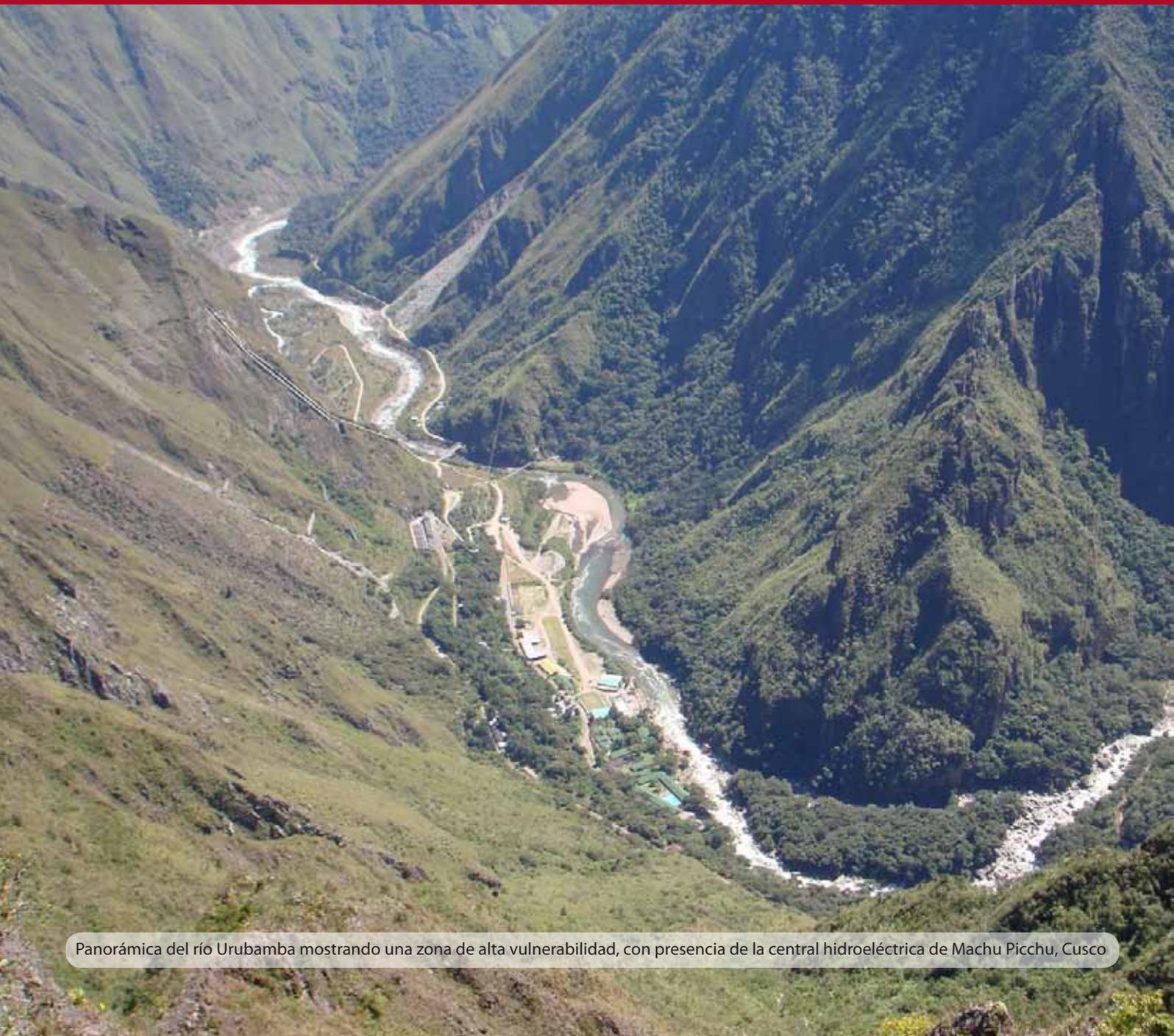
En este sentido, el Ministerio del Ambiente con la finalidad de contribuir a la reducción de desastres a través de la planificación territorial, prioriza la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Física, para lo cual elabora una metodología donde se evalúa las condiciones naturales del territorio, los peligros múltiples, y los elementos expuestos, a través de métodos estadísticos e información cartográfica.

El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú será una herramienta preventiva para la adecuada gestión de riesgos y ejecutar medidas de adaptación destinadas a reducir la vulnerabilidad en el país. Los decisores políticos podrán contar con un instrumento técnico-científico que contribuya a disminuir las pérdidas de vidas humanas y económicas en sus respectivos ámbitos jurisdiccionales.

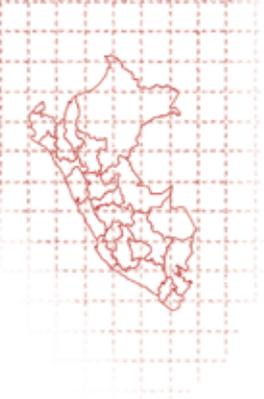


# Capítulo I: GENERALIDADES

MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ



Panorámica del río Urubamba mostrando una zona de alta vulnerabilidad, con presencia de la central hidroeléctrica de Machu Picchu, Cusco



## 1.1. MARCO CONCEPTUAL

En concepto de peligro se refiere a un factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto, que se puede expresar como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición determinado. La vulnerabilidad se entiende, como un factor de riesgo interno que está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza peligro.<sup>2</sup>

De esta manera, el riesgo corresponde al potencial de pérdidas que puede ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la interacción del peligro y la vulnerabilidad. Así, el riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales y ambientales en un cierto sitio y durante un cierto periodo de tiempo.

Lo que nos indica que no existe peligro y vulnerabilidad aislados, pues son situaciones mutuamente condicionantes, que se definen en forma conceptual independiente para efectos metodológicos y para una mejor comprensión del riesgo. En muchos casos no es posible intervenir sobre el peligro para reducir el riesgo, la alternativa es modificar las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Razón por el cual con mucha frecuencia en la literatura técnica se hace énfasis en el estudio de la vulnerabilidad y en la necesidad de reducirla mediante medidas de prevención y mitigación, sin embargo lo que realmente se intenta de esta manera es la reducción del riesgo.

En este contexto, para elaborar el Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú, se ha tomado en cuenta los conceptos acordados y uniformizados a nivel nacional e internacional.

- a. **Desastre.-** Es la interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por la activación de un peligro de origen natural o antrópico, ocasionando pérdidas económicas, de vidas humanas, de infraestructura, entre otros.
- b. **Peligro/Amenaza.-** Es la probabilidad de

ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el ambiente. Cabe anotar que en otros países se utiliza el término de amenaza, para referirse al mismo concepto.

- c. **Vulnerabilidad.-** La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales.
- d. **Susceptibilidad Física.-** Referida a la mayor o menor predisposición que un espacio geográfico sea modificado por eventos naturales
- e. **Riesgo.-** Es la estimación probable de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico. Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el elemento y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la.  
 $R = P \times V$
- f. **Elementos Expuestos.-** Se define como el contexto social, material y ambiental representado por las personas, los recursos naturales, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.
- g. **Vulnerabilidad Física.-** Relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

<sup>1</sup> "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo". Omar Darío Cardona. Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. 2,003.

## 1.2 MARCO NORMATIVO



Entre las principales normas legales vinculadas a esta temática y al mapa de vulnerabilidad física, el MINAM se enmarca en los siguientes:

- Decreto Legislativo N° 1013 - Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente-MINAM, establece, es la Autoridad Nacional Ambiental, que tiene entre unas de sus funciones rectoras y específicas: formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional del ambiente aplicable a todos los niveles de gobierno, así como, “establecer la política, los criterios, las herramientas y los procedimientos de carácter general para el ordenamiento territorial nacional, en coordinación con las entidades correspondientes y conducir su proceso”.
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, en sus artículos 20° al 23° referidos a promover el desarrollo sostenible, a través de la planificación territorial, se establecen objetivos y principios integradores, con la finalidad de complementar la planificación económica, social y ambiental con la dimensión territorial, a fin de orientar el uso y ocupación del territorio, basados sobre sus potencialidades y limitaciones.
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, aprueba la Política Nacional del Ambiente, que entre uno de sus objetivos es promover el uso y ocupación del territorio nacional, mediante la zonificación ecológica económica (ZEE). Esta Política establece 04 lineamientos, y uno de estos está orientado a incorporar en los procesos de ordenamiento territorial el análisis del riesgo natural y antrópico, así como medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, e impulsar los mecanismos para prevenir el asentamiento de poblaciones y el desarrollo de actividades socioeconómicas en zonas con alto potencial de riesgos ante peligros naturales y antrópicos.

- DS N°087-2004-PCM, que aprueba el Reglamento de la Zonificación Ecológica Económica, establece que el MINAM es la Autoridad Ambiental Nacional que dirige los procesos de la gestión de la ZEE a nivel nacional, y en el artículo 8 inc. d) indica: “*vulnerabilidad, orientado a determinar UEE que presentan alto riesgo por estar expuestas a la erosión, inundación, deslizamientos, huaycos y otros procesos que afectan o hacen vulnerables al territorio y a sus poblaciones, así como los derivados de la existencia de las fallas geológicas*”.
- Resolución Ministerial N° 026-2010/MINAM, aprueba los “Lineamientos de Política de Ordenamiento Territorial”, donde en el Objetivo 3, indica “Prevenir y corregir la localización de los asentamientos humanos, de la infraestructura económica y social, de las actividades productivas, y de los servicios básicos en zonas de riesgos (identificando las condiciones de vulnerabilidad)”

Asimismo, por la importancia y la relación con el Mapa de Vulnerabilidad Física se mencionan las normas legales:

- Ley N° 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) del 25 Mayo 2011, se constituye como un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos.
- Decreto Supremo N° 001-A-2004-DE/SG, aprueba el Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres (establece que los peligros naturales e inducidos por el hombre, la contaminación del medio ambiente, representan una creciente amenaza a los esfuerzos orientados a lograr el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza).



# Capítulo II: ASPECTOS METODOLÓGICOS

MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ



Carretera Tarapoto - Moyobamba, río Gera - 2009



Para el proceso de la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú se diseñó una metodología que comprenden 05 etapas esquematizadas en el Gráfico N° 01.

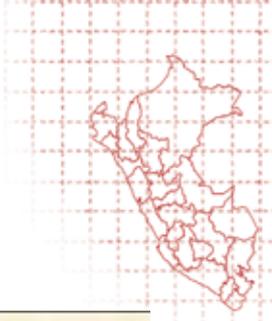
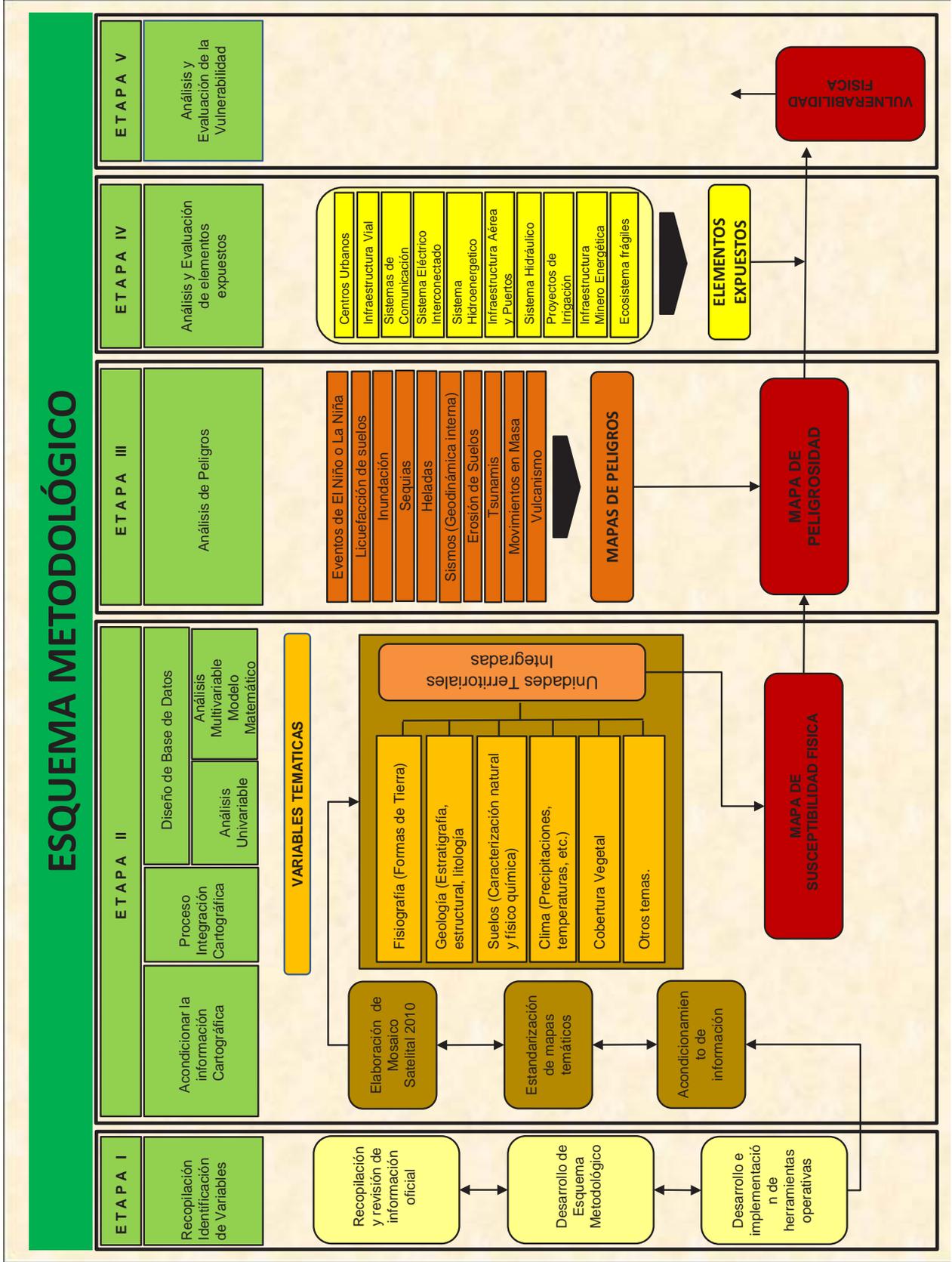
- Etapa I, corresponde a la recopilación, revisión de información cartográfica y temática oficial, elaboración de la metodología a seguir, desarrollo e implementación de herramientas operativas: sistemas de información geográfica y herramientas de tele-detección, entre otras.
- Etapa II, comprende al acondicionamiento de información cartográfica-mapa base y mapas temáticos-la estandarización y elaboración del mosaico de imágenes satelitales, el diseño de la base de datos, el proceso de integración cartográfica a través de un análisis univariable y multivariable para la aplicación del modelo matemático.
- Etapa III, está relacionada con el inventario y evaluación de los peligros. Las instituciones generadoras de información oficial como el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico

del Perú (IGP), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), fueron las fuentes principales de datos. En esta etapa se realiza el cruce del mapa de Susceptibilidad Física (desarrollado en la etapa anterior) con los mapas de peligros.

- Etapa IV corresponde al análisis y evaluación de los sistemas construidos y de las ocupaciones poblacionales. Es decir, se tienen una matriz de datos de centros poblados, de infraestructura vial, infraestructura energética, espacios agrícolas, puertos, etc., a las cuales se les ha denominado elementos expuestos.
- Etapa V, involucra el análisis y evaluación de la vulnerabilidad física y de los aspectos sociales económicos. La evaluación de los elementos expuestos con el mapa de Peligrosidad da como resultado el Mapa de Vulnerabilidad Física.

Es importante mencionar que durante el desarrollo de estas etapas, la inexistencia, inaccesibilidad y falta de fiabilidad de información temática, retrasó los resultados para la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Física.

Gráfico N° 01: Esquema metodológico para la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Física



## 2.1 RECOPIACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE VARIABLES TEMÁTICAS

La base cartográfica para elaborar el Mapa de Vulnerabilidad Física fue proporcionado por el **Instituto Geográfico Nacional**, ente rector de la cartografía nacional (Mapa N° 01). Esta base, corresponde a las Cartas Nacionales 1:100,000, que cubren el territorio peruano (504 hojas de la carta nacional) las cuales han sido actualizadas al año 2008. Sobre esta base cartográfica se acondicionó las cartografías temáticas que se describen párrafos abajo.

### 2.1.1 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA TEMÁTICA

#### • Órganos Adscritos al Ministerio del Ambiente

##### ➤ Instituto Geofísico del Perú – IGP

Entidad que tiene como función estudiar todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra, entre ellas esta Sismología, Vulcanología y el Estudio de El Niño, por lo que facilitó la cartografía temática en digital del Mapa de Eventos Sísmicos.

##### ➤ Instituto de Investigaciones de la Amazonia – IIAP

Institución encargado de contribuir con soluciones al desarrollo sostenible y a la competitividad de la Amazonía Peruana, generando modelos de desarrollo económico, basados en la incorporación de conocimiento innovador de la biodiversidad amazónica con criterios de sostenibilidad, competitividad y equidad, para lo cual desarrolla y difunde información relevante. Con la finalidad de contribuir a la elaboración de este Mapa de Vulnerabilidad Física nos facilitó información cartográfica y temática de los procesos de zonificación ecológica económica desarrollados en la Amazonia

##### ➤ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Esta institución conduce las actividades meteorológicas, hidrológicas, agro me-

teorológicas y ambientales del país. Una de estas es la generar información climática para la toma de decisiones, variables temáticas indispensable para elaborar el Mapa de Vulnerabilidad. La información cartográfica digital facilitada para este propósito fueron los siguientes: Mapa Climático del Perú, Mapa de Temperaturas (máximas y mínimas anual y multianual), Mapa de Precipitaciones (multianuales), Mapa de Precipitación (acumulada en El Niño y La Niña), Mapa de Red de Estaciones Meteorológicas y Mapa de Heladas.

##### ➤ Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP

Institución encargado de dirigir y establecer los criterios técnicos y administrativos para la conservación de las Áreas Naturales Protegidas – ANP, y de cautelar el mantenimiento de la diversidad biológica, en este marco nos facilitó información cartográfica en formato digital del Mapa de Áreas Naturales Protegidas.

#### • Ministerio de Agricultura - Dirección General de Asuntos Ambientales (ex-INRENA)

Este Ministerio nos facilitó la información temática y cartográfica en formato digital de los siguientes mapas (1:250000): Geológico, Vegetación, Zonas de Vida y Geformas.

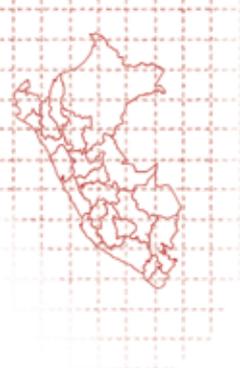
#### • Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Institución oficial sobre información de la infraestructura vial, por lo que la información cartográfica recopilada en formato digital es la siguiente: Mapa de Vías de Comunicación Terrestre (según estado: Asfaltado, Afirmado, Trocha, en proyecto).

#### • Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú - INGEMMET

Órgano Adscrito al Ministerio de Energía y Minas, nos brindo la información cartográfica y temática en formato digital siguien-





te: Mapa de Peligros Geológicos (eventos históricos de remoción en masa) y Mapa de Concesiones Mineras.

- **Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI**

El INEI es un órgano rector del sistema estadístico nacional, por ello la información cartográfica y temática es de carácter nacional, y corresponden a: Mapa de Límites Departamentales, Mapa de Límites de Provincias, Mapa de Límites de Distritos, Mapa de Centros Poblados (CCPP mayores a 23 habitantes).

- **Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI**

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), es el organismo central, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil, nos brindó el Atlas de Peligros.

lizaron utilizando los software Envi y ArcGis.

En algunos casos fue necesario realizar la corrección vertical de las imágenes, usando el modelo de elevación digital proveído por la misión SRTM del Servicio Geológico de EEUU (USGS), lo que permitió verificar los empalmes entre imágenes y los ajustes pertinentes. De la misma forma se procedió con el balance de color de manera automática mediante el software ErMapper v7.

Asimismo, para el almacenamiento, procesamiento y reporte de la información vectorial y satelital se requirió de los programas especializados Arcgis y ERDAS, capaces de soportar diferentes tipos de datos, así como una gran cantidad de información de escala nacional.

Como resultado de todo este proceso se tiene 69 imágenes satelitales con una resolución de 30 metros, compuesto por 6 bandas espectrales (Bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7) corregidas geométricamente, según la cartografía oficial del Perú, disponibles en mosaicos o por escenas para su distribución o reprocesamiento para cualquier tipo de aplicación. Mapa N° 02

## 2.1.2 INFORMACIÓN SATELITAL

Se elaboró un mosaico de imágenes Landsat 5 sensor TM, con resolución espacial de 30 metros. Para este propósito se descargaron 69 imágenes del portal EarthExplorer de los años 2008, 2009 y 2010, y su procesamiento se rea-

## 2.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES NATURALES DEL TERRITORIO

En esta etapa se da inicio al análisis y evaluación de la información temática y cartográfica recopilada, con la finalidad de asegurar la consistencia y coherencia lógica de los mapas temáticos, por ejemplo, el mapa de suelos (variable suelos) está directamente relacionado con el de geformas, tanto en el modo conceptual, así como, en mantener una coherencia geométrica y tabular. Comprende el acondicionamiento cartográfico (mapas temáticos denominados también variables temáticas), diseño de base de datos y el proceso de integración cartográfica y temática.

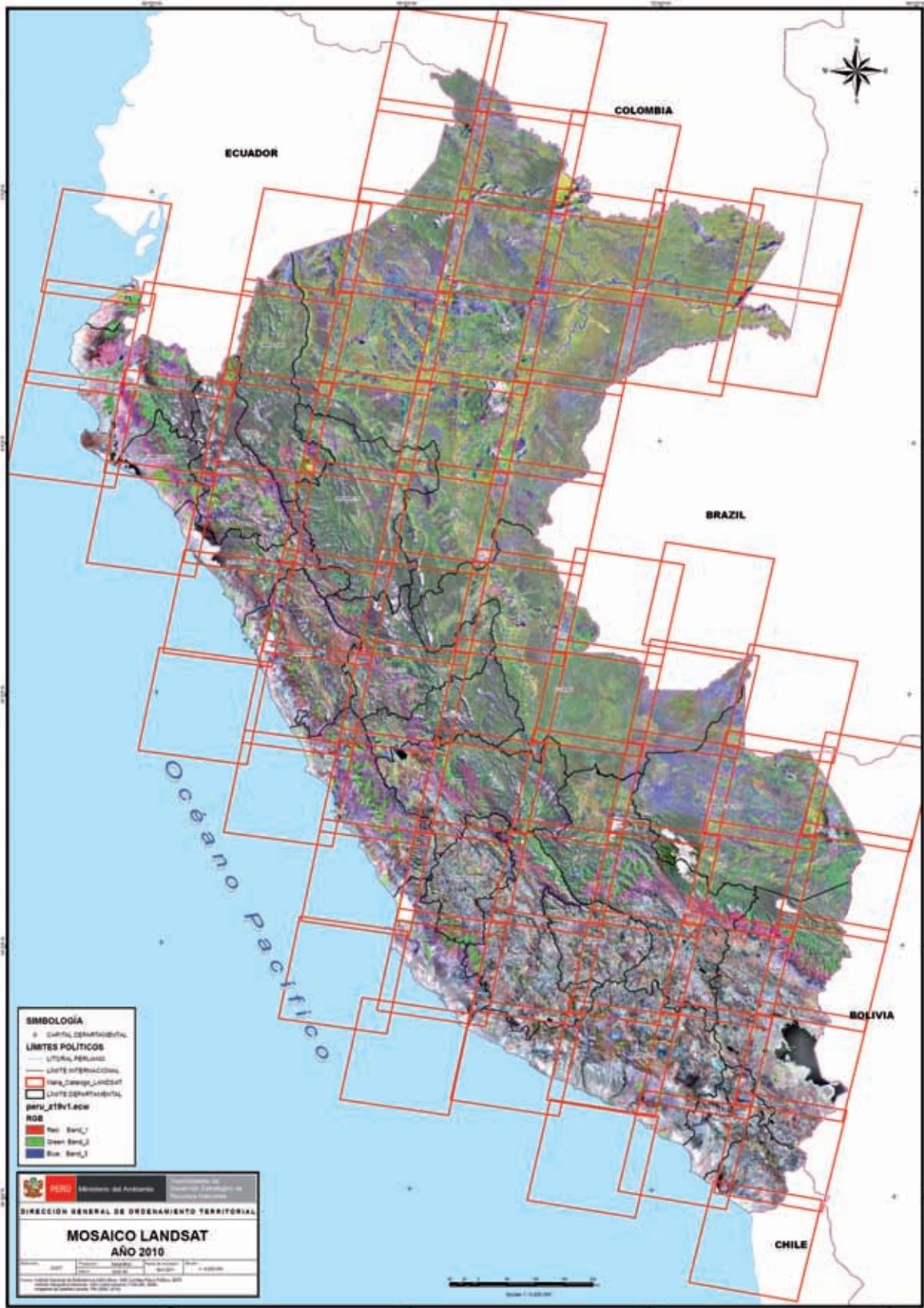
### 2.2.1 ACONDICIONAMIENTO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

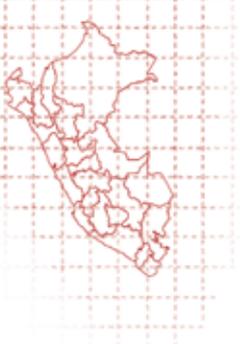
Con la finalidad de contar con información estandarizada, se desarrollaron procedimientos para la adecuación y ajuste cartográfico entre los mapas digitales y sus respectivas bases de datos, con el fin de eliminar las inconsistencias geométricas y tabulares de cada uno de los mapas temáticos, considerados para el análisis de Vulnerabilidad. Gráfico N° 02

Este acondicionamiento cartográfico involucró la homogenización de la información car-



Mapa N° 02: Mosaico satelital Landsat 5 TM 2,010



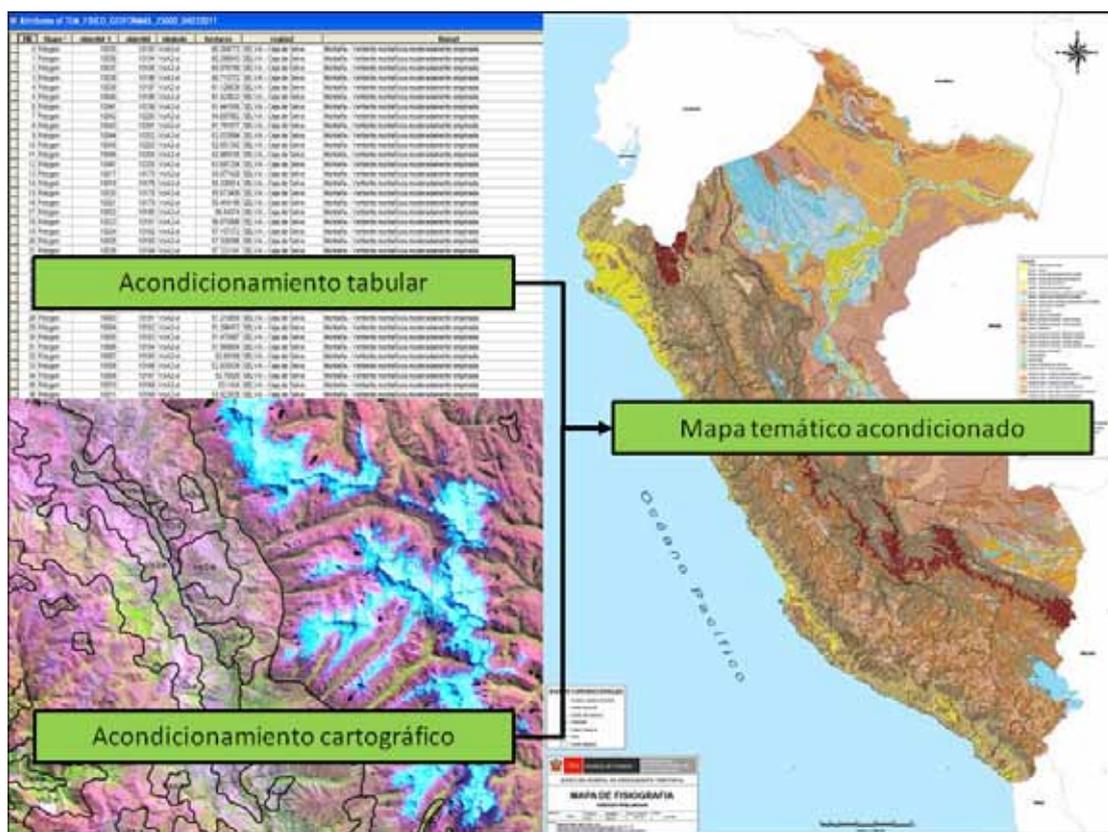


tográfica y tabular, en congruencia entre los datos geométricos y el establecimiento de la

base datos de atributos para cada uno de los mapas.

**Gráfico N° 02: Esquema de acondicionamiento de la información temática**

ASPECTOS METODOLÓGICOS



**2.2.2 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS**

Una vez homogenizada la información cartográfica y temática se diseña una estructura digital de datos que contiene información acerca de la distribución geográfica y propiedades de los aspectos físicos naturales, de peligros múltiples y de los elementos expuestos a nivel nacional; en base a los principios de orden y jerarquía de datos, garantizando el lenguaje sencillo y simple a la comparabilidad, compartibilidad y compatibilidad de la información almacenada, constituyéndose en una plataforma de información para el desarrollo de diferentes modelos espaciales. (Gráfico N° 03)

Para el diseño de esta base de datos se han tenido en cuenta dos grandes grupo de datos espaciales: de uso general y permanente y los de uso especializado. Cuadro N° 01.

Esta base de datos se elaboró con la finalidad de:

- a. Organizar los datos para mostrar la relación lógica entre las variables de los diferentes mapas.
- b. Almacenar los datos digitales de forma adecuada para su posterior uso.
- c. Recuperar los datos para examinar la información y difundirla a las instituciones pertinentes.
- d. Manipular y transformar los datos para obtener nueva información a partir de los ya almacenados. Por ejemplo si integramos los datos del mapa litológico con los datos del mapa de pendientes, obtendremos un nuevo mapa con características de los dos anteriores.
- e. Analizar los datos para responder a la pregunta ¿Cuales son las zonas que por características físico naturales y condiciones socioeconómicas son más propensas al impacto y a los efectos de los fenómenos naturales y a la ocurrencia de desastres?



**Cuadro N° 01: Tipo de datos espaciales**

USO GENERAL Y PERMANENTE	USO ESPECIALIZADO
<p><b>Datos Fundamentales.</b>- Son datos estructurantes sobre los cuales se construye la información consistente, exacta e intercambiable. Estos permiten realizar el análisis y superposición de otro grupo de datos que cumplan con las características y especificaciones declaradas para los datos fundamentales.</p>	<p><b>Datos del Modelo Auxiliar.</b>- Son datos que se distinguen por ser el resultado del análisis e integración de los datos fundamentales y básicos, determinando modelos auxiliares que caracterizan la peligrosidad sobre el territorio del país</p>
<p><b>Datos Básicos.</b>- Conjunto de datos temáticos de alcance nacional que proporciona información sobre las características físicas naturales del territorio, se encuentran vinculados de forma estructural a los datos fundamentales mediante procesos de acondicionamiento cartográfico y georeferenciación.</p>	
<p><b>Datos Complementarios.</b>- Son datos que complementan la plataforma de uso general y que contiene elementos que caracterizan la ocupación antrópica sobre el territorio.</p>	<p><b>Datos de Modelo Aplicativo.</b>- Conjunto de datos que proporciona información sobre los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de los datos complementarios.</p>

### 2.2.3 PROCESO DE INTEGRACIÓN CARTOGRÁFICA DE LAS VARIABLES TEMÁTICAS

Consiste en la integración cartográfica de los mapas y la generación de la base de datos integrada. Debemos señalar que esta integración no es superposición de capas, es un proceso analítico y sistémico del territorio. Por este motivo es necesario que la integración sea realizada por un equipo de especialistas capaces de interpretar y sistematizar las diferentes variables temáticas que corresponden a las condiciones naturales.

En esta etapa el producto intermedio es el Mapa de Susceptibilidad Física, para lo cual se desarrolló un análisis Univariable y Multi-variable.

#### a. Análisis Univariable

Consiste en el análisis de la vulnerabilidad de forma individual (por mapas), determinando la contribución relativa de los factores que intervienen en el proceso de inestabilidad y susceptibilidad del territorio.

Las variables temáticas analizadas,

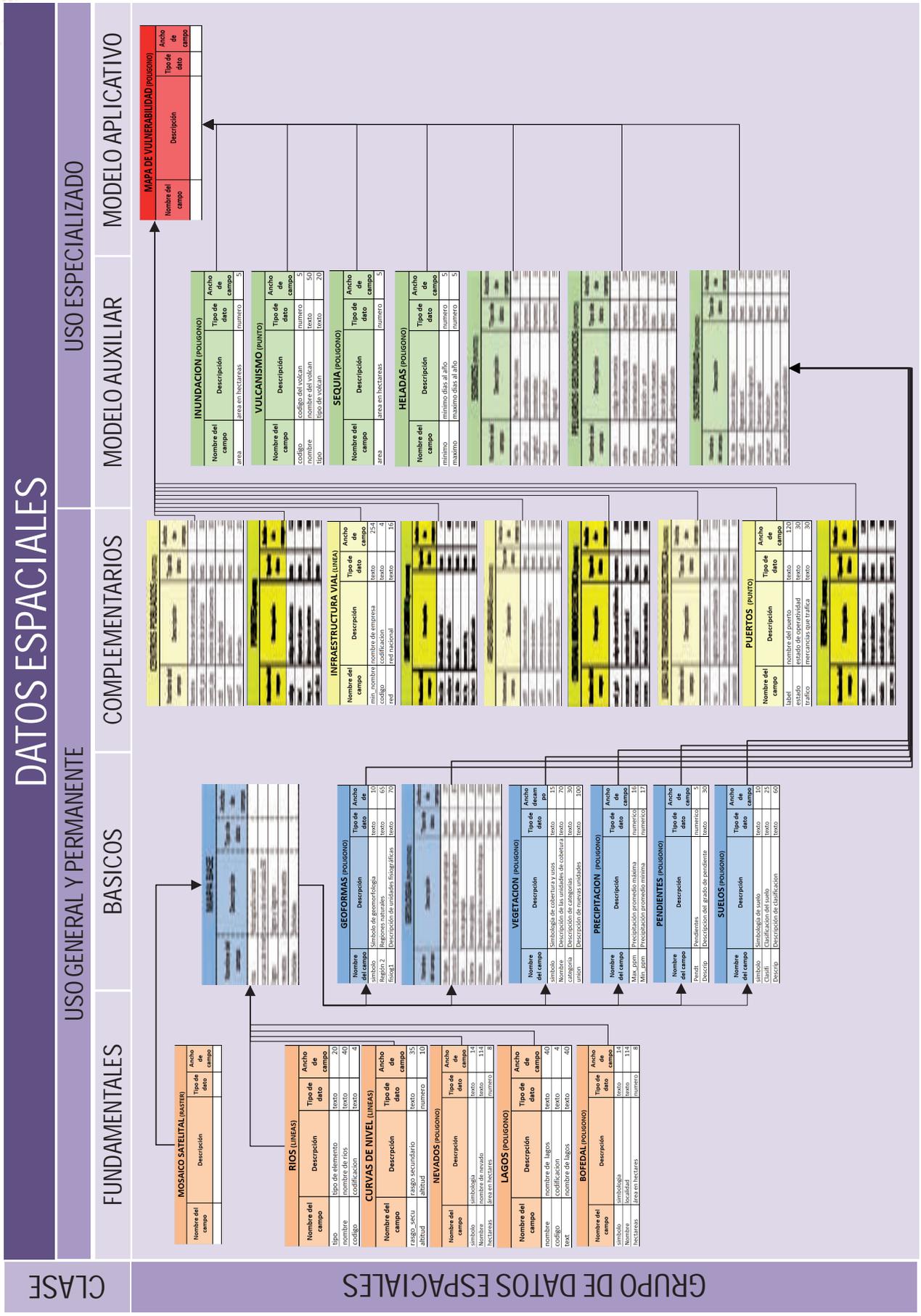
interpretadas para la integración física según este análisis univariable son: geología-litología, geoformas, suelos, vegetación, clima (solo con el dato de precipitación). Como resultado se tiene las unidades territoriales con diferentes grados de susceptibilidad.

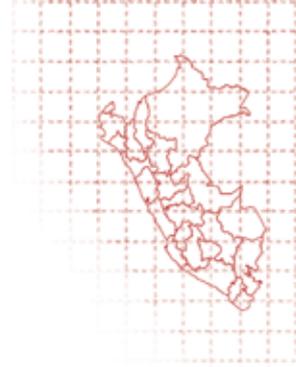
Esta integración se realiza de forma vertical y es el paso crítico para la construcción de la matriz temática y la determinación de los criterios de valoración (Cuadro N°02) para cada variable temática, por ello se considero la siguiente secuencia:

- Como primer nivel se interpreta las unidades fisiográficas y sobre esta se integra los datos litológicos, de tal forma que exista coherencia geométrica entre los mapas.
- Sobre este segundo nivel de integración, se prosigue con la interpretación e integración de las características del tema suelo, configurando a este nivel las características físicas del territorio.
- Se prosigue de la misma forma con la interpretación e integración de los mapas temáticos de vegetación y clima, construyendo de esta forma la matriz integrada físico-biológica.

# ASPECTOS METODOLÓGICOS

Gráfico N° 03: Diseño conceptual de la base de datos espacial del Mapa de Vulnerabilidad Física

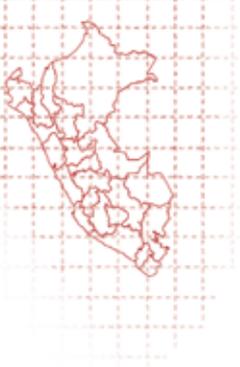




**Cuadro N°02. Criterios de valoración para el mapa de susceptibilidad física**

CRITERIOS DE VALORACION			
VARIABLES TEMATICAS	CLASIFICACION	VALOR	DESCRIPCION
<b>Geología - Litología</b> , se analizó desde sus características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es el grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo, se analizó el factor estructural de estabilidad, el cual se calificó de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.	Bajo	1	Rocas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas.
	Medio	2	Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos. Secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad.
	Alto	3	Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos sub-redondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas.
	Muy Alto	4	Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas.
<b>Geoformas</b> , se analizó desde sus características del relieve relacionado con sus pendientes y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y por acción de los agentes como la escorrentía superficial, erosión hídrica o eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente.	Bajo	1	Se describen como las terrazas medias a altas con drenaje bueno a moderado
	Medio	2	Se describen las terrazas medias a altas, lomadas y colinas con disección moderada y drenaje imperfecto a pobre
	Alto	3	Se describen colinas altas y montañas con moderada a fuerte disección, y con laderas empinadas a moderadamente empinadas
	Muy Alto	4	Se describen terrazas bajas y valles con drenaje moderado a muy pobre, montañas con laderas extremadamente empinadas
<b>Pendiente</b> , se analizó desde la perspectiva de erosión del suelo. Cuanto mayor es la pendiente mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo.	Bajo	1	Pendiente de 0 – 15 %, erodabilidad baja
	Medio	2	Pendiente de 15 – 25 %, erodabilidad moderada
	Alto	3	Pendiente de 25 – 50 %, erodabilidad alta
	Muy Alto	4	Pendiente de 50 a más %, erodabilidad muy alta
<b>Clima (precipitación)</b> , se analizó desde sus características de precipitación. La energía cinética de la lluvia, está estrechamente vinculada con la capacidad de la lluvia para causar erosión, la energía cinética varía con la intensidad de precipitación <sup>2</sup> .	Bajo	1	Baja capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
	Medio	2	Media capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada
	Alto	3	Altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada
	Muy Alto	4	Muy altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
<b>Vegetación</b> , se analizó desde sus características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo.	Bajo	1	Densidad alta, recubrimiento denso del suelo, el nivel de protección frente a los agentes externos es bueno.
	Medio	2	Densidad media, la menor cobertura vegetal, disminuye el nivel de protección del suelo.
	Alto	3	Densidad baja, recubrimiento discontinuo, el nivel de protección natural del suelo es menor.
	Muy Alto	4	Densidad muy baja, recubrimiento ralo a muy ralo del suelo, el nivel de protección es bajo.

<sup>2</sup> Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía. (Boletín de Suelos de la FAO - 68)



ASPECTOS METODOLÓGICOS

### b. Análisis de la Susceptibilidad Física del Territorio

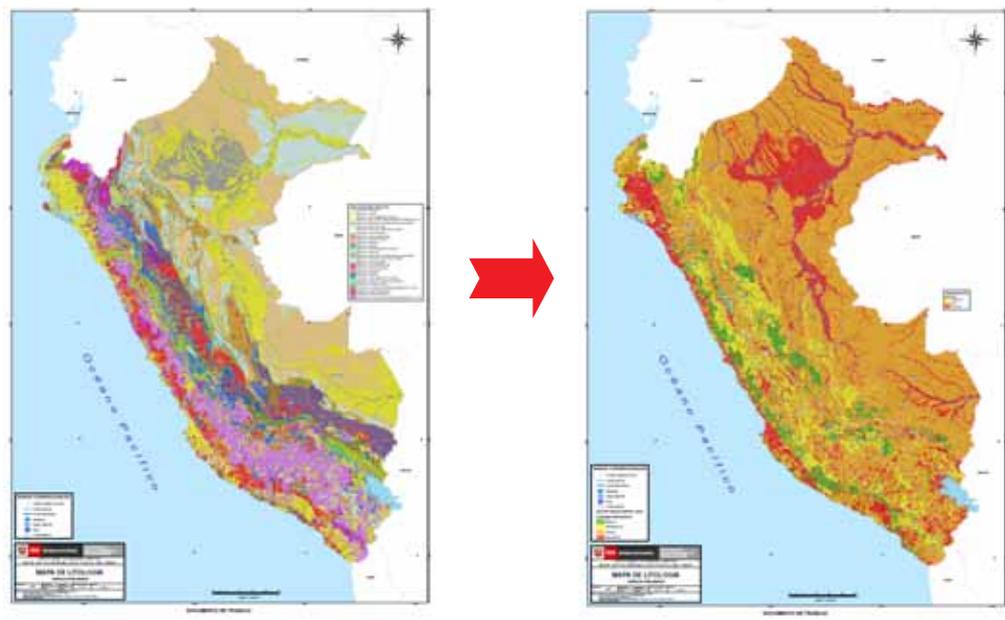
El análisis univariable determina el comportamiento de cada una de las "clases" del mapa (variable), ante los impactos de agentes erosivos naturales y antrópicos; tomando en cuenta la resistencia y respuesta intrínseca de cada

clase o unidad territorial analizada.

Esta evaluación nos permite calificar cualitativamente cada una de las variables en función a sus características naturales.

Reclasificación y valoración de las siguientes variables:

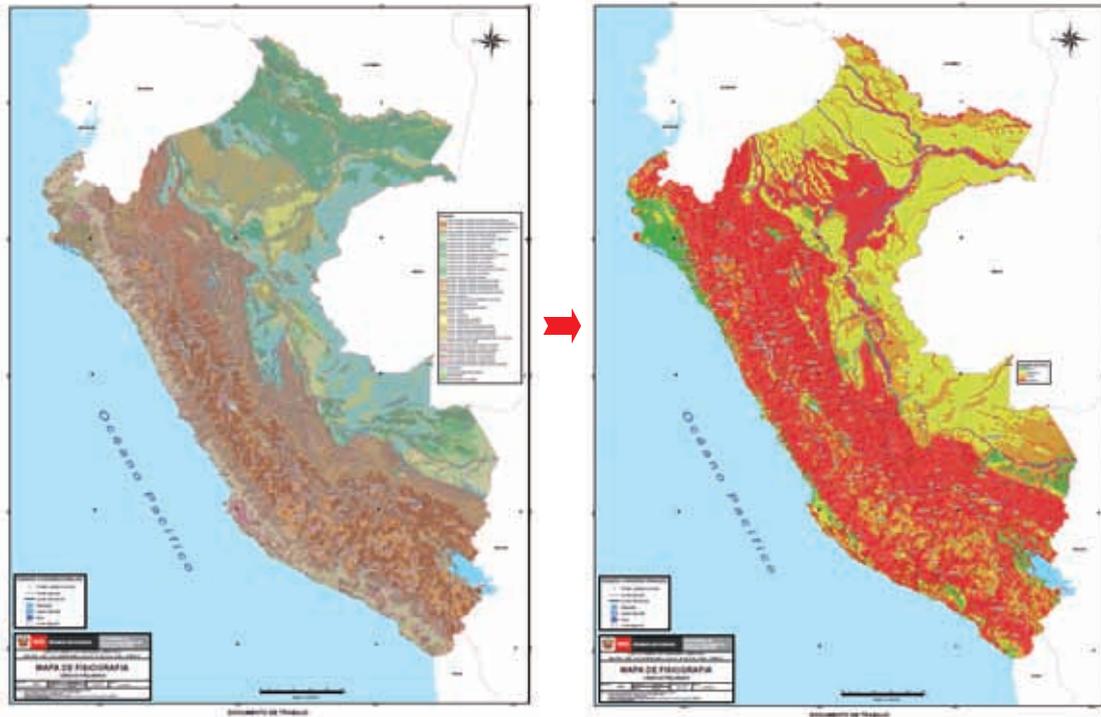
#### Valoración de la variable litología



VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
V= 1	La clasificación de las unidades litológicas según los criterios establecidos se describen de la manera siguiente: las unidades litológicas conformadas por complejos de rocas ígneas, rocas ígneas ácidas porfíricas, rocas intrusivas plutónicas, cuarcitas y areniscas blancas intercaladas con capitas de lutitas, rocas ácidas y volcánicas. Se comportan de manera muy estable y difícilmente erosivas por lo tanto de Baja susceptibilidad a la degradación natural
V= 2	De igual forma las calizas de color gris claro, gneises bandeados de composición tonalítica y de textura grano blástica, las cuarcitas, tobas aglomeradas, rocas volcánicas y rocas volcánicas andesíticas, rocas volcánicas litificadas; derrames de andesita, dacita, riolita y piroclastos; calizas fosilíferas con areniscas y arcillas basales bien estratificadas; gneis, esquistos; areniscas cuarzosas blancas, bancos medianos a gruesos de piroclastos, derrames andesíticos masivos, lavas dacíticas. Se comportan de manera medianamente estable y erosivas; por lo tanto, de Moderada susceptibilidad a la degradación natural
V= 3	Las areniscas grises con intercalaciones de lutitas; conglomerados de arenas y arcillas semi-consolidados; lodolita roja y abigarrada; lava andesítica y dacítica; limo-arcillas, limos arenosos; sedimentos antiguos compuestos por conglomerados; volcánicos de naturaleza piro-clástica; areniscas tobaceas; tufos ácidos de composición dacítica y riolítica; sedimentos argilaceos. Se comportan de manera poco estable y fácilmente erosivas, por lo tanto de Alta susceptibilidad a la degradación natural
V= 4	Las arcillas, arenas y gravas semi clasificadas con mezcla de rodados; morrenas con clastos heterométricos sub-redondeados en matriz areno arcillosa inconsolidados; gravas angulosas, bloques, guijarros y arenas con matriz areno arcillosa inconsolidados; sedimentos constituidos por lodos de arcillas y limos finos; fragmentos sueltos angulosos y sub-angulosos con arenas y finos; arenas sueltas; materiales acarreados sobre superficie constituida por arenas, limos y gravas, acumulación de agua formando terrenos fangosos; depósitos con influencia marina continentales, pequeñas colinas. Se comportan de manera muy inestable y muy fácilmente erosivas; por lo tanto, de Muy Alta susceptibilidad a la degradación natural



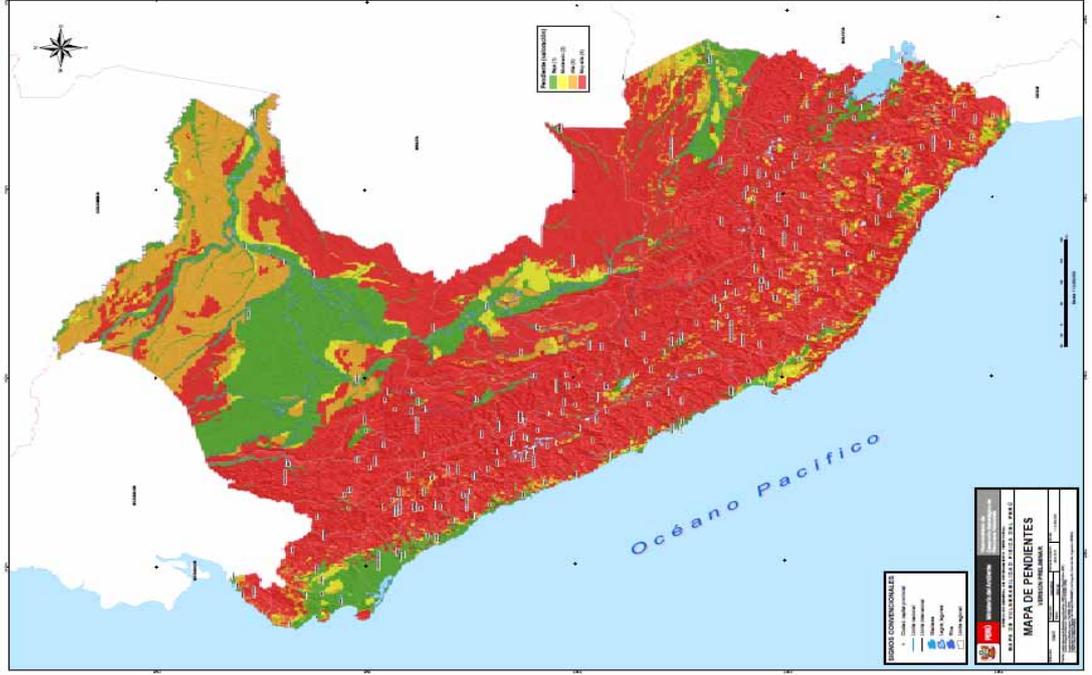
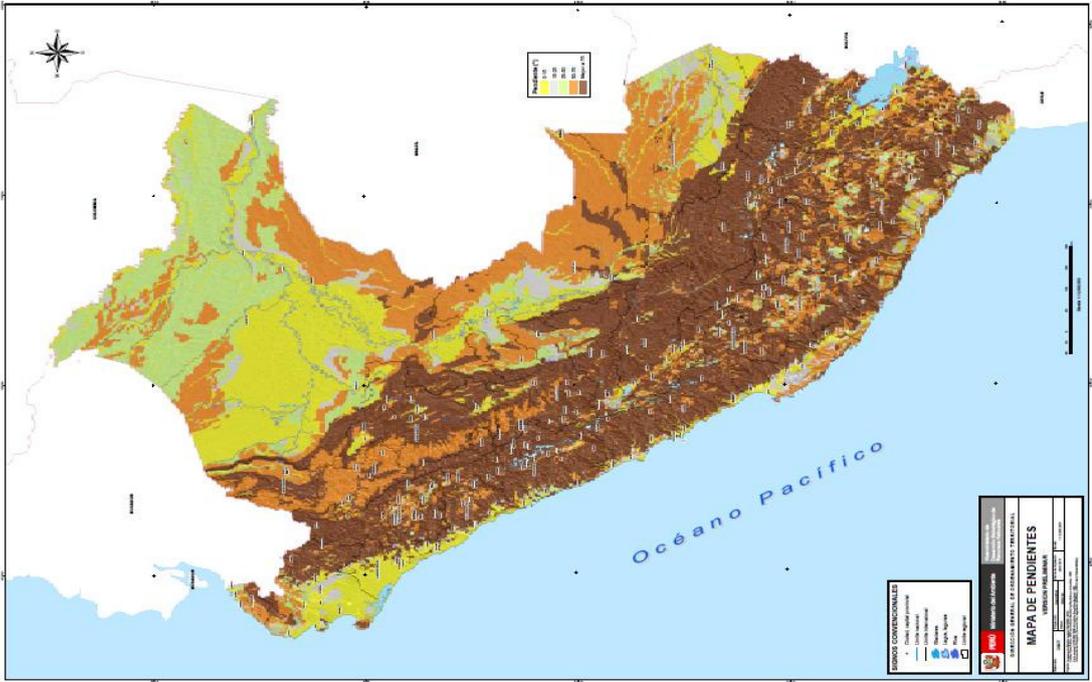
## Valoración de la variable fisiografía



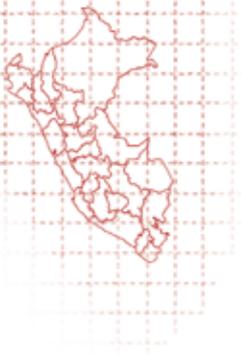
VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
V= 1	Las planicies de fondo de valle glaciar, fondo de valle y llanura aluvial, llanuras; las planicies de terrazas altas no inundable; planicies de valle y llanura irrigada; las terrazas altas, medias y medias no inundables. Se comportan de manera muy estable y difícilmente erosivas; por lo tanto de Baja susceptibilidad a la degradación natural.
V= 2	Las lomadas y colinas bajas en roca del terciario y cuaternario; colinas bajas en rocas terciarias; planicies en terrazas medias inundable esporádicamente o no inundable; planicies onduladas a disectada; altiplanicie ondulada, llanura ondulada; terrazas altas ligeramente inclinadas. Se comportan de manera medianamente estable y erosiva; por lo tanto de Moderada susceptibilidad a la degradación natural.
V= 3	Colinas y montañas con vertiente montañosa y colinas moderadamente empinada; colinas altas en relleno cuaternario; colinas altas en roca del terciario y cuaternario; colinas bajas en relleno cuaternario; lomada en relleno cuaternario; terraza alta disectada; planicie ondulada a disectada- altiplanicie disectada, llanura disectada, vertiente allanada y vertiente allanada disectada. Se comportan de manera poco estable y fácilmente erosivas; por lo tanto de Alta susceptibilidad a la degradación natural.
V= 4	Colina y montaña - vertientes montañosas empinadas a escarpadas, vertiente montañosa y colinas empinadas a escarpadas; montaña – vertiente montañosa empinada a escarpada, vertiente montañosa fuertemente disectada, vertiente montañosa moderadamente empinada; planicie – complejo de terraza inundable y no inundable, terraza baja hidromórfica, terraza baja inundable estacionalmente, terraza baja permanentemente inundada, terraza media hidromórfica no inundable; se comportan de manera muy estable y muy fácilmente erosivas; por lo tanto, de Muy Alta susceptibilidad a la degradación natural.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

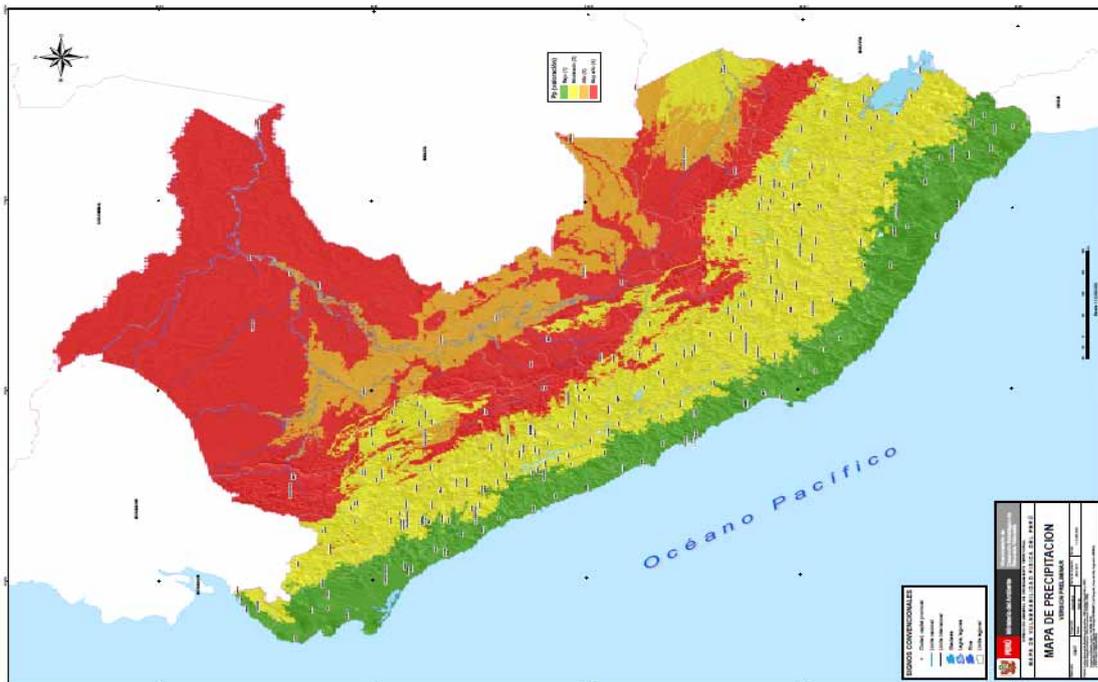
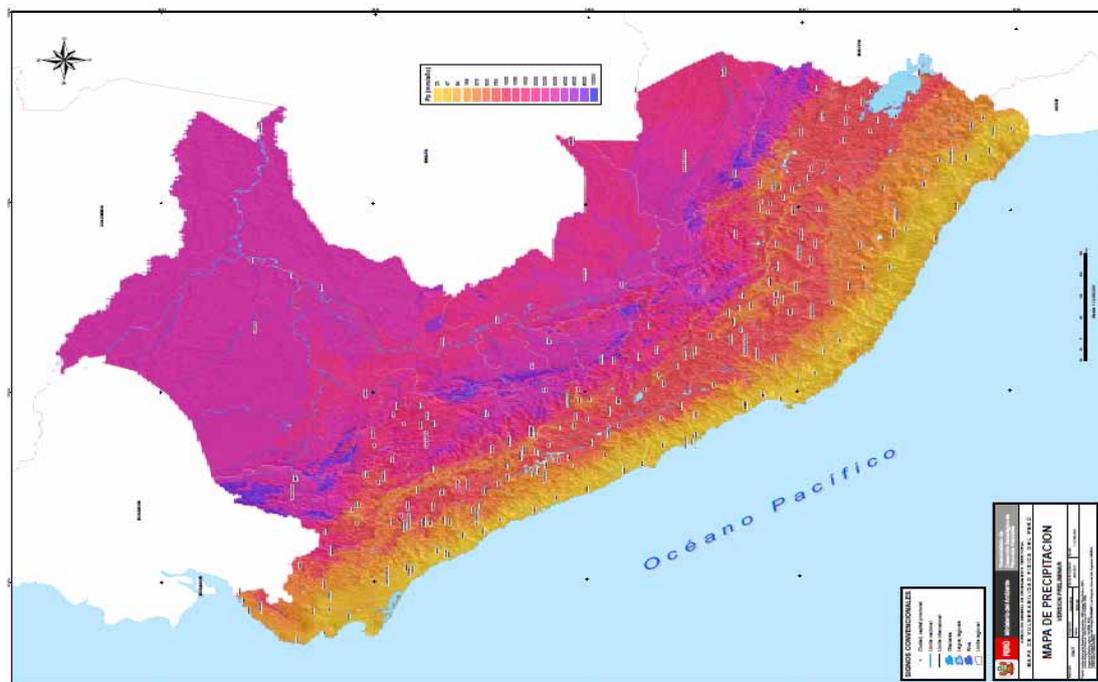
Valoración de la variable pendiente



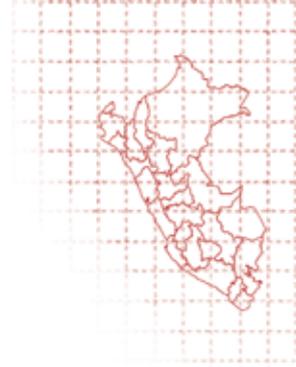
VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
V=1	Las pendientes de 0 a 15% se comportan de manera muy estable y difícilmente erosivas; por lo tanto de Baja susceptibilidad a la erodabilidad.
V=2	Las pendientes de 15 a 25% se comportan de manera medianamente estable y erosiva; por lo tanto de Moderada susceptibilidad a la erodabilidad.
V=3	Las pendientes de 25 a 50% se comportan de manera poco estable y fácilmente erosivas, por lo tanto de Alta susceptibilidad a la erodabilidad.
V=4	Las pendientes de 25 a 50% se comportan de manera muy inestable y muy fácilmente erosivas; por lo tanto de Muy Alta susceptibilidad a la erodabilidad natural

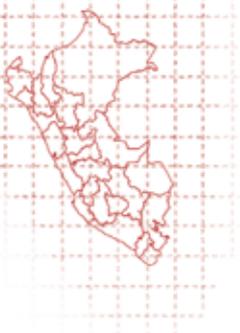


## Valoración de la variable clima – precipitación

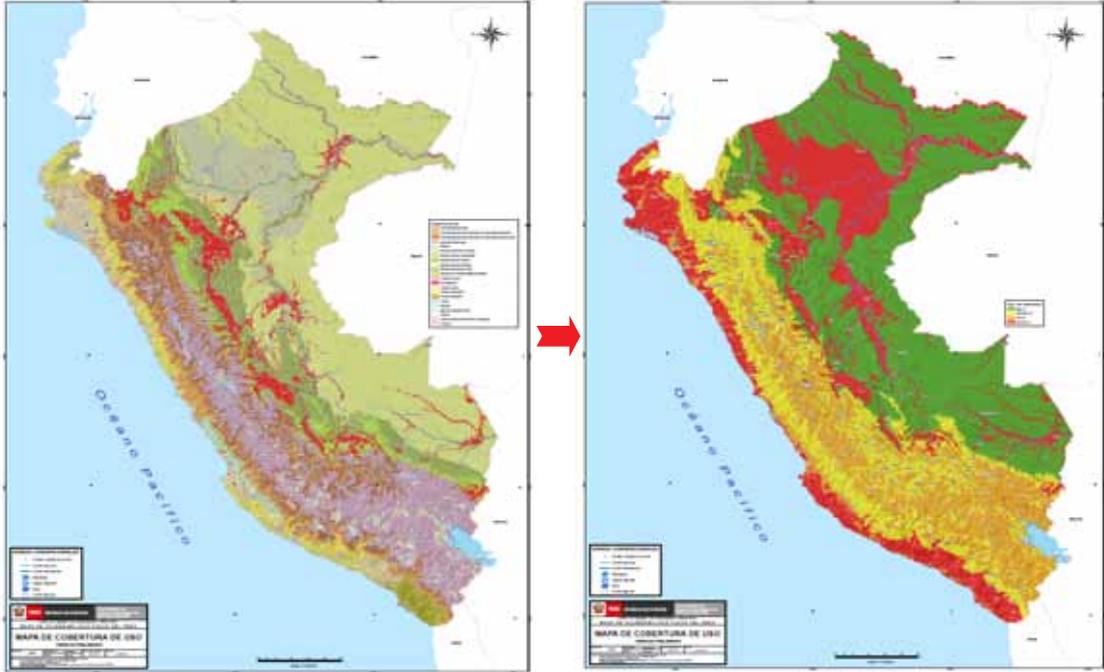


VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
V = 1	Los rangos de precipitación que van desde 0mm a 375mm; tienen Baja capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
V = 2	Los rangos de precipitación que van desde 375mm a 1500mm; tienen Moderada capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
V = 3	Los rangos de precipitación que van desde 1,500mm a 3,000mm; tienen Alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
V = 4	Los rangos de precipitación que van desde 3,000mm a 6,000mm; tienen Muy Alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.





### Valoración de la variable vegetación



VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
V= 1	El bosque húmedo tropical; bosques y matorrales de las zonas áridas y semiáridas; se comportan de manera muy estable y difícilmente erosivas, recubren densamente el suelo y protegen frente a los agentes externos; por lo tanto son de Baja susceptibilidad a la degradación natural.
V= 2	Actividad agropecuaria asociada con matorrales semiáridos; actividad agropecuaria asociado con matorrales húmedos templados; bosque húmedo de montaña; bosque sub-húmedo cálido; pajonales; quenuales; se comportan de manera medianamente estable, la densidad de recubrimiento disminuye en relación al anterior tipo, disminuye la protección del suelo frente a los agentes externos; por lo tanto son de Moderada susceptibilidad.
V= 3	Las actividades agropecuarias, agricultura bajo riego, césped de puna, lomas y matorrales semiáridos cálidos. Se comportan de manera poco estable, la densidad de recubrimiento es baja, disminuye la protección del suelo frente a los agentes externos; por lo tanto son de Alta susceptibilidad.
V= 4	Bosques hidromórficos tropicales, bosques de terrazas bajas inundables, las zonas deforestadas, los manglares y los pastos hidromórficos andinos. Se comportan de manera muy inestables, la densidad de recubrimiento es muy baja, disminuye la protección del suelo frente a los agentes externos, por lo tanto son de Muy Alta susceptibilidad.



## 2.2.4 NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA

El resultado del análisis univariable y multivariable, determinó las características físicas naturales del territorio. Mediante la evaluación de los factores externos que afectan la estabilidad del territorio, se obtuvo como resultado áreas sensibles a ser afectadas o modificadas físicamente.

Para identificar los niveles de susceptibilidad física sobre el territorio, se evaluó de forma conjunta las variables, para determinar la importancia de cada factor o la combinación específica de estos.

La representación de los resultados se muestra en los cinco niveles de Susceptibilidad Física:

NIVEL	VARIABLE TEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
<b>MUY ALTA</b>	Litología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedimentos poco consolidados con bloques sueltos, arenas, limos, arcillas y gravas semi clasificadas.</li> <li>Conglomerados con depósitos salinos y evaporitas.</li> <li>Mantos de arena eólica.</li> <li>Morrenas con clastos heterométricos sub redondeados en matriz areno arcillosa.</li> </ul>
	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montañas empinadas y colinas fuertemente disectadas.</li> <li>Planicies: Complejo de orillares, terrazas bajas inundables y no inundables.</li> </ul>
	Cobertura y Uso Actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bosques húmedos tropicales.</li> <li>Bosques hidromórficos</li> <li>Manglar</li> <li>Bofedal</li> <li>Bosques secos</li> <li>Deforestación.</li> </ul>
	Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 50% a más 75%</li> </ul>
	Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 1,200 a 6,000 mm</li> </ul>

NIVEL	VARIABLE TEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
<b>ALTA</b>	Litología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrames andesíticos intercalados con calizas, arcillas y tobas; cóladas de lavas, brechas y cenizas volcánicas; lavas andesíticas y dacíticas con tobas riolíticas y riódacíticas.</li> <li>Areniscas calcáreas abigarradas y areniscas micáceas de grano fino con intercalaciones de lutitas pizarrosas y limolitas.</li> <li>Calizas arenosas con margas, lutitas y limoarcillitas bentoníticas.</li> <li>Cuarcitas y pizarras metamórficas con esquistos calcáreos y marmol.</li> </ul>
	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montañas moderadamente empinadas.</li> <li>Colinas altas y bajas del cuaternario y terciario.</li> <li>Planicie onduladas y disectadas.</li> </ul>
	Cobertura y Uso Actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bosques hidromórficos.</li> <li>Bosques húmedos tropicales.</li> <li>Deforestación.</li> <li>Actividad agropecuaria</li> <li>Agricultura bajo riego</li> <li>Pastos altoandinos</li> <li>Lomas</li> <li>Matorrales.</li> <li>Desiertos.</li> </ul>
	Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 25% a más 50%</li> </ul>
	Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 2,000 a 2,200 mm</li> </ul>



NIVEL	VARIABLE TEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
<b>MODERADA</b>	Litología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brechas andesíticas y derrames volcánicos intercalados con areniscas tobáceas y glomerado volcánico con riolitas, dacitas, gneis, esquistos.</li> <li>Lavas dacíticas a tranquiandesíticas con basaltos.</li> <li>Calizas finas fosilíferas bien estratificadas con esquistos cloritosos y tufos.</li> <li>Roca sedimentaria, volcánica, intrusiva y metamórfica.</li> </ul>
	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montañas moderadamente empinadas.</li> <li>Colinas altas y bajas del cuaternario y terciario.</li> <li>Planicies onduladas y disectadas, inundables esporádicamente.</li> <li>Altiplanicie ondulada a disectada.</li> </ul>
	Cobertura y Uso Actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad agropecuaria asociada a matorrales.</li> <li>Bosques húmedos de montaña.</li> <li>Pastos altoandinos (pajonal).</li> <li>Quenual.</li> </ul>
	Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 15% a más 25%</li> </ul>
	Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 375 a 1,500 mm</li> </ul>

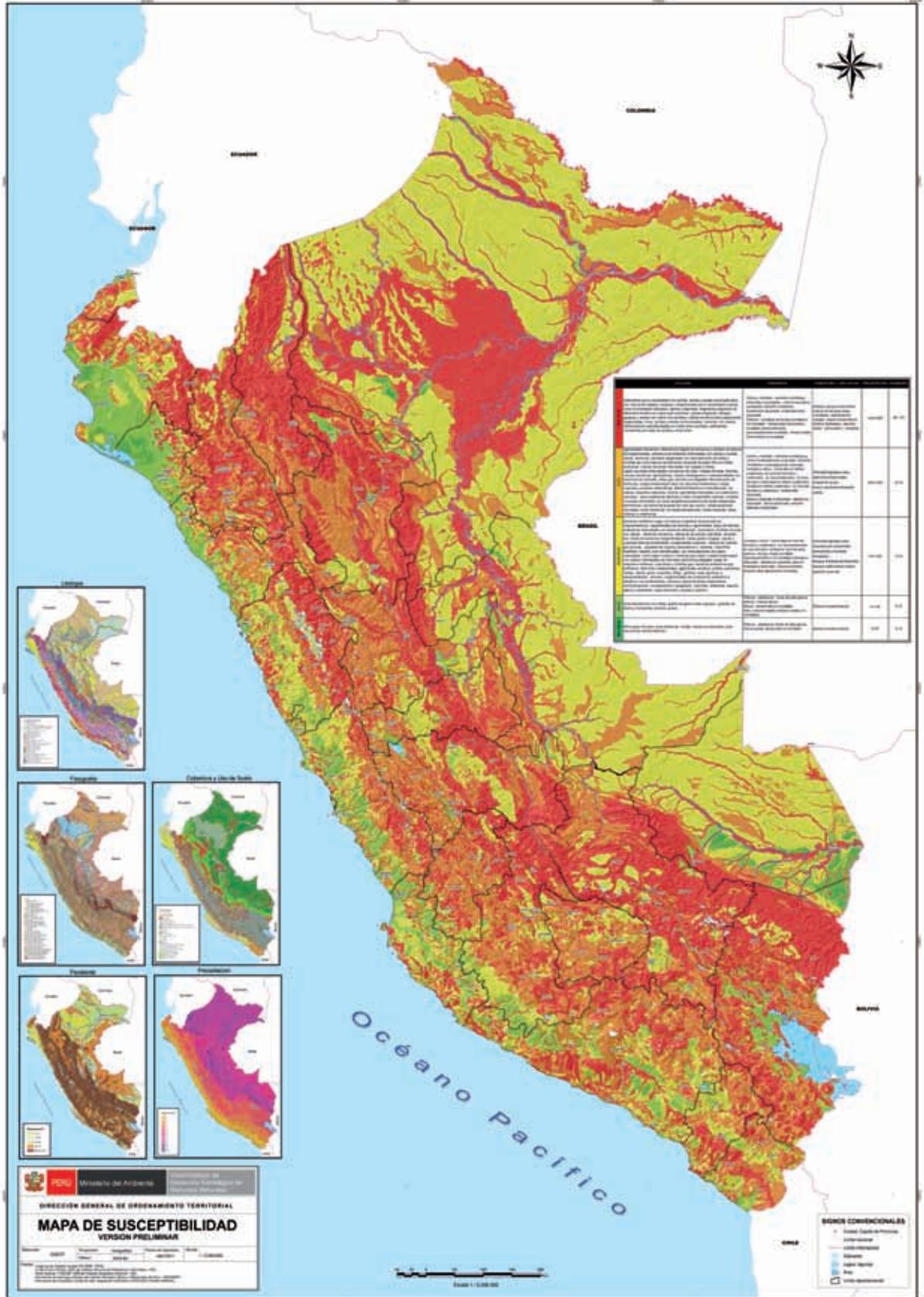
NIVEL	VARIABLE TEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
<b>BAJA</b>	Litología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuarcitas blancas con lutitas, granito de grano medio a grueso y plutones ácidos intemperizados.</li> </ul>
	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planicies aluvial y altiplanicie.</li> <li>Terrazas medias y altas.</li> <li>Valles irrigados.</li> </ul>
	Cobertura y Uso Actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad agropecuaria asociada a matorrales.</li> <li>Pastos altoandinos (pajonal)</li> <li>Bosques húmedos tropicales</li> </ul>
	Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 0% a más 15%</li> </ul>
	Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 50 a 200 mm</li> </ul>

NIVEL	VARIABLE TEMÁTICA	DESCRIPCIÓN
<b>MUY BAJA</b>	Litología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Roca ígnea intrusiva, rocas plutónicas ácidas</li> <li>Volcánicos asociados a las secuencias vulcanoclasticas.</li> </ul>
	Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planicies aluvial y altiplanicie.</li> <li>Terrazas altas.</li> </ul>
	Cobertura y Uso Actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bosques húmedos tropicales</li> <li>Valles irrigados.</li> <li>Desiertos.</li> <li>Pastos altoandinos.</li> </ul>
	Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 0% a más 15%</li> </ul>
	Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los rangos de 25 a 2,000 mm</li> </ul>



Mapa N° 03: Susceptibilidad física a procesos naturales e inducidos

ASPECTOS METODOLÓGICOS





### 2.3.1 SISMOS

Los eventos sísmicos pueden ser destructivos debido a la profundidad de ocurrencia y a su magnitud. Los terremotos que mayor daño han provocado, son los considerados superficiales y que junto a las características del tipo de suelo, características de la construcción, antigüedad y la falta de aplicación de las normas de control urbano están generando condiciones de alta vulnerabilidad.

Los sismos se clasifican dependiendo del nivel de profundidad de ocurrencia. (Mapa N°05)

**Sismos con foco superficial,** podría estar asociado al contacto de las placas tectónicas a nivel superficial. Se localizan a profundidades menores de 60 km. y se distribuyen a lo largo de la zona sub-andina, que atraviesan los sistemas de fallas de esta región; en la región del altiplano, este tipo de sismos se hace más dispersa. En general, los sismos superficiales configuran una distribución de norte a sur, alineados entre la fosa marina y la costa, notándose una mayor concentración en la zona central y sur del país.

**Sismos con foco intermedio,** El rango de profundidad es de 60 a 350 km. Se observa en la región subandina norte y en el centro del país. Se distribuye paralelo a la orientación de la cordillera andina. Se aprecia una densificación de los eventos sísmicos en la región sur del país.

**Sismos con foco profundo,** El rango de profundidad va de 350 km a más. Se localizan en la región central y sur de la amazonía, en las cercanías de los límites de Perú, Brasil y Bolivia.

Según el Instituto Geofísico del Perú – IGP<sup>3</sup>, la sismicidad que tiene foco superficial se relaciona con el movimiento o ruptura de la corteza terrestre, debido básicamente al sistema de fallas geológicas que se presentan en

el territorio peruano, y que se indican a continuación:

- Falla de Huaypira, al norte de la ciudad de Sullana
- Falla de Motejato al sureste de San Vicente de Cañete
- Falla de Marcona al noreste de San Juan de Marcona
- Falla de Chulibaya, se ubica entre Locumba e Ilabaya
- Falla de la Cordillera Blanca en Ancash
- Falla de Huaytapallana al noreste de la ciudad de Huancayo
- Falla de Cayesh al noreste de la ciudad de Tarma.
- Falla de Quinchis en Ancash
- Fallas de Razuwilcas se localizan entre Huanta y Pampa de Quinoa en Ayacucho
- Falla de la Laguna Pacucha al norte de la laguna Pacucha en Apurímac
- Falla de Zurite al norte de la Pampa de Anta en el departamento del Cusco
- Falla de Tambomachay en el sector norte del Cusco
- Falla de Urcos en Cusco
- Falla de Vilcanota al norte de las lagunas de Pomacanchi y Langui-Layo en Cusco
- Falla de Pampacolca al sur del Volcán Coropuna en Arequipa
- Falla de Atuncolla al norte de la laguna de Umayo
- Falla de Huambo-Cabanaconde al norte de los volcanes de Ampato y Sabancaya.

Por otro lado, los sismos de gran magnitud cuyo hipocentro se producen en el mar pueden originar tsunamis que afectarían a los poblados e infraestructuras portuarias cercanas al litoral. Por la configuración geomorfológica de nuestras costas, la plataforma continental angosta, la zona de mayor incidencia y de efectos destructivos se ubica entre el puerto del Callao y el sur del país (Cuadro N° 03). El tsunami más devastador en el Perú ocurrió en 1746, que destruyó gran parte del Callao y causó la muerte de 5,000 personas aproximadamente.

<sup>3</sup> Revista de Trabajos de Investigación. CNDG – Biblioteca Instituto Geofísico del Perú (2000), Lima, p. 93 - 104.



**Cuadro N° 03: Localidades costeras en peligro de tsunamis**

Departamento	Localidad	Departamento	Localidad	
Tumbes	Puerto Pizarro	Lima	Huarmey	
Piura	Pita	Lima	Salinas	
	Bayóvar		Chancay	
	San Pedro		Ancón	
	Balneario Leguía		Callao	
	Sechura		Lima	
Lambayeque	San José		Lurín	
	Pimentel		Pucusana	
	Santa Rosa		Chilca	
	Puerto Eten		Mala	
La Libertad	Trujillo		Cañete	
	Tambo		Ica	Pisco
	Pacasmayo			Tambo de Mora
	Puerto Chicama			San Andrés
	Santiago de Cao			Paracas
	Huanchaco			Puerto Caballo
	Víctor Larco Herrera	San Juan		
	Salaverry	Arequipa		Lomas
Ancash	Chimbote			Mollendo
	Santa		Yauca	
	Samancos		Chala	
	Casma		Atico	
	Caleta Tortuga		Camaná	
	Casma		Quisca	
	Culebras		Matarani	
	Huarmey		Islay	
Lima	Pativilca		Mejía	
	Barranca	Moquegua	Ilo	
	Supe		Tacna	Los Baños
	Huaura	La Yarada		
	Huacho	Pascana del Hueso		

Fuentes: Manual OEA, Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidades y Atlas de Peligros Naturales  
Elaboración: Propia

### 2.3.2 VULCANISMO

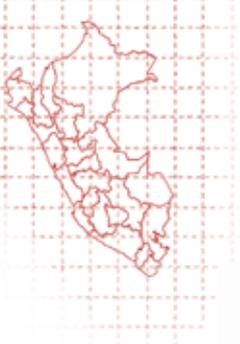
En el territorio nacional la actividad volcánica se manifiesta con mayor incidencia en la región sur, donde la cadena volcánica tiene 50 km. de ancho, presentando paisajes de estrato volcanes, domos de lava, campos de lava, depósitos de piroclásticos e ignimbritas. Existe siete volcanes denominados activos, que han tenido al menos una erupción en el pasado histórica. Estos volcanes son el Misti y Sabancaya (Arequipa), Ubinas, Huaynaputina y Ticsani (Moquegua) y Tutupaca y Yucamane (Tacna).

Asimismo, se tienen volcanes potencialmente activos emplazados durante el Plio-cuaterna-

rio, entre los que se distinguen el volcán Coropuna, Solimana, Casiri, Ampato, Purupuruni, Sara Sara y Chachani (De Silva & Francis, 1991, Simkim & Siebert, 1994).

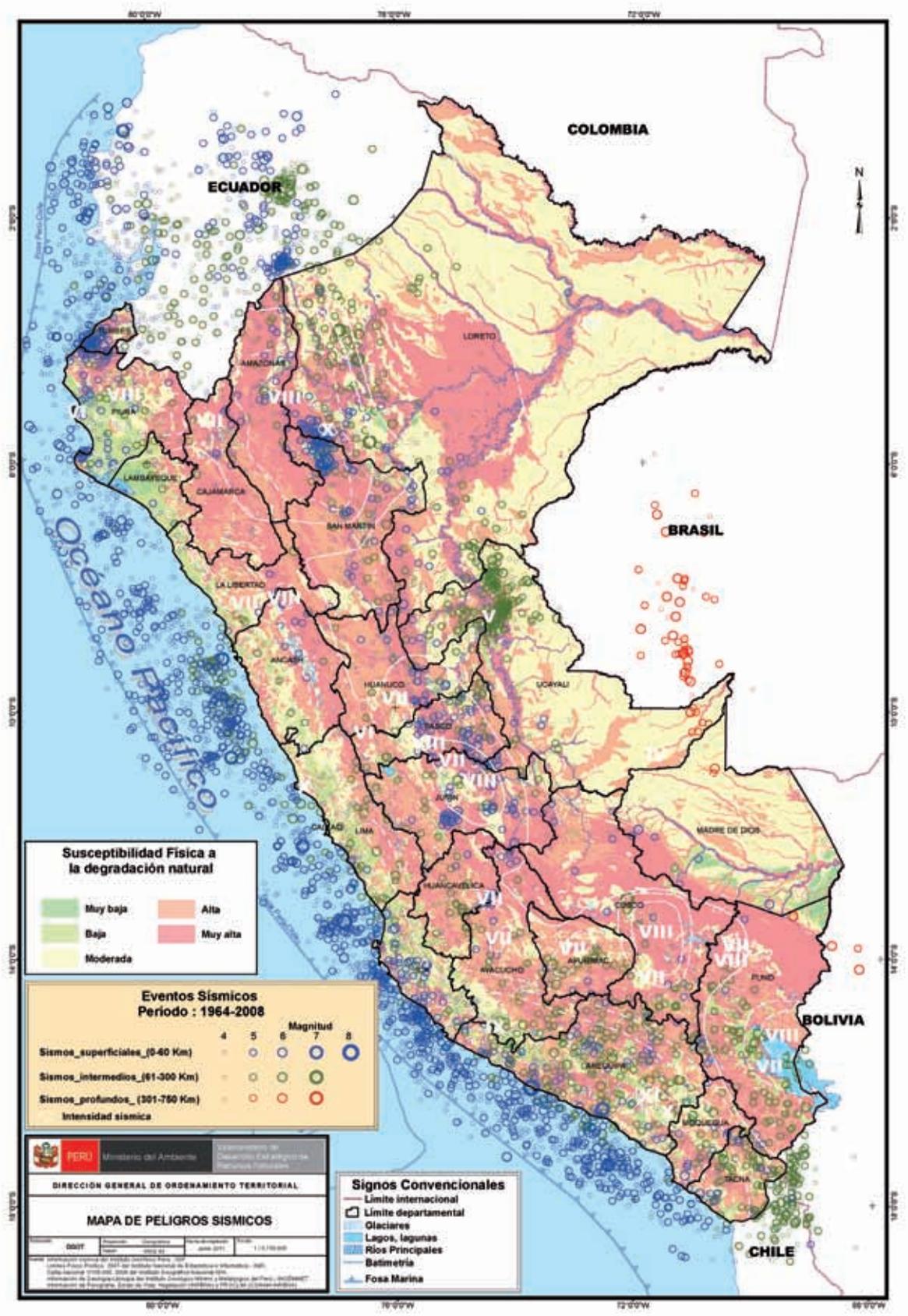
Los principales peligros asociados a la actividad volcánica son la caída de ceniza, pómez y escoria, flujos de lodo, flujos piroclásticos, avalanchas de escombros y flujos de lava.

Según el Instituto Geofísico del Perú, se han identificado 401 volcanes. En función a su dinámica magmática y al grado de peligrosidad, los volcanes se clasifican en: volcanes activos (01), fumarólicos (03), latentes (68), dormidos (17) e inactivos (312). (Cuadro N° 04)



ASPECTOS METODOLÓGICOS

Mapa N° 05: Peligros por sismos



Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP



En el mapa de peligro por volcanes (Mapa N° 06), la isopaca de 3 m. define la zona de mayor peligro potencial, tanto por el espesor de los depósitos como por ser la zona de máxima intensidad de caída de material grueso, avalancha de escombros, explosiones de flanco y flujos piroclásticos; en esta zona se ubican los centros poblados de Tarata, Candarave, Omate, Ubinas, Huambo, Pausa, entre otros.

Entre las isopacas de 1 y 3 m. se encuentran la ciudad de Arequipa y varios de sus distritos, además, Pausa, Cotahuasi, Cabanaconde,

Madrigal, los centros mineros de Quellaveco, Cuajone, Toquepala, Cerro Verde, el proyecto de irrigación de Pasto Grande y los de la cuenca hidrográfica de Arequipa.

Entre las isopacas de 1 m y 20 cm. se encuentran las ciudades de Tacna, Moquegua, Torata, Vitor, Chuquibamba, Cora Cora, entre otros.

El área cubierta por la isopaca de 20 a 1 cm. comprende a las ciudades de Ilo, Mollendo, Camaná, Aplao, Caraveli, Ocoña, Chala, Nazca, Palpa, Ica, Puquio, Chivay, Santa Lucía, Mazocruz, entre otros.

**Cuadro N° 04: Características y categorías de volcanes**

DEPARTAMENTO	CATEGORÍA	NÚM.	CARACTERÍSTICAS
APURÍMAC	Dormido	06	Flujos de lava apenas visibles, no hay cráter bien establecido, planicies iniciadas.
	Inactivo	08	Apenas reconocibles, relieve bajo, flujos apenas visibles, pequeña superficie del cono original desaparecidos.
AREQUIPA	Activo	01	Conos jóvenes, cráter visible en la cumbre, flujos de lava impecable, perfil no glaciado
	Fumarolico	01	Conos jóvenes, cráter visible en la cumbre, flujos de lava impecable, perfil no glaciado.
	Latente	57	Conos jóvenes, lavas visibles, cráter degradado, flujos de lava impecable.
	Dormido	03	Cono abrupto, lavas visibles, cráter degradado, pequeños barrancos en los flancos.
	Inactivo	106	Flujos de lavas apenas visibles, no hay cráter bien establecido, pequeños barrancos en los flancos, morrenas presentes.
AYACUCHO	Latente	03	Cono aun abrupto, flujos de lavas apenas visible, no hay cráter bien establecido.
	Dormido	06	Flujos de lava apenas visible, no hay cráter bien establecido, planicies iniciadas, simetría radial.
	Inactivo	51	No hay flujos visibles, barrancos profundamente cortados planicies grandes, pequeña superficie del cono original desaparecidos.
CUSCO	Latente	03	Cono aun abrupto, lavas visibles, cráter degradado, pequeños barrancos en los flancos, morrenas presentes.
	Inactivo	08	Apenas reconocibles, relieve bajo, simetría radial.
MOQUEGUA	Fumarolico	01	Conos jóvenes, cráter visible en la cumbre, flujos de lava impecable, perfil no glaciado.
	Latente	01	No hay flujos de lavas visibles, barrancos profundamente cortados.
	Inactivo	23	No hay flujos de lavas visibles, barrancos profundamente cortados, planicies grandes, pequeña superficie del cono original desaparecidos.
PUNO	Inactivo	58	Flujos de lavas apenas visibles, no hay cráter bien establecido, planicies iniciadas, pequeña superficie del cono original desaparecidos.
TACNA	Fumarolico	01	Conos jóvenes, cráter visible en la cumbre, flujos de lava impecable, perfil no glaciado.
	Latente	04	Cono aun abrupto, lavas visibles, cráter degradado, pequeños barrancos en los flancos, morrenas presentes.
	Dormido	02	No hay flujos de lava visibles, cráter visible en la cumbre.
	Inactivo	58	Flujos de lava apenas visible, no hay cráter bien establecido, planicies iniciadas.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú - IGP





### 2.3.3 PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO

Los peligros geológicos se presentan ampliamente en el territorio nacional, generando daños y destrucción a las poblaciones a veces inadecuadamente ubicadas, a la infraestructura vial que atraviesa sectores de alta vulnerabilidad física, y en otras zonas con actividades económicas claves para el desarrollo regional

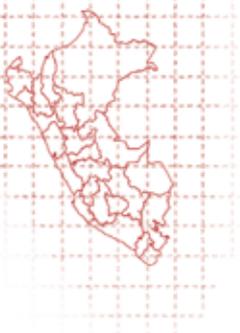
Los peligros geológicos como las caídas, deslizamientos, flujos de lodos, etc. se presentan en territorios donde existen condiciones de precipitación intensa, litología poco competente, pendientes abruptas, vegetación escasa y procesos de deforestación intensa y desestabilización de taludes por efectos de la construcción de las carreteras. (Mapa N° 07)

La ocurrencia de estos peligros se distribuye ampliamente sobre las laderas de las regiones de costa, bajo andina, meso andina y selva alta, como se aprecia en el cuadro N° 05.

Estos peligros se encuentran distribuidos en todo el país, diferenciándose algunos patrones de ocurrencia por regiones naturales. En la costa, los fenómenos de mayor frecuencia son los flujos de detritos y las caídas de rocas. En la zona bajo andina, los flujos de detritos son los más recurrentes. En la zona meso andina la incidencia de deslizamientos y derrumbes. En la zona alto andina el patrón de ocurrencia es más compleja: deslizamientos, caídas de rocas y derrumbes. En la zona de ceja de selva y selva alta los peligros recurrentes son los deslizamientos y en la zona de selva baja los procesos de inundación y erosión fluvial.

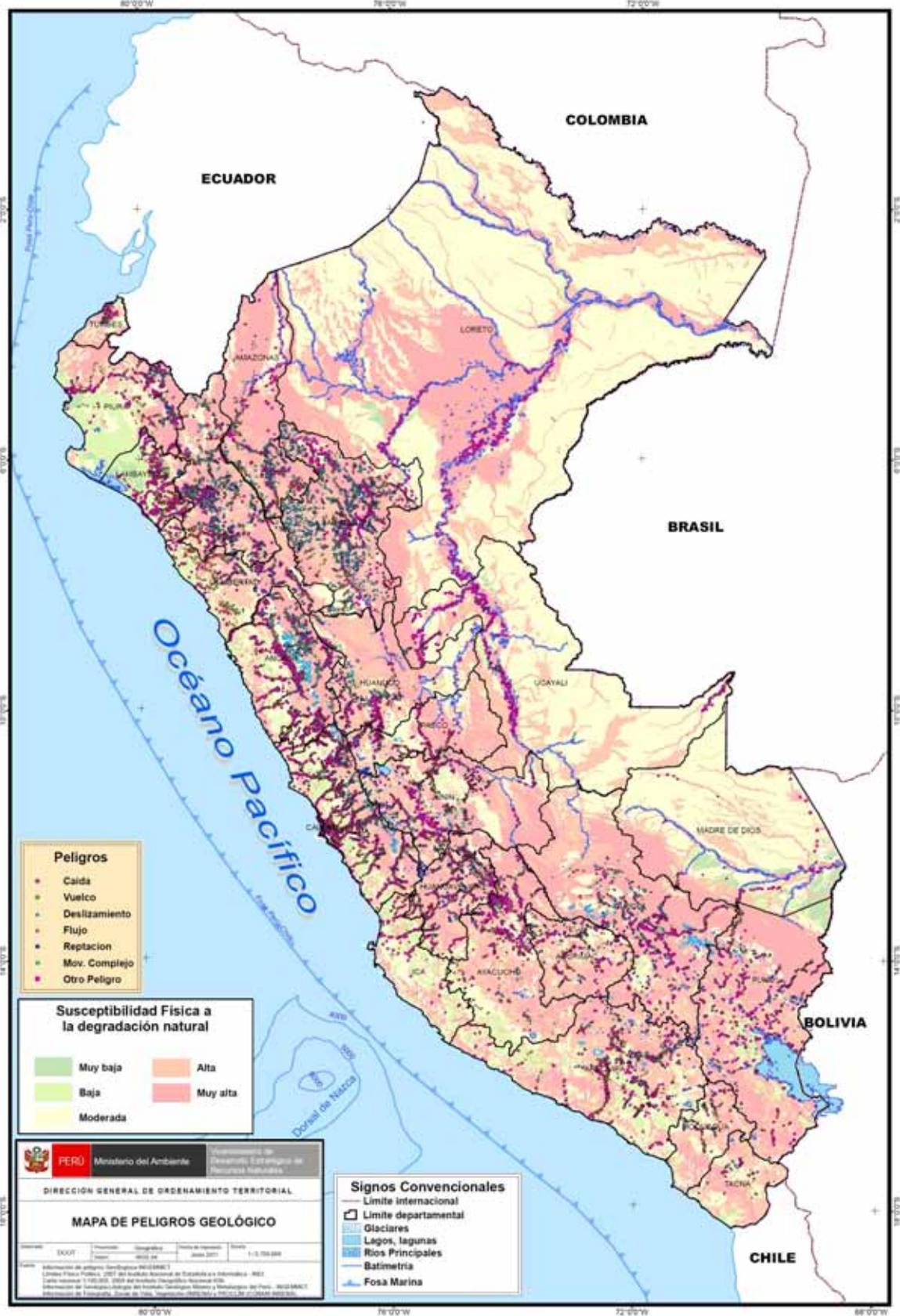
**Cuadro N° 05: Peligros geológicos por regiones naturales**

PELIGROS GEOLÓGICOS POR REGIONES NATURALES								
PELIGROS GEOLÓGICOS	TIPO DE PELIGROS	Costa	Bajo Andina	Meso Andina	Alto Andina	Ceja de Selva	Selva Alta	Selva Baja
CAÍDA	Alud				29			
	Caída de roca	960	909	692	558	18	62	
	Derrumbes	323	883	1.729	450	237	819	90
DESLIZAMIENTO	Deslizamiento	173	825	2.406	481	576	1.757	42
FLUJO	Aluvión		6	6	16			
	Avalancha de roca	33	45	82	90	8	75	
	Flujo de detritos	1.169	1.348	892	437	266	659	10
	Huaycos	646	317	208	55	5	21	10
REPTACIÓN	Reptación		25	218	277	17	41	
OTROS	Arenamiento	251						
	Erosión de laderas	305	981	1.173	385	29	167	13
	Erosión fluvial	371	377	354	235	16	256	310
	Hundimiento	18		38	11			
	Inundación	455	100	155	75	19	548	386
TOTALES		4.704	5.816	7.953	3.099	1.191	4.405	861



ASPECTOS METODOLÓGICOS

Mapa N° 07: Peligros geológicos



Fuente: INGEMMET



### 2.3.4 HELADAS

Las heladas son fenómenos climatológicos caracterizados por el descenso de las temperaturas por debajo de los 0°C. De forma recurrente se presentan sobre los 3800 msnm en las regiones alto andinas de Puno, Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco, llegando eventualmente hasta las regiones alto andinas de Cajamarca y Piura. (Mapa N° 08)

Las poblaciones más afectadas son las de extrema pobreza, dedicados a la ganadería y a la agricultura de autoconsumo. Para el año 2010 los afectados por este peligro climatológico, según reportes del Ministerio de Salud fueron 500 personas aproximadamente, de las cuales la gran mayoría de las víctimas

eran niños menores de 5 años y adultos mayores de 60 años (las poblaciones más vulnerables). Hasta el mes de mayo del 2011, solo en Puno se registraron 12 muertes de niños por neumonía por efectos de las heladas.

En el gráfico N° 06, se observa que el número de emergencias por heladas se ha incrementado en los últimos 10 años, la historia de las heladas en el Perú es un círculo vicioso, nuestras autoridades tienen fijado casi como "fecha cívica" el inicio de este fenómeno climatológico, donde comienza la recolección de ayuda para las poblaciones altoandinas afectadas, ofreciendo soluciones preventivas para el siguiente año. Doce meses después se repite la misma historia.

Gráfico N° 06: Emergencias por heladas por año a nivel nacional

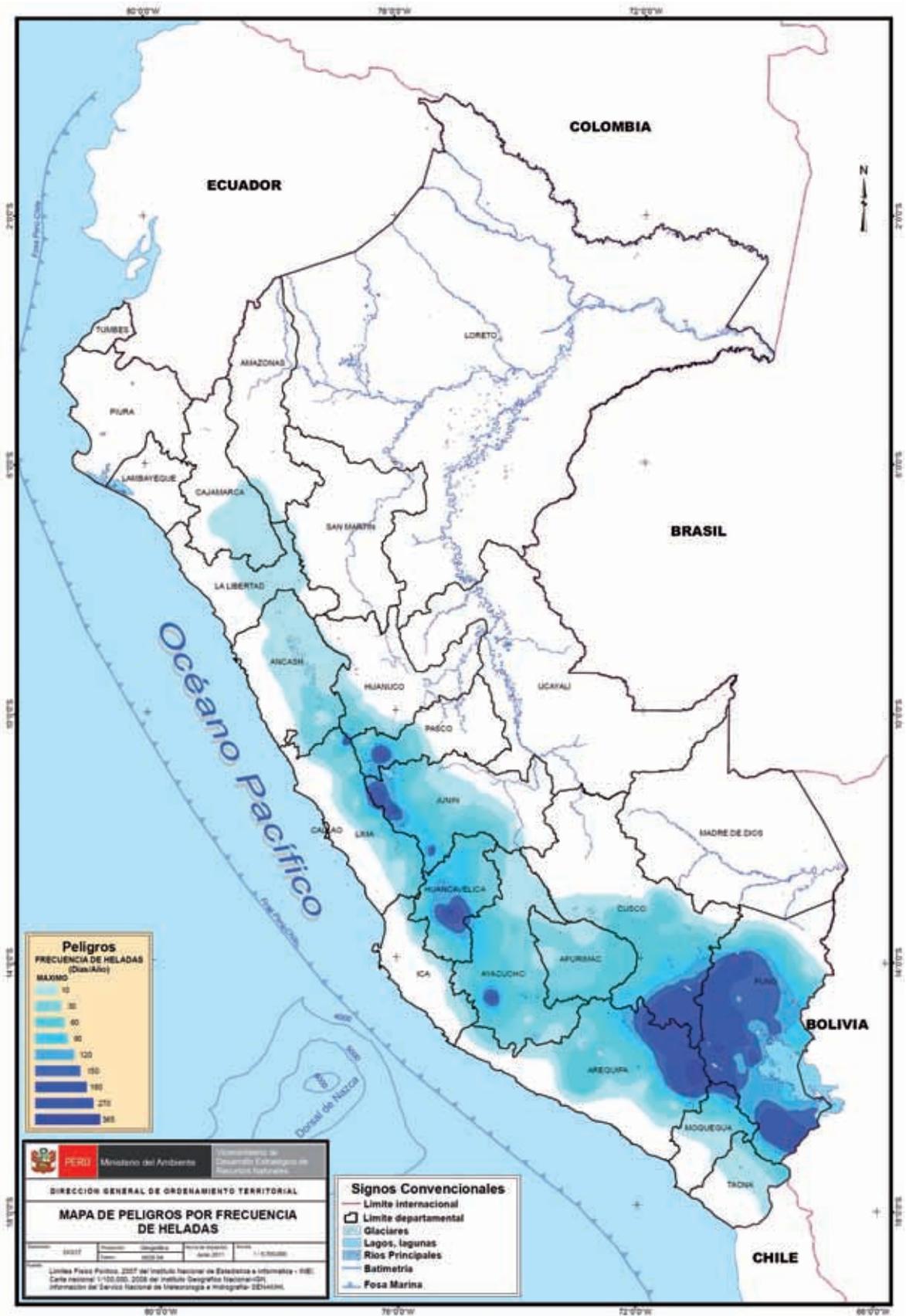


Fuente: Compendio estadístico de prevención y atención de desastres – INDECI 2007



Mapa N° 08: Peligros por heladas

ASPECTOS METODOLÓGICOS



Fuente: SENAMHI



### 2.3.5 SEQUÍAS

Las sequías son períodos secos prolongados, existentes en los ciclos climáticos naturales, caracterizados por la falta de precipitaciones pluviales y de caudal en los ríos. Su origen se encuentra en la atmósfera, en donde la humedad es deficiente. En regiones áridas y semiáridas es común que haya períodos más secos o más húmedos.

En términos generales, las sequías se clasifican en:

- a) Sequías Meteorológicas, en las que se producen una reducción drástica de la precipitación, que es la que afecta principalmente la actividad agrícola y pecuaria.
- b) Sequías Hidrológicas, las referidas a la reducción de los recursos acuáticos.

Esta variación climática donde la falta de precipitación en zonas normalmente lluviosas, son las causantes del desequilibrio hidrológico de los ecosistemas; y al igual que las heladas, las sequías tienen un efecto directo sobre las poblaciones rurales, provocando la pérdida de cultivos y por lo tanto la reducción de ingresos y las oportunidades de empleo en los campesinos. Debemos resaltar que juntamente a las sequías, se producen fenómenos simultáneos de alta radiación solar, sequedad ambiental e incremento de la velocidad del viento.

Como se aprecia en el mapa de peligros por sequías (Mapa N° 09), las zonas de mayor impacto de las sequías se localizan en la región sur andina del país, afectando principalmente a los departamentos de Huancavelica, Apurímac, Puno, Arequipa, Moquegua, Tacna y Cusco.

Mapa N° 09: Peligros por sequías



Fuente: SENAMHI

## 2.4 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS

El reglamento de la ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), define al Elemento Expuesto como el contexto social, material y ambiental representado por las personas, los recursos naturales, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.

Vulnerabilidad Física del Perú, el análisis de los elementos expuestos se realiza de forma integrada y sistémica, en relación a las condiciones físicas naturales del territorio (susceptibilidad física) y a los procesos de orden natural (peligros múltiples).

En el proceso de elaboración del Mapa de

Entre los principales elementos expuestos analizados por el Mapa de Vulnerabilidad Física tenemos los siguientes:

### 1. Centros poblados: urbanos y rurales

CENTRO POBLADO	CARACTERÍSTICAS	
Caserío	Se denomina caserío al lugar del territorio donde la población concentrada varía en el rango de 50 y 500 habitantes. Las viviendas están ubicadas en forma continua o semi-dispersa. Cuentan con un local comunal de uso múltiple y con un centro educativo en funcionamiento	
Pueblo	Población concentrada entre 500 y 2000 habitantes. Viviendas ubicadas en forma contigua y continuada, con una disposición tal que conformen calles, y una plaza céntrica. Cuentan con servicios de educación: Infraestructura, equipamiento y personal para el nivel primario completo. Los Servicios de salud: Infraestructura, equipamiento y personal para un puesto de salud. Local comunal de uso múltiple.	
Villa	Población concentrada entre 2,000 y 5,000 habitantes. Esquema de Ordenamiento Urbano, aprobado por la Municipalidad Provincial respectiva. Viviendas agrupadas en forma contigua con una disposición tal que se conformen calles y una plaza céntrica, de acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Urbano. Servicios de Educación: Infraestructura, equipamiento, y personal para los niveles de primaria completa y los tres primeros grados de secundaria. Servicios de Salud: Infraestructura, equipamiento y personal de un centro de salud.	
Ciudad	Ciudad Menor	Población concentrada que varía en el rango de 5,000 y 10,000
	Ciudad Menor Principal	Población concentrada que varía en el rango de 10,000 y 20,000
	Ciudad Intermedia	Población concentrada que varía en el rango de 20,000 y 50,000
	Ciudad Intermedia Principal	Población concentrada que varía en el rango de 50,000 y 100,000
	Ciudad Mayor	Población concentrada que varía en el rango de 100,000 y 250,000
	Ciudad Mayor Principal	Población concentrada que varía en el rango de 250,000 y 500,000
	Área Metropolitana/ Metròpoli Regional	Población concentrada que varía en el rango de 500,000 y 1'000,000



## 2. Infraestructura vial

JERARQUÍA	DESCRIPCIÓN
Red vial nacional	Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras departamentales o regionales y de las carreteras vecinales o rurales.
Red vial departamental o regional	Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la red vial nacional con la red vial vecinal o rural.
Red vial vecinal o rural	Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, estas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

Fuente: MTC

## 3. Otros

- Sistemas de comunicación
- Sistema eléctrico interconectado
- Sistema hidro energético
- Infraestructura aérea y puertos
- Sistema hidráulico
- Proyectos de irrigación
- Infraestructura minero energética
- Recursos bióticos (Bosques y pasturas naturales).

La secuencia para analizar los elementos expuestos son los siguientes:

1. Inventario de elementos expuestos, agrupadas en cuatro categorías:
  - Poblacionales
  - Infraestructura vital
  - Infraestructura económico productivo

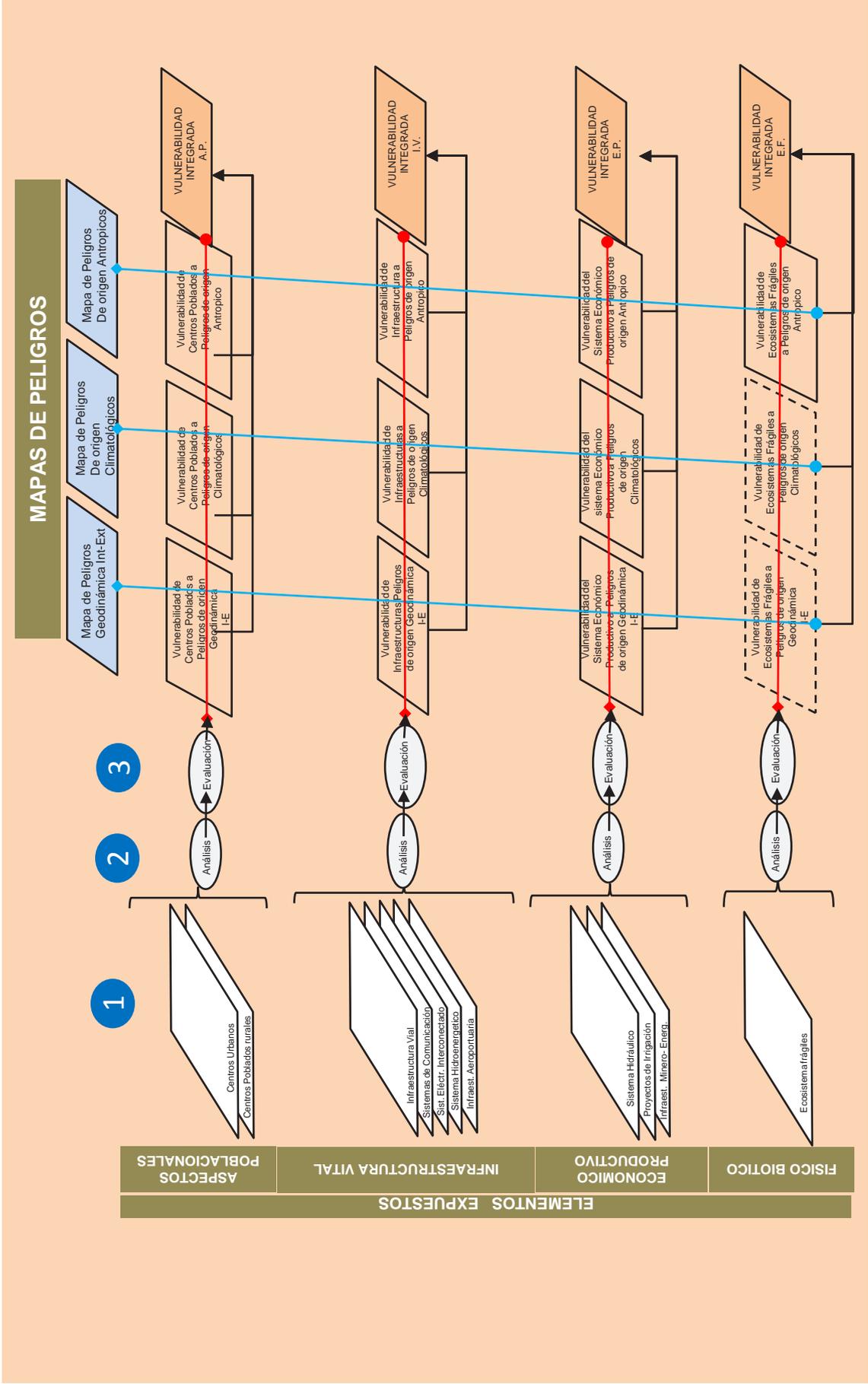
2. Análisis de las condiciones de los elementos expuestos: Localización, características físicas, ecológicas, económicas, sociales y políticas.

3. Evaluación y ponderación de los niveles de respuesta de los elementos expuestos ante cada uno de los peligros.

En el gráfico N° 07 se visualiza la interacción individual de los elementos expuestos frente a determinados peligros para la construcción del Mapa de Vulnerabilidad.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Gráfico N° 07: Esquema de análisis de los elementos expuestos





Proceso de deforestación en laderas de montaña con fuerte pendiente, Codo de Pozuso Huánuco.



Deforestación sobre colinas bajas onduladas, entre Saposo y el Dorado, sector Huallaga Central, San Martín.



Planicies onduladas con pastos para ganadería a lo largo de la carretera interoceánica sur, Madre de Dios.



Cambio de uso de la tierra para introducir ganado mejorado, sobre colinas y lomadas onduladas deforestadas en el sector Puerto Inca, Huánuco.



# Capítulo III: VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ

MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ



Ocupación del territorio en zonas de alta vulnerabilidad que originan desastres, sector aguas calientes, río Urubamba, Cusco

### 3.1 VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS CENTROS POBLADOS

Como resultado del análisis de la interacción de las condiciones naturales físico-biológicas del país, en las que se establece el grado de sensibilidad física y comportamiento, frente al impacto de los procesos erosivos, peligros múltiples ocurridos o de ocurrencia frecuente en relación a los denominados elementos expuestos, entre ellos las poblaciones, se obtiene como resultado el Mapa de Vulnerabilidad Física. (Mapa N°10)

El Mapa de Vulnerabilidad Física muestra entre sus componentes: los espacios geográficos estructurales, físico-climáticos, condiciones naturales de uso, procesos geológicos (peligros geológicos), eventos y fenómenos naturales, los elementos expuestos, etc. en especial aquellas zonas de alta a muy alta vulnerabilidad del país.

El mapa contiene y reporta la susceptibilidad física del territorio peruano y los peligros

naturales inventariados de manera cualitativa y cuantitativa, dando respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Dónde se encuentran localizadas las zonas de mayor peligrosidad en el país? o ¿Cuáles son los elementos expuestos con mayor nivel de vulnerabilidad? o ¿Cuál es el efecto de que un evento ocurra en un sitio u otro y sus implicancias sobre la población?.

La Base de Datos construida para el Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú, contiene un diseño flexible de fácil manejo tanto cartográfico como tabular.

El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú ha sido construido cartográficamente a la escala 1:250,000, conteniendo un diseño metodológico, una plataforma cartográfica oficial y un mosaico georeferenciado de imágenes satelitales del 2,010; cuyo alcance de manejo es a nivel nacional y regional.

#### 3.1.1 VULNERABILIDAD FÍSICA DE LOS CENTROS POBLADOS

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad física de los centros poblados, se consideraron tres aspectos principales:

1. Evaluación de las condiciones naturales del territorio.
2. Evaluación de los peligros múltiples, determinando niveles de peligrosidad.
3. Evaluación de las características de exposición, fragilidad y resiliencia de los centros poblados.

El análisis en estos tres aspectos se sintetiza en la matriz de comparación (Gráfico N° 08), donde se identifican escenarios de condiciones adversas, sobre los cuales, los centros poblados responden de forma diferente, según sus propias características.

En este sentido el análisis de la vulnerabilidad física de los centros poblados, toma relevancia para el conjunto del sistema urbano nacional. La importancia de los centros poblados y los niveles de satisfacción de las necesidades de la población dependen, del tamaño de su población, de la cantidad de recursos del

**Cuadro N° 06: Categorías de centro poblados en condiciones de vulnerabilidad Muy Alta**

CATEGORÍA	NUMERO DE CENTROS POBLADOS	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS EN CONDICIONES INADECUADAS
CASERÍO	4,937	456,122	51,115
PUEBLO	874	568,494	11,255
ANEXO	1,404	146,930	10,432
VILLA	123	113,163	1,291
CIUDAD	91	497,143	3,835
OTROS	333	24,121	7,404
<b>TOTALES</b>	<b>7,762</b>	<b>1,805,973</b>	<b>85,332</b>



medio físico, del grado de organización y de sus niveles de vulnerabilidad ante peligros múltiples. Según el Mapa de Vulnerabilidad Física, existen a nivel nacional 241 centros poblados

categorizados como ciudades, de estos el 40% (91) están localizados sobre territorios considerados de muy alta vulnerabilidad. Cuadro N°06.

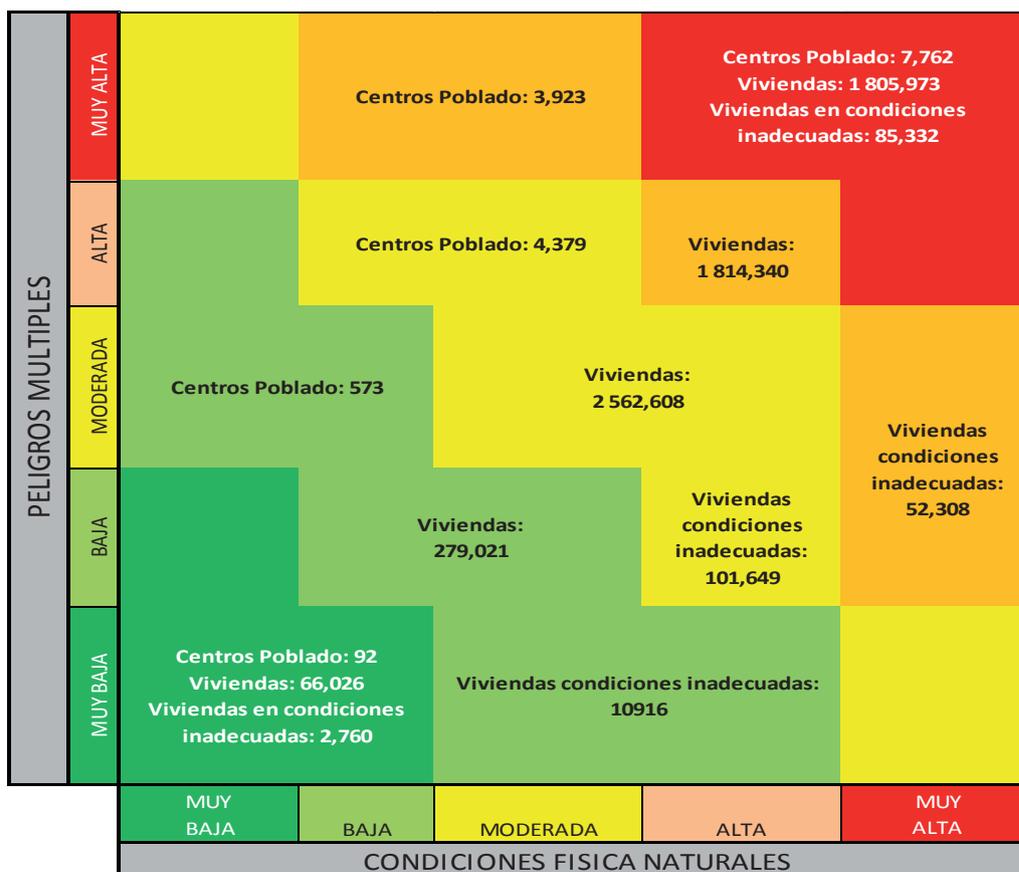
**Cuadro N° 07: Categorías de centro poblados en condiciones de vulnerabilidad Alta**

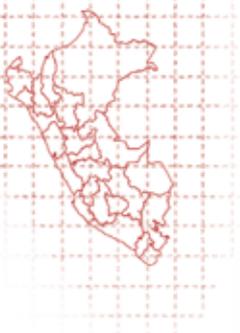
CATEGORÍA	NUMERO DE CENTROS POBLADOS	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS EN CONDICIONES INADECUADAS
CASERÍO	2,884	260,972	20,880
PUEBLO	317	570,871	11,913
ANEXO	499	46,533	2,264
VILLA	42	78,175	672
CIUDAD	57	849,335	14,520
OTROS	124	8,454	2,059
<b>TOTALES</b>	<b>3,923</b>	<b>1,814,340</b>	<b>52,308</b>

Existen 7,762 centros poblados localizados sobre territorios en condiciones naturales de Muy Alta susceptibilidad a la degradación natural y afectados a peligros múltiples (sismos, heladas, sequías, inundaciones y peligros de origen geológico). Por otro lado,

tomando como referencia la información obtenida del censo de población y vivienda del año 2,007, el total de viviendas con características inadecuadas sobre las condiciones territoriales antes mencionadas alcanzan a 85,332. (Mapa N°11)

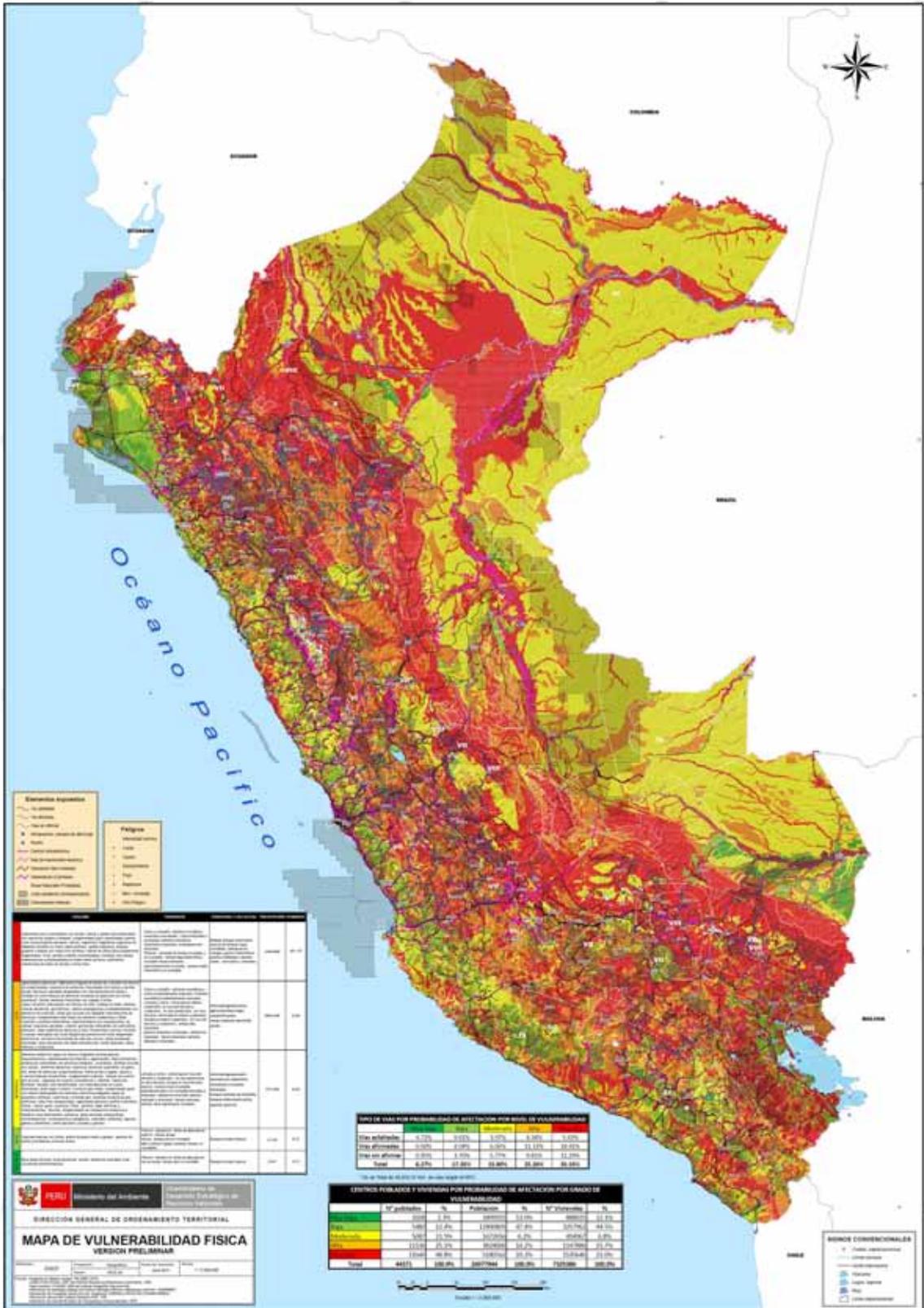
**Gráfico N° 08 Matriz de comparación para determinar la vulnerabilidad de centros poblados**





VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ

Mapa N° 10: Vulnerabilidad Física del Perú



- Elementos geográficos**
- Red vial
  - Red ferroviaria
  - Red de gasoductos
  - Red de líneas de transmisión eléctrica
  - Red de líneas de telecomunicaciones
  - Red de líneas de oleoductos
  - Red de líneas de gasoductos
  - Red de líneas de gasoductos
  - Red de líneas de gasoductos
  - Red de líneas de gasoductos
- Polígonos**
- Departamento
  - Provincia
  - Municipio
  - Distrito
  - Comunidad campesina
  - Comunidad nativa
  - Comunidad indígena
  - Comunidad campesina
  - Comunidad nativa
  - Comunidad indígena

Clase de Vulnerabilidad	Descripción	Superficie (km²)	% del Total
Alta	Áreas con alta vulnerabilidad física, principalmente en zonas de alta montaña y zonas costeras de alta exposición.	10,000	10.0%
Alta-Media	Áreas con vulnerabilidad física moderada, principalmente en zonas de montaña y zonas costeras.	20,000	20.0%
Media	Áreas con vulnerabilidad física moderada, principalmente en zonas de montaña y zonas costeras.	30,000	30.0%
Media-Baja	Áreas con vulnerabilidad física moderada, principalmente en zonas de montaña y zonas costeras.	40,000	40.0%
Baja	Áreas con baja vulnerabilidad física, principalmente en zonas de montaña y zonas costeras.	50,000	50.0%
Muy Baja	Áreas con muy baja vulnerabilidad física, principalmente en zonas de montaña y zonas costeras.	60,000	60.0%

**MAPA DE CLASIFICACIÓN POR PROGRAMAS DE AFECTACIÓN POR CLASE DE VULNERABILIDAD**

Clase de Vulnerabilidad	Programa de Afectación	Superficie (km²)	% del Total
Alta	Programa de Afectación por Alta Vulnerabilidad	10,000	10.0%
Alta-Media	Programa de Afectación por Alta-Media Vulnerabilidad	20,000	20.0%
Media	Programa de Afectación por Media Vulnerabilidad	30,000	30.0%
Media-Baja	Programa de Afectación por Media-Baja Vulnerabilidad	40,000	40.0%
Baja	Programa de Afectación por Baja Vulnerabilidad	50,000	50.0%
Muy Baja	Programa de Afectación por Muy Baja Vulnerabilidad	60,000	60.0%

**CENTROS POPULADOS Y VIVIENDAS POR PROGRAMAS DE AFECTACIÓN POR CLASE DE VULNERABILIDAD**

Clase de Vulnerabilidad	Nº Centros Populados	% del Total	Nº Viviendas	% del Total
Alta	100	1.0%	10,000	1.0%
Alta-Media	200	2.0%	20,000	2.0%
Media	300	3.0%	30,000	3.0%
Media-Baja	400	4.0%	40,000	4.0%
Baja	500	5.0%	50,000	5.0%
Muy Baja	600	6.0%	60,000	6.0%

**PERÚ** Ministerio del Ambiente

**DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

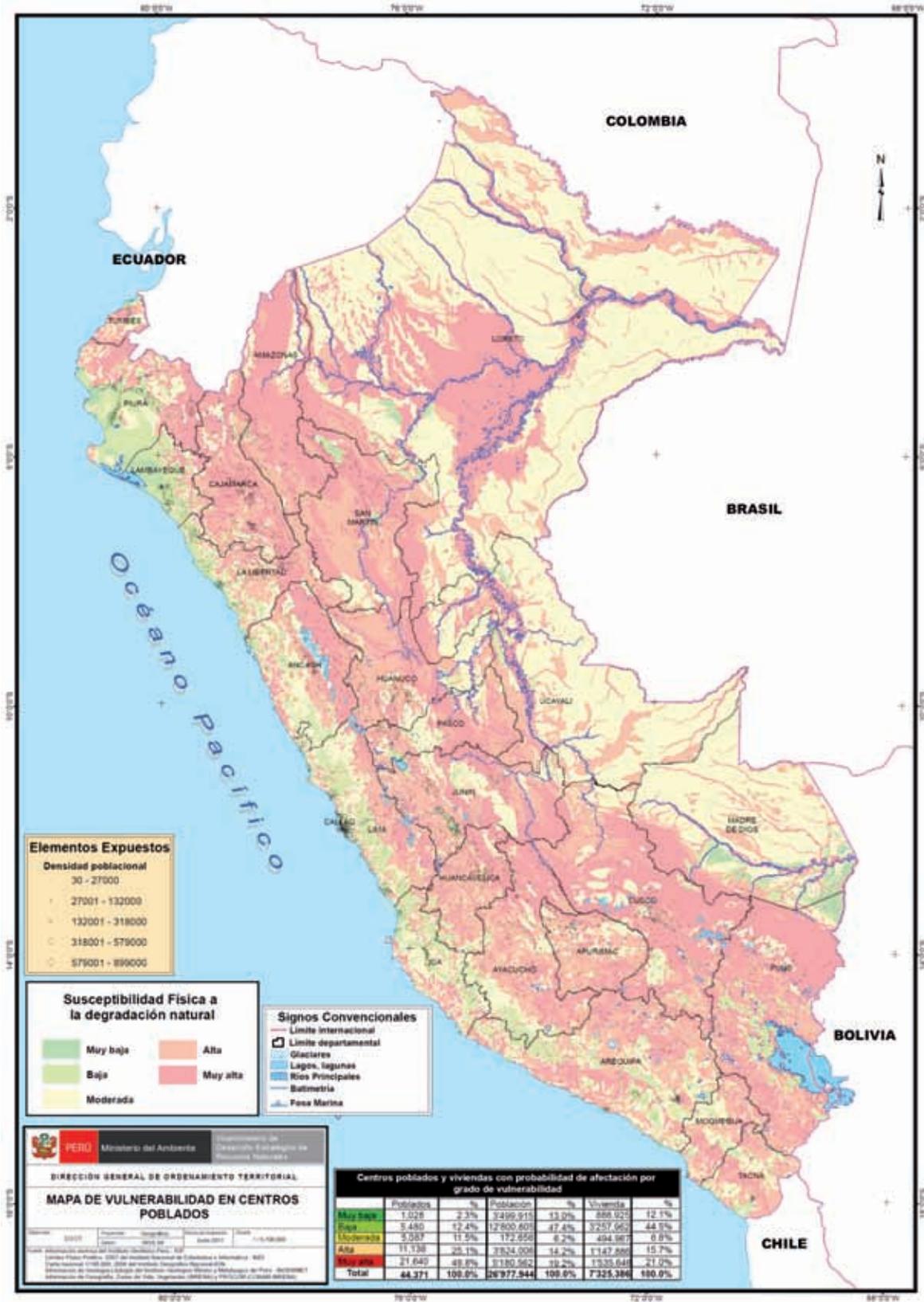
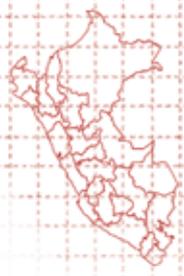
**MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA**  
VERSIÓN PRELIMINAR

Escala: 1:100,000

Fecha: 2010

- BOUCES CONVENCIONALES**
- Carretera
  - Carretera
  - Carretera
  - Carretera
  - Carretera
  - Carretera

Mapa N° 11: Vulnerabilidad Física de centros poblados a procesos de susceptibilidad física



### 3.1.2 VULNERABILIDAD FÍSICA DE CENTROS POBLADOS A HELADAS

En los andes peruanos y especialmente en la zona sur (Altiplano), la presencia de heladas ocurren a veces frecuentemente o temporalmente. Los valores más altos se producen entre los meses de mayo a agosto, aunque sin embargo se pueden presentar en cualquier época del año. Se localizan en las zonas alto andinas abarcando montañas y altiplanicies, con repercusiones también en los valles interandinos y se caracterizan por la disminución de las temperaturas generalmente por debajo de 0°C (registrándose en algunos lugares del Perú hasta por debajo de -16° C, según SENAMHI, registro 1963-1980), que se manifiesta como heladas de tipo radiactivo, con masas de aire helado, desplazándose desde las zonas altas a las zonas bajas.

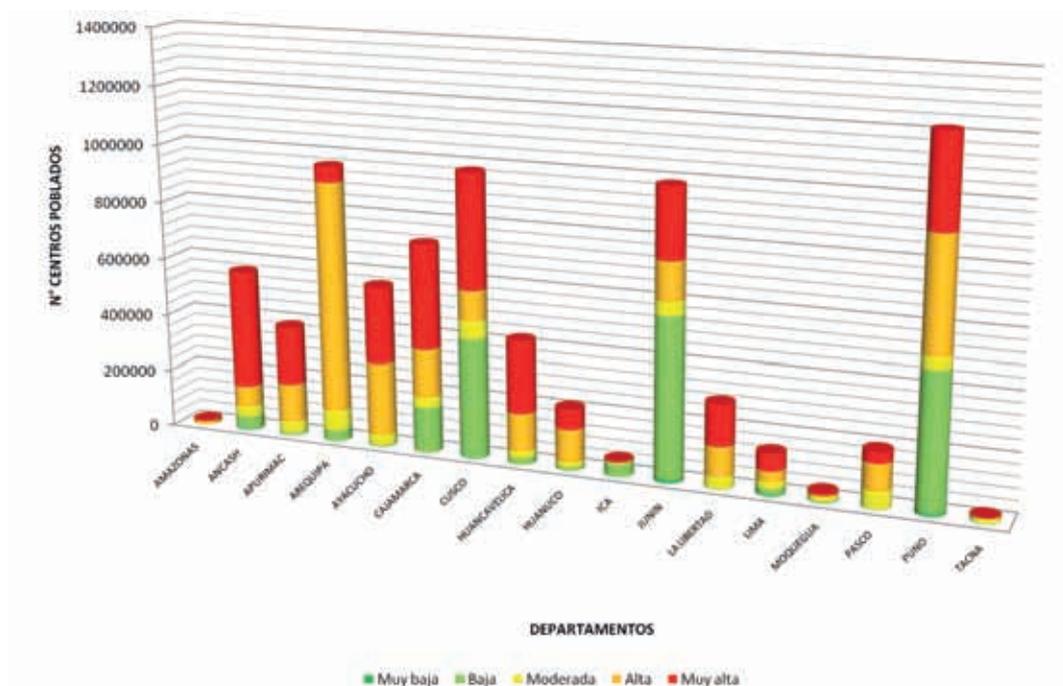
Los daños se aprecian en las actividades agrícolas y ganaderas; y de forma severa sobre la salud de las poblaciones locales que viven en condiciones de extrema pobreza. El Mapa de Vulnerabilidad Física de Cen-

tros Poblados por la frecuencia de Heladas (Mapa N° 12), muestra la ocurrencia de las heladas en las partes altas de los departamentos de:

- Cajamarca, Lambayeque, La Libertad con una frecuencia de 10 a 30 días al año.
- Ancash y Huánuco de 10 a 60 días
- En la sierra de Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac incrementándose su frecuencia especialmente por encima de los 4 000 m.s.n.m.
- Finalmente al sur en las partes altas de Cusco, Arequipa, Moquegua, Tacna y especialmente Puno donde la frecuencia está por encima de 90 a 365 días.

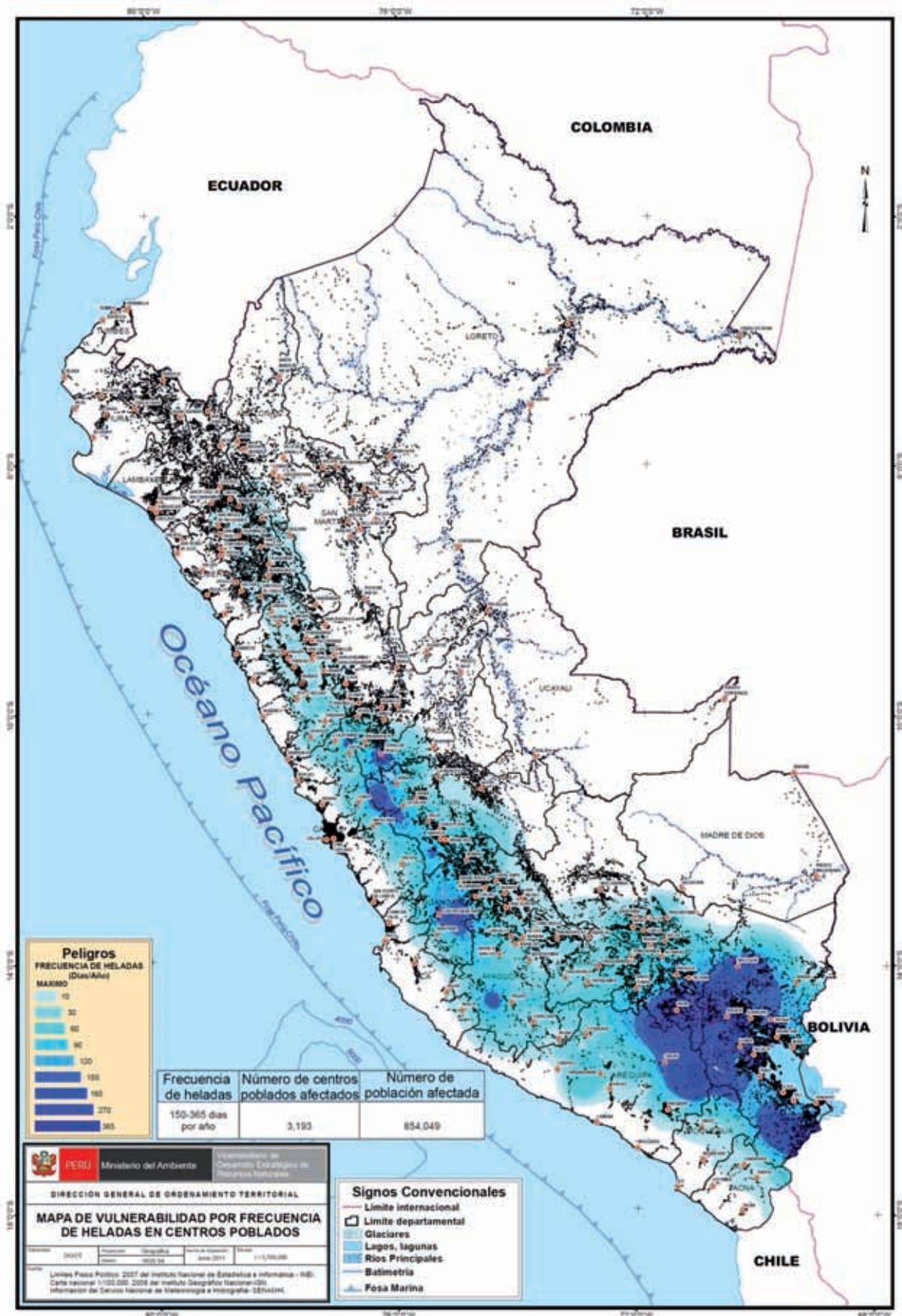
El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú ubica y muestra diferentes grados de vulnerabilidad en relación a las Heladas de carácter frecuente, afectando a una población de 7'762,650 habitantes y a 25,191 centros poblados (Censo 2007, INEI). Los análisis y estudios específicos deben realizarse a mayor detalle, donde se contemple medidas de prevención y gestión de riesgos así como acciones de adaptación y mitigación. (Gráfico N° 09)

**Gráfico N° 09: Niveles de vulnerabilidad física de centros poblados por efecto de heladas**





Mapa N° 12: Vulnerabilidad Física de centros poblados por heladas



### 3.1.3 VULNERABILIDAD FÍSICA DE CENTROS POBLADOS A SEQUÍAS

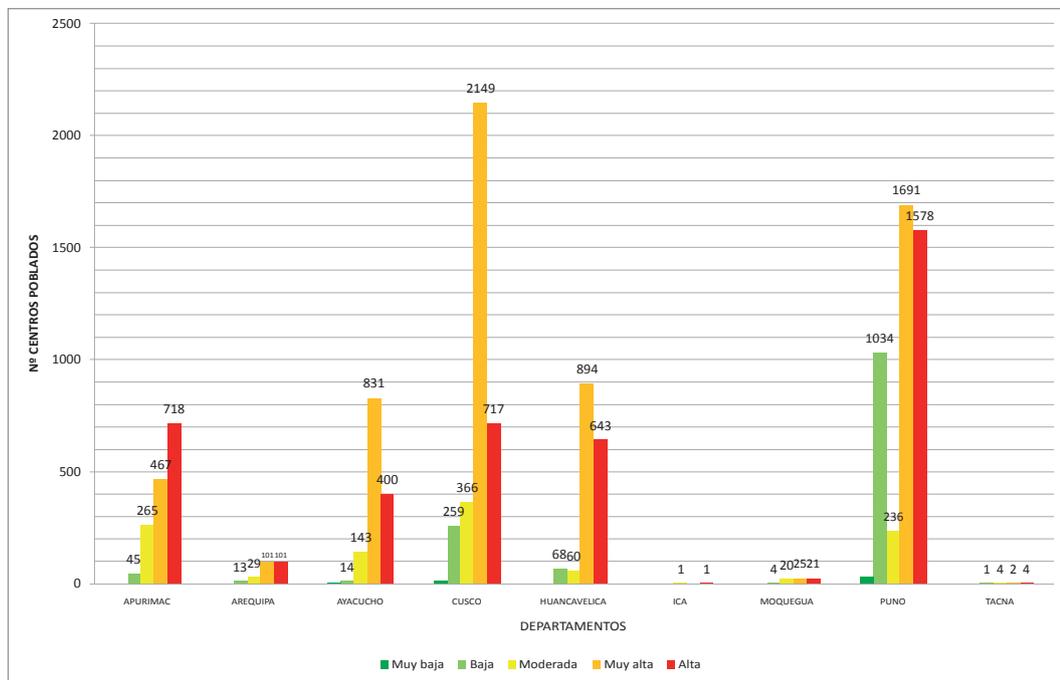
El Perú es un país que presenta una variabilidad climática influenciada principalmente por la Cordillera de los Andes, donde las precipitaciones pluviales tienen una marcada temporalidad entre los meses de Diciembre a Marzo; del cual dependen las actividades socioeconómicas tanto de la Costa como de la Sierra, especialmente las actividades económicas agrícolas y pecuarias. Asimismo los centros poblados (urbanos y rurales), son usuarios permanentes del recurso hídrico.

La fuente de este recurso son las lluvias, que generalmente se presentan en los ambientes montañosos de condiciones sub a súper húmedos (precipitación promedio de 700 a 1500 mm); la presencia de los glaciares incrementan el volumen del recurso hídrico. Los eventos climáticos como las sequías

tienen una marcada influencia, su presencia es perjudicial y a veces muy grave, debido a una marcada escasez y a un periodo seco prolongado, en la que es insuficiente para los requerimientos de los cultivos, ganaderías, industrias y la misma población local.

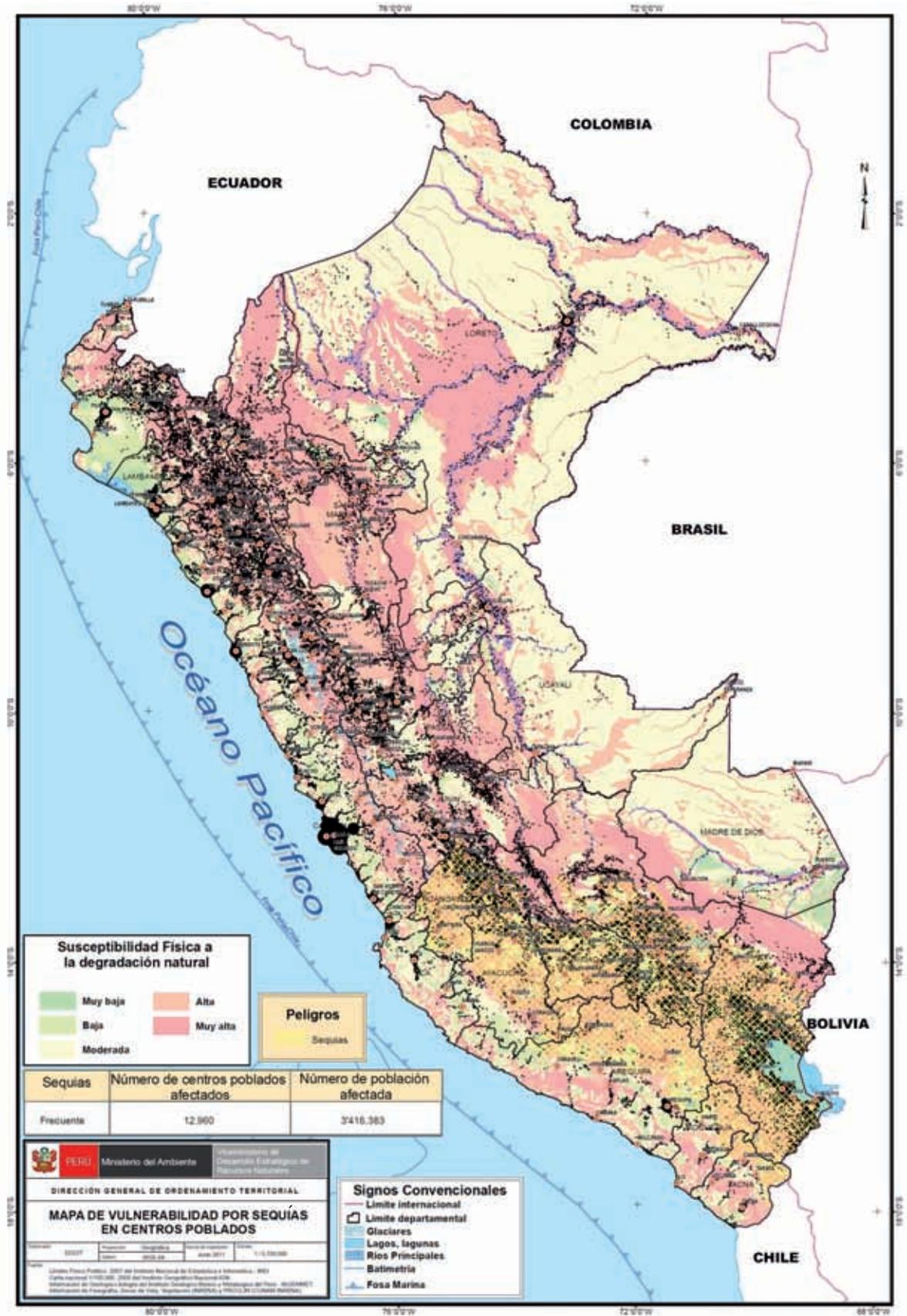
De acuerdo con los registros históricos, las sequías se manifiestan casi permanentemente y se acentúan aún más debido al Cambio Climático Global. El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú ubica y muestra diferentes grados de vulnerabilidad en relación a las Sequías que han sido recurrentes en la zona Sur del Perú, principalmente en los departamentos de: Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cusco, Puno, Moquegua e Ica, que abarca especialmente la zona andina y en algunas de ellas sus vertientes costeras, afectando a una población de 3'416,383 habitantes y 12,960 centros poblados (Censo 2007, INEI). (Mapa N° 13, Gráfico N° 10)

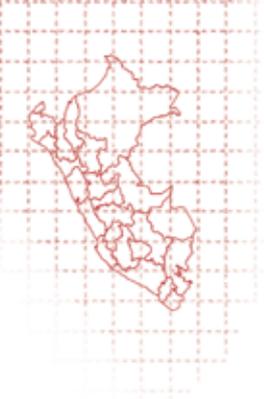
**Gráfico N° 10: Niveles de vulnerabilidad física de centros poblados por efecto de sequías**





Mapa N° 13: Vulnerabilidad Física de centros poblados por sequías





### 3.2 VULNERABILIDAD FÍSICA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

Nuestro país tiene una gran cantidad de vías vulnerables a peligros múltiples, aproximadamente el 60% de la longitud total de éstas, se encuentran en condiciones de alta y muy alta vulnerabilidad física, es decir en zonas inesta-

bles (Mapa N° 14). Del total nacional, los departamentos de Junín, Ancash y Cusco son los que presentan mayor porcentaje de vías posiblemente afectadas con 6.8 %, 6.27 % y 6.03 % respectivamente. (Cuadro N° 08)

**Cuadro N° 08: Vulnerabilidad física de vías según departamentos (%)**

Departamento	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	No determinado	Total (%)
Amazonas	1.59	0.42	0.08	0.05	0.08	0.00	2.22
Ancash	4.36	1.91	1.45	1.22	0.26	0.00	9.20
Apurímac	1.36	2.08	0.75	0.13	0.01	0.00	4.33
Arequipa	1.96	2.51	1.73	1.24	0.12	0.01	7.57
Ayacucho	1.91	0.90	0.28	0.10	0.00	0.00	3.19
Cajamarca	3.32	1.62	0.50	0.19	0.07	0.00	5.70
Cusco	4.65	1.38	0.85	0.93	0.07	0.00	7.88
Huancavelica	1.60	1.51	0.42	0.23	0.00	0.00	3.75
Huánuco	1.44	1.35	0.36	0.21	0.01	0.01	3.38
Ica	0.68	0.40	0.64	1.20	0.07	0.00	2.99
Junín	4.26	2.54	1.10	1.15	0.12	0.03	9.21
La libertad	1.05	1.09	0.59	1.29	0.10	0.00	4.11
Lambayeque	0.27	0.08	0.18	1.72	0.17	0.00	2.43
Lima	1.40	0.46	1.24	1.99	0.13	0.00	5.22
Loreto	0.36	0.45	0.37	0.00	0.00	0.01	1.18
Madre de dios	0.71	0.61	0.31	0.40	0.05	0.02	2.11
Moquegua	0.65	0.75	0.84	0.21	0.03	0.00	2.48
Pasco	0.86	1.07	0.63	0.17	0.02	0.00	2.75
Piura	0.57	0.63	0.62	1.74	0.35	0.00	3.92
Puno	2.30	1.79	0.54	1.93	0.10	0.04	6.70
San Martín	2.52	0.30	0.25	0.86	0.00	0.02	3.95
Tacna	0.63	1.02	0.77	0.43	0.11	0.01	2.97
Tumbes	0.15	0.17	0.11	0.16	0.03	0.00	0.63
Ucayali	0.61	0.59	0.61	0.01	0.00	0.01	1.84
No determinado	0.06	0.05	0.07	0.12	0.01	0.00	0.30
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>39.27</b>	<b>25.65</b>	<b>15.31</b>	<b>17.68</b>	<b>1.92</b>	<b>0.16</b>	<b>100.00</b>



Según la categoría de las vías, clasificado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las vías transversales y otros (de carácter regional) son las vías más afectadas con aproximadamente el 13 % y 40 % respectivamente (Cuadro N° 09), esto se debe a que dichas vías atraviesan principalmente la sierra, que son propensas a huaycos, caídas y

deslizamientos debido a las altas pendientes y montañas escarpadas. Además se encuentran en zonas inestables debido a su litología, planicies con mal drenaje o terrazas de inundables. Estas condiciones restringen el desarrollo de actividades económicas y atención de necesidades básicas de las poblaciones.

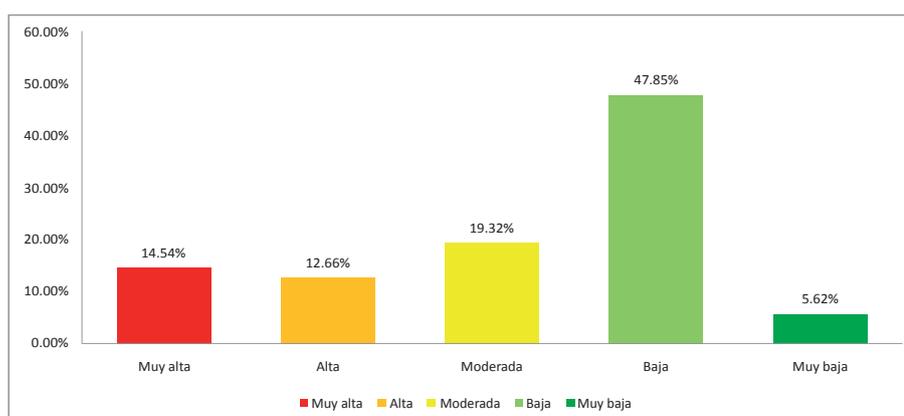
**Cuadro N° 09: Vulnerabilidad física de vías según clasificación del MTC (%)**

Vulnerabilidad	Costanera	Longitudinal de la selva	Longitudinal de la sierra	Panamericana	Transversal	Otros	Total
Muy alta	0.24	2.54	3.60	1.07	8.01	23.81	39.27
Alta	0.04	0.54	2.29	0.94	5.23	16.62	25.65
Total	0.28	3.08	5.89	2.01	13.24	40.43	64.92

Al hacer un análisis detallado de las categorías se puede observar que la carretera panamericana, la cual se encuentra asfaltada en

su totalidad, tiene el 27 % de su longitud en condiciones de alta a muy alta vulnerabilidad física.

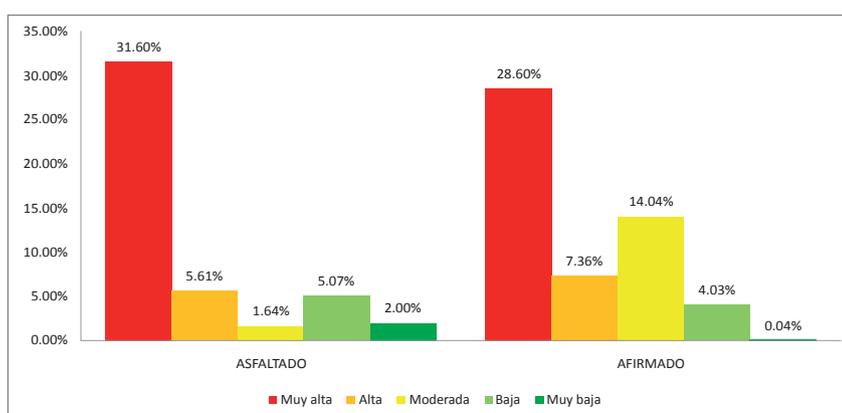
**Gráfico N° 11: Niveles de vulnerabilidad física en la carretera panamericana**



El análisis detallado de la vulnerabilidad física en la carretera longitudinal de la selva, indica que el 73% de su longitud total se encuentra en condiciones de alta vulnerabilidad. Esta

situación se complica si tomamos en cuenta que el 54% del total de la vía es afirmada. (Gráfico N° 12)

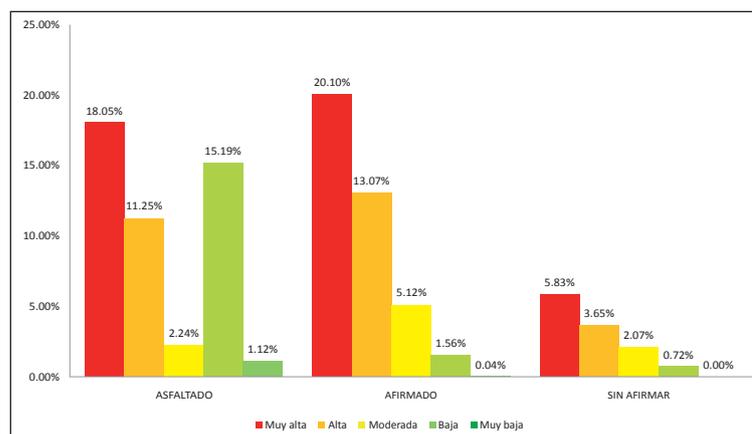
**Gráfico N° 12: Niveles de vulnerabilidad física en la carretera longitudinal de la selva**



En el caso de la carretera longitudinal de la sierra, aproximadamente el 71 % de su longi-

tud total se encuentra en condiciones de alta vulnerabilidad física. (Gráfico N° 13)

**Gráfico N° 13: Niveles de vulnerabilidad física en la carretera longitudinal de la sierra**



Las condiciones de vulnerabilidad física analizadas a lo largo de las principales vías nos conduce a entender uno de los principales problemas de la región andina y amazónica, traducido en la dificultad de acceder a mercados competitivos para sus productos, originando limitaciones para el desarrollo

económico de las regiones.

De acuerdo al análisis de la vulnerabilidad física en la superficie de rodadura en el país, las categorías de alta y muy alta vulnerabilidad se concentran en las clases de afirmado y sin afirmar. (Cuadro N°10)

**Cuadro N° 10: Vulnerabilidad física de las vías según superficie de rodadura (%)**

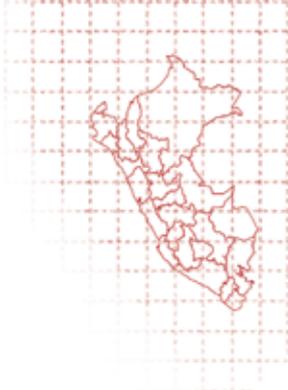
Vulnerabilidad	Asfaltado	Afirmado	Sin afirmar	TOTAL
Muy alta	7.70%	19.39%	12.18%	39.27%
Alta	4.74%	10.97%	9.95%	25.65%
Moderada	4.23%	5.73%	5.34%	15.31%
Baja	10.35%	3.69%	3.64%	17.68%
Muy baja	1.19%	0.37%	0.36%	1.92%
No determ.	0.03%	0.06%	0.07%	0.16%
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>28.24%</b>	<b>40.22%</b>	<b>31.54%</b>	<b>100.00%</b>

La actividad sísmica afecta e incrementa las condiciones naturales ya existentes, las vías del territorio nacional son altamente vulnerables a eventos sísmicos de intensidad superior a gra-

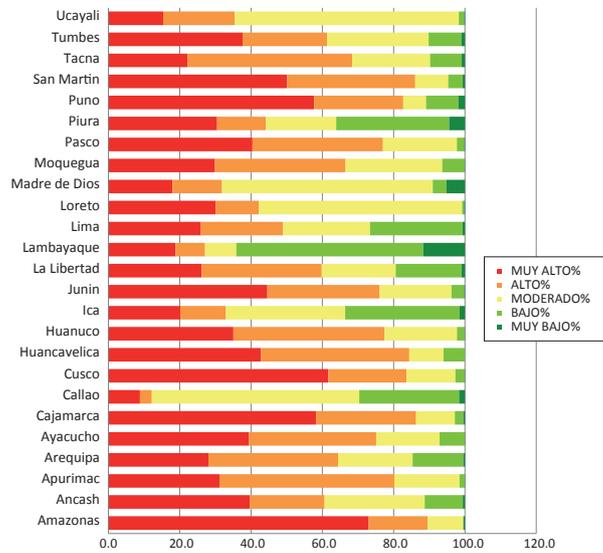
do V según la escala de Mercalli en aproximadamente el 62% de su longitud total. (Cuadro N° 11, Gráfico N° 14)

**Cuadro N° 11: Vulnerabilidad física de las vías a peligros sísmicos (%)**

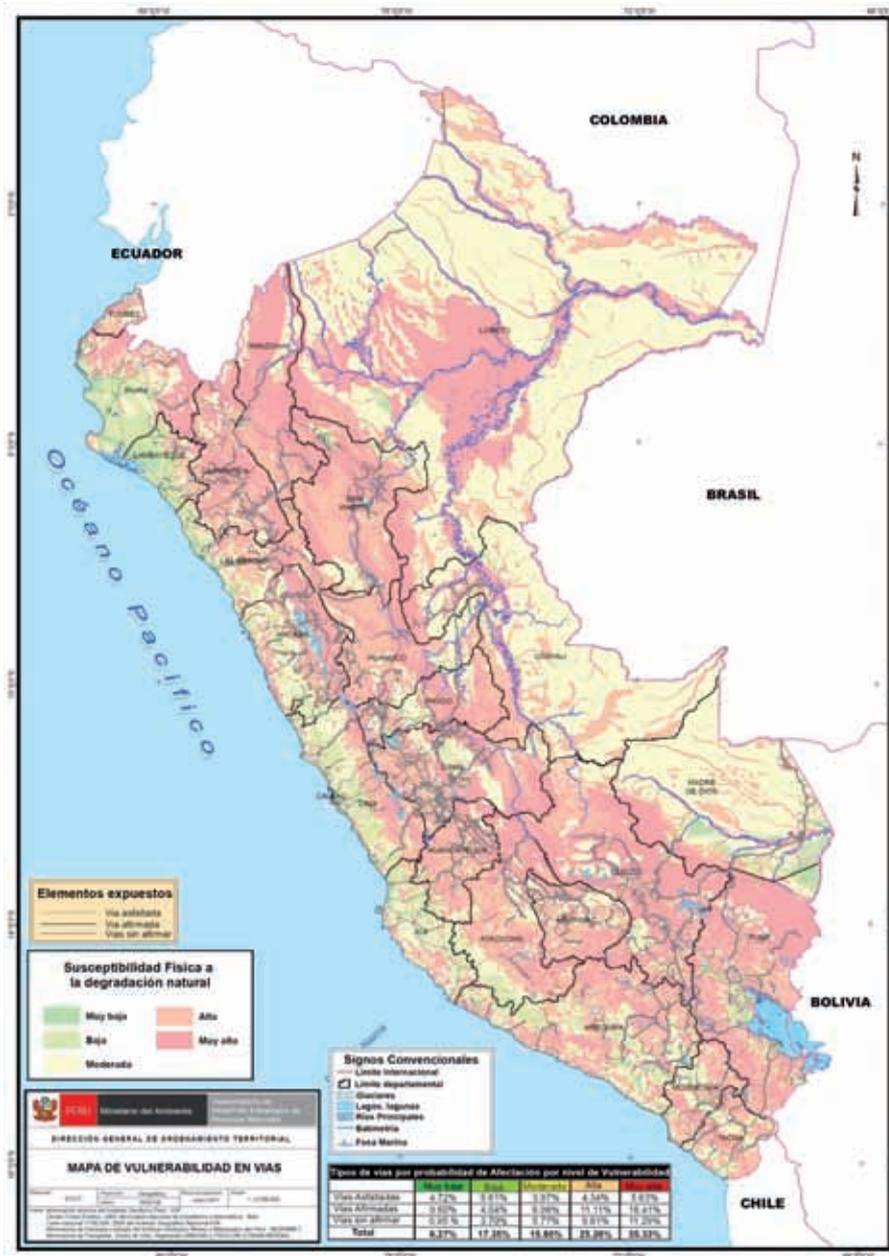
Intensidad	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	Total
V	5.65%	3.84%	1.54%	2.22%	0.06%	13.32%
VI	15.72%	9.62%	3.76%	4.01%	0.56%	33.68%
VII	8.10%	4.11%	2.34%	3.74%	1.00%	19.29%
VIII	5.21%	1.74%	0.94%	2.56%	0.38%	10.83%
IX	5.05%	3.08%	4.29%	8.49%	0.77%	21.68%
X	0.18%	0.34%	0.51%	0.16%	0.02%	1.20%
<b>Total</b>	<b>39.91%</b>	<b>22.74%</b>	<b>13.39%</b>	<b>21.17%</b>	<b>2.80%</b>	<b>100.00%</b>



**Gráfico N° 14: Niveles de vulnerabilidad física de las vías a peligros sísmicos por departamentos**



**Mapa N° 14: Vulnerabilidad Física de la infraestructura vial a procesos geodinámicos**







# Capítulo IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PERÚ



Degradación antrópica del territorio por actividad minera en el sector Huaypetue, Madre de Dios

## 4.1 CONCLUSIONES

1. El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú, constituye la primera herramienta de alcance nacional, para prevenir y mitigar, de manera integral, los desastres en nuestro país.
2. La metodología utilizada ha permitido determinar las condiciones físicas naturales y la vulnerabilidad de los elementos expuestos en el territorio. Las zonas determinadas con Alta y Muy Alta susceptibilidad, corroboran el inventario de peligros geológicos del INGEMMET, así como la información periodística de eventos naturales que generaron pérdidas de vida humanas y daños materiales al país.
3. Los resultados obtenidos, indican que los fenómenos naturales se manifiestan con mayor incidencia mediante: deslizamientos, flujos de detritos, huaycos, inundaciones, heladas y terremotos.
4. Se ha estimado que el 35.1% (44'915,800.3 ha.) del territorio nacional se encuentra en condiciones de susceptibilidad Muy Alta; el 22.4% (28'684,167.2 ha.) en Alta susceptibilidad; el 35.1% (44'897,641.4 ha.) Moderada susceptibilidad, el 6.2% (7'979,960.2 ha.) Baja susceptibilidad y el 0.9% (1'223,323.1 ha.) en condiciones de Muy Baja susceptibilidad.
5. Los departamentos que presentan los niveles más altos de susceptibilidad física a peligros múltiples son: Tumbes, San Martín, Puno, Pasco, Junín, Huancavelica, Cusco, Cajamarca, Ayacucho y Amazonas.
6. El departamento de Amazonas posee el mayor nivel de susceptibilidad física a la degradación natural. El 73% (2'854,364.6 ha.) de su territorio se encuentra en susceptibilidad Muy Alta; el 16.5% (644,082.3 ha.) en susceptibilidad Alta; el 10% (390,083.3 ha.) en susceptibilidad Moderada; el 0.2% (6,233.0 ha.) en susceptibilidad Baja y el 0.3% (13,334.9 ha.) en susceptibilidad Muy Baja.
7. San Martín es el departamento con mayor porcentaje de centros poblados ubicados en zonas expuestas a diferentes peligros. De los 1,522 poblados registrados por el INEI, el 69.3% (1,054) se encuentran localizados en zonas de Muy Alta susceptibilidad; el 12% (184) en zonas de Alta susceptibilidad; el 5.5% (83) en zonas de Moderada susceptibilidad; el 13.0% (198) en zonas de Baja susceptibilidad y solo el 0.2% (3) se localizan en zonas de Muy Baja susceptibilidad.
8. Los departamentos con mayor número de habitantes ubicados en zonas de Muy Alta susceptibilidad son: Loreto, Huancavelica, Cusco, Cajamarca, Ayacucho, Apurímac,

Gráfico N° 15: Niveles de susceptibilidad física por departamentos

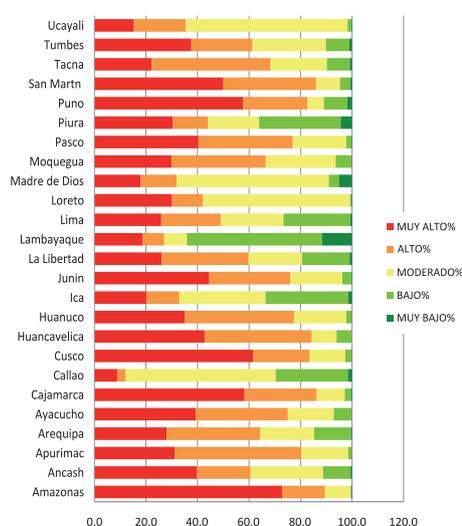
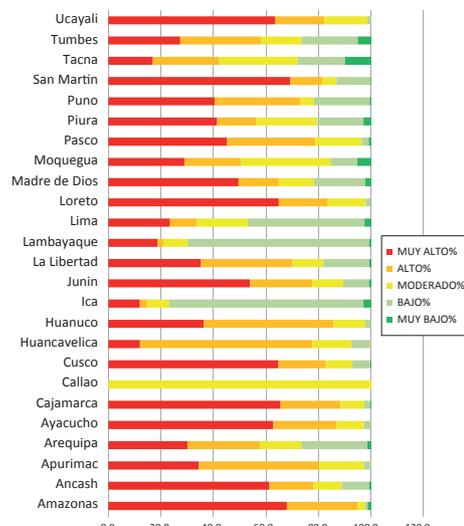


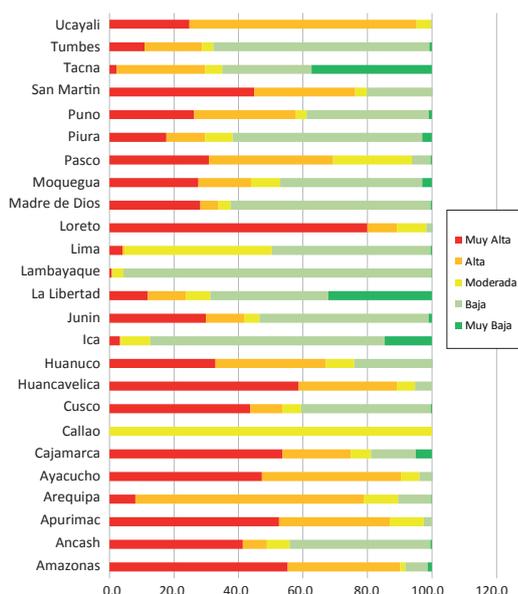
Gráfico N° 16: Centros poblados por niveles de susceptibilidad física y por departamentos



Ancash y Amazonas. Si bien, San Martín tiene la mayor cantidad de centros poblados en zonas de Muy Alta susceptibilidad, es el departamento de Loreto que tiene mayor cantidad de habitantes en zonas de Muy Alta susceptibilidad, lo cual se explica por la mayor concentración espacial de habitantes en los centros poblados de Loreto y una dispersión mayor de habitantes en San Martín.

- El Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú ha sido elaborado a escala macro (1:250 000), con alcance a nivel provincial, de gran utilidad para la gestión del riesgo y prevención de desastres. Asimismo, facilitará la inversión pública, en sectores donde se combinan negativamente las condiciones de peligrosidad y pobreza extrema.

**Gráfico N° 17: Porcentaje de población por niveles de susceptibilidad física por departamentos**



## 4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios a mayor detalle en los departamentos que registran mayores índices de vulnerabilidad física y social, para implementar medidas de prevención y mitigación del riesgo.
- Proponer medidas para reducir la vulnerabilidad en las áreas críticas identificadas en el Mapa de Vulnerabilidad, indicando las acciones prioritarias para mitigar el impacto de eventos naturales adversos
- Poner a disposición del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) el Mapa de Vulnerabilidad Física como una herramienta de gestión, instalando en los Centros de Operaciones de Emergencia Regional (COER), en los Centros de Operaciones de Emergencia Local (COEL), en los Centros de Operaciones de Emergencia sectorial (COE) y en el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) la Base de Datos Espacial, así como los resultados obtenidos, para facilitar la toma de decisión.
- Articular los instrumentos de Gestión del Riesgo (técnicos, sociales y financieros) para reducir los desastres, vulnerabilidades y mejorar el nivel de resiliencia de los distritos y comunidades expuestos a peligros múltiples recurrentes.
- Incorporar en los procesos de Ordenamiento Territorial a nivel regional y local las consideraciones necesarias para la identificación de las vulnerabilidades físicas y sociales.
- Fortalecer las capacidades institucionales y técnicas de los Gobiernos Regionales y Locales para el desarrollo de mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgos a escalas apropiadas para el desarrollo e implementación de programas orientados a la Gestión del Riesgo ante desastres.
- Construir un sistema de información que posibilite el acceso, intercambio y mejora de conocimientos a todo nivel, para facilitar los protocolos de coordinación y planificación.
- Promover la cultura de prevención en los actores sociales y políticos a través de la socialización de los resultados del Mapa de Vulnerabilidad Física, con el propósito de generar conocimientos y actitudes que permitan prever y reducir los desastres.



# Glosario

**Amenaza.-** Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

**Análisis multivariable.-** Consiste en el análisis integrado de las variables físicas y biológicas con la finalidad de obtener el índice de la vulnerabilidad.

**Análisis univariable.-** Consiste en el análisis de la vulnerabilidad de forma individual en cada elemento, determinando la contribución relativa de los factores que intervienen en el proceso de inestabilidad y susceptibilidad del territorio.

**Ciclo geológico.-** Se denomina Ciclo Geológico al conjunto de procesos geológicos que se suceden de forma cíclica, modelando el relieve de la superficie terrestre. Los responsables de este ciclo y de este modelamiento son los agentes geológicos externos e internos.

**Cuenca hidrográfica.-** Área o espacio geográfico limitado por la divisoria de aguas, a partir de la cual discurren las aguas, constituyéndose en un sistema en el que interactúan factores naturales socioeconómicos y culturales.

**Desastre.-** Interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por un fenómeno de origen natural o inducido, ocasionando pérdida de vidas humanas y bienes materiales, daños a los medios de producción, al ambiente y a los bienes culturales. La comunidad afectada no puede dar una respuesta adecuada por sus propios medios, siendo necesario la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional.

**Deslizamiento.-** Tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor.

**Elemento expuesto.-** Contexto social, material y ambiental representado por las personas, los recursos naturales, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno natural o inducido.

**Erosión.-** Es la degradación y transporte de material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como el agua, el viento, el hielo o los seres vivos.

**Falla geológica.-** Discontinuidad que se forma por fractura en las rocas superficiales de la Tierra (hasta unos 200 km de profundidad) cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas.

**Fenómeno natural.-** Todo lo que ocurre en la naturaleza y puede ser percibido por los sentidos y ser objeto de conocimiento.

**Gestión del Riesgo de Desastres.-** Proceso sistemático de decisiones y medidas administrativas, económicas, organizacionales y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales, desastres ambientales y tecnológicos consecuentes.

**Helada.-** Es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

**Hipocentro.-** Es el punto interior de la tierra, donde se inicia un movimiento sísmico. También corresponde al punto en el cual se produce la fractura de la corteza terrestre, que genera un terremoto.

**Huayco.-** O lloclla, es una violenta inundación donde gran cantidad de material de las laderas es desprendido y arrastrado por el agua vertiente abajo hasta el fondo de los valles, causando enormes daños a su paso.

# Glosario



**Inundación.-** Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos, lluvias torrenciales o deshielo, o por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por tsunamis originados por maremotos.

**Isopaca.-** Línea de un gráfico o mapa que une los puntos de igual potencial de una formación, serie, capa o estrato.

**Litología.-** Parte de la geología que trata de las rocas, especialmente de su tamaño de grano, tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su textura, composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

**Peligro.-** Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.

**Resiliencia.-** Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

**Riesgo.-** Es la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida, de un evento específico de emergencia. El riesgo (R) se estima o evalúa en función de la magnitud del Peligro (P) y el grado de Vulnerabilidad (V), teniendo en cuenta la siguiente relación probabilística:  $R = P \times V$

**Sequía.-** Anomalía transitoria en la que la disponibilidad de agua se encuentra por debajo de los promedios estadísticos de un área geográfica dada. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, animales y el hombre.

**Susceptibilidad Física.-** Probabilidad de degradación natural de una unidad territorial, debido a sus condiciones físicas frente a la acción directa de agentes atmosféricos y procesos geodinámicos (movimiento en masa, erosión, inundación, etc.).

**Teledetección.-** Técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, en virtud de la interacción electromagnética existente entre la tierra y el sensor, siendo la fuente de radiación bien proveniente del sol (pasiva) o del propio sensor (activa).

**Terraza Aluvial.-** Constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesetas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en lugares donde la pendiente es menor, con lo que su capacidad de arrastre también disminuye.

**Terremoto.-** También llamado sismo es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de placas tectónicas, fallas geológicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

**Vulcanismo.-** Emanación violenta de material fundido (lava) del interior de la tierra que sale a la superficie a través de grietas, fisuras y orificios y se caracteriza porque se enfría rápidamente y libera sus gases disueltos.

**Vulnerabilidad.-** Es el grado de debilidad o exposición (física, social, cultural, política, económico, etc.) de un elemento o conjunto de elementos (personas, patrimonio, servicios, infraestructura, áreas agrícolas, etc.) frente a la ocurrencia de un peligro natural o inducido de una magnitud dada. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100.



# Bibliografía

1. Secretaría de la Comunidad Andina (2,009). Sistemas de Información para la Gestión del Riesgo en la Comunidad Andina: Realidades y Propuestas. Lima, 136 p.
2. Kuroiwa, Julio (2,004). Disaster Reduction: Living in harmony with nature. Lima, 597 p.
3. Naciones Unidas (2,008). Guía Metodológica para el Ordenamiento Territorial y la Gestión de Riesgos. Para Municipios y Regiones. Lima, 133 p.
4. Ayala, F.; Corominas, J. (2,003). Mapas de Susceptibilidad a los Movimientos de ladera con Técnicas SIG. Fundamentos y Aplicaciones en España. Madrid, 187 p.
5. Baas, S.; Ramasamy, S.; Dey de Pryck, J.; Battista, F. (2,009). Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. Una Guía. Roma, 101 p.
6. Ojeda, J.; Valencia, A.; Castro, E.; Fonseca, S. (2001). Evaluación de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa. Guía Metodológica. Bogotá, 163 p.
7. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2,005). Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, Marco de Acción de Hyogo para 2005 – 2015. San Jose 12 p.
8. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2,005). La Gestión de Riesgos, un tema de Ordenamiento Territorial. Bogotá, 24 p.
9. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2,006). Manual Básico para la Estimación del Riesgo. Lima, 119 p.
10. Kuroiwa, Julio (2,010). Alto a los Desastres, Viviendas Seguras y Saludables para los Peruanos con Menores Recursos. Lima, 399 p.
11. Secretaria Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU) (2,004). Vivir con el Riesgo, Informe Mundial sobre Iniciativas para la reducción de Desastres. Ciudad Panamá, 437 p.



Perú

Ministerio  
del Ambiente

Av. Javier Prado Oeste 1440 - San Isidro - Lima - Perú  
Telf.: (511) 6116000  
[www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)