

# MANUAL

## Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales

02 Versión



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y  
Reducción del Riesgo de Desastres



# MANUAL

## Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales

02 Versión

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción  
del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y  
Reducción del Riesgo de Desastres





## Equipo Técnico Responsable:

Arq. María Mercedes de Guadalupe Masana García  
**Jefa (e) del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres**

Arq. Luis Fernando Sabino Málaga Gonzáles  
**Responsable de la Dirección de Gestión de Procesos.**

Ing. Rafael Campos Cruzado  
**Secretario General del CENEPRED.**

Ing. Agustín Simón Eladio Basauri Arámbulo  
**Responsable de la Subdirección de Normas y Lineamientos**

### **Especialistas de la Subdirección de Normas y Lineamientos:**

Mg. Lic. Octavio Fashé Raymundo  
Ing. Wilder Hans Caballero Haro  
MSc. Ing. Neil Sandro Alata Olivares  
MSc. Ing. Juan Carlos Montero Chirito  
Ing. Ena Jaimes Espinoza  
Econ. Marycruz Flores Vila  
Econ. José Luis Rodríguez Ayala

Arq. Timoteo Milla Olórtégui  
**Responsable de la Subdirección de Políticas y Planes**

### **Especialistas de la Subdirección de Políticas y Planes**

Ing. Adelaida Prado Naccha  
Ing. Elías Gregorio Lozano Salazar

Ing. Aleksandr López Juárez  
**Responsable de la Subdirección de Gestión de la Información.**

### **Especialistas de la Subdirección de Gestión de la Información:**

Ing. Reinerio Vargas Santa Cruz  
Ing. Óscar Aguirre Gonzalo  
Ing. José Antonio Zavala Aguirre  
Ing. Alfredo Zambrano Gonzales  
Ing. Luis Alberto Vilchez Cáceda  
Ing. José Luis Epiquien Rivera  
Geog. Henry Alberto Jesus Matos  
Ing. René Huamani Aguilar  
Bach. Ing. Eduardo J. Portugués Barrientos  
Bach. Ing. Chrisna Karina Obregón Acevedo  
Bach. Ing. Rinat Giosue Solorzano Palero  
Bach. Ing. Nestor John Barbarán Tarazona  
Bach. Ing. Leyna Karin Callirgos Mondragón  
Bach. Ing. Maryssusan Disa' Celis Gómez



**Catalogación realizada por la Biblioteca del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.**

**Perú: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.**

**Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.

Lima: CENEPRED - Dirección de Gestión de Procesos, 2014.

245 p.; tab. ilus.

RUTA METODOLÓGICA: ANÁLISIS DE RIESGOS – DETERMINACIÓN DE PELIGROS – ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD – CÁLCULO DEL RIESGO – CONTROL DE RIESGOS – EVALUACIÓN DE RIESGOS – COMUNICACIÓN DEL RIESGO – MANEJO DE RIESGO – GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES – MEDIDAS ESTRUCTURALES – MEDIDAS NO ESTRUCTURALES – PELIGRO – VULNERABILIDAD – PREVENCIÓN – REDUCCIÓN.

(CENEPRED/PER/15.03)

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015 - 04717

**Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.**

Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Dirección de Gestión de Procesos (DGP) - Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL).

**CENEPRED, 2014.**

Av. Del Parque Norte N° 313 - 319. San Isidro - Lima - Perú

Teléfono: 2013-550, correo electrónico: [info@cenepred.gob.pe](mailto:info@cenepred.gob.pe)

Página web: [www.cenepred.gob.pe](http://www.cenepred.gob.pe).

**Equipo Técnico:**

**Arq. María Mercedes de Guadalupe Masana García**

*Jefa (e) del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres*

**Ing. Rafael Campos Cruzado**

*Secretario General del CENEPRED*

**Arq. Luis Fernando Málaga Gonzáles**

*Responsable de la Dirección de Gestión de Procesos*

**Ing. Agustín Basauri Arámbulo**

*Responsable de la Subdirección de Normas y Lineamientos*

**Especialistas de la Subdirección de Normas y Lineamientos:**

Mg. Lic. Octavio Fashé Raymundo

Ing. Wilder Hans Caballero Haro

MSc. Ing. Neil Sandro Alata Olivares

MSc. Ing. Juan Carlos Montero Chirito

Ing. Ena Jaimes Espinoza

Econ. Marycruz Flores Vila

Econ. José Luis Rodríguez Ayala

**Arq. Timoteo Milla Olórtegui**

*Responsable de la Subdirección de Políticas y Planes*

**Especialistas de la Subdirección de Políticas y Planes**

Ing. Adelaida Prado Naccha  
Ing. Elías Gregorio Lozano Salazar

**Ing. Aleksandr López Juárez**

*Responsable de la Subdirección de Gestión de la Información.*

***Especialistas de la Subdirección de Gestión de la Información:***

Ing. Reinerio Vargas Santa Cruz  
Ing. Óscar Aguirre Gonzalo  
Ing. José Antonio Zavala Aguirre  
Ing. Alfredo Zambrano Gonzales  
Ing. Luis Alberto Vílchez Cáceda  
Ing. José Luis Epiquien Rivera  
Geog. Henry Alberto Jesus Matos  
Ing. René Huamani Aguilar  
Bach. Ing. Eduardo J. Portugués Barrientos  
Bach. Ing. Chrisna Karina Obregón Acevedo  
Bach. Ing. Rinat Giosue Solorzano Palero  
Bach. Ing. Nestor John Barbarán Tarazona  
Bach. Ing. Leyna Karin Callirgos Mondragón  
Bach. Ing. Maryssusan Disa' Celis Gómez

Primera edición. Lima, Marzo 2015.  
Reproducido por: NEVA STUDIO SAC  
Av. Tomás Ramsey 762 – Magdalena del Mar - Lima

---

**Cualquier parte de este documento podrá reproducirse siempre y cuando se reconozca la fuente y la información no se utilice con fines comerciales**

# CONTENIDO

## PRESENTACIÓN

### CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivos y alcance
  - 1.2.1 Objetivo general
  - 1.2.2 Objetivos específicos
  - 1.2.3 Alcance
- 1.3 Importancia de la Evaluación de Riesgos
- 1.4 Evaluación cuantitativa y cualitativa
- 1.5 Concepto de peligro originado por fenómenos de origen natural
- 1.6 Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural
- 1.7 Flujoograma general para la Evaluación de Riesgos originadas por fenómenos de origen natural

### CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD

- 2.1 Introducción
- 2.2 Recopilación de la información
  - 2.2.1 De carácter geográfico
  - 2.2.2 De carácter urbanístico
  - 2.2.3 Infraestructuras básicas y servicios esenciales
- 2.3 Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
- 2.4 Peligros generados por fenómenos de origen natural
  - 2.4.1 Caracterización de peligros generados por fenómenos de origen natural
    - 2.4.1.1 Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna de la Tierra
      - a. Sismo
      - b. Tsunami
      - c. Volcanes
    - 2.4.1.2 Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa de la Tierra
      - a. Movimiento de Masa
    - 2.4.1.3 Peligros generados por fenómenos de origen hidrometeorológico y oceanográfico
      - a. Inundaciones
      - b. Sequías
      - c. Erosión de suelos
      - d. Descenso de temperatura
- 2.5 Parámetros de evaluación del fenómeno
  - 2.5.1 Información histórica de episodios
  - 2.5.2 Estudios previos de peligrosidad y riesgo
  - 2.5.3 Identificación de parámetros y descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio.
- 2.6 Susceptibilidad
  - 2.6.1 Factores condicionantes
  - 2.6.2 Factores desencadenantes

- 2.7 Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
  - 2.7.1 Exposición
    - 2.7.1.1 Análisis de elementos expuestos por dimensión social.
    - 2.7.1.2 Análisis de elementos expuestos por dimensión económica.
    - 2.7.1.3 Análisis de elementos expuestos por dimensión ambiental.
- 2.8 Definición de escenarios
- 2.9 Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
  - 2.9.1 Nivel de peligrosidad social
  - 2.9.2 Nivel de peligrosidad económico
  - 2.9.3 Nivel de peligrosidad ambiental
- 2.10 Niveles de peligrosidad
- 2.11 Mapa del nivel de peligrosidad
  - 2.11.1 Elaboración del mapa de peligro

### **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD**

- 3.1 Introducción
- 3.2 Análisis de los factores de la vulnerabilidad
  - 3.2.1 Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.
    - 3.2.1.1 Exposición
    - 3.2.1.2 Fragilidad
    - 3.2.1.3 Resiliencia
- 3.3 Análisis de los elementos expuestos sociales, económicos y ambientales
  - 3.3.1 Elementos expuestos sociales, económicos y ambientales
    - 3.3.1.1 Análisis de la dimensión social
      - 3.3.1.1.1 Exposición social
      - 3.3.1.1.2 Fragilidad social
      - 3.3.1.1.3 Resiliencia social
    - 3.3.1.2 Análisis de la dimensión económica
      - 3.3.1.2.1 Exposición económica
      - 3.3.1.2.2 Fragilidad económica
      - 3.3.1.2.3 Resiliencia económica
    - 3.3.1.3 Análisis de la dimensión ambiental
      - 3.3.1.3.1 Exposición ambiental
      - 3.3.1.3.2 Fragilidad ambiental
      - 3.3.1.3.3 Resiliencia ambiental
- 3.4 Determinación de los niveles de vulnerabilidad
  - 3.4.1 Análisis de la estratificación de los niveles de vulnerabilidad
- 3.5 Mapa del nivel de vulnerabilidad
  - 3.5.1 Flujograma general para obtener el mapa de vulnerabilidad
  - 3.5.2 Elaboración del mapa de vulnerabilidad

### **CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN O CÁLCULO DEL RIESGO**

- 4.1 Introducción
- 4.2 Identificación de áreas o tramos de riesgo potencial
  - 4.2.1 Tramos de riesgo potencial a partir de información histórica
  - 4.2.2 Tramos o áreas de riesgo potencial a partir del cruce de información con los usos del suelo

- 4.2.2.1 Determinación de registros de riesgos potenciales
- 4.2.2.2 Determinación de registros de riesgos significativos
- 4.2.2.3 Determinación de registros de riesgos constatados
- 4.2.3 Conclusiones. Zonas clasificadas según nivel de riesgos
- 4.2.4 Evaluación preliminar de riesgos y selección de áreas con riesgo potencial significativo
- 4.3 Identificación de áreas de riesgo potencial significativo
  - 4.3.1 Definición de umbrales de riesgo significativo
- 4.4 Impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales.
  - 4.4.1 Cuantificación de pérdidas
    - 4.4.1.1 Probabilidad de afectación en el sector social
    - 4.4.1.2 Probabilidad de afectación en el sector económico
    - 4.4.1.3 Probabilidad de afectación en el sector ambiente
- 4.5 Evaluación del especialista
- 4.6 Identificación de zonas de riesgo potencial significativo
  - 4.6.1 Matriz de Riesgo
  - 4.6.2 Mapa de Nivel de Riesgos
  - 4.6.3 Zonificación de Riesgos
- 4.7 Medidas de prevención y reducción de desastres
  - 4.7.1 Medidas estructurales
  - 4.7.2 Medidas no estructurales

## **CAPÍTULO V: CONTROL DE RIESGOS**

- 5.1 Introducción
- 5.2 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos
- 5.3 Análisis costo/beneficio costo/efectividad
  - 5.3.1 Costo/beneficio
  - 5.3.2 Costo/efectividad
- 5.4 Medidas de Control

## **CAPÍTULO VI: ELABORACIÓN DEL INFORME**

- 6.1 Introducción
- 6.2 Fases para la elaboración del informe
  - 6.2.1 Fase de planeamiento y organización
  - 6.2.2 Fase de trabajo de campo
  - 6.2.3 Fase de gabinete
- 6.3 Estructura del Informe

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**



# Presentación

Los impactos socio económico y ambiental ocasionado por fenómenos de origen natural se han incrementado, entre otros factores debido al inadecuado crecimiento y/o localización de las actividades humanas en ámbitos geográficos inseguros, reduciendo la eficiencia productiva así como las capacidades de desarrollo sostenible.

Para mantener el incremento de la productividad y lograr un desarrollo sostenible es conveniente la incorporación y uso del procedimiento técnico del Análisis y/o Evaluación de Riesgos en la planificación económica, física y social en el Perú.

Con la finalidad de contribuir a prevenir y/o reducir los impactos negativos que puedan ocasionar los desastres en lo concerniente a lo social, económico y ambiental, se ha elaborado el presente manual, que constituye una de las herramientas básicas para la Gestión del Riesgo de Desastres, aporte técnico que servirá de consulta a fin de evaluar los peligros de origen natural en los diferentes ámbitos jurisdiccionales de nuestro país.

El contenido del presente manual se sustenta en información generada por las instituciones técnico científicas las cuales permitieron establecer las variables y parámetros para determinar los niveles de peligrosidad, las vulnerabilidades de los elementos esenciales (exposición, fragilidad y resiliencia), así como calcular y controlar los riesgos, mediante la ejecución de medidas estructurales y no estructurales en el marco de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres.

La elaboración, organización, compilación, edición y publicación de este manual estuvo bajo la responsabilidad del equipo técnico de la Dirección de Gestión de Procesos del CENEPRED.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



# 1.1

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país, se encuentra ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, y debido a sus características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas, entre otras (factores condicionantes), lo exponen a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masas, descenso de temperatura (heladas y friajes) y erosión de suelos (factores desencadenantes); cada uno de estos con sus propias características como magnitud, intensidad, distribución espacial, periodo de retorno, etc (parámetros de evaluación).

Esta realidad obliga a la generación de conocimientos y/o metodologías que ayuden a estratificar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo y la zonificación de riesgos en los ámbitos geográficos expuestos al fenómeno natural.

Los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural, sino de los niveles de vulnerabilidad de los centros urbanos y/o rurales, por ejemplo su localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, rellenos sanitarios, cercanía a fallas geológicas, etc. (exposición), así como el tipo de infraestructura de material precario o noble utilizado como vivienda (fragilidad), y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural (resiliencia).

La zonificación de los riesgos servirá como un instrumento de gestión territorial por parte de los Gobiernos Regionales y Locales para la elaboración e implementación del Plan de Acondicionamiento Territorial, Plan de Desarrollo Urbano, Ordenamiento territorial, etc. que ayudarán a un desarrollo sostenible.

Este manual se constituye en el instrumento técnico orientador a la gran diversidad de profesionales que tienen relación directa o interés en el estudio y/o aplicación de los procedimientos metodológicos de evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural en un ámbito geográfico determinado.

Aquí, se describen los conceptos teóricos básicos con gráficos y/o imágenes que permiten entender el proceso de génesis del fenómeno. Para una mejor comprensión se ha evitado en lo posible el formalismo matemático, dejándolo para los manuales más específicos por la rigurosidad que estos ameritan; se indican los parámetros del fenómeno de origen natural, los factores de evaluación de la vulnerabilidad (incluye lo social, económico y ambiental), así como diagramas de flujo que muestran la metodología general para la generación de los mapas de peligrosidad y vulnerabilidad.

Se utiliza el método multicriterio (proceso de análisis jerárquico) para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Este método tiene un soporte matemático, permitiendo incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riego, niveles de organización social, etc.), para lo cual requiere de la participación de un equipo multidisciplinario.

La ponderación por su flexibilidad permite incorporar nueva información generada en los ámbitos geográficos de interés, por su sencillez puede ser aprendida sin dificultad. Este procedimiento ha sido aplicado en diferentes ramas de las ciencias, incluida la gestión del riesgo de desastres.

El presente manual será complementado con la elaboración de manuales específicos y/o detallados de los fenómenos de origen natural recurrentes en el país, debido a que el estudio científico de cada fenómeno es diferente.

La complejidad de la naturaleza y la diversidad de peligros, vulnerabilidades y riesgos que ocurren o se presentan en nuestro país, deben ser tomadas en cuenta para incorporar los criterios de prevención y reducción de riesgos en los diferentes procesos de planificación, de ordenamiento territorial, de gestión ambiental así como programas de inversión, de los distintos niveles (nacional, regional o local) y para horizontes determinados (corto, mediano y largo plazo).

El diseño de las medidas de prevención y reducción precisamente está basado en la Evaluación de Riesgos, a cargo de los organismos integradores de la función ejecutiva del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, como son la Presidencia del Consejo de Ministros en su conducción de ente rector, Ministerios, Gobiernos Regionales y Locales, entidades públicas y privadas a nivel nacional, bajo la normatividad emitida al respecto por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.

*San Isidro, Diciembre 2014.*

## 1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

### 1.2.1 Objetivo general

Orientar los procedimientos para la evaluación de riesgos que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los parámetros de evaluación de los fenómenos de origen natural, los cuales permitan una adecuada evaluación del riesgo.
- Estandarizar los criterios técnicos a ser utilizados en la identificación y caracterización de los peligros, los niveles de peligrosidad y la elaboración del mapa del nivel de peligrosidad.
- Estandarizar los criterios técnicos a ser utilizados en el análisis de la vulnerabilidad, los niveles de vulnerabilidad y la elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles de riesgos y la elaboración del mapa del nivel de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo (en función de los umbrales para cada tipo de peligro).
- Recomendar las medidas de control del riesgo, para la elaboración de los informes de Evaluación de Riesgos.
- Definir la metodología para la elaboración del mapa de zonificación de riesgos de desastres.
- Mostrar en forma general los conocimientos teóricos básicos, los parámetros de evaluación y el nivel de detalle de la información que se debe utilizar.

### 1.2.3 Alcance

El manual está dirigido a los profesionales y/o investigadores de las diferentes entidades públicas y privadas de los tres niveles de gobierno del SINAGERD, que ejecutan las evaluaciones de riesgos originados por fenómenos de origen natural en el Perú.

## 1.3

### IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

La ejecución de los informes de Evaluación de Riesgos, adquiere especial importancia en nuestro país por las razones siguientes:

- Identificar actividades y acciones para prevenir la generación de nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes, los cuales son incorporados en los Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública a cargo de los Sectores, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial y Distrital).
- Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno, permitiendo de ésta manera que los proyectos de inversión sean sostenibles en el tiempo.
- Sus resultados son el insumo básico y principal para la gestión ambiental, la planificación territorial, el ordenamiento y acondicionamiento territorial (Plan de Desarrollo Urbano, Zonificación Ecológica Económica, entre otros).
- Coadyuvar a la toma de decisiones de las autoridades, para proporcionar condiciones de vida adecuadas a la población en riesgo.
- Permitir racionalizar el potencial humano y los recursos financieros, en la prevención y reducción del riesgo de desastres.

## 1.4

### EVALUACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA

Para la evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural se identifican tres (03) tipos de informe que están en función de la información sobre el ámbito geográfico del área evaluada, estos son:

- Informe Cualitativo de evaluación de riesgos: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en la experiencia y observaciones de campo debido a la inexistencia de información (registros históricos, estadísticos, estudios técnicos, etc.) del fenómeno de origen natural sobre el área geográfica de estudio.

- Informe Semi Cuantitativo de evaluación de riesgos: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en estudios técnicos anteriores (estudio de suelos, estudio de los ecosistemas, etc.) que tienen relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural y/o el área geográfica de estudio, así como su escala de trabajo (no detallada) que pueden ser incorporados en el informe de evaluación de riesgos por su utilidad.
- Informe Cuantitativo de evaluación de riesgos: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento preciso de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en información del ámbito geográfico de estudio (escala de trabajo adecuada) debido a la ejecución de diversos estudios técnicos in situ (estudios de suelos, inventarios de fenómenos, estudios geológicos, estudios hidrometeorológicos, mediciones instrumentales de campo, etc.) que genera información actualizada (uso de análisis estadísticos y probabilísticos, etc.) que ayuda al conocimiento de los peligros, las vulnerabilidades y los riesgos. Esto con participación de las entidades técnico científicas y el gobierno local competente. En el cuadro 01 mostramos algunos ejemplos:

### CUADRO 01: TIPOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVOS DE PELIGROS

RECURRENCIA Y VARIABILIDAD ESPACIAL DEL FENÓMENO	TIPO DE FENÓMENO	MAGNITUD DEL SISMO
Impactan siempre en la misma área	Análisis de frecuencia en función o no de la magnitud. Simulaciones a través de métodos probabilísticos o determinísticos.	Inundaciones Deslizamientos Tsunamis
Impactan en áreas diferentes	Espacial en función o no de la magnitud. Espacial y frecuencia en función o no de la magnitud. Simulación/modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos.	Lahares Terremotos Flujos de lava
Impactan una vez solamente	Simulación/modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos.	Desastres

Adaptado por SNL-CENEPRED de: SNET (2014)

Los profesionales que evalúan los riesgos originados por fenómenos de origen natural, deben en cada uno de sus respectivos informes o estudios indicar explícitamente el tipo de informe elaborado por ellos, sustentando la existencia o no de estudios y/o ensayos (estudios de suelos, inventarios de fenómenos, estudios geológicos, geotécnicos, microtrepidación, hidrológicos, hidrometeorológicos, mediciones instrumentales de campo, etc.) del ámbito geográfico afectado por el fenómeno de origen natural.

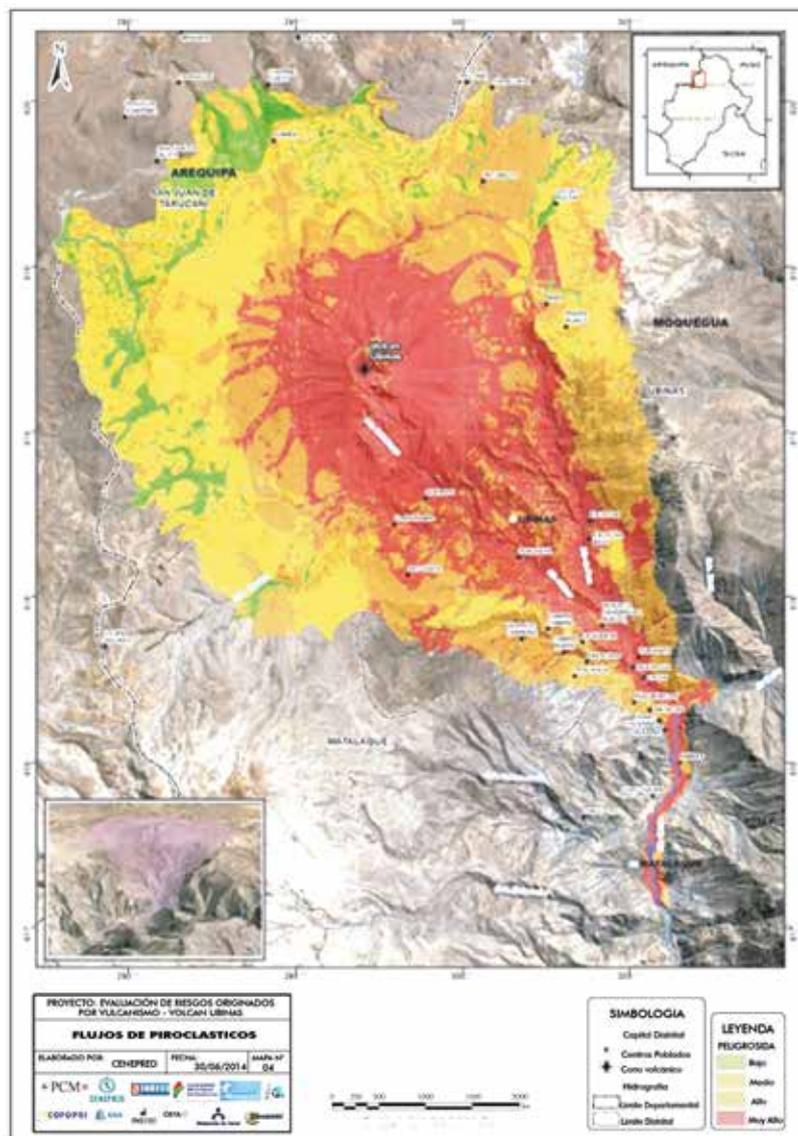
# 1.5

## CONCEPTO DE PELIGRO ORIGINADO POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL

El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

En otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término amenaza, para referirse al peligro.

**GRÁFICO 1: Mapa del nivel de peligrosidad por flujos piroclásticos**



Fuente: Gobierno Regional de Moquegua (2014)

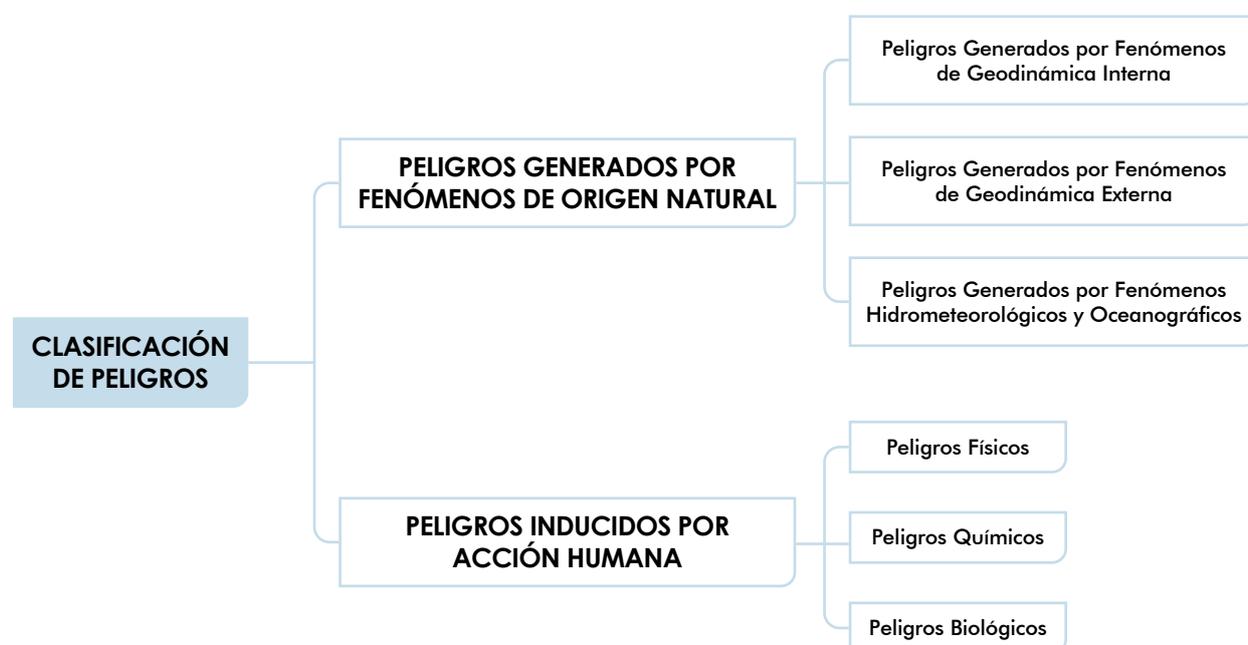
## 1.6

### CLASIFICACIÓN DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para el presente manual solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural.

Para el estudio estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo a su origen. Esta agrupación nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos, tal como se muestra en el gráfico 2.

**GRÁFICO 2: Clasificación de peligros**

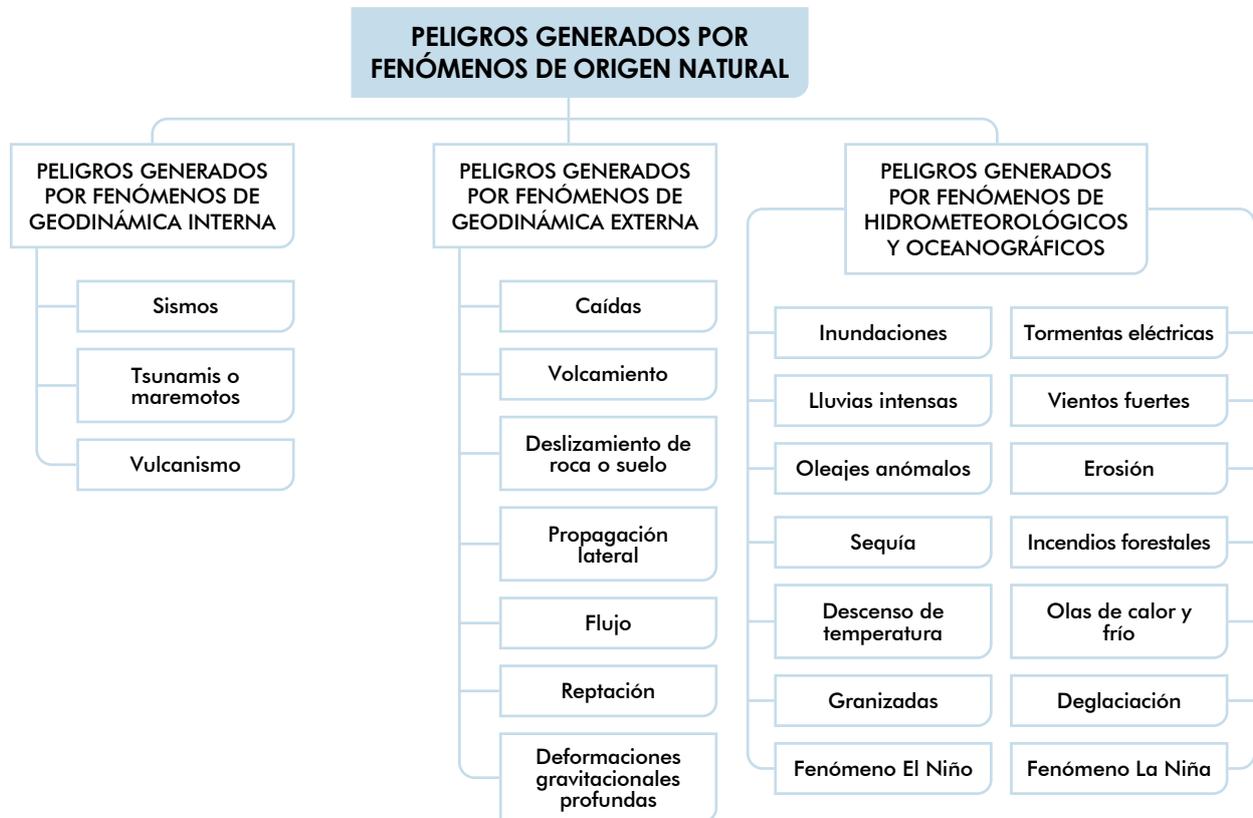


Esta clasificación ha permitido ordenar los fenómenos de origen natural en tres grupos:

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

Así podemos apreciar en el gráfico 3, el resultado de la clasificación indicada:

### GRÁFICO 3: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



## 1.7

### FLUJOGRAMA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL

GRAFICO DOBLE PAGINA

**RETIRA PAGINA DOBLE**

# CAPÍTULO II

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROSIDAD



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



## 2.1 INTRODUCCIÓN

La complejidad que implica planear, ejecutar y evaluar acciones que incluye la inversión económica para conocer, reducir y controlar el riesgo, nos obliga a preguntarnos ¿qué ocurrirá si un fenómeno de una determinada magnitud impactará sobre un centro urbano y/o rural con ciertas características de fragilidad y resiliencia?, la respuesta lógica para contestar esta pregunta sería utilizar la información técnica y/o científica disponible y contar con la participación de equipos multidisciplinarios que ayudarían a elaborar nuestro escenario de riesgo probable.

El escenario de riesgo se inicia conceptualmente elaborando un argumento sólido, sustentado en datos y/o registros históricos de la ocurrencia del fenómeno a estudiar, como magnitud, intensidad, recurrencia, etc. (caracterizar el peligro). Así como, la integración de información estadística de los daños y/o pérdidas de población damnificada, fallecida, infraestructura dañada, etc. (vulnerabilidad de los elementos expuestos), lo que ayudará a elaborar el escenario probable y sus posibles consecuencias.

Un escenario no es una predicción de un pronóstico específico por sí mismo; es una plausible descripción de lo que puede ocurrir. Los escenarios describen eventos, tendencias y su evolución misma, lo que ayuda a indicar recomendaciones en lo referente a la ejecución y/o implementación de medidas estructurales y no estructurales de prevención y/o reducción de riesgos.

Evaluar el peligro es estimar o valorar la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de sucesos (se refiere al fenómeno mismo en términos de sus características y su dimensión) en el tiempo y ámbito geográfico determinado.

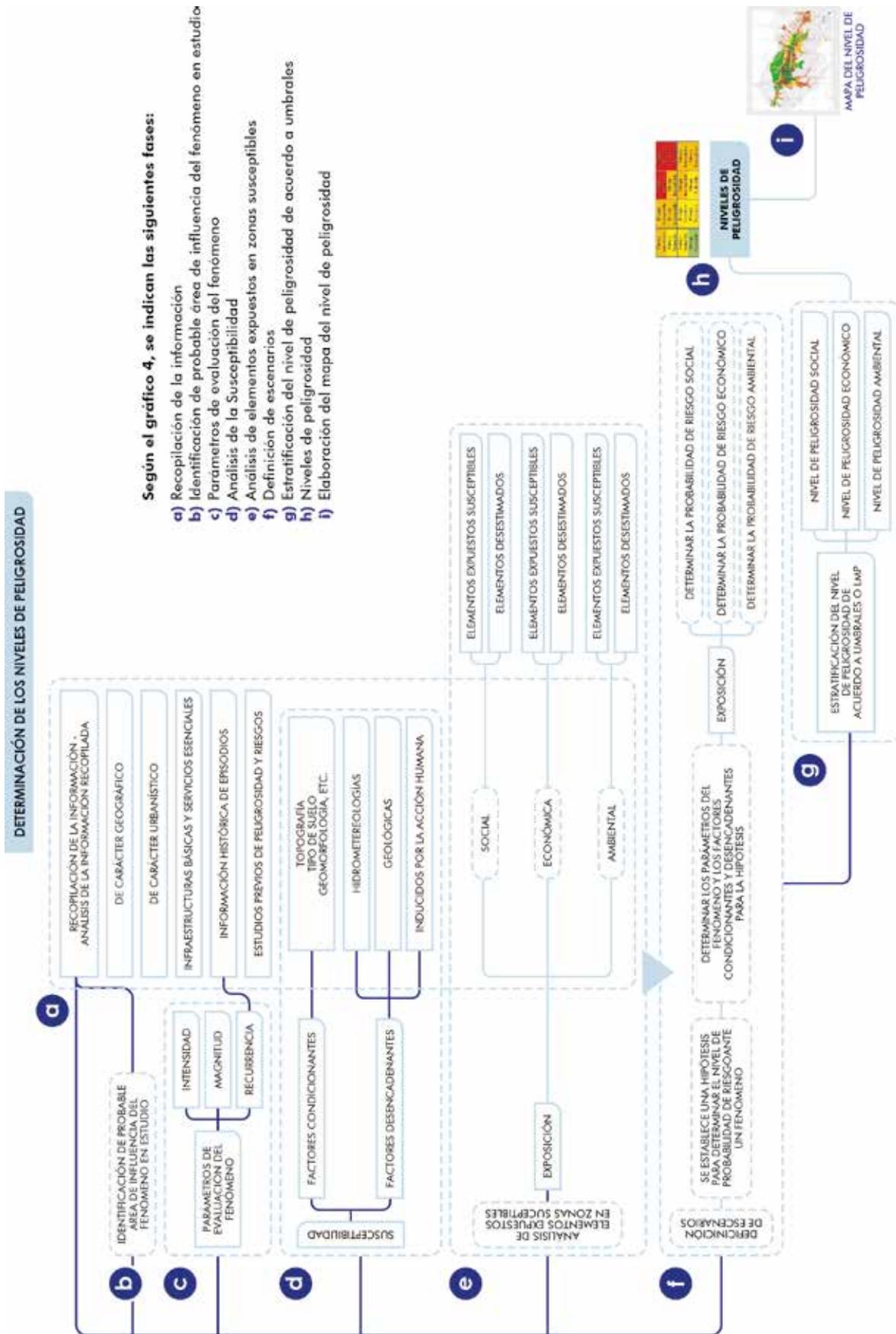
La estratificación que se establece para la evaluación del peligro, permite cuantificar en términos de la magnitud del acontecimiento, o en términos del efecto que el acontecimiento tendrá en un ámbito geográfico específico y en un tiempo determinado.

Las instituciones técnicas – científicas relacionadas con campos afines a la geología, la hidrología, oceanografía, meteorología, etc., elaboran estudios y/o informes técnicos cuyo nivel técnico de detalle varía desde estimaciones generales hasta análisis detallados de la susceptibilidad del área de estudio expuesta a los peligro(s), mostrados en un mapa de zonificación de susceptibilidades para cada peligro.

La información de zonificación de susceptibilidades son un insumo importante para obtener los niveles de peligrosidad del área de estudio, las escalas de trabajo son las establecidas por el Instituto Geográfico Nacional – IGN (Anexo N° 1, A16).

Para evaluar el nivel de peligrosidad se ha elaborado la siguiente metodología general, que se muestra en el gráfico 4:

**GRÁFICO 4: Metodología general para la determinación de los niveles de peligrosidad**



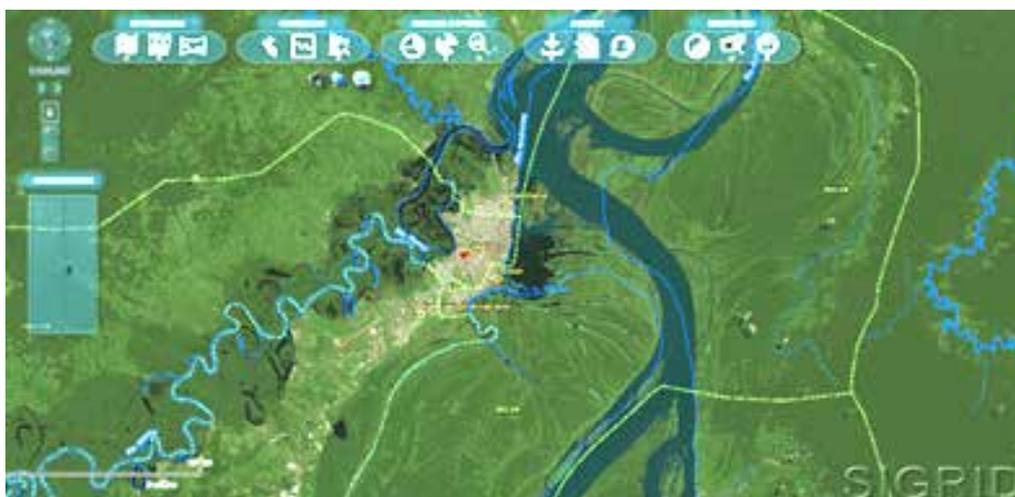
## 2.2 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

### 2.2.1 De carácter geográfico

Consiste de todo el material bibliográfico, datos de campo, y registros digitales (información vectorial, raster y/o satelital) que se encuentren disponibles, proporcionadas por los gobiernos regionales, locales y las instituciones técnico-científicas. Esta información tiene como propósito mostrar las características hidrológicas, meteorológicas, costeras, geográficas y geofísicas del área en evaluación.

CENEPRED tiene a disposición el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), que cuenta con una amplia base de datos de libre acceso.

**GRÁFICO 5: Información hidrográfica mostrada por el Sigrid**



El SIGRID ha sistematizado la información proporcionada por los gobiernos regionales, locales y las instituciones técnico-científicas en ámbitos geográficos expuestos al impacto de fenómenos de origen natural. Véase el cuadro 2.

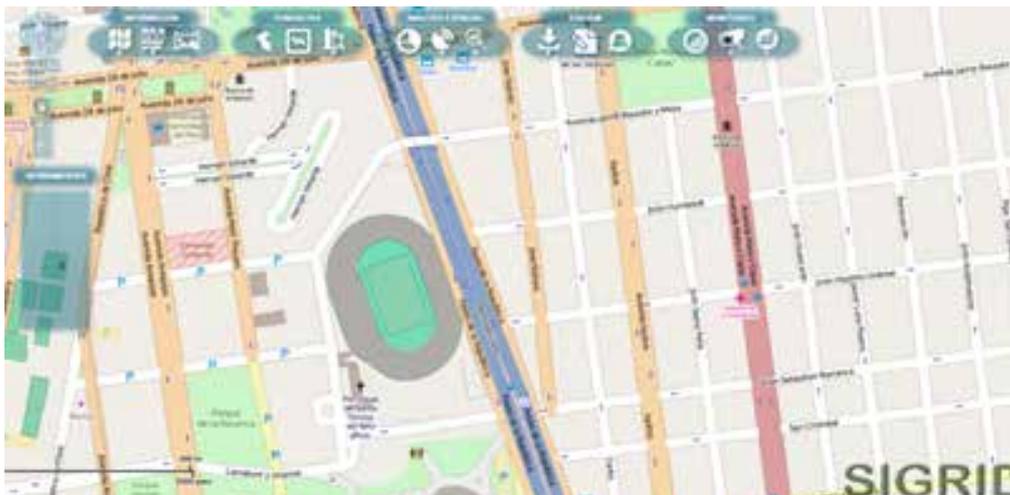
**CUADRO 02: Ámbitos geográficos expuestos al impacto de diversos fenómenos de origen natural**

FENÓMENO	ÁMBITO GEOGRÁFICO EXPUESTO (NIVEL REGIONAL)																										
	UCAYALI	TUMBES	TACNA	SAN MARTÍN	PUNO	PIURA	PASCO	MOQUEGUA	MADRE DE DIOS	LORETO	LIMA	LAMBAYEQUE	LA LIBERTAD	JUNÍN	ICA	HUÁNUCO	HUANCAVELICA	CUSCO	CALLAO	CAJAMARCA	AYACUCHO	AREQUIPA	APURÍMAC	ANCASH	AMAZONAS		
Exceso de lluvias																											
Déficit de lluvias																											
Heladas																											
Friaje																											
Sismos																											
Tsunami																											
Explosión Volcánica																											
El Niño																											
La Niña																											

### 2.2.2 De carácter urbanístico

Se refiere a toda la información de carácter urbano que puede ser proporcionada por los gobiernos locales mediante sus gerencias de desarrollo urbano y catastro, y en colaboración con el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) y la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP). El SIGRID mantiene en su base de datos cartografía digital actualizada. Ver gráfico 6.

**GRÁFICO 6: Cartografía digital proporcionada por el Sigrid**



### 2.2.3 Infraestructuras básicas y servicios esenciales

Es muy importante contar con información referida a las infraestructuras básicas y los servicios esenciales de zonas que se encuentran expuestas a peligros de origen natural. Es por ello que la recolección de información actualizada y precisa de los organismos estatales y privados encargados de brindar servicios de agua potable y alcantarillado y las empresas de distribución de luz es esencial y necesaria (imagen 1). Se consideran además infraestructuras básicas y servicios esenciales a los hospitales, centros sanitarios, puertos, aeropuertos, etc.

**IMAGEN 1: Servicios esenciales**



Fuente: (a) Luzdelsur (2014), (b) Sedapal (2014)

## 2.3

### IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA DEL FENÓMENO EN ESTUDIO

La identificación de las áreas probables de influencia de los fenómenos naturales se realiza en una primera instancia sobre la base del conocimiento histórico de los impactos producidos por dichos fenómenos naturales en los ámbitos geográficos expuestos. Esto se efectúa básicamente mediante la sistematización de la toda la información a detalle recopilada (geográfica, urbanística y de infraestructuras básicas y de servicios esenciales).

Sobre los resultados de dicho análisis, y con la asesoría de las entidades técnico-científicas, se plantea una priorización de los ámbitos con una mayor probabilidad de ser afectados a nivel nacional, regional y local. La información histórica (recurrencia) y los parámetros característicos de los eventos naturales son elementos esenciales en este proceso.

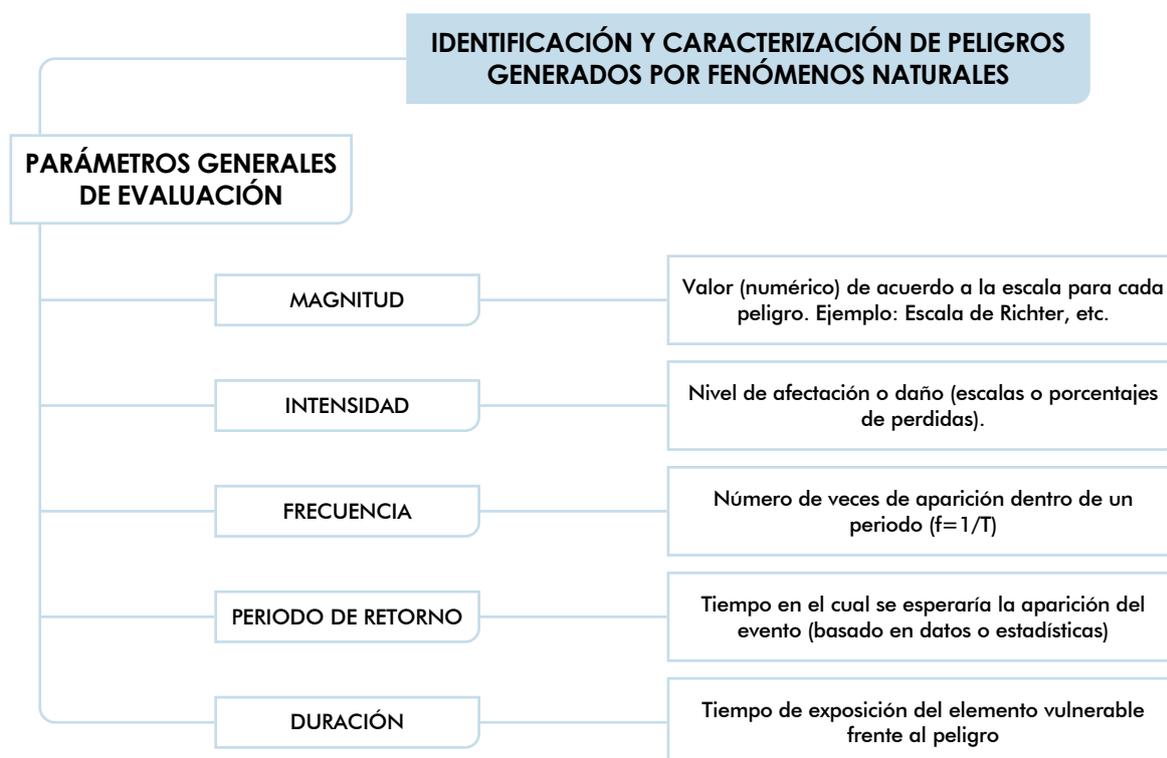
Para una adecuada identificación de las áreas probables de influencia de un determinado fenómeno natural, es muy importante una adecuada caracterización de los peligros generados por estos. Esto se desarrolla a continuación.

## 2.4

### PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL

Una vez identificado el área de influencia de los peligros generados por fenómenos de origen natural es necesario evaluar los parámetros que intervienen en la génesis (mecanismo generador) de los fenómenos, los mismos que facilitan su evaluación. En la definición de los parámetros de evaluación se sigue la estructura de la clasificación de peligros indicada en el gráfico 7.

**GRÁFICO 7: Parámetros para la identificación y caracterización del peligro**



Como fuera indicado en el Capítulo I (sección 1.6) los peligros generados por fenómenos de origen natural pueden subdividirse en aquellos originados por la geodinámica interna (sismos, tsunamis o maremotos y el vulcanismo), los de geodinámica externa (caídas, los volcamientos, los deslizamientos de roca o suelo, la propagación lateral, el flujo, la reptación y las deformaciones gravitacionales profundas) y los hidrometeorológicos y oceanográficos (inundaciones la lluvias intensas, los oleajes anómalos, la sequía, el descenso de temperatura, las granizadas, el Fenómeno El Niño, las tormentas eléctricas, los vientos fuertes, la erosión, los incendios forestales, las olas de calor y frío, la desglaciación y el Fenómeno La Niña). A continuación se desarrolla una caracterización de algunos de dichos fenómenos.

## 2.4.1 Caracterización de peligros generados por fenómenos de origen natural

### 2.4.1.1 Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna de la Tierra

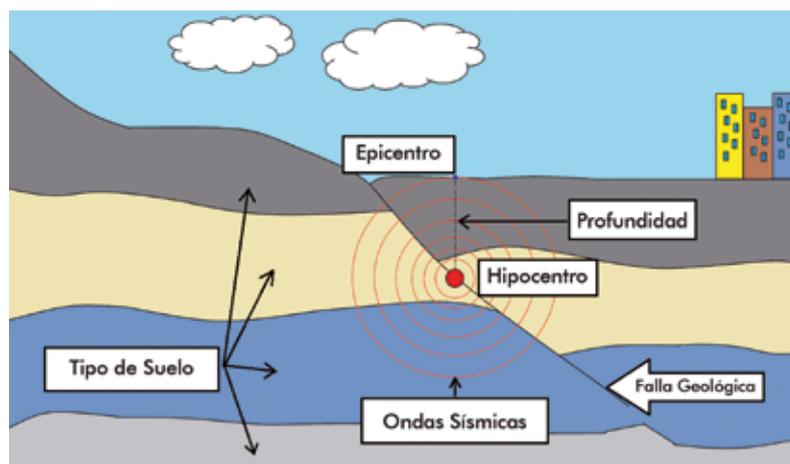
#### a. Sismo

Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas.

Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla.

Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre, según lo mostrado en el gráfico 8 y la imagen 2.

**GRÁFICO 8: Sismo originado por una falla geológica**



**IMAGEN 2: Sismo ocurrido en Pisco - Perú**



Adaptado por SNL-CENEDRED de: República (2007)

### a.1 Ondas sísmicas

Una onda sísmica es la perturbación efectuada sobre un medio material y se propaga con movimiento uniforme a través de este mismo medio. La imagen 3, muestra la propagación de ondas sísmicas.

#### IMAGEN 3: Efectos de ondas sísmicas en edificaciones



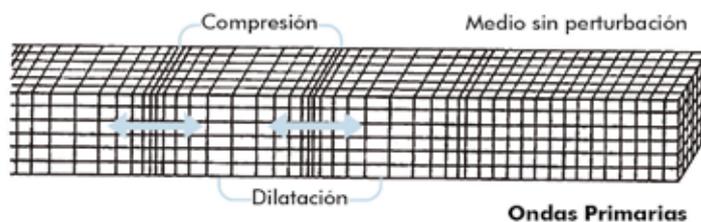
Adaptado por SNL-CENEPRED de: San Martín (2014)

### a.2 Tipo de ondas

Las ondas que los aparatos registran son de dos tipos:

- a) **Profundas o corpóreas**, se propagan de manera esférica por el interior de la tierra, se forman a partir del hipocentro.
- **Primarias (P) o longitudinales**: Son las más rápidas en propagarse (6 – 10 km/s) y por lo tanto las primeras en ser detectadas por los sismógrafos. Se transmiten tanto en medios sólidos como fluidos. Su vibración es paralela al plano de propagación, de manera que actúan comprimiendo y dilatando el terreno. Ver gráfico 9.

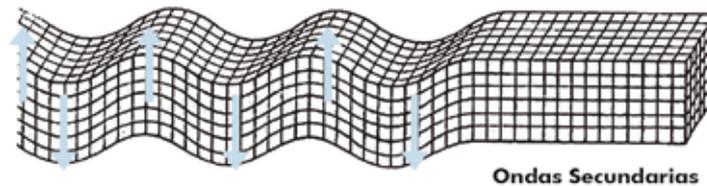
#### GRÁFICO 9: Onda primaria o longitudinal



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

- **Secundarias (S) o transversales:** Son más lentas que las anteriores (4 – 7 Km/s) y solo se propagan en medios sólidos, por lo que no pueden atravesar el núcleo exterior terrestre. Viben perpendicularmente a la dirección de propagación, cizallando los materiales. Ver gráfico 10.

**GRÁFICO 10: Onda secundaria o transversal**

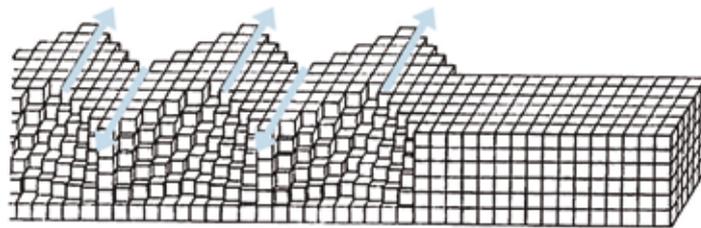


Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

- b) Superficiales o largas,** se transmiten en forma circular a partir del epicentro. Son las que producen los destrozos en la superficie. Son el resultado de la interacción de las ondas profundas con la superficie terrestre.

- **Love (L):** Su velocidad de propagación es de 2 – 6 Km/s, y se desplazan horizontalmente en la superficie, en forma perpendicular respecto a la dirección de propagación. Ver gráfico 11.

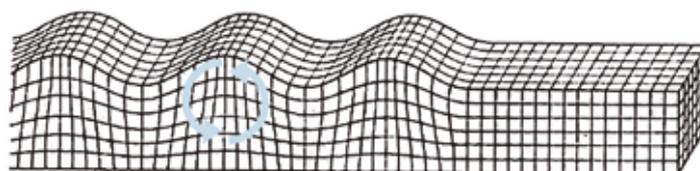
**GRÁFICO 11: Onda Love**



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

- **Rayleigh (R):** Son las más lentas en desplazarse (1 – 5 Km/s), aunque son las que más se dejan sentir por las personas. Se propagan de manera similar a como hacen las olas del mar. Las partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical. Ver gráfico 12.

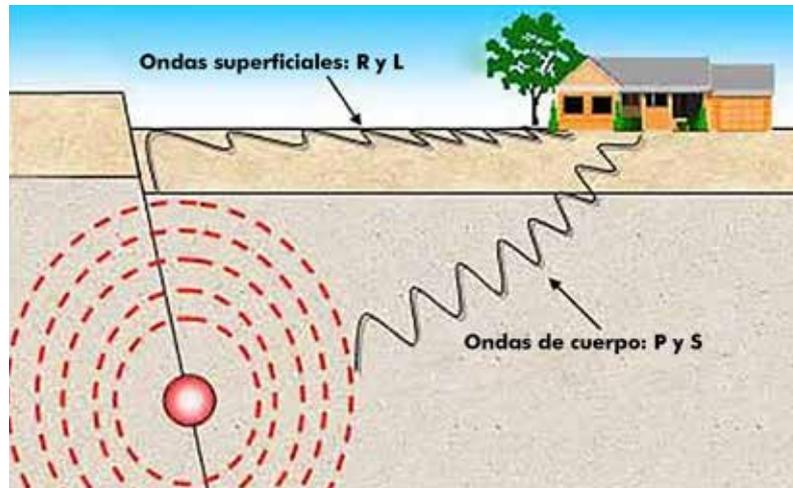
**GRÁFICO 12: ONDA RAYLEIGH**



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

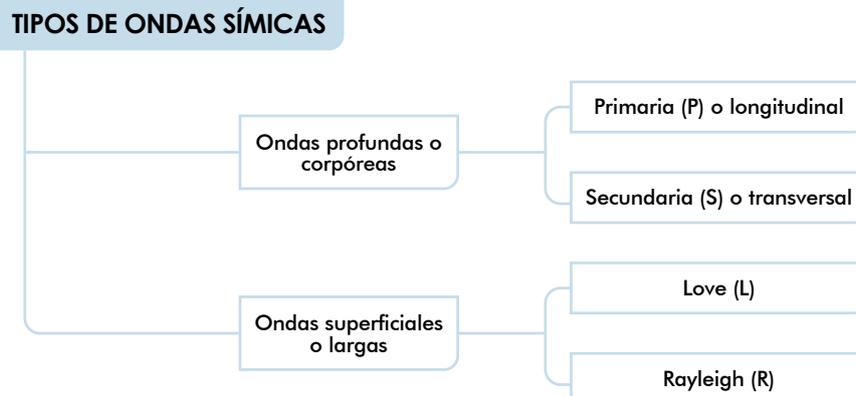
El gráfico 13, muestra la propagación de las ondas corpóreas y superficiales y el gráfico 14 resume los tipos de ondas sísmicas.

### GRÁFICO 13: Ondas superficiales y corpóreas (o cuerpo)



Fuente: INII (2011)

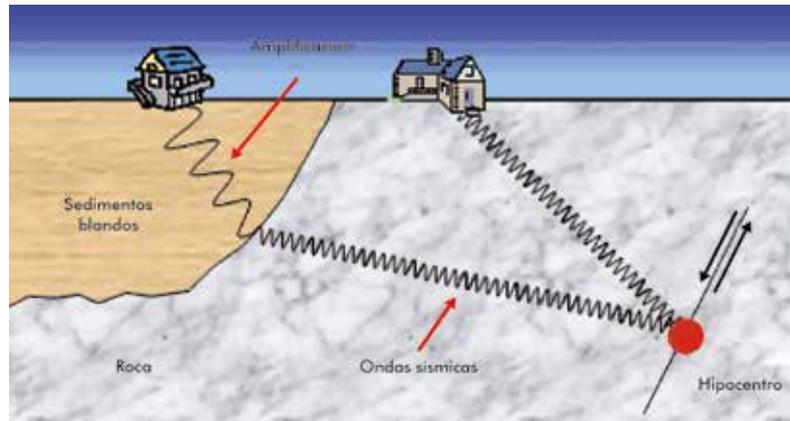
### GRÁFICO 14: Tipos de ondas sísmicas



### a.3 Propagación de ondas sísmicas

Las leyes físicas rigen la propagación y trayectoria de las ondas sísmicas, como la reflexión, refracción, dispersión entre otros. Esto ocurre cuando el medio en el que se propaga no es homogéneo (formado por diferentes tipos de suelos). Ver gráfico 15.

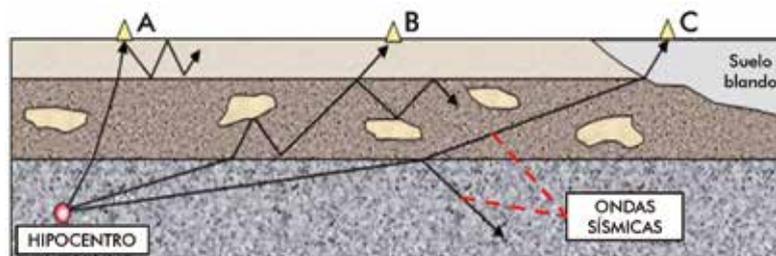
#### GRÁFICO 15: Propagación de ondas sísmicas en dos medios diferentes



Fuente: INII (2011)

El gráfico 16 se muestra la propagación de las ondas sísmicas (flechas negras) y el cambio de trayectorias que experimenta al atravesar diferentes medios materiales.

#### GRÁFICO 16: Reflexión y refracción de ondas sísmicas



Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

Cuando se genera un sismo, toda la energía de este golpea con mayor fuerza el ámbito geográfico cercano al epicentro, y todo lo que se encuentra sobre su superficie (infraestructura, zonas económicas, turísticas, población, etc.).

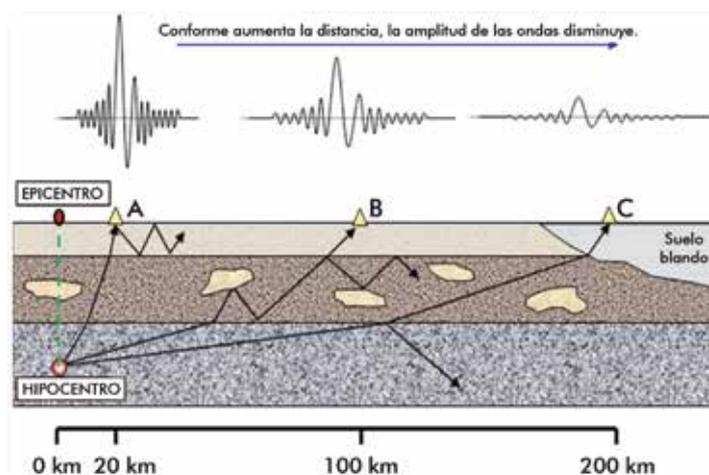
En el gráfico 17, se describe que en el punto A posee amplitudes altas y periodos cortos. A partir de allí, conforme las ondas se propagan por todas direcciones, éstas empiezan a perder energía.

Esta **pérdida de energía** se refleja claramente en la disminución de la amplitud de la onda. Es por esta razón que una persona ubicada cerca del epicentro en el punto A, por ejemplo, experimentará un movimiento mucho más fuerte que una ubicada en el punto C.

También, una persona en el punto A sentirá que el sismo dura sólo unos instantes, mientras que una persona en el punto B sentirá que este dura un poco más y una persona en el punto C sentirá que el movimiento dura mucho más tiempo. Todo esto es debido precisamente a que los periodos largos tienden a predominar conforme aumenta la distancia tal y como se muestra en el gráfico 17.

A distancias mucho mayores, el sismo no pasará de ser un leve movimiento del suelo perceptible solo para personas en estado de reposo.

### GRÁFICO 17: Disminución de la amplitud de onda y su energía al aumentar la distancia al hipocentro



Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

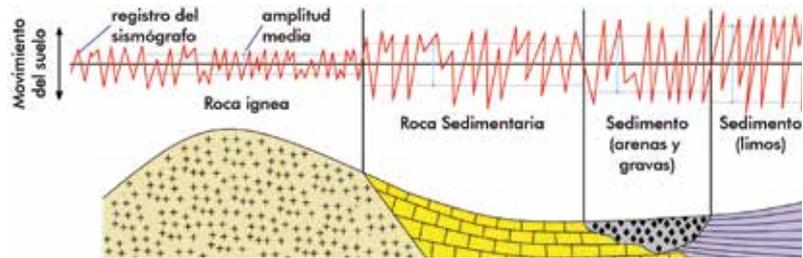
Existen factores externos (factores condicionantes) a las características del sismo que pueden influir en el valor de aceleración que se puede registrar en una zona por la llegada de las ondas sísmicas. Estos factores suelen estar relacionados con las condiciones geológicas.

El factor más importante es la variación de los diferentes materiales que podemos encontrar en la superficie, ya que, dadas sus diferencias de densidad, compactación y saturación de agua, se comportan de diferente manera frente a la vibración inducida por las ondas sísmicas “**Efecto de Sitio**”.

Las amplificaciones de la señal por efecto de sitio afecta únicamente a las ondas superficiales, por eso sólo es importante el tipo de material que se sitúa a pocos metros de la superficie.

**Los sustratos rocosos**, amplifican muy poco las vibraciones, en cambio los **depósitos sueltos** (gravas, arena y limos) amplifican considerablemente los movimientos, y por tanto aumenta la aceleración que sufren esos materiales (mayor amplificación cuanto menor es el tamaño de grano del sedimento). Ver gráfico 18.

### GRÁFICO 18: Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos

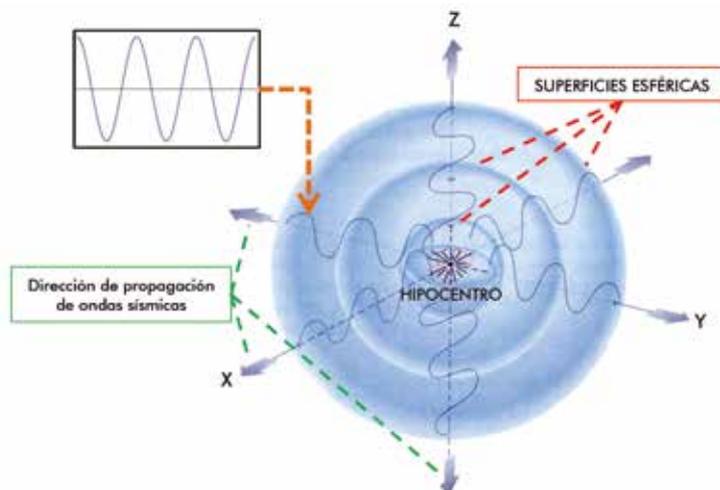


En zonas muy cercanas al epicentro del terremoto, puede haber diferencias muy importantes en los daños producidos, únicamente por la amplificación de la señal que pueden presentar los diferentes materiales que encontramos en la superficie.

#### a.4 Características de una onda

Las ondas sísmicas (ondas mecánicas) se propagan en todas direcciones formando superficies esféricas como la mostrada en el gráfico 19.

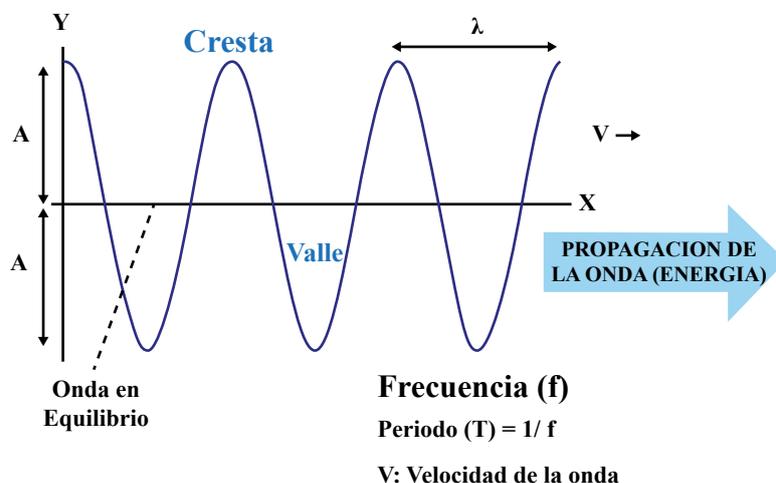
### GRÁFICO 19: Propagación de una onda esférica



Adaptado por SNL-CENEPRED de: Arribas (2014)

Describiremos las características básicas de una onda sinusoidal por su sencillez (Saveliev, 1984). Como se muestra en el gráfico 20.

**GRÁFICO 20: Parámetros físicos de una onda sinusoidal**



**Amplitud (A)**, distancia de una cresta a la línea de equilibrio (onda en equilibrio). La amplitud es usada para medir la energía transferida por la onda sísmica. Cuando mayor es la amplitud, mayor es la energía transferida (la energía transportada por una onda es proporcional al cuadrado de su amplitud)

$$\text{Energía} \propto A^2$$

**Longitud de onda ( $\lambda$ )**, distancia entre dos crestas, dos valles, o dos nodos no consecutivos. La energía transportada por la onda es proporcional a la inversa de la longitud de onda. Por ejemplo, a mayor longitud de onda menor energía.

$$\text{Energía} \propto 1/\lambda$$

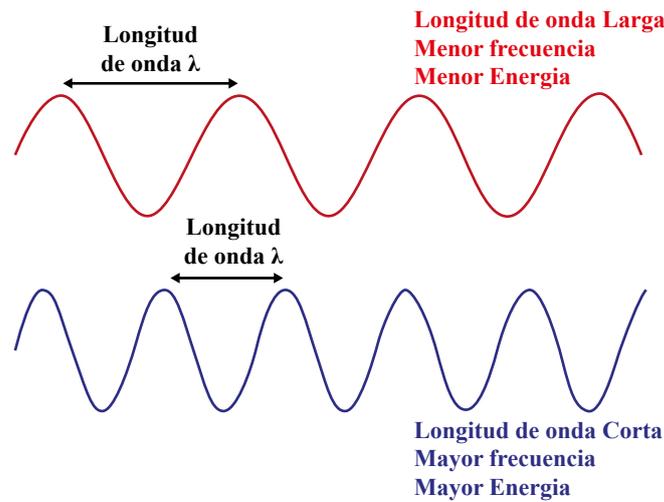
**Frecuencia (f)**, Es el número de ciclos que se forman por unidad de tiempo. La energía de la onda es directamente proporcional a la frecuencia.

$$\text{Energía} \propto f$$

**Velocidad de la onda (V)**, La magnitud de la velocidad de propagación de la onda sísmica depende únicamente de las características del medio material en el que se desplaza.

En el gráfico 21 se observa el papel que juegan los elementos de una onda, en el caso de comparar dos ondas con diferentes características. Estas están influidas por características del ámbito geográfico (tipo de suelos, saturación de humedad, densidad de partículas, etc.).

**GRÁFICO 21: Comparación de dos ondas sinusoidales**

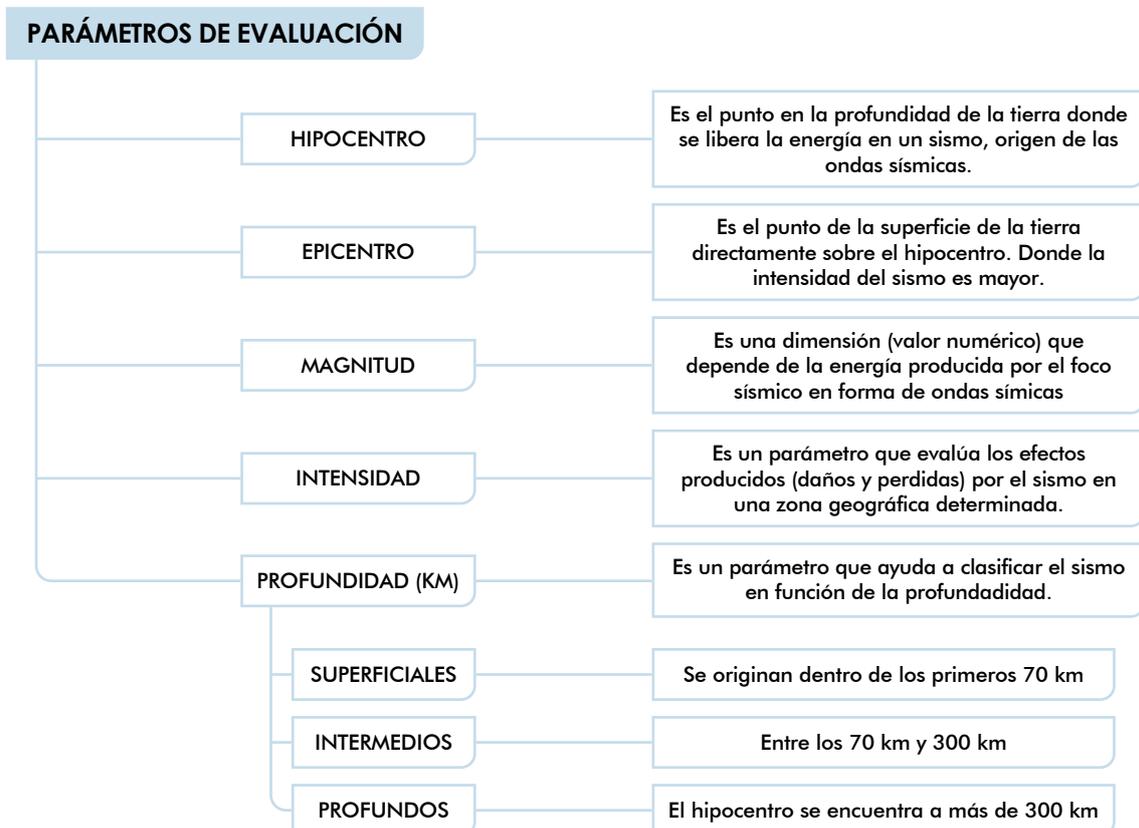


### a.5 Parámetros de evaluación

El gráfico 22, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

Se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica:

**GRÁFICO 22: Parámetros de evaluación para sismos**



De acuerdo a las condiciones del ámbito geográfico de estudio, la existencia de información técnica generada por las entidades científicas, el detalle de dicha información, etc., se recomienda como mínimo utilizar tres parámetros de evaluación.

## a.6 Escalas de medición para sismos

**CUADRO 03: Escala de intensidad de Mercalli modificada, 1999**

GRADO	DESCRIPCIÓN
I	No sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido solo por muy pocas personas en reposos, especialmente en pisos altos de edificaciones. Objetos suspendidos delicadamente pueden oscilar.
III	Sentido muy sensiblemente por las personas dentro de edificaciones, especialmente las ubicadas en los pisos superiores. Muchas personas no se dan cuenta que se trata de un sismo. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como las producidas por el paso de un cambio. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan. Platos, ventanas, puertas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento de algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de los árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algunos muebles pesados se mueven; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño significativo en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente; considerables en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Conductores en automóviles entorpecidos.
IX	Daño considerable es estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical; grande en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunos edificios bien construidos en madera destruidos; la mayoría de las obras de estructura de ladrillo, destruidas con los cimientos; suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas
XI	Pocas o ningunas obra de albañilería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Carriles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: Tavera (2006)

### CUADRO 04: El terremoto de Pisco 2007 en la escala de Mercalli modificada

ESCALA DE INTENSIDAD Escala Modificada de Mercalli	
I	Casi nadie lo siente.
II	Sentido por unas cuantas personas.
III	Notado por muchos, pero sin la seguridad de que se trate de un temblor.
IV	Sentido por muchos en el interior de las viviendas. Se siente como si un vehículo pesado golpeará la vivienda.
V	Sentido por casi todos; mucha gente despierta; los árboles y los postes de alumbrado se balancean.
VI	Sentido por todos; mucha gente sale corriendo de sus viviendas; los muebles se desplazan y daños menores se observan.
VII	Todos salen al exterior; se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien construidos.
VIII	Daños ligeros en estructuras de buen diseño; otro tipo de estructuras colapsan.
IX	Todos los edificios resultan con daños severos; muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación; grietas notorias en el suelo.
X	Muchas estructuras son destruidas. El suelo resulta considerablemente fracturado.
XI	Casi todas las estructuras caen. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo.
XII	Destrucción total. Las ondas sísmicas se observan en el suelo. Los objetos son derribados y lanzados al aire.



El Mundo (2007)



El Mundo (2007)

(Tavera, 2008)

#### a.7 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno sísmico

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

### CUADRO 05: Magnitud del sismo

PARÁMETRO	MAGNITUD DEL SISMO		PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRPTORES	S1	Mayor a 8.0 : Grandes terremotos	PS1	0.503
	S2	6.0 a 7.9 : Sismo mayor	PS2	0.260
	S3	4.5 a 5.9 : Pueden causar daños menores en la localidad	PS3	0.134
	S4	3.5 a 4.4 : Sentido por mucha gente	PS4	0.068
	S5	Menor a 3.4 : No es sentido en general pero es registrado en sismógrafos	PS5	0.035

Adaptado por CENEPRED

**CUADRO 06: Intensidad del sismo**

PARÁMETRO		INTENSIDAD DEL SISMO	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	X1	XI y XII. Destrucción total, puentes destruidos, grandes grietas en el suelo. Las ondas sísmicas se observan en el suelo y objetos son lanzados al aire.	PX1	0.503
	X2	IX y X. Todos los edificios resultan con daños severos, muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación. El suelo resulta considerablemente fracturado.	PX2	0.260
	X3	VI, VII y VIII. Sentido por todos, los muebles se desplazan, daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños ligeros en estructuras de buen diseño.	PX3	0.134
	X4	III, IV y V. Notado por muchos, sentido en el interior de las viviendas, los árboles y postes se balancean.	PX4	0.068
	X5	I y II. Casi nadie lo siente y/o sentido por unas cuantas personas.	PX5	0.035

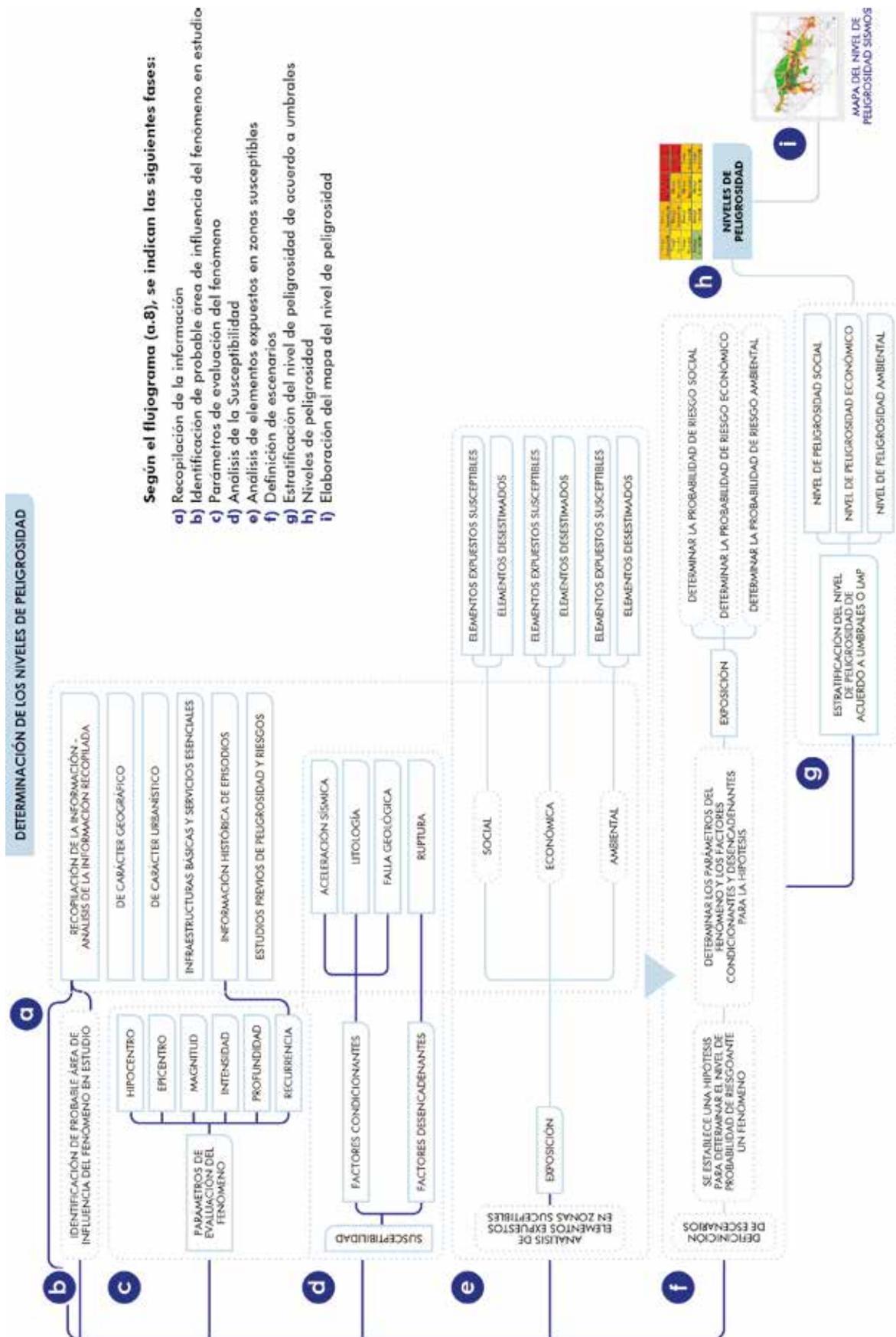
Adaptado por CENEPRED

**CUADRO 07: Aceleración natural del suelo**

PARÁMETRO		ACELERACIÓN NATURAL DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.074	
DESCRIPTORES	AS1	Menor a 0.05 micrones	PAS1	0.503
	AS2	0.05 – 2 micrones	PAS2	0.260
	AS3	2 – 5 micrones	PAS3	0.134
	AS4	5 – 8 micrones	PAS4	0.068
	AS5	8 – 10 micrones	PAS5	0.035

Adaptado por CENEPRED

## a.8 Flujograma para generar los mapas de peligrosidad

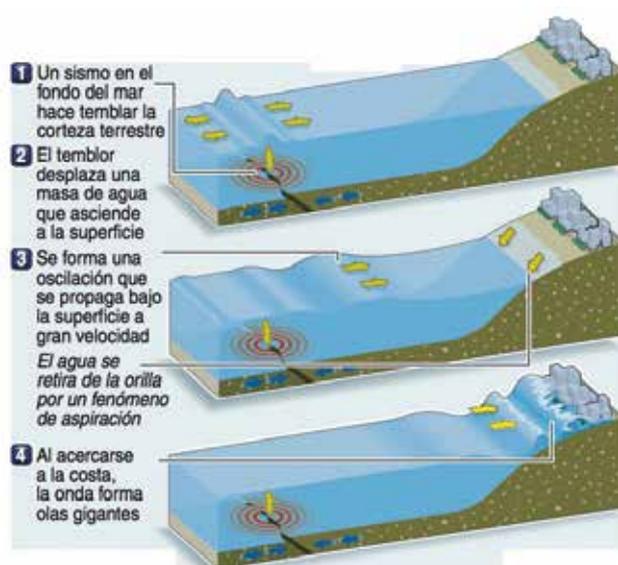


## b. Tsunami

Fenómeno que ocurre en el mar, generado principalmente por un disturbio sísmico que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originando un tren de ondas largas, con un periodo que va de varios minutos hasta una hora, que se propaga a gran velocidad en todas direcciones desde la zona de origen, y cuyas olas al aproximarse a las costas alcanzan alturas de grandes proporciones, descargando su energía sobre ellas con gran poder, infligiendo una vasta destrucción e inundación. (Lagos, 2000). Ver gráfico 23.

Este fenómeno natural que se desarrolla en el océano, afecta las zonas costeras a través de diferentes manifestaciones como inundaciones, modificaciones geomorfológicas de la costa y del lecho marino.

### GRÁFICO 23: Fases de la generación de un tsunami y su llegada a la costa



Fuente: AFP (2014)

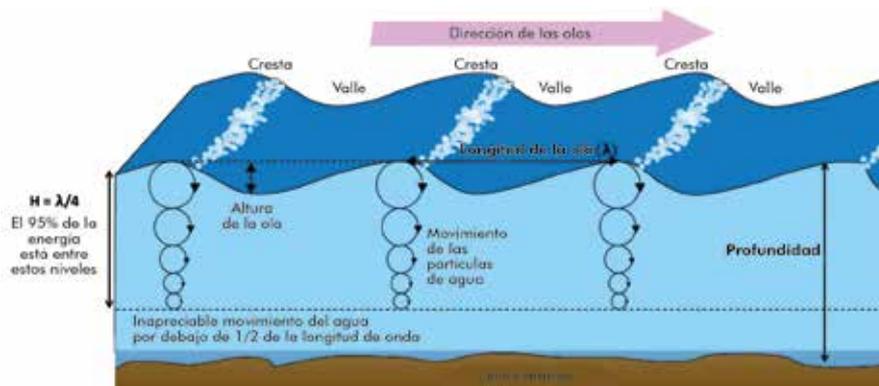
#### b.1 Propagación de las olas del tsunami

Antes de comprender el mecanismo de propagación de las olas de un tsunami es adecuado entender en forma básica cómo se comporta el mar (olas) en condiciones normales.

El perfil de la superficie de los océanos viene generado por las olas, sin embargo, es necesario entender la naturaleza de la parte sumergida de las olas.

Las olas de los océanos están constituidas por moléculas de agua que se mueven formando círculos. En la superficie del agua, en zonas profundas, los movimientos son del mismo tamaño que la altura de la ola, pero estos movimientos disminuyen exponencialmente en tamaño al descender debajo de la superficie. El comportamiento de las olas depende en gran medida de la relación que existe entre el tamaño de las olas y la profundidad del agua donde ésta se está moviendo. Ver gráfico 24.

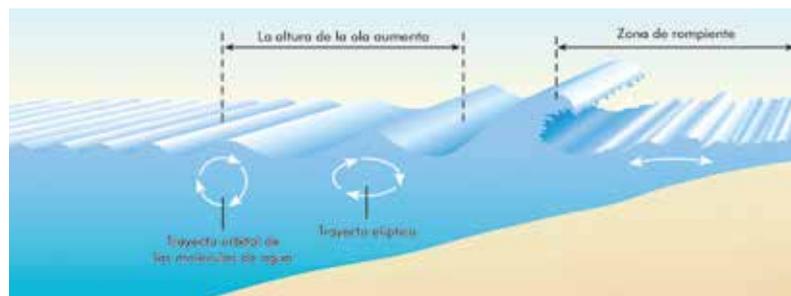
### GRÁFICO 24: Movimiento de las moléculas de agua en las olas



Fuente: AFP (2014)

El movimiento de las moléculas de agua cambia de forma circular a elipsoidal cuando una ola llega a la costa y la profundidad del agua disminuye (el movimiento es horizontal). Ver gráfico 25.

### GRÁFICO 25: Formación de olas

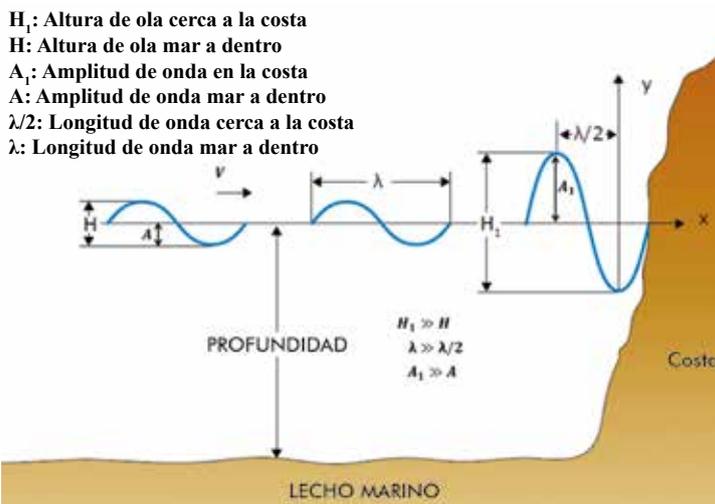


Adaptado por SNL-CENEPRED de: EduAmbiental (2014)

Otro fenómeno que puede producirse cuando las olas llegan a la costa es el de reflexión. Este se produce cuando la ola choca contra un obstáculo; la ola se refleja con muy poca pérdida de energía. La onda incidente y reflejada (olas) se superponen (onda estacionaria) ocasionando el aumento de la amplitud de la onda resultante cercana al obstáculo y el aumento doble de la energía. Ver gráfico 26.

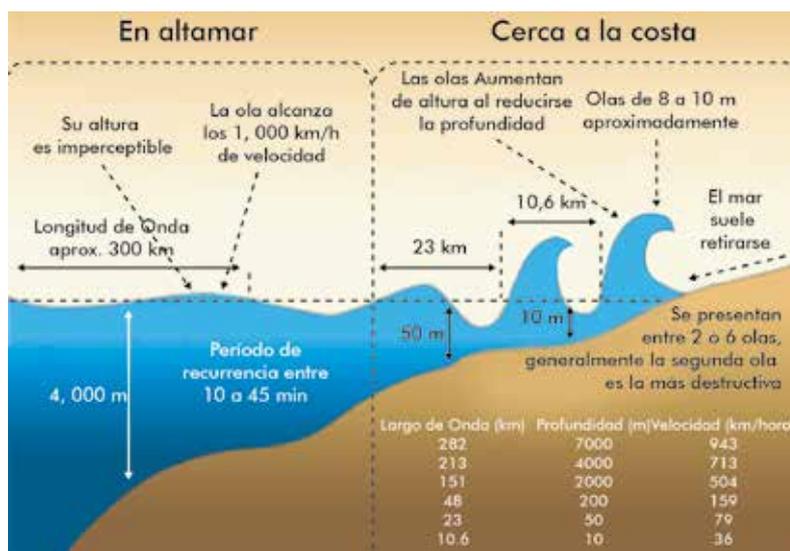
Cuando se origina un tsunami debido a un sismo, la energía que acumula un tsunami es muy superior a la que posee un fuerte oleaje en momentos de tormentas. Esta energía se propaga desde el foco que haya provocado el tsunami a lo largo de toda la columna de agua, de manera que cuando las olas alcanzan la plataforma continental y, posteriormente la costa, disminuyen drásticamente su velocidad de propagación al tiempo que incrementa su altura (Mofjeld et al., 1999). Ver gráfico 27.

**GRÁFICO 26: Reflexión de las olas ante un obstáculo**



Adaptado por SNL-CENEPRED de: EduAmbiental (2014)

**GRÁFICO 27: Mecanismo de formación de un tsunami**

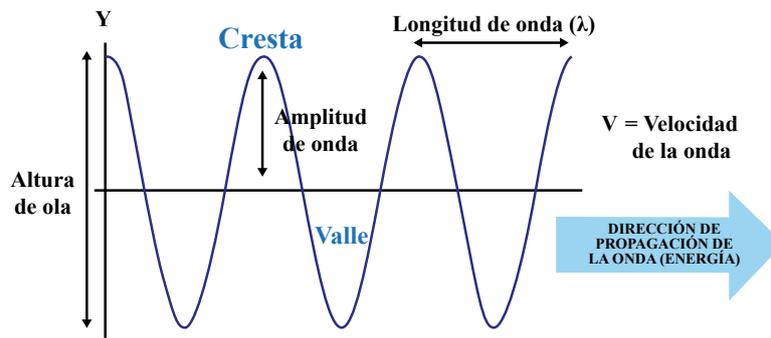


Fuente: DHN (2012)

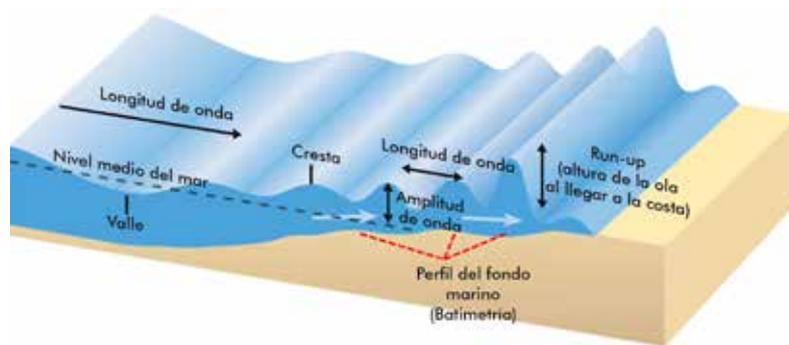
Los tsunamis pueden describirse sobre la base de cuatro parámetros físicos: longitud de onda, periodo de la onda, velocidad de propagación de la onda y amplitud de la onda. (Lander y Lockridge, 1989). Ver gráfico 28.

Cuando el tsunami se acerca a la costa parte de la energía cinética que posee debido a la velocidad a la que se desplaza, se transforma en energía potencial mediante un aumento en la altura de la onda y una ralentización de su movimiento. Una vez que el tsunami alcanza la costa, la energía que transporta debe liberarse. Esta transformación puede llegar a ser "tranquila" aunque inexorablemente destructiva pero, por lo general, es de carácter violento, manifestándose con olas de ruptura brusca que se convierten en flujos turbulentos cuando circulan por la superficie inundada. Ver gráfico 29.

**GRÁFICO 28: Parámetros de una onda sinusoidal**



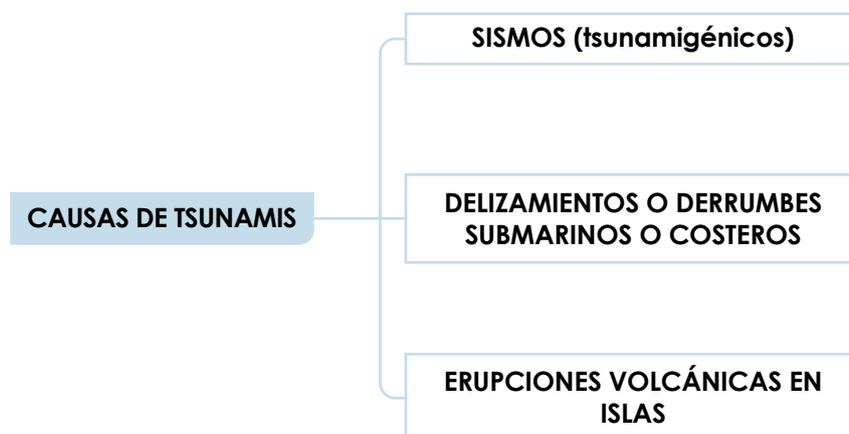
**GRÁFICO 29: Esquema de las ondas producidas por un tsunami en su llegada a la costa, mostrando su amplitud y longitud de onda**



## b.2 Causas que generan tsunamis

La causa más frecuente de generación de tsunamis se encuentra en los terremotos, cuyo origen es el fondo marino. Sin embargo, puede haber otros mecanismos de generación: deslizamientos submarinos, erupciones volcánicas y cualquier otra circunstancia que pueda producir el desplazamiento de un gran volumen de agua en un intervalo muy corto de tiempo.

**GRÁFICO 30: Causas que provocan un tsunami**

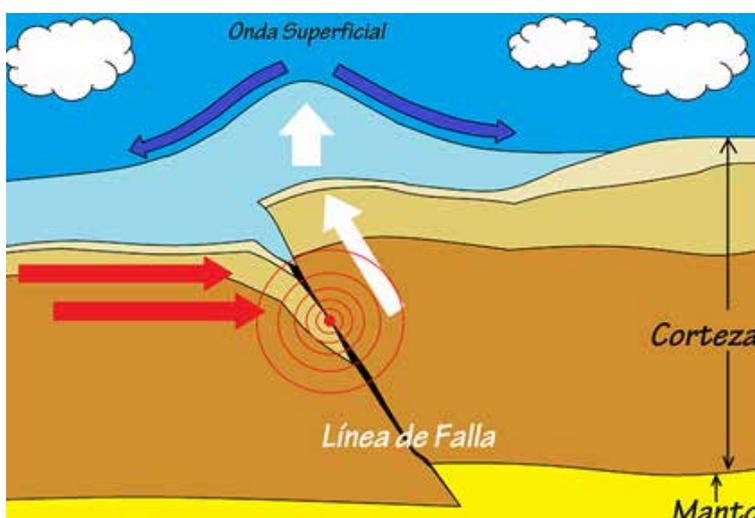


A continuación describimos las diferentes causas que originan los tsunamis:

### a) Tsunami originados por sismos

Los tsunamis pueden ser ocasionados por sismos locales o por sismos ocurridos a distancia. Los movimientos sísmicos ocasionan el 96% de los tsunamis observados. De ambos, los primeros son los que producen daños más devastadores debido a que no se alcanza a contar con tiempo suficiente para evacuar la zona, pues se producen entre 10 y 20 minutos después del sismo, lo cual deja poco tiempo para organizar una evacuación ordenada.

#### GRÁFICO 31: Esquema de generación de un tsunami producido por un sismo asociado al movimiento tectónico de una falla de compresión o inversa



Un tsunami de este tipo se denomina tectónico, y dentro de ellos, los que se originan en zonas de subducción de placas, son los más comunes. Ver gráfico 31 y 32.

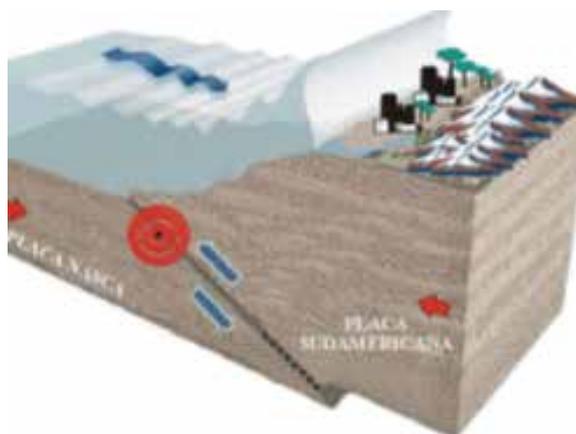
Para que un sismo genere un tsunami, es necesario:

- i. Que el epicentro del sismo, o una parte mayoritariamente de su área de ruptura, esté bajo el lecho marino y a una profundidad menor a 60 km. (sismo superficial).
- ii. Que ocurra en una zona de borde de placas tectónicas, es decir que la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre con movimiento lateral.
- iii. Que el sismo libere suficiente energía en un cierto lapso de tiempo.

### b) Tsunamis originados por erupciones volcánicas en islas (explosiones o implosiones)

Aunque no es muy frecuente, las erupciones volcánicas violentas también pueden generar perturbaciones importantes, capaz de desplazar grandes volúmenes de agua y generar tsunamis extremadamente destructivos, principalmente en zonas próximas a la erupción (responsables del 3% de ocurrencia de tsunamis).

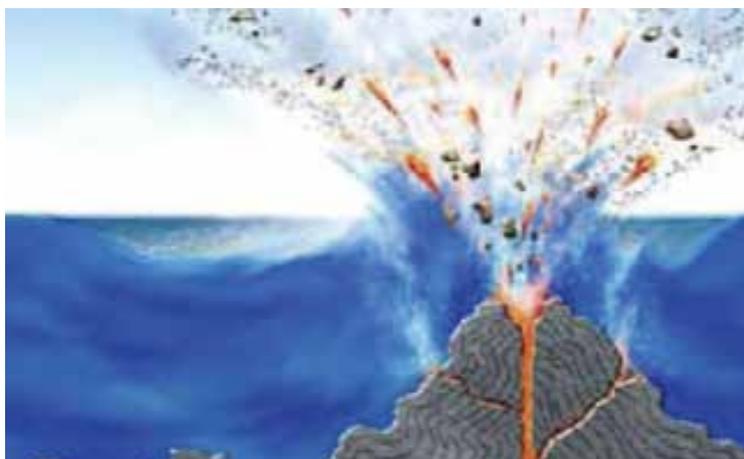
### GRÁFICO 32: Llegada de un tsunami a la costa



Fuente: DHN (2012)

En este caso, las ondas son generadas por el desplazamiento repentino del agua a causa de la explosión volcánica o bien de un deslizamiento de una ladera del terreno. Las ondas también se crean como consecuencia de una explosión seguida por el colapso de la cámara magmática. Ver gráfico 33.

### GRÁFICO 33: Tsunami generado por erupción volcánica submarina



Fuente: DHN (2012)

#### c) Tsunamis originados por deslizamientos o derrumbes submarinos o costeros

Aparte de los sismos, los otros mecanismos generadores de tsunamis son los deslizamientos de tierra producidos por erupciones volcánicas explosivas o explosiones marinas, ya que pueden hundir islas o montañas enteras en el mar en cuestión de segundos. Aún así, el tsunami provocado suele disiparse rápidamente, sin alcanzar a provocar daños en grandes márgenes continentales (0.8% de ocurrencia).

También existe otra posibilidad, la de desprendimientos naturales tanto en superficie como bajo ella.

Al igual que en la superficie terrestre se producen deslizamientos y flujos de material en laderas inestables, estos mismos fenómenos también tienen lugar en los fondos marinos. Tales eventos se producen como consecuencia de la inestabilidad y derrumbamiento masivo de material en pendientes submarinas, a veces generados por movimientos sísmicos. Ver gráfico 34.

### GRÁFICO 34: Tsunami generado por deslizamiento



Fuente: DHN (2012)

Los tsunamis de acuerdo a su alcance se clasifican en tres categorías:

- **Distantes**, que se propagan a más de 750 km. de su fuente.
- **Regionales**, que impactan pueblos costeros localizados a distancias variables entre 100 y 750 km. a partir de la fuente y
- **Locales**, cuyos efectos no van más allá de los 100 km. de su lugar de origen.

#### b.3 Parámetros de evaluación

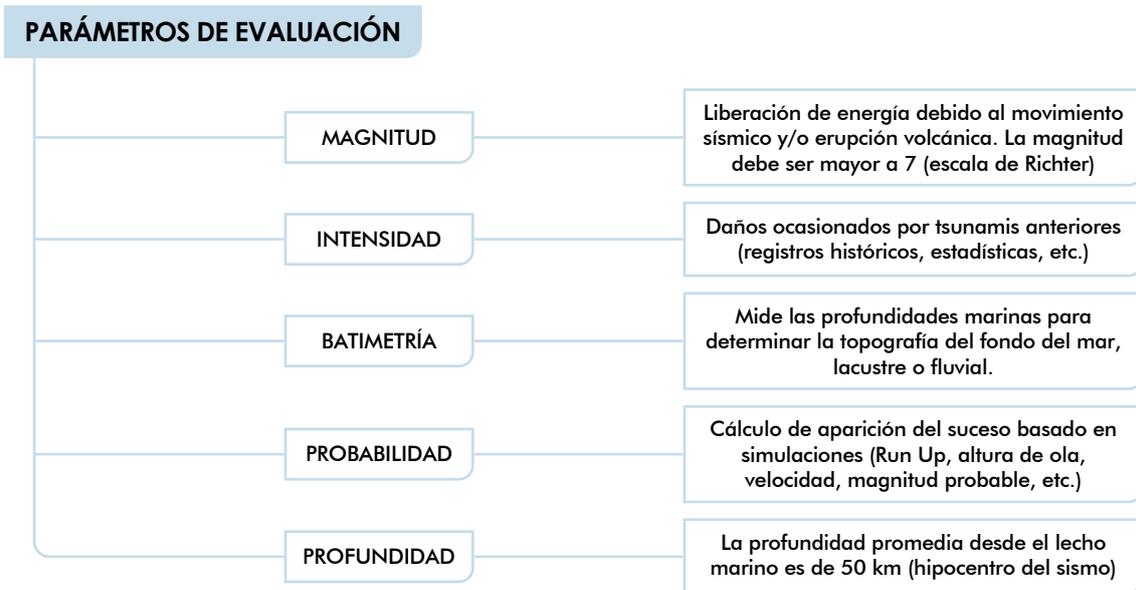
El gráfico 35, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio, por lo cual esta lista puede variar.

#### b.4 Escala de magnitud de tsunamis de Wiegel

En 1970 Wiegel combinó y adaptó las escalas de Inamura y Lida (Yauri, 2008), siendo ésta la de más utilidad hoy en día, y es conocida como Escala Inamura-lida y se obtiene mediante:

$$M_t = \text{Log}_{10} H(\text{Run-up}) / 0.3$$

### GRÁFICO 35: Parámetros de evaluación de un tsunami



### CUADRO 08: Escala de magnitud de Wiegel (inamura-lida)

GRADO DE TSUNAMI	ALTURA DE LA OLA (H)*	RUN UP (M)**	DESCRIPCION DE LOS DAÑOS
0.00	1 - 2	1 - 15	No produce daño
1.00	2 - 5	2 - 3	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados
2.00	5 - 10	4 - 6	Hombres, barcos y casas son barridos
3.00	10 - 20	8 - 12	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa
4.00	mayor a 30	16 - 24	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera

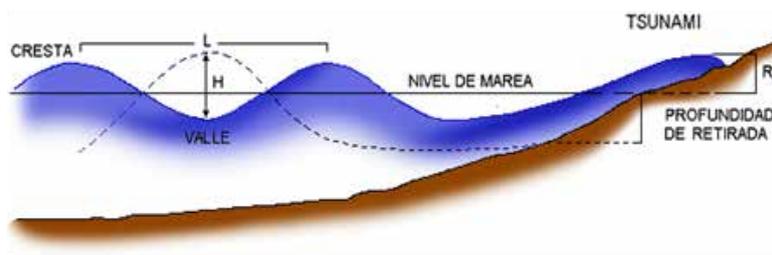
Adaptado por SNL-CENEPRED de: Yauri (2008)

\* Corresponde a la diferencia de nivel entre la cresta de la ola y el valle.

\*\*Es el lugar de la costa donde los efectos del tsunami son máximos.

Según el gráfico 36, la altura de la ola H corresponde a la diferencia de nivel entre cresta y valle. Por otra parte, la cota máxima de inundación R, corresponde al lugar de la costa donde los efectos del tsunami son máximos.

### GRÁFICO 36: Elementos básicos considerados en la escala de magnitud inamura-lida



Fuente: PUC (2003)

### i. Escala de Intensidad de Tsunamis de Soloviev

Soloviev precisó en 1970, lo inapropiado al usar el término magnitud del tsunami en la escala de Inamura-lida, y que este debería ser referenciado como intensidad del tsunami y no como magnitud: “Esto es porque el valor de la magnitud debe caracterizar dinámicamente los procesos en la fuente del fenómeno e intensidad, debe caracterizarlo en un cierto punto de observación, incluido el punto más cercano a la fuente”. Para ello el científico ruso Soloviev propuso en 1970 una escala de intensidad de grados, algo similar a la de Rudolph de tsunamis europeos y a la Mercalli sobre daños sísmicos en tierra (Soloviev, 1970).

**CUADRO 09: Escala de intensidad de tsunamis de soloviev**

INTENSIDAD	ALTURA RUN UP (m)	DESCRIPCIÓN DEL TSUNAMI
I	0.5	Muy ligero. Olas débiles pueden ser perceptibles solo en mareógrafos.
II	1	Ligera. Olas observadas por personas que viven a lo largo de la costa y familiarizados con el comportamiento del océano. En costas muy planas las olas son generalmente observadas.
III	1	Algo grandes. Generalmente observadas. Inundaciones en costas de pendientes suaves. Veleros ligeros arrastrados fuera de la costa. Moderado daño a estructuras livianas situadas cerca de las costas. En estuarios, hay reversión del flujo a cierta distancia arriba del torrente de los ríos.
IV	4	Grandes. Inundaciones de la costa de cierta profundidad. Ligero azote de objetos en tierra. Terraplenes y diques dañados. Dañadas estructuras livianas cerca de las costas. Ligeramente dañadas estructuras sólidas en las costas. Grandes buques de pesca y pequeños barcos hundidos en tierra o llevados fuera del océano. Costas ensuciadas con basura flotando.
V	8	Muy grande. Inundación general de la costa a cierto nivel. Dañados muelles y otras estructuras pesadas cerca del mar. Destruídas ligeras estructuras. Severa limpieza de tierra cultivada y ensuciamiento de la costa con objetos flotando, peces y otros animales del mar muertos. Con la excepción de grandes naves, todos los buques son arrastrados a tierra o hacia el mar. Grandes socavamientos en estuarios. Trabajos dañados en puertos. Personas ahogadas, ondas acompañadas por un fuerte rugido.
VI	16	Desastroso. Destrucción parcial o completa de estructuras hechas por el hombre a cierta distancia de la costa. Inundación de costas a gran nivel de profundidad. Dañadas severamente grandes naves. Árboles arrancados de raíz o partidos por las olas. Ocurren muchas muertes.

Fuente: Yauri (2008)

### b.5. Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de tsunami

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 10: Grado de tsunami - Wiegel**

PARÁMETRO		GRADO DE TSUNAMI - WIEGEL	PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRIPTORES	T1	Grado = 4. Altura de ola mayor a 30m, Run Up entre 16 - 24 m Daños extendidos sobre mas de 500 km a lo largo de la línea costera.	PT1	0.503
	T2	Grado = 3. Altura de ola entre 10 - 20m Run Up entre 8 - 12m Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa.	PT2	0.260
	T3	Grado = 2. Altura de ola entre 5 - 10m Run Up entre 6 - 6m Hombres, barcos y casas son barridos.	PT3	0.134
	T4	Grado = 1. Altura de ola entre 2 - 5m Run Up entre 2 - 3m Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados.	PT4	0.068
	T5	Grado = 0. Altura de ola entre 1 - 2m Run Up entre 1 - 1.5m No produce daños.	PT5	0.035

Modificado: CENEPRED

**CUADRO 11: Magnitud del sismo**

PARÁMETRO		MAGNITUD DEL SISMO	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	M S1	Mayor a 7	PMS1	0.503
	M S2	7	PMS2	0.260
	M S3	6.5	PMS3	0.134
	M S4	Menor a 6.5	PMS4	0.068
	M S5	No ocurrencia de sismo en el mar	PMS5	0.035

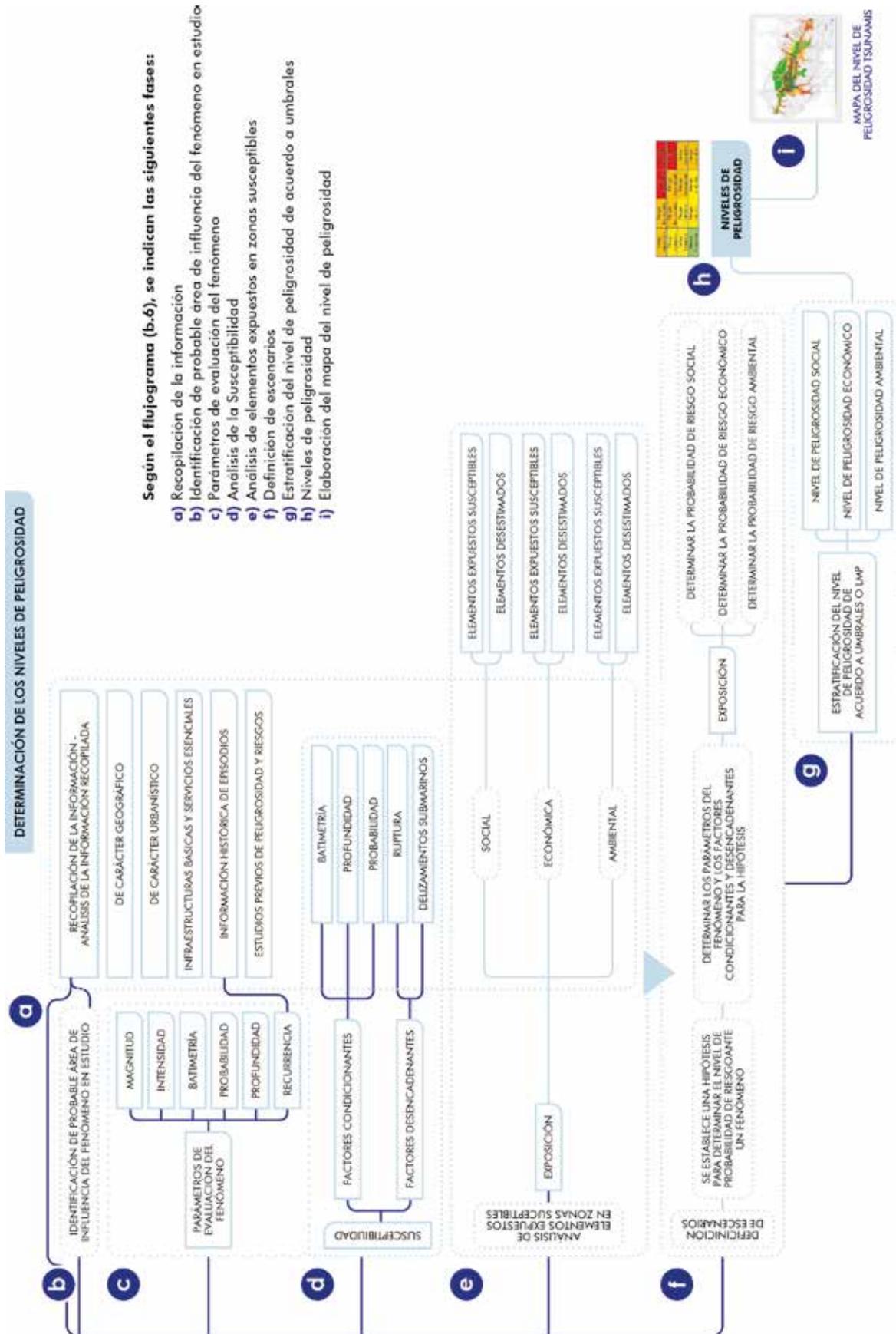
Modificado: CENEPRED

**CUADRO 12: Intensidad de tsunami (soloviev)**

PARÁMETRO		INTENSIDAD DE TSUNAMI (SOLOVIEV)	PESO PONDERADO: 0.074	
DESCRIPTORES	IT1	Desastroso. Destrucción parcial o completa de estructuras hechas por el hombre a cierta distancia de la costa. Inundación de costas a gran nivel de profundidad. Dañadas severamente grandes naves. Árboles arrancados de raíz o partidos por las olas. Ocurren muchas muertes. Run Up igual a 16m.	PIT1	0.503
	IT2	Muy grande. Inundación general de la costa a cierto nivel. Dañados muelles y otras estructuras pesadas cerca del mar. Destruídas ligeras estructuras. Severa limpieza de tierra cultivada y ensuciamiento de la costa con objetos flotando, peces y otros animales de mar muertos. Con la excepción de grandes naves, todos los buques son amarrados a tierra o hacia el mar. Grandes socavamientos en estuarios. Dañados trabajos en puertos. Personas ahogadas, ondas acompañadas por fuerte rugido. Run up igual a 8m	PIT2	0.260
	IT3	Grandes. Inundaciones de la costa a cierta profundidad. Liger azote de objetos en la tierra. Terraplenes y diques dañados. Dañadas estructuras livianas cerca de las costas. Ligeramente dañadas estructuras solidas en las costas. Grandes buques de pesca y pequeños barcos hundidos en tierra o llevados fuera del oceano. Costas ensuciadas con basura flotando. Run Up igual a 4m.	PIT3	0.134
	IT4	Algo Grandes. Generalmente observadas. Inundaciones en costas de pendientes suaves. Arrastrados veleros ligeros fuera de la costa. Moderado daño a estructuras livianas situadas cerca de las costas. En estuarios, hay reversion de flujo a cierta distancia arriba del torrente de los rios. Run Up igual a 1m.	PIT4	0.068
	IT5	Ligera a muy ligera. Olas observadas por personas que viven a lo largo de la costa y familiarizados con el comportamiento del oceano. En costas muy planas las olas son generalmente observadas. Run Up entre 0.5 a 1m.	PIT5	0.035

Modificado: CENEPRED

## b.6 Flujoograma para la generación del mapa de peligrosidad



### c. Volcanes (Erupciones Volcánicas)

Los volcanes son estructuras geológicas formadas alrededor de un orificio de forma circular conocido como cráter y por donde son expulsados los materiales volcánicos provenientes del interior de la Tierra (MacDonald, 1972). Ver imagen 4.

El proceso eruptivo de un volcán se inicia con la existencia, por debajo de la superficie de la Tierra de una cámara magmática en la cual existe roca fundida debido a la presencia de altas temperaturas y presiones. Esta roca fundida recibe el nombre de magma y que debido a su baja densidad asciende a la superficie a través de un conducto conocido como chimenea para luego ser expulsado por el cráter y que al fluir por la superficie recibe el nombre de lava.

#### IMAGEN 4: Volcán Ubinas - Perú



Fuente: OVI (2009)

#### c.1. Partes de un volcán

Los volcanes están formados por las siguientes partes:

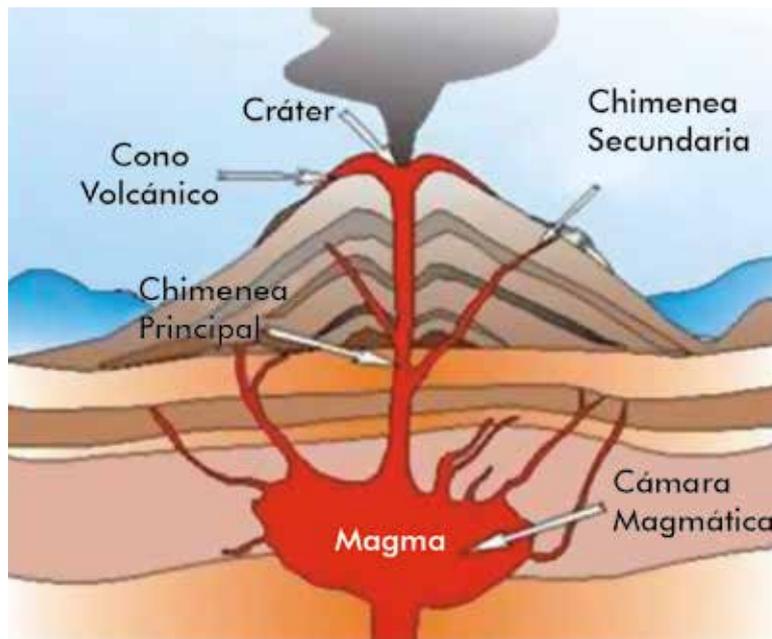
**Cámara Mágmatica:** Zona donde se produce y almacena el magma (roca fundida) del volcán y que posteriormente es expulsado a la superficie y donde recibe el nombre de lava.

**Chimenea:** Es el conducto por donde asciende el magma hasta llegar al cráter.

**Cráter:** Lugar por donde el volcán expulsa los materiales volcánicos (lavas, gases, vapores, cenizas, etc.) durante una erupción.

**Cono volcánico:** Se forma por el conjunto de materiales volcánicos expulsados y que posteriormente caen alrededor del cráter del volcán. Ver gráfico 37.

### GRÁFICO 37: Partes de un volcán



Fuente: Reuters (2014). Infografía

#### c.2 Clasificación de volcanes

Los volcanes pueden ser clasificados de diversas maneras y depende básicamente del tipo de estudio que se realice. Se Indica a continuación 2 clasificaciones: (ver gráfico 38).

##### i. Por la naturaleza de los materiales que expulsan.

### GRÁFICO 38: Clasificación de volcanes por su tipo de erupción



Adaptado por SNL-CENEPRED de: Enciclopedia Británica, Inc. 2006

## ii. Por el tipo de erupción que produce: efusivas y explosivas.

**CUADRO 13: Erupciones explosivas**

MANIFESTACIÓN	PELIGRO ASOCIADO	VELOCIDAD	ALCANCE	EFFECTO MÁS FRECUENTE
Fragmentos de todos tamaños	Flujos piroclásticos	Muy alta	Corto a intermedio	Devastación
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Largo a muy largo	Acumulación de ceniza, bloqueo de drenaje
Derrumbe o deslizamiento	Avalancha de escombros	Alta a muy alta	Intermedio a largo	Devastación

Fuente: CENAPRED (2008)

MANIFESTACIÓN	PELIGRO ASOCIADO	VELOCIDAD	ALCANCE	EFFECTO MÁS FRECUENTE
Lava líquida	Flujos de lava	Baja	Corto	Destrucción del terreno
Ceniza	Lluvia de ceniza	Media	Intermedio	Acumulación de ceniza

Fuente: CENAPRED (2008)

### c.3. Productos volcánicos

La salida de magma a la superficie se produce en tres formas: líquido (lavas), gases y proyección de fragmentos sólidos (piroclastos, de piros: fuego y clasto: fragmento).

#### i. Líquido (lavas)

Son rocas de composición homogénea emitidas en forma líquida durante una erupción volcánica. Las propiedades físicas de la lava (especialmente la viscosidad), la variación de temperatura durante su recorrido, el volumen de material emitido y las características del terreno por el que discurre, influyen sobre la morfología final que adquieren.

Las lavas muy fluidas se extienden cubriendo grandes extensiones con un pequeño espesor. Las lavas viscosas poseen mayor altura, pero recorren distancias menores y el caso extremo son las lavas muy viscosas que se quedan sobre el propio centro de emisión, formando un domo. Los tipos de lava se muestran en la imagen 5.

**IMAGEN 5: Tipos de magma volcánico**



Fuente: (a) Wray and Hang, 2013 y (b) Flickr, 2011

Son rocas de composición homogénea emitidas en forma líquida durante una erupción volcánica. Las propiedades físicas de la lava (especialmente la viscosidad), la variación de temperatura durante su recorrido, el volumen de material emitido y las características del terreno por el que discurre, influyen sobre la morfología final que adquieren.

Las lavas muy fluidas se extienden cubriendo grandes extensiones con un pequeño espesor. Las lavas viscosas poseen mayor altura, pero recorren distancias menores y el caso extremo son las lavas muy viscosas que se quedan sobre el propio centro de emisión, formando un domo. Los tipos de lava se muestran en la imagen 5.

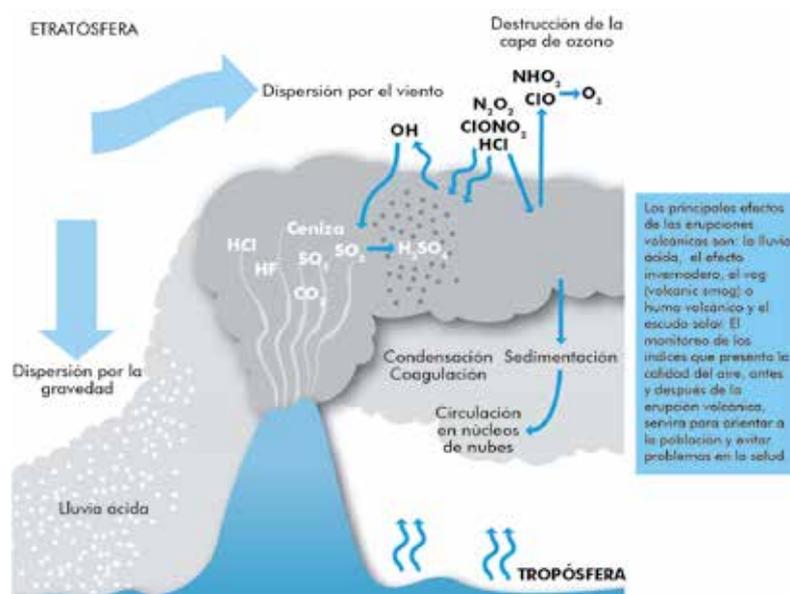
## ii. Gases

Los gases, contenidos en el magma, se emiten a elevada temperatura y ascienden en forma de una columna convectiva, hasta llegar a la altura en la que columna y atmósfera tienen la misma temperatura, cesando el ascenso. Los componentes principales del gas volcánico son: agua ( $H_2O$ , casi el 80% del total), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), anhídrido sulfuroso ( $SO_2$ ), y ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) y ya en mucha menor proporción hidrógeno ( $H_2$ ), cloro (Cl), flúor (F), etc. Ver gráfico 39.

## iii. Piroclastos

Productos emitidos por un volcán durante una fase de explosión. Se originan en lavas sin solidificar y en fragmentos de lava de erupciones anteriores. Entre ellos cabe destacar las cenizas, lapilli y bombas volcánicas. Ver gráfico 40.

### GRÁFICO 39: Alteración atmosférica por emisiones volcánicas



Fuente: OPS (2005)

### c.4. Índice de explosividad volcánica (IEV)

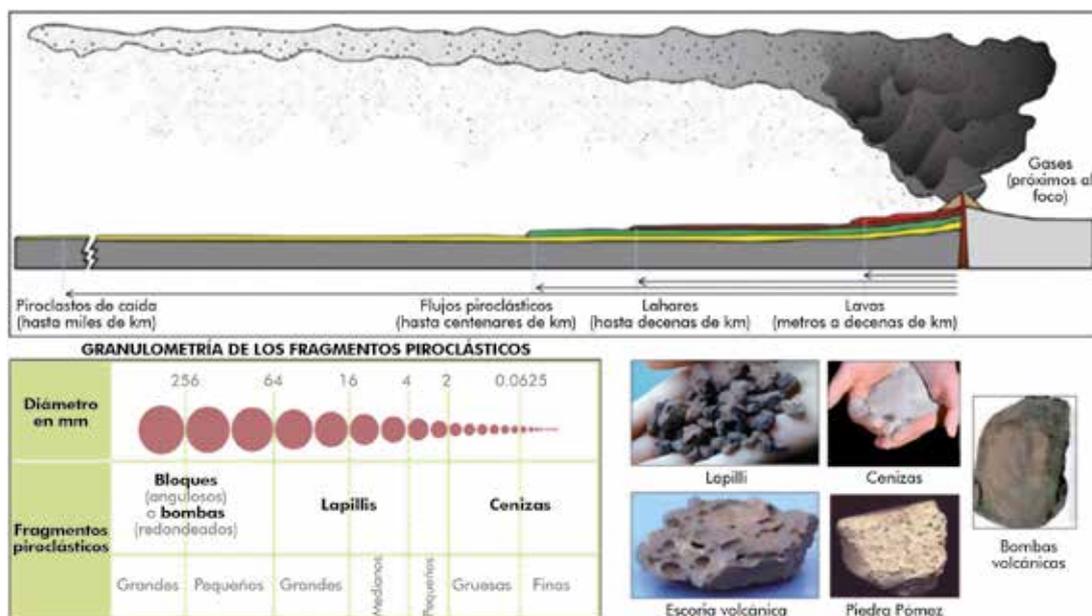
Este índice está en función del volumen de material emitido y la altura alcanzada por la columna explosiva.

**CUADRO 15: Índice de explosividad volcánica**

IEV	VOLUMEN (km <sup>3</sup> )	ALTURA DE COLUMNA (km)	DESCRIPCION	TIPO	FASE EXPLOSIVA (horas)	INYECCION	
0	Fumarolas	0.1	No explosiva	Hawaiana	menor a 1	TROPOSFERA	ESTRATOSFERA
1	menor a 0.0001	0.1 - 1	Pequeña	Estromboliana	1 - 6	Minima	No
2	menor a 0.0001	1 - 5	Moderada				
3	menor a 0.001	3 - 15	Media	Vulcariana	6 - 12	Media	
4	menor a 0.01		Grande				
5	menor a 0.1	10 - 25	Muy grande	Pliniana	mayor a 12	Grande	Possible
6	menor a 1		Severa				
7	menor a 10	mayor a 25	Violenta	Ultraplíniana			
8	menor a 100		Terrible		Importante		
9	mayor a 1100						

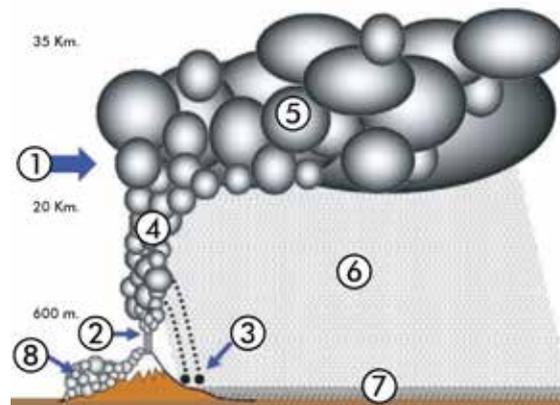
Fuente: Llinares (2004)

**GRÁFICO 40: Alcance de los diversos materiales emitidos por una erupción volcánica**



La descarga muy rápida a la atmósfera de un gran volumen de gas y gotas de magma, todo ello a alta temperatura, da lugar a una columna eruptiva que alcanza grandes alturas. A medida que asciende va enfriándose, hasta llegar a una altura en la que columna y atmósfera tienen la misma temperatura, momento en el que cesa el ascenso. Ver gráfico 41.

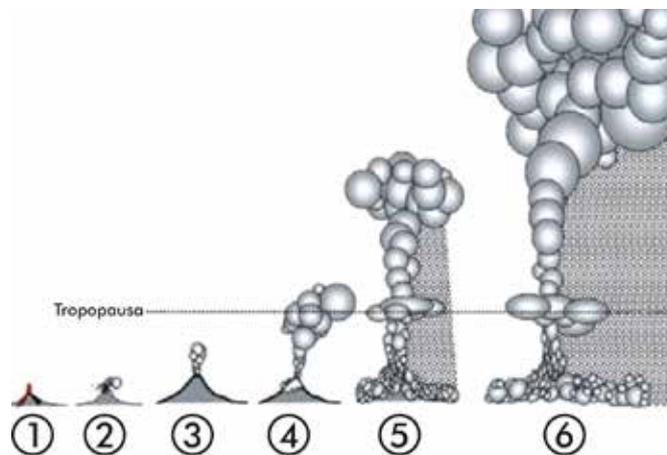
**GRÁFICO 41: 1 dirección del viento, 2 salida en chorro de la columna, 3 caída de bombas, 4 ascenso adiabático de la columna, 5 dispersión por el viento, 6 caída de cenizas, 7 depósitos de cenizas, 8 colapso parcial de la columna y formación del flujo piroclástico, que se desliza por la ladera**



Fuente: Llinares et al. (2004)

A partir de aquí, los materiales son arrastrados por el viento y empiezan a caer, primero los más grandes y pesados, mientras que los más finos pueden permanecer mucho tiempo en la estratósfera. El índice describe también el grado de inyección de cenizas que la erupción provoca en la atmósfera y estratósfera. El gráfico 42 muestra los tipos de erupciones.

**GRÁFICO 42: La violencia de las erupciones (explosividad) se mide en función de la cantidad de material emitido y la altura alcanzada por la columna.  
1 Hawaiana, 2 Stromboliana, 3 Vulcaniana, 4 Subpliniana, 5 Pliniana, 6 Ultraplíniana**



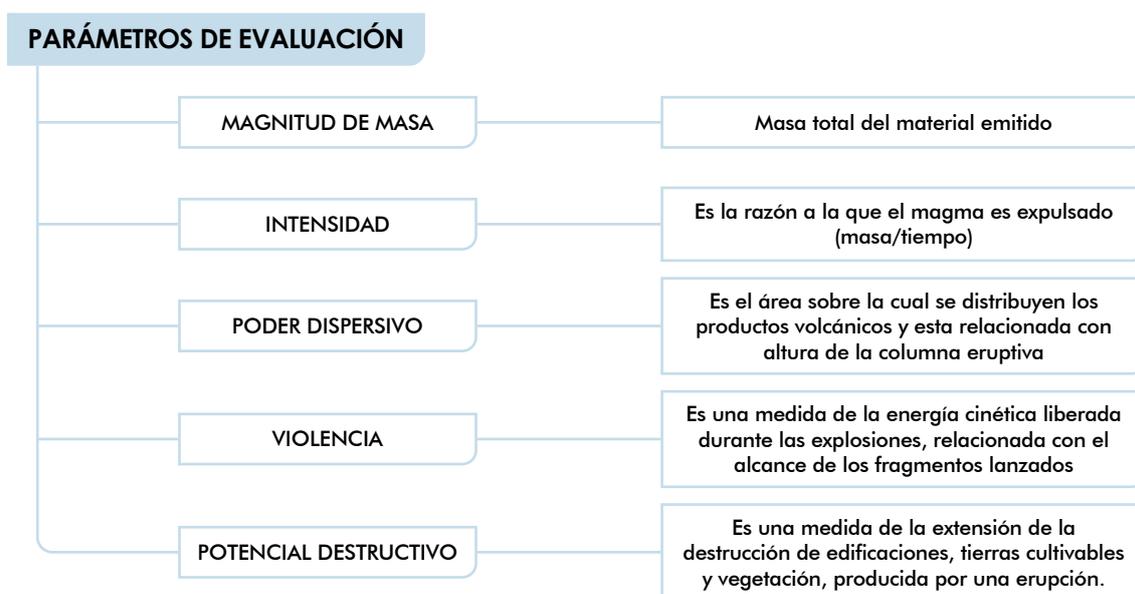
Fuente: Llinares (2004)

### c.5. Parámetros de evaluación

El gráfico 43, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural. El número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

En 1980 el vulcanólogo Walker estableció cinco parámetros para medir una erupción volcánica:

**GRÁFICO 43: Parámetros de evaluación ante la erupción volcánica**



### c.6 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de erupción volcánica

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 16: Volumen de material expulsado**

PARÁMETRO		VOLUMEN DE MATERIAL EXPULSADO	PESO PONDERADO: 0.724	
DESCRITORES	V1	Mayor o igual a 1 000 000 000 m <sup>3</sup>	PV1	0.503
	V2	100 000 000 m <sup>3</sup>	PV2	0.260
	V3	10 000 000 m <sup>3</sup>	PV3	0.134
	V4	1 000 000 m <sup>3</sup>	PV4	0.068
	V5	100 000 m <sup>3</sup> de material expulsado	PV5	0.035

Modificado: CENEPRED

**CUADRO 17: Alcance que recorre el flujo de material**

PARÁMETRO	ALCANCE QUE RECORRE EL FLUJO DE MATERIAL		PESO PONDERADO: 0.724	
DESCRIPTORES	A1	Mayor a 1 000 m	PA1	0.503
	A2	Entre 500 a 1 000 m	PA2	0.260
	A3	Entre 100 a 500 m	PA3	0.134
	A4	Entre 50 a 100 m	PA4	0.068
	A5	Menor a 50 m	PA5	0.035

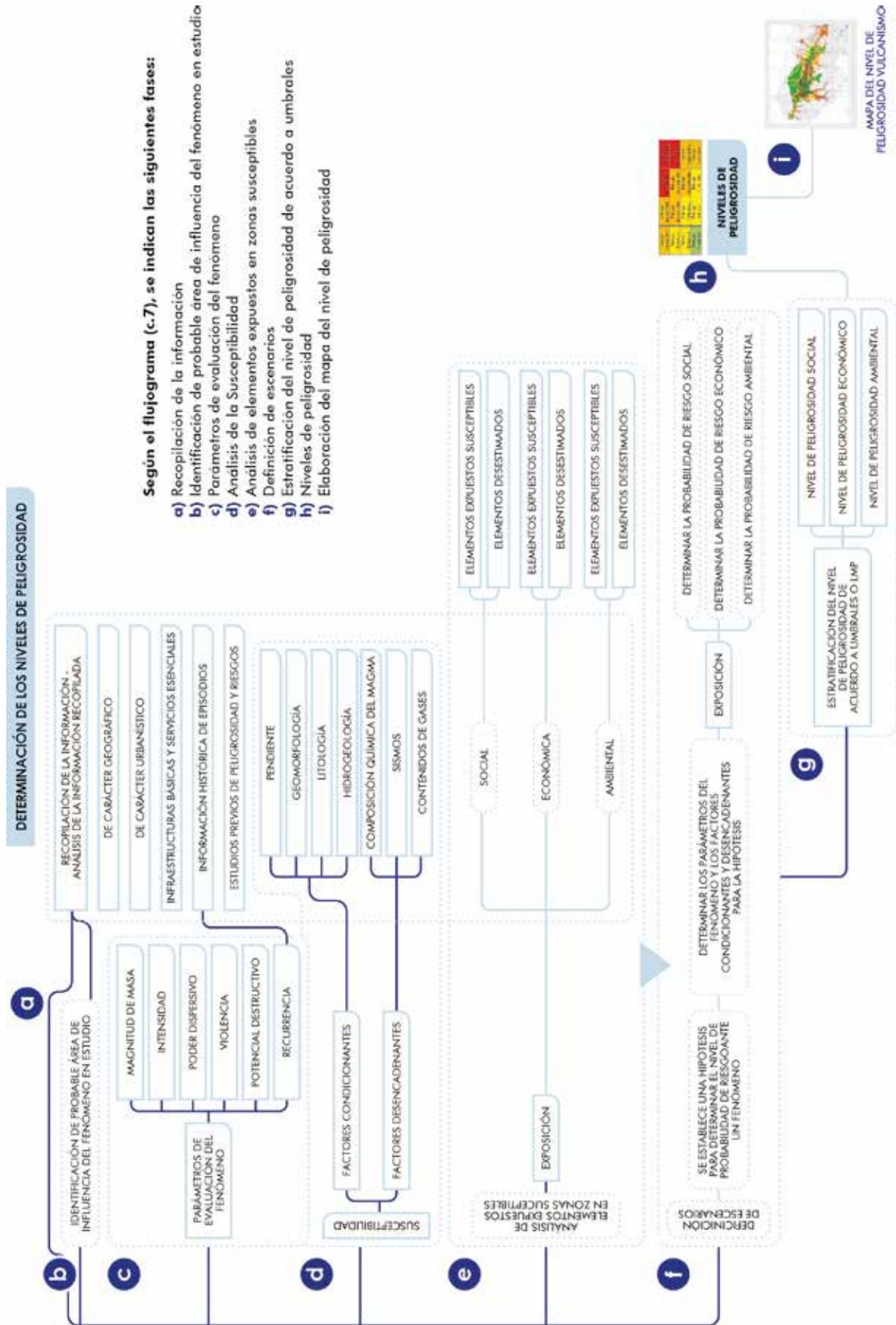
Modificado: CENEPRED

**CUADRO 18: Índice de explosividad volcánica (IEV)**

PARÁMETRO	ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)		PESO PONDERADO: 0.724	
DESCRIPTORES	E1	Mayor o igual a 4. Grande. Volumen mayor a 0.01 km <sup>3</sup> . Fase explosiva de 6 a 12 horas.	PE1	0.503
	E2	IEV = 3. Media. Volumen menor a 0.001 km <sup>3</sup> . Altura de columna de 3 a 15 km. Fase explosiva de 1 a 6 horas.	PE2	0.260
	E3	IEV = 2. Media. Volumen menor a 0.0001 km <sup>3</sup> . Altura de columna de 1 a 5 km. Fase explosiva de 1 a 6 horas.	PE3	0.134
	E4	IEV = 1. Media. Volumen menor a 0.00001 km <sup>3</sup> . Altura de columna de 0.1 a 1 km. Fase explosiva de 1 a 6 horas.	PE4	0.068
	E5	IEV = 0. No explosiva. Fumarolas. Altura de columna de 0.1 km. Fase explosiva menor a 1 a hora.	PE5	0.035

Modificado: CENEPRED

### C.7 Flujoograma para generar el mapa de peligrosidad



Según el flujoograma (c.7), se indican las siguientes fases:

- Recopilación de la información
- Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
- Parámetros de evaluación del fenómeno
- Análisis de la Susceptibilidad
- Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
- Definición de escenarios
- Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
- Niveles de peligrosidad
- Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad

### 2.4.1.2 Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa

#### a. Movimiento de masa

Los movimientos en masa en laderas, son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad.

**GRÁFICO 44: Proceso de movimiento en masas**

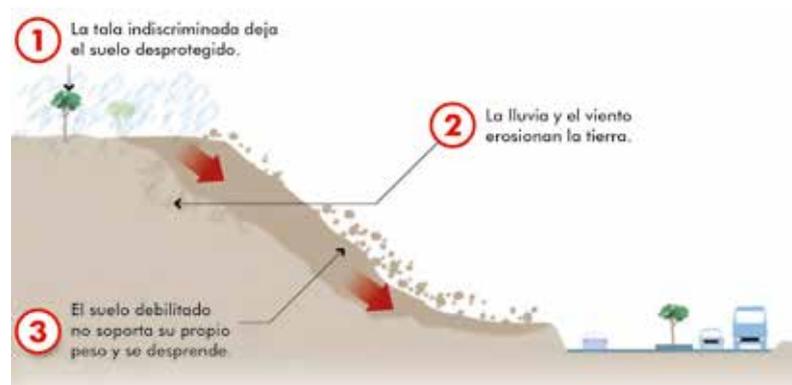


Fuente: Yesano (2014)

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo o relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad. Ver gráfico 44.

La pérdida de cobertura vegetal y forestal favorece a la meteorización y el consecuente desplazamiento mecánico del material por factores desencadenantes. Ver gráfico 45 e imagen 6.

**GRÁFICO 45: Etapas de erosión del suelo**



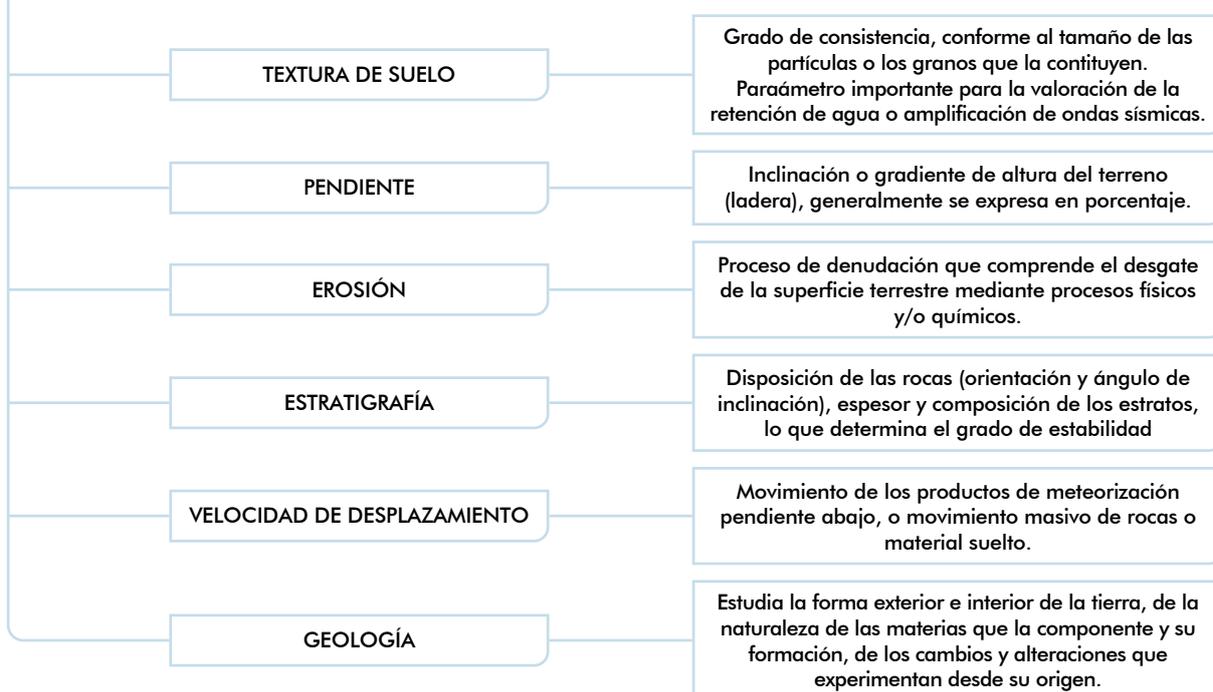
Adaptado por SNL-CENEPRED de: Chávez, M. A. (2014)

#### a.1 Parámetros de evaluación

El gráfico 46, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

## GRÁFICO 46: Parámetros de evaluación de la erosión del suelo

### PARÁMETROS DE EVALUACIÓN



### a.2 Tipos de deslizamientos

Se presentan las siguientes clases de movimientos en masa: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones; se describe además cierto tipo de deformaciones gravitacionales profundas, ver cuadro 18.

### CUADRO 19: Tipos de movimientos en masas

TIPO	SUBTIPO
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)	
Reptación	Reptación de suelos
	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Fuente: Región Andina: Guía para la Evaluación de Amenazas (2007)

### IMAGEN 6: Deslizamiento de tierra sepulta parte de una autopista en taiwán



Adaptado por SNL-CENEPRED de: REUTERS (2014)

### a.3 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de movimientos en masa

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 20: Textura del suelo**

PARÁMETRO		PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.306	
DESCRIPTORES	TX1	Finas: Suelos arcillosos (arcilloso arenoso, arcilloso limonoso, arcilloso)	PTX1	0.503
	TX2	Moderadamente Fina: Suelos francos (franco arcilloso, franco limonoso arcilloso y/o franco limonoso arcilloso)	PTX2	0.260
	TX3	Mediana: Suelos francos (franco, franco limonoso y/o limonoso)	PTX3	0.134
	TX4	Moderadamente gruesa: suelos francos (franco arenoso)	PTX4	0.068
	TX5	Gruesa: Suelos arenosos: arenosos, franco arenosos	PTX5	0.035

Fuente: FAO-USDA/ Modificado: CENEPRED

**CUADRO 21: Pendiente**

PARÁMETRO		TEXTURA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.548	
DESCRIPTORES	PN1	30° a 40°	PPN1	0.503
	PN2	25° a 45°	PPN2	0.260
	PN3	20° a 30°	PPN3	0.134
	PN4	10° a 20°	PPN4	0.068
	PN5	Menor a 5°	PPN5	0.035

Fuente: INCEMMET / Modificado: CENEPRED

**CUADRO 22: Erosión**

PARÁMETRO		PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.101	
DESCRITORES	E1	Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas)	PE1	0.503
	E2	Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	PE2	0.260
	E3	Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados.	PE3	0.134
	E4	Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturadas.	PE4	0.068
	E5	Laderas con substrato rocoso no meteorizado. Se pueden presentar inestabilidades en las laderas adyacentes a los ríos y quebradas, por socavamiento y erosión.	PE5	0.035

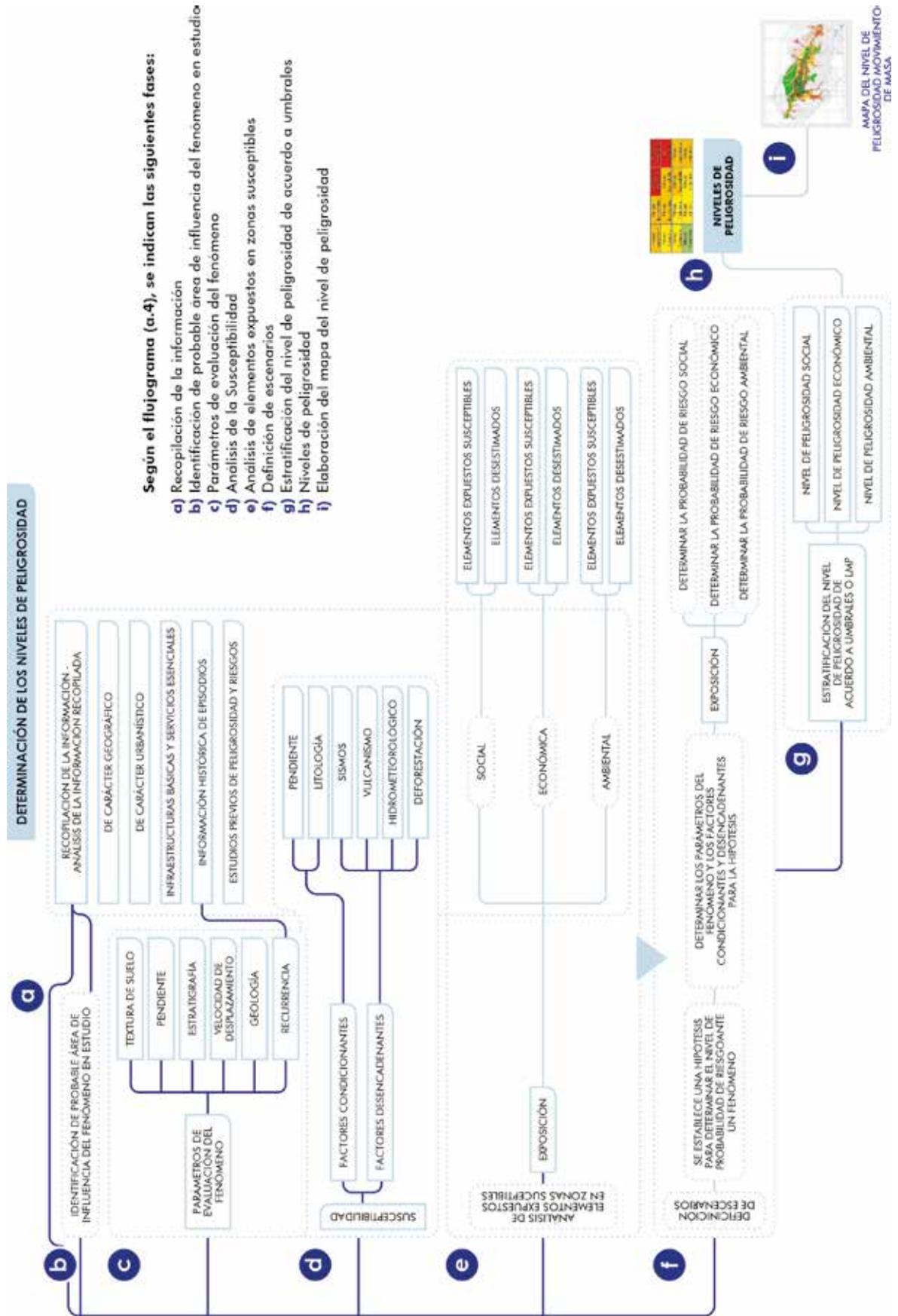
Modificado: CENEPRED

**CUADRO 23: Velocidad de desplazamiento**

PARÁMETRO		PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.045	
DESCRITORES	VD1	Extremadamente rápido ( $v= 5\text{m/s}$ )	PVD1	0.503
	VD2	Muy rápido ( $v= 0.05\text{m/s}$ )	PVD2	0.260
	VD3	Rápido ( $v= 0.0033\text{ m/s}$ )	PVD3	0.134
	VD4	Moderada ( $v=3.009 \times 10^{-4}\text{ m/s}$ )	PVD4	0.068
	VD5	Lenta a extremadamente lenta ( $v=5.144 \times 10^{-8}\text{ m/año}$ a $5.144 \times 10^{-10}\text{ m/año}$ )	PVD5	0.035

Modificado: CENEPRED

a.4 Flujoograma para generar el mapa de peligrosidad



- Según el flujoograma (a.4), se indican las siguientes fases:**
- Recopilación de la información
  - Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
  - Parámetros de evaluación del fenómeno
  - Análisis de la Susceptibilidad
  - Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
  - Definición de escenarios
  - Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
  - Niveles de peligrosidad
  - Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad

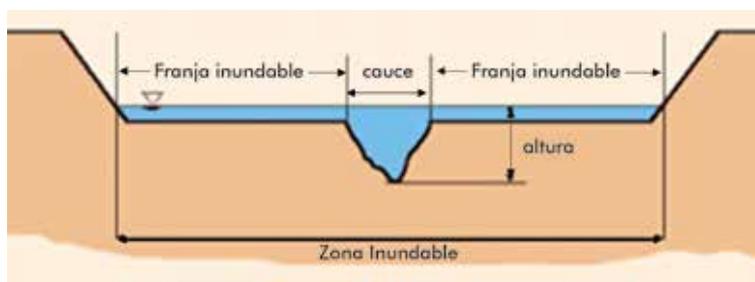
### 2.4.1.3 Peligros generados por fenómenos de origen hidrometeorológico y oceanográfico

#### a. Inundaciones

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas superan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes. Ver gráfico 47.

Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él.

#### GRÁFICO 47: Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación



Adaptado por SNL de: Mugerza-Perelló (2003)

#### a.1 Tipos de inundación

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen.

##### i. Por su duración

#### Inundaciones dinámicas o rápidas:

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo. Por ejemplo: los ríos de la cuenca del Océano Pacífico (La Leche, Tumbes, etc.). Ver imagen 7.

#### IMAGEN 7: Área urbana inundada



Fuente: Expresión (2008)

**Inundaciones estáticas o lentas:**

Generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de inundación. Ver imagen 8.

**IMAGEN 8: DESBORDE DEL RÍO UTCUBAMBA**

Fuente: DIMAG (2012)

**ii. Según su origen****Inundaciones pluviales:**

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

**Inundaciones fluviales:**

Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al **aumento brusco del volumen de agua** más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias). Ver imagen 9.

**IMAGEN 9: INUNDACIÓN FLUVIAL AFECTA VIVIENDAS EN XEREN, DUQUE DE CAXIAS - RIO DE JANEIRO**

Fuente: DIMAG (2012)

### Inundaciones por operaciones incorrectas de obras de infraestructura hidráulica o rotura:

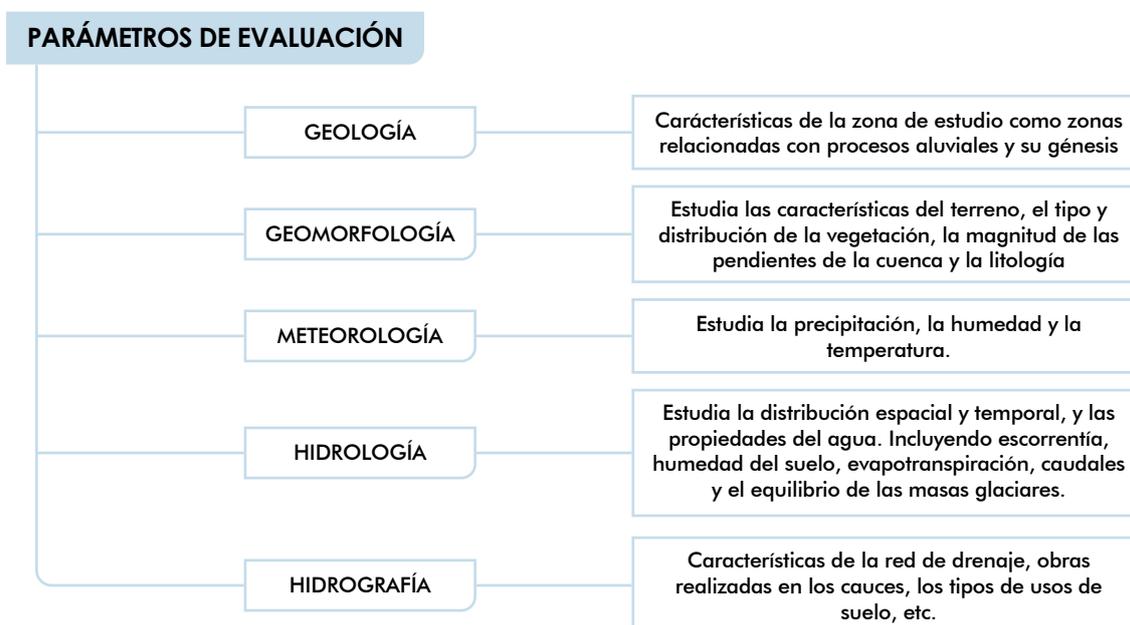
La rotura de una presa, por pequeña que ésta sea, puede llegar a causar una serie de estragos no sólo a la población sino también a sus bienes, infraestructura y al ambiente. La propagación de la onda de agua en ese caso resultará más dañina cuando mayor sea el caudal circulante, menor sea el tiempo de propagación y más importante sean los elementos existentes en la zona afectada (infraestructuras de servicios esenciales para la comunidad, núcleos de población, espacios naturales protegidos, explotaciones agropecuarias, etc.).

A veces, la obstrucción de cauces naturales o artificiales (obturación de tuberías o cauces soterrados) debida a la acumulación de troncos y sedimentos, también provoca desbordamientos. En ocasiones, los propios puentes suelen retener los flotantes que arrastra el río, obstaculizando el paso del agua y agravando el problema.

#### a.2 Parámetros de evaluación

El gráfico 48, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

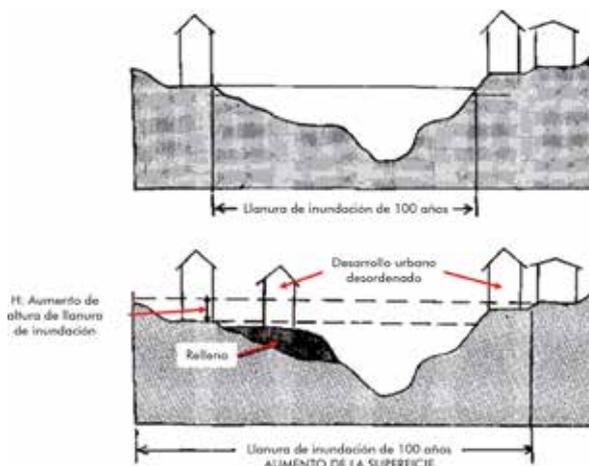
**GRÁFICO 48: Parámetros de evaluación de inundaciones**



### a.3 Zonas inundables (o llanuras de inundación)

Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et. al. 1984). Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. El desarrollo de actividades urbanas en zonas inadecuadas ocasiona el aumento de la altura y la extensión de las llanuras de inundación. Ver gráfico 49.

**GRÁFICO 49: Llanura de inundación afectada por actividades humanas**



Adaptado por SNL de: OEA (1993)

### a.4 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de inundaciones

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 24: Precipitaciones anómalas positivas**

PARÁMETRO		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRITORES	PAP1	Anomalía de precipitación mayor a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP1	0.503
	PAP2	Anomalía de precipitación de 100 % a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP2	0.260
	PAP3	Anomalía de precipitación 50 % a 100% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP3	0.134
	PAP4	Anomalía de precipitación de 10 a 50% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP4	0.068
	PAP5	Anomalía de precipitación menor al 10% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP5	0.035

**CUADRO 25: Cercanía a una fuente de agua**

PARÁMETRO		CERCANIA A UNA FUENTE DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	CA1	Menor a 20m	PCA1	0.503
	CA2	Entre 20 y 100m	PCA2	0.260
	CA3	Entre 100 y 500m	PCA3	0.134
	CA4	Entre 500 y 100m	PCA4	0.068
	CA5	Mayor a 1000m	PCA5	0.035

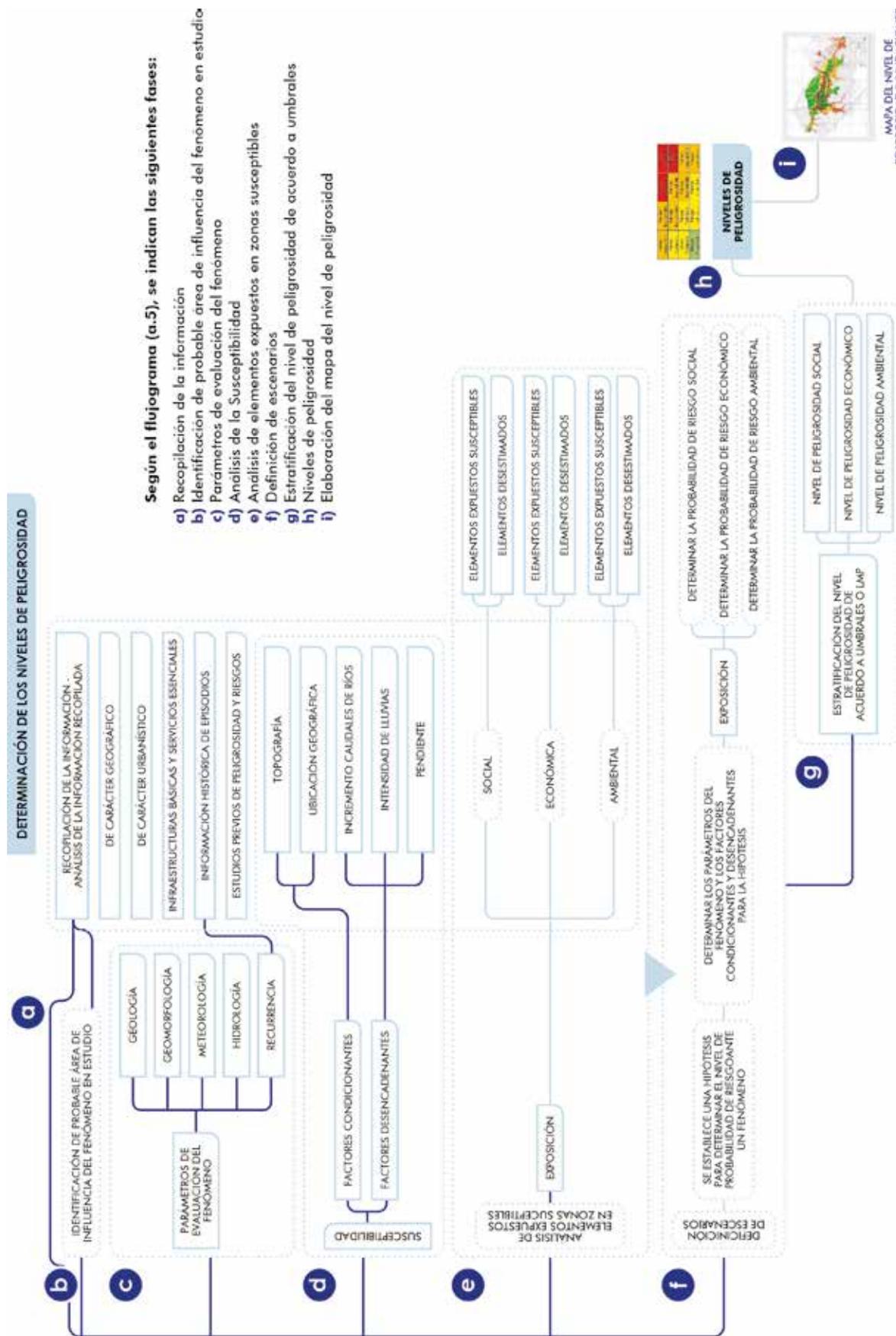
Fuente: CENEPRED

**CUADRO 26: Intensidad media en una hora (mm/h)**

PARÁMETRO		INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA (mm/h)	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	IM1	Torrenciales: mayor a 60	PIM1	0.503
	IM2	Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60	PIM2	0.260
	IM3	Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30	PIM3	0.134
	IM4	Moderadas: Mayor a 2 y Menor o igual a 15	PIM4	0.068
	IM5	Debiles: Menor o igual a 2	PIM5	0.035

Fuente: SENAMH - OMM

## a.5 Flujoograma para generar el mapa de peligrosidad



Según el flujoograma (a.5), se indican las siguientes fases:

- Recopilación de la información
- Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
- Parámetros de evaluación del fenómeno
- Análisis de la Susceptibilidad
- Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
- Definición de escenarios
- Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
- Niveles de peligrosidad
- Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad

## b. Sequías

La sequía es un fenómeno complejo que resulta difícil darle un enfoque genérico, que contemple todos sus aspectos y satisfaga todas las expectativas; es más bien una particularidad del clima y del ambiente, que a su vez tiene múltiples facetas, lo cual le confiere un carácter altamente relativo y elusivo (Dracup et al., 1980).

En términos generales una sequía corresponde a una “situación de déficit de agua suficiente para afectar adversamente a la vegetación, fauna, ser humano y actividades en un área determinada” (Salas, 1978).

La Organización Meteorológica Mundial, en su vocabulario meteorológico internacional, define a la sequía como: “Periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico” (OMM, 1992).

### IMAGEN 10: Sequía afecta cultivos en moquegua



Fuente: Reuters (2014)

Es un fenómeno de lento desarrollo y amplia cobertura espacial. Mientras dura el fenómeno, resulta difícil precisar su duración y extensión física. Sus dimensiones pueden ser determinadas con mayor exactitud una vez que la sequía ha finalizado, desde una perspectiva histórica. Esta situación dificulta la adopción de medidas durante su desarrollo (Fernández, 1991).

### b.1 Tipos de sequías

Se considera una sequía absoluta, para un lugar o una región, cuando en un período de 15 días, en ninguno se ha registrado una precipitación mayor a 1 mm.

Una sequía parcial se define cuando en un período de 29 días consecutivos la precipitación media diaria no excede 0.5 mm. Se precisa un poco más cuando se relaciona la insuficiente cantidad de precipitación con la actividad agrícola.

Basados en diversas disciplinas científicas y en la actividad económica que la sequía afecta como es el caso de la agricultura, ganadería, industria, recreación, turismo, entre otras, se han establecido varias definiciones que se muestran a continuación:

### i. Sequía meteorológica

“Intervalo de tiempo, generalmente con una duración del orden de meses o años, durante el cual el aporte de humedad en un determinado lugar cae consistentemente por debajo de lo climatológicamente esperado o del aporte de humedad climatológicamente apropiado” (Palmer, 1965).

Otra definición más concisa: “Falta prolongada de precipitación, inferior a la media” (Russell et al., 1970). En la mayoría de los casos, las definiciones de sequía meteorológica presentan información específica para cada región particular, que varía en función de las características del clima regional. Por tanto, es imposible extrapolar una definición de una región a otra. Ver imagen 11.

#### IMAGEN 11: Sequía meteorológica modifica el ecosistema del área afectada



Fuente: Reuters (2014)

### ii. Sequía hidrológica

Hace referencia a una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas (ríos, embalses, lagos, etc.). A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede demorarse durante meses desde el inicio de la escasez pluviométrica o, si las lluvias retornan en poco tiempo, no llegar a manifestarse.

Según Linsley et al. (1975) definen la sequía hidrológica como el “periodo durante el cual los caudales son inadecuados para satisfacer los usos establecidos bajo un determinado sistema de gestión de aguas”.

### iii. Sequía agrícola

Una sequía agrícola se produce cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento, se presenta en un periodo donde se esperaría que fuese lluvioso.

Este tipo de sequía, por depender no solo de las condiciones meteorológicas, sino también de las características biológicas del cultivo y las propiedades del suelo, no es equivalente a la sequía meteorológica. Ver imagen 12.

Si los niveles de humedad en el subsuelo son suficientes para proporcionar agua a un determinado tipo de cultivo durante el periodo que dure la sequía meteorológica, no llegará a producirse una sequía agrícola.

### IMAGEN 12: Sequía agrícola afecta cultivos



Fuente: Reuters (2014)

#### iv. Sequía económica

Se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (económicos o personales) a la población de la zona afectada por la escasez de lluvias. No es necesaria una restricción del suministro de agua, basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica.

En términos generales, la sequía socioeconómica sucede a la agrícola, pero en regiones menos desarrolladas, donde este sector tiene un mayor peso en la economía, y su incidencia es más directa e inmediata que en regiones desarrolladas. Ver imagen 13.

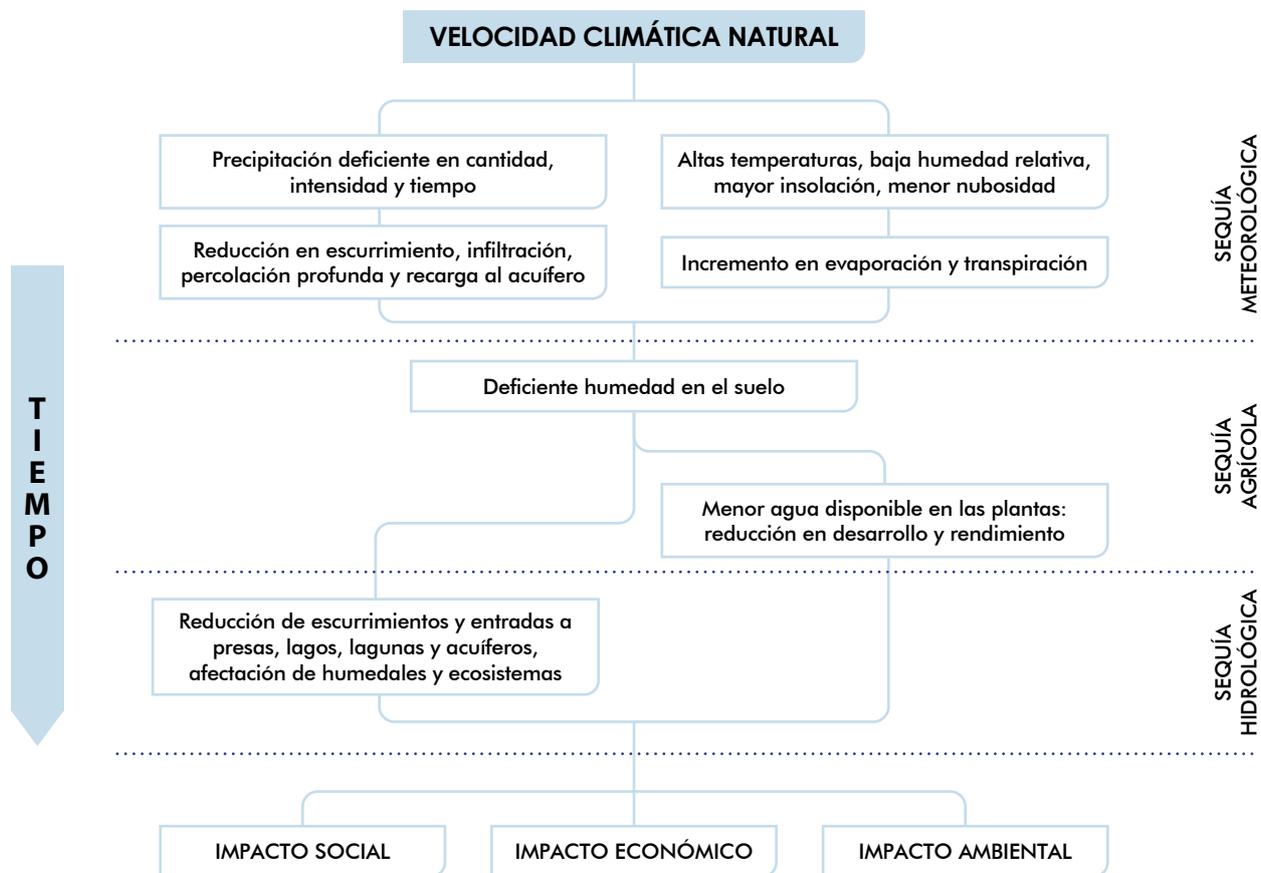
### IMAGEN 13: Sequía ocasiona pérdidas económicas



Fuente: Reuters (2014)

El gráfico 50, muestra en forma general los tipos de sequía y su manifestación cronológica.

**GRÁFICO 50: Interrelaciones entre los diversos tipos de sequía, en función del tiempo**

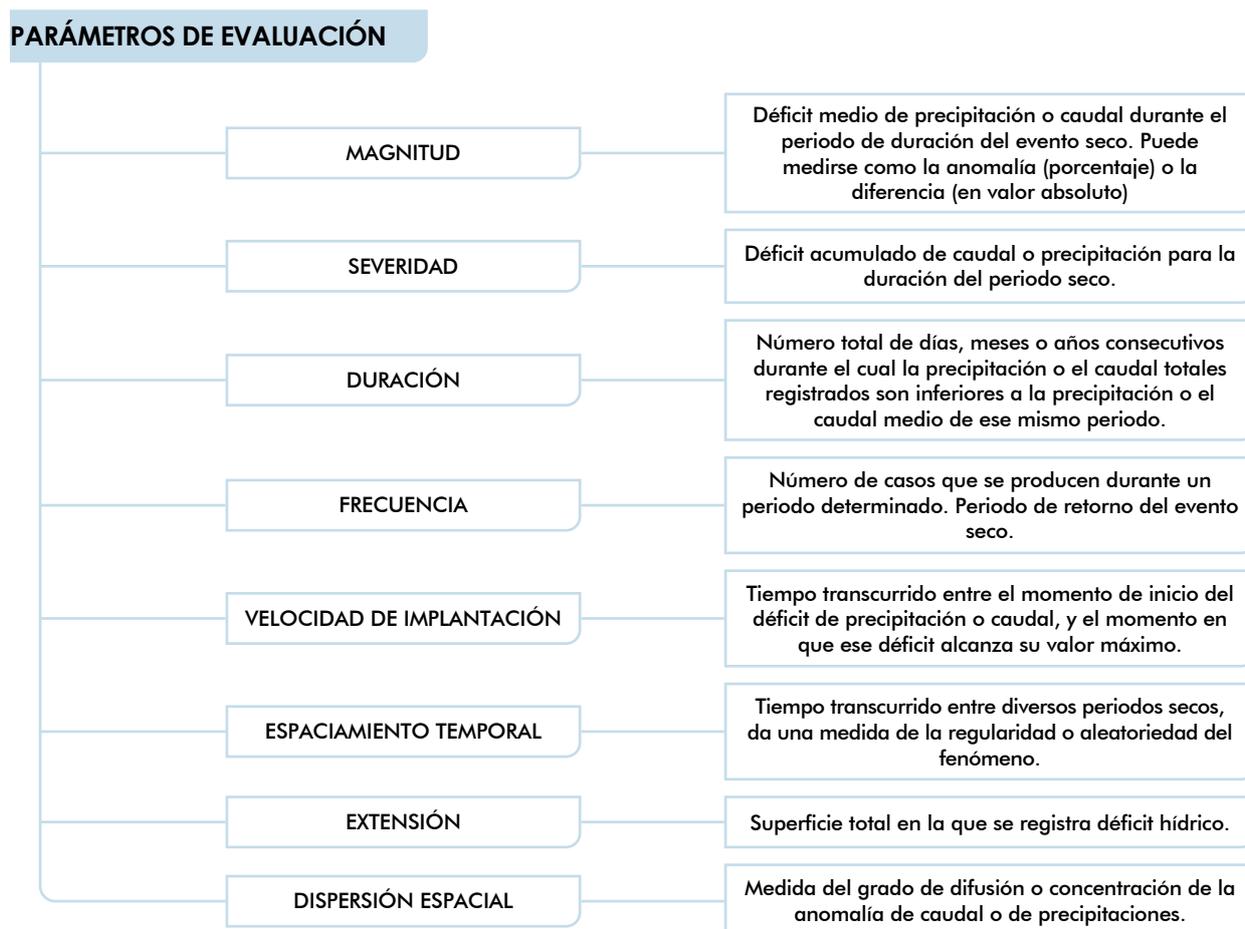


Fuente: Adaptado de Velasco et al. (2005)

## b.2 Parámetros de evaluación

El gráfico 51, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

**GRÁFICO 51: Parámetros de evaluación de la sequía**



Fuente: Adaptado de Burton et al. 1978; Dracup et al. 1980 y Martin-Vide 1998.

### b.3 Métodos de cuantificación de la sequía

El gráfico 51, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

#### i. Índice de Severidad de Sequía de Palmer (ISSP)

El índice está basado en el balance hídrico, usando muchas variables para reflejar el aporte y la demanda de agua. Permite medir la intensidad, duración y extensión espacial de la sequía, sus valores se derivan de las medidas de precipitación, temperatura del aire y humedad del suelo local. Los valores varían desde -6.0 (sequía extrema) a +6.0 (condiciones extremas de humedad).

Permite identificar adecuadamente la sequía meteorológica, responde lentamente a la agrícola y no detecta la hidrológica; se usa para definir la intensidad de la sequía.

**CUADRO 27: ÍNDICE DE SEVERIDAD DE SEQUÍA DE PALMER**

VALORES DE ÍNDICE	CATEGORÍA
mayor a 4	Condición húmeda extrema
3 - 3.99	Condición muy húmeda
2 - 2.99	Condición húmeda moderada
1 - 1.99	Condición húmeda suave
0.5 - 0.99	Condición húmeda incipiente
0.49 0.49	Condiciones normales
-0.5 -0.99	Sequía incipiente
-1 -1.99	Sequía suave
-2 -2.99	Sequía moderada
-3 -3.99	Sequía severa
Menor a -4	Sequía extrema

Fuente: Palmer (1965)

#### ii. Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)

Cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar, para un lapso determinado de tiempo el cual varía, generalmente, entre 1 y 24 meses. Fue desarrollado por McKee y oros en 1993, con la finalidad de mejorar la detección del inicio de las sequías meteorológicas (definición de sequía en función de la precipitación, únicamente, sin considerar la temperatura ni las variables del suelo) y su ulterior monitoreo.

Lo hace aplicable en el ámbito de la meteorología, agricultura e hidrología superficial y subterránea.

**CUADRO 28: Índice de Precipitación Estandarizado**

VALORES DE ÍNDICE	CATEGORÍA	FRECUENCIA TEÓRICA DE OCURRENCIA
-2.00 o menor	Extremadamente seco (sequía extrema)	1 en 50 años
-1.50 a -1.99	Muy seco (sequía severa)	1 en 20 años
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco (sequía moderada)	1 en 10 años
-0.5 a -0.99	Ligeramente seco	1 en 3 años
0.49 a -0.49	Normal	
0.50 a 0.99	Ligeramente húmedo	
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo (exceso moderado)	1 en 10 años
1.50 a 1.99	Muy húmedo (exceso severo)	1 en 20 años
2.00 o mayor	Extremadamente húmedo (exceso extremo)	1 en 50 años

Fuente: DPA (2014)

**b.4 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno de sequía**

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 29: Índice de severidad de palmer - issp**

PARÁMETRO	INDICE DE SEVERIDAD DE SEQUIA DE PALMER -ISSP	PESO PONDERADO: 0.260		
DESCRITORES	ISSP1	ISSP (-3.00 A -3.99). Sequia severa	PISSP1	0.503
	ISSP2	ISSP (-2.00 A -2.99). Sequia moderada	PISSP2	0.260
	ISSP3	ISSP (-1.00 A -1.99). Sequia ligera	PISSP3	0.134
	ISSP4	ISSP (-0.5 A -0.99). Sequia incipiente	PISSP4	0.068
	ISSP5	ISSP (0.49 A -0.49). Condicion normal o cercano a lo normal	PISSP5	0.035

Fuente: SENAMH y OMM / Modificado : CENEPRED

**CUADRO 30: Precipitaciones anómalas negativas**

PARÁMETRO	PRECIPITACIONES ANÓMALAS NEGATIVAS	PESO PONDERADO: 0.633		
DESCRITORES	PAN1	Anomalia de precipitacion mayor a 300% con respecto al promedio mensual multianual	PPAN1	0.503
	PAN2	Anomalia de precipitacion de 100% a 300% con respecto al promedio mensual multianual	PPAN2	0.260
	PAN3	Anomalia de precipitacion de 50% a 100% con respecto al promedio mensual multianual	PPAN3	0.134
	PAN4	Anomalia de precipitacion de 10% a 50% con respecto al promedio mensual multianual	PPAN4	0.068
	PAN5	Anomalia de precipitacion menor al 10% con respecto al promedio mensual multianual	PPAN5	0.035

Fuente: CENEPRED

**CUADRO 31: Índice estandarizado de precipitación - ipe**

PARÁMETRO	INDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACION-IPE	PESO PONDERADO: 0.106		
DESCRIPTORES	IPE1	(-2.00 o menor). Extremadamente seco (sequia extrema)	PIPE1	0.503
	IPE2	(-1.50 a -1.99). Muy seco (sequia severa)	PIPE2	0.260
	IPE3	(-1.00 a -1.49). Moderadamente seco(sequia moderada)	PIPE3	0.134
	IPE4	(-0.5 a -0.99).Ligeramente seco	PIPE4	0.068
	IPE5	(0.49 a -0.49). Normal	PIPE5	0.035

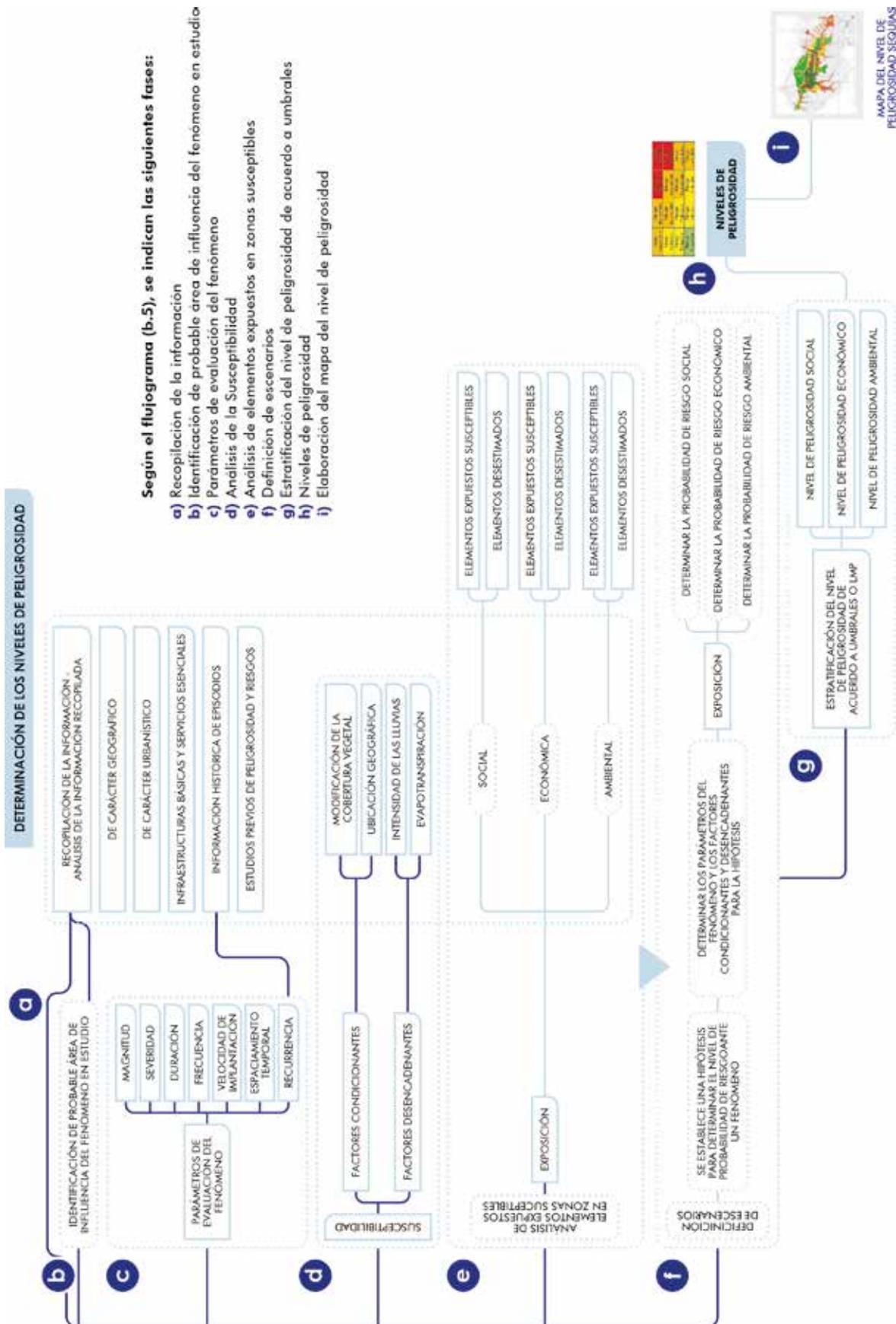
Fuente: SENAMH y OMM / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 32: Índice de severidad de sequía de Palmer - ISSP**

PARÁMETRO	INDICE DE SEVERIDAD DE SEQUIA DE PALMER-ISSP	PESO PONDERADO: 0.260		
DESCRIPTORES	ISSP1	ISSP (-3.00 a -3.99). Sequia severa	PISS1	0.503
	ISSP2	ISSP (-2.00 a -2.99). Sequia moderada	PISS2	0.260
	ISSP3	ISSP (-1.00 a -1.99). Sequia ligera	PISS3	0.134
	ISSP4	ISSP (-0.5 a -0.99). Sequia incipiente	PISS4	0.068
	ISSP5	ISSP (0.49 a -0.49). Condicion normal o cercano a lo normal	PISS5	0.035

Fuente: SENAMH y OMM / Modificado:CENEPRED

## b.5 Flujograma para generar el mapa de peligrosidad



Según el flujograma (b.5), se indican las siguientes fases:

- Recopilación de la información
- Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
- Parámetros de evaluación del fenómeno
- Análisis de la Susceptibilidad
- Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
- Definición de escenarios
- Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
- Niveles de peligrosidad
- Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad

### c. Erosión de suelos

Entre los peligros por geodinámica externa, se encuentran los producidos por erosión de capa superficial de suelos o rocas debido a la acción de factores desencadenantes naturales como la lluvia y el viento los que afectan la erodabilidad o vulnerabilidad de los factores condicionantes. Ver gráfico 52.

Otra definición: “proceso natural de movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro principalmente por medio de la acción del agua o del viento”.

**GRÁFICO 52: Erosión del suelo por efecto de las lluvias**



Los elementos más importantes que desencadenan la erosión son el agua y el viento. En función de esto se conocen dos tipos de erosión: eólica y la hídrica.

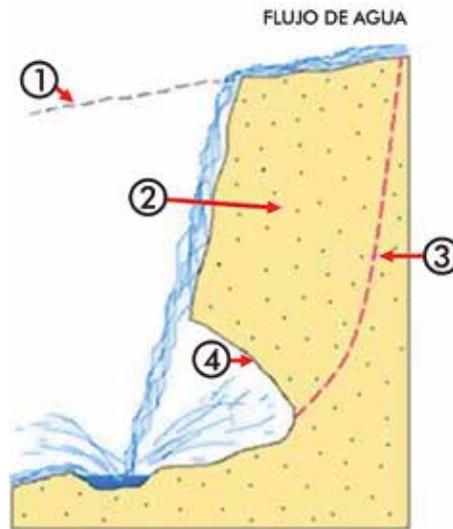
A nivel mundial la erosión hídrica es el tipo de erosión más importante de degradación de suelos.

#### c.1 Erosión hídrica

Es la erosión por agua de lluvia y abarca la erosión provocada por el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo, como también la acción hidráulica que arranca y transporta las partículas de suelo por el escurrimiento en laderas y taludes. Ver gráfico 53.

La erosión hídrica es un proceso complejo, comprende la desagregación del suelo por impacto de la gota de lluvia, el desprendimiento por el flujo superficial de agua, y el transporte por salpicado o por escurrimiento (Meyer and Harmon, 1984).

**GRÁFICO 53: Efectos del impacto y salpicadura de un salto en la cabecera de un barranco: 1) perfil original, 2) porción a desplomarse, 3) línea de ruptura y 4) socavadura**



Adaptado por SNL-CENEPRED de: Campos y Peraza (1994)

La resistencia del suelo a este proceso se relaciona con la textura, la estabilidad de agregados, la cohesividad, la capacidad de infiltración y los contenidos minerales y orgánicos. Los suelos de textura fina generalmente son más resistentes a la desagregación, pero sus sedimentos son fácilmente transportables; mientras, que los suelos de textura gruesa son desagregados rápidamente, pero sus sedimentos son dificultosos de transportar. Los suelos francos y franco-limosos son fácilmente desagregados y transportados, por eso se los considera muy erodibles (Wischmeier & Mannering, 1969)

### c.2 Clasificación de erosión hídrica según las formas de manifestación

Según la forma como el agua actúa en el suelo, existen tres clases de erosión hídrica:

- i. Erosión hídrica pluvial,
- ii. Erosión por escurrimiento o erosión en cauces y
- iii. Erosión por movimiento en masa.

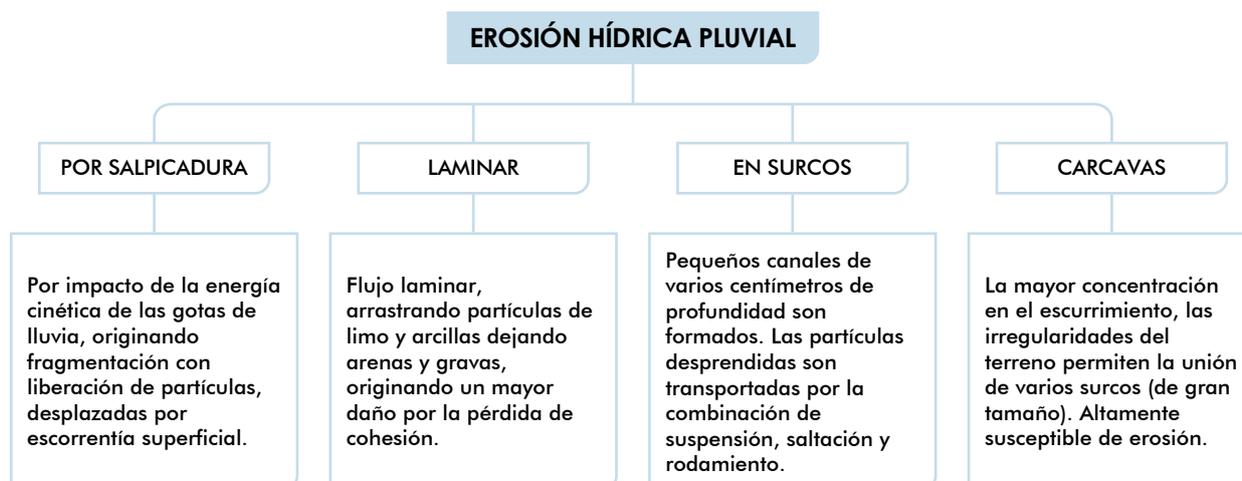
Por su alta depredación de áreas destinadas al agro se está incidiendo en la metodología de identificación y caracterización del peligro por erosión hídrica pluvial.

#### i. Erosión hídrica pluvial

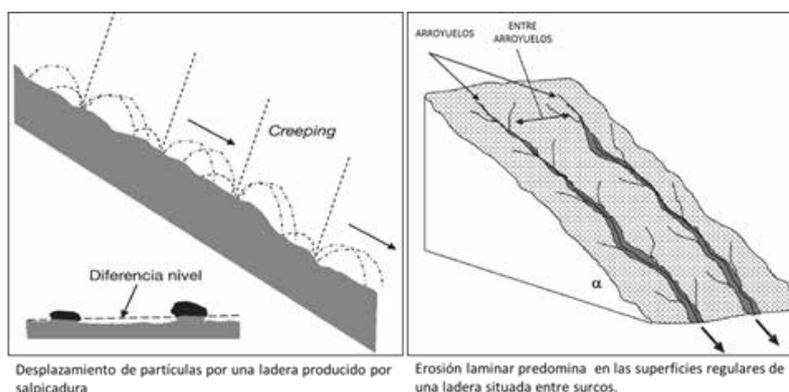
Es la que se genera como consecuencia de las gotas de lluvia y afecta principalmente a áreas destinadas a la agricultura.

De acuerdo con sus formas de actuar la erosión hídrica se subdivide según lo mostrado en el gráfico 54.

## GRÁFICO 54: Tipos de erosión hídrica



## GRÁFICO 55: Procesos de erosión por salpicadura y laminar



Fuente: Alcañiz (2008)

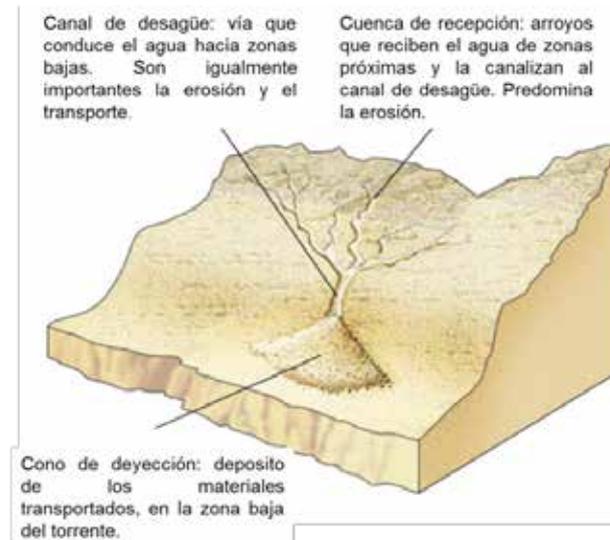
### ii. Erosión por escurrimiento o erosión en cauces

En esta erosión se pueden apreciar 2 tipos en fondo y lateral, esta erosión está dado por el flujo concentrado y continuo de agua, el mismo que va a generar profundización y ensanchamiento por erosión, dependiendo del caudal, tipo de material que conforman las terrazas, pendientes y otros (Satterlund 1972). Ver gráfico 56.

### iii. Erosión por movimientos en masas

Hoy resulta evidente que la causa fundamental de la erosión es la actuación de diferentes tipos de lluvia sobre distintos tipos y condiciones de suelo. Por consiguiente, la mayor o menor importancia de la erosión dependerá de la combinación de la energía de la lluvia, que es el agente agresor, con la capacidad de un suelo para resistir a dicha agresión. Es lo que en términos cuantitativos se expresaría como  $Erosión = f(\text{erosividad, erodibilidad})$  - (Hudson, 1982).

## GRÁFICO 56: Transporte de material desde la parte alta de la cuenca debido a las lluvias



Fuente: Ibáñez (2008)

La erosividad queda definida, así como la capacidad potencial de la lluvia para erosionar. Cada tormenta da lugar a una energía de choque dependiente, ante todo, de la intensidad del aguacero que para una condición de suelo dada, puede provocar una determinada cantidad de erosión. El poder erosivo de diferentes eventos pluviales es susceptible de ser comparado y adicionado pudiéndose construir una escala de valores de erosividad. Ver gráfico 56.

Por su parte, la erodibilidad se define como la vulnerabilidad del suelo, como tal, frente a la erosión. Para una erosividad pluvial dada los comportamientos de diversos suelos pueden ser comparados cuantitativamente y correlacionarse con las características intrínsecas (físicas o químicas) o extrínsecas (pendientes, usos de suelo y prácticas de conservación) que sobre él actúan.

### c.3 Factores para determinar la erosión de suelo

La ecuación universal de erosión de suelo (Wischmeier and Smith, 1978), fue desarrollada para proporcionar una herramienta importante para la conservación del suelo y puede ser usada en cualquier región geográfica modificando sus factores. Calcula el promedio anual de erosión usando una relación funcional de varios factores expresados en la siguiente ecuación:

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Dónde:

A = Pérdida de suelo por unidad de superficie. Unidades: Mg/ha

R = Erosividad de las lluvias (climatológicos). Unidades: MJ.mm./ha.hr.año

K = Erodabilidad del suelo. Unidades: Mg/J

L = Factor de longitud de la pendiente. Adimensional

S = Factor de inclinación de la pendiente. Adimensional

C = Cobertura vegetal (biológicas). Factor de uso y manejo.

P = Práctica de conservación de suelos (actividades inducidas por el hombre).

**Factor de Erosividad de las Lluvias (R):**

Es el número de unidades de índice de erosión (IE) que ocurre en un año normal de lluvias. La pérdida de suelo en campos desnudos es directamente proporcional al producto de la energía cinética total de la lluvia por su intensidad máxima desarrollada durante 30 minutos continuos. Las unidades de R son MJ.mm/ha/h, promedio de los valores de R de 20 a 25 años.

$$R = \sum El_{30}$$

Dónde:

$E$  =Energía Cinética total para un evento de precipitación

$l_{30}$  =Intensidad máxima de la precipitación en 30 minutos.

**Factor Erodabilidad del suelo (K):**

Indica la susceptibilidad de los suelos a ser erosionados, así como la cantidad de erosión (A), por unidad de índice de erosión (EI) obtenida de parcelas unitarias localizadas en dicho suelo; su determinación está en función del % de arena + limo, el % de arena, el % de materia orgánica, la estructura del suelo y la permeabilidad.

**Factor longitud (L) y gradiente de la pendiente (S):**

Estos factores no son independientes en su acción sobre la erosión, porque el efecto de la topografía como factor en la erosión se explica por la interacción de la longitud y la pendiente.

**Factor cobertura vegetal (C):**

La cobertura de suelo es la más grande defensa contra la erosión de suelo, pero un mantenimiento de variables de sistema de cultivos y manejo también influyen altamente en la habilidad de la superficie de suelo a resistir la erosión.

Todo esto es combinado en el factor de cobertura y manejo, C. Hay un procedimiento para calcular C para un cultivo y sistema de manejo dado con relación a un patrón de lluvia. Tablas regionales de valores de C son disponibles para condiciones de sitios de construcción, pastizales y bosque.

Valores de C universalmente no válidos no existen. Por la gran variedad de cultivos, secuencias y rotaciones de cultivos y manejos, se hace necesaria la evaluación de valores de C experimentadas en condiciones locales.

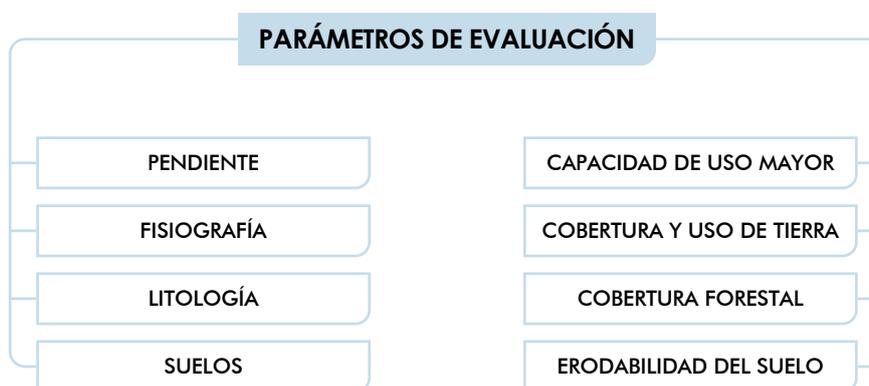
**Factor prácticas de conservación de suelos (P):**

Los valores de P varían entre 0 y 1. La determinación del factor P por efecto de incluir prácticas de conservación de suelos son obtenidos de valores de ensayos experimentales.

### c.4 Parámetros de evaluación

El gráfico 57, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

**GRÁFICO 57: Parámetros de evaluación de la erosión del suelo**



### c.5 Parámetros para determinar la erosión de suelo

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 33: Grados de intensidad de la erosión hídrica**

PARÁMETRO	GRADOS DE INTENSIDAD DE LA EROSION HIDRICA (Mg/mm.a)	PESO PONDERADO: 0.283		
DESCRIPTORES	G1	Muy alta (mayor a 200)	PG1	0.503
	G2	alta (50-200)	PG2	0.260
	G3	moderada (10-50)	PG3	0.134
	G4	ligera (menor a 10)	PG4	0.068
	G5	Sin erosión hídrica	PG5	0.035

Fuente: Adaptado FAO / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 34: Índice de riesgo de erosión**

PARÁMETRO	INDICE DE RIESGO DE EROSION	PESO PONDERADO: 0.074		
DESCRIPTORES	IE1	Muy alto (mayor a 0.60)	PIE1	0.503
	IE2	Alto (0.31-0.60)	PIE2	0.260
	IE3	Moderado (0.11-0.30)	PIE3	0.134
	IE4	Bajo (menor o igual a 0.10)	PIE4	0.068
	IE5	Sin riesgo a erosión	PIE5	0.035

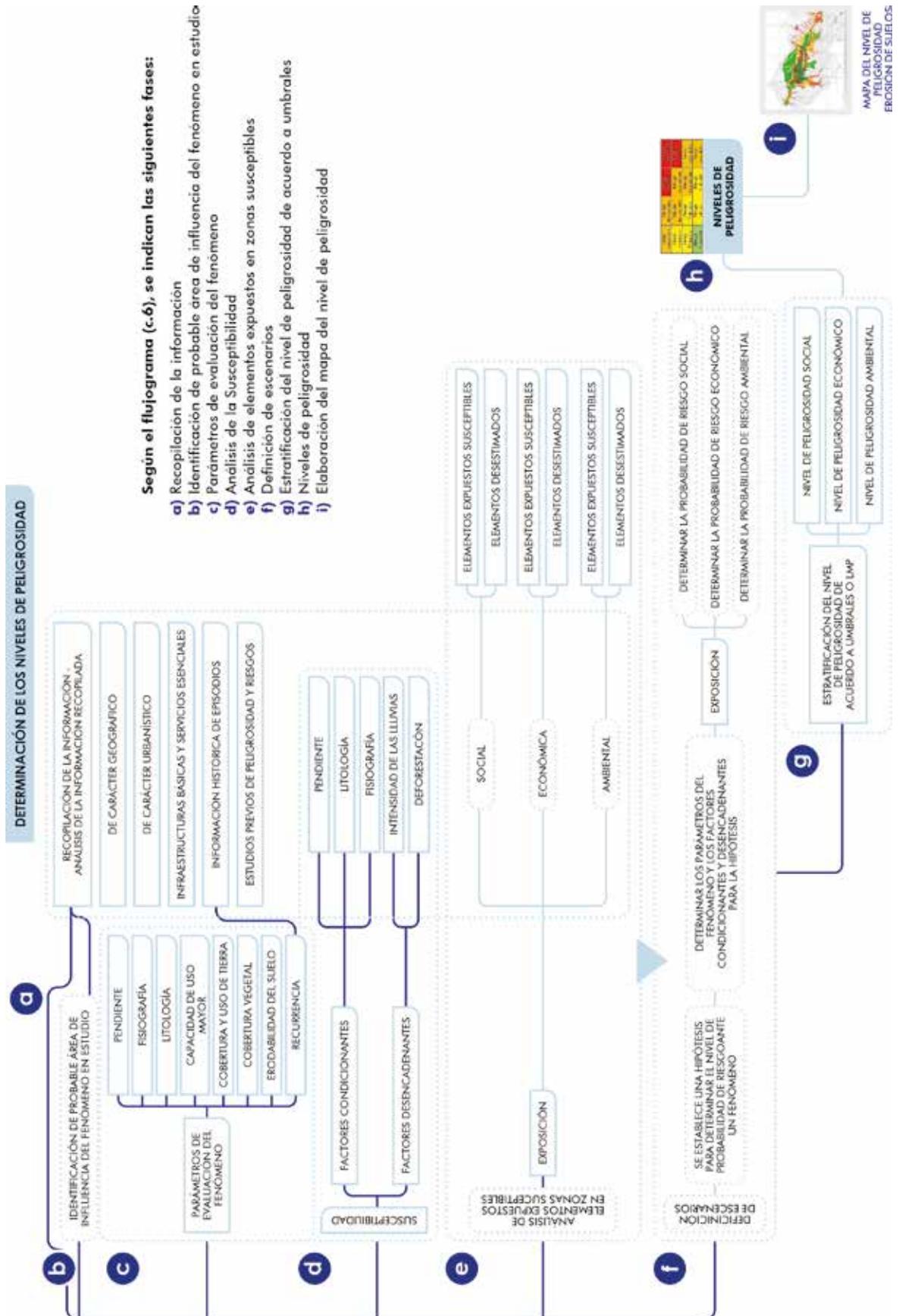
Fuente: Adaptado Delgado 1997 / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 35: Pérdida de suelo por erosión laminar**

PARÁMETRO	PERDIDA DE SUELO POR EROSION LAMINAR (T/ha año)	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	Mayor o igual a Grado 5: Muy severa (mayor a 50)		0.503
	Grado 4: Severas (15-50)		0.260
	Grado 3: Moderada (5-15)		0.134
	Grado 2: Ligera(0.5-5.0)		0.068
	Grado 1: Normal (menor a 0.5)		0.035

Fuente: Adaptado FAO 1980/ Modificado:CENEPRED

### c.6 Flujoograma para generar el mapa de peligrosidad



#### d. Descenso de temperatura

América del Sur presenta una singularidad topografía debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, ésta ejerce una marcada influencia sobre los sistemas meteorológicos en varias escalas espaciales y temporales. El efecto más claro es el intercambio de masas de aire entre los trópicos y los extra trópicos.

Un episodio importante es la incursión de masas de aire frío y seco procedentes de la región polar hacia latitudes tropicales, generando heladas (región andina) y friajes (selva).

Por su recurrencia y el impacto dañino en la población del Perú, este manual trata independientemente otros fenómenos como las nevadas y granizadas.

##### d.1 Helada

Durante el día la superficie de la tierra es irradiada por el Sol, transportando energía produciéndose procesos físicos como la absorción de energía calentando el suelo, las plantas, cuerpos de agua, etc. Al ponerse el Sol la superficie de la Tierra emite energía hacia la atmósfera generando una pérdida de energía, lo que se traduce en un enfriamiento. En este fenómeno la atmósfera tiene un papel importante. Si el cielo está despejado, es decir sin presencia de nubes, neblina o un mínimo porcentaje de humedad, la energía emitida por la superficie del suelo no se reflejará de vuelta a la tierra, y no se conservará una temperatura relativamente agradable para las personas. Ver gráfico 55.

#### i. Clasificación de heladas a partir de su origen climatológico

##### **Heladas por advección de frío:**

Se pueden presentar en cualquier hora del día, con independencia del estado del cielo. Tiene su origen en una invasión de aire frío, con una temperatura inferior al punto de congelación. Suelen afectar a amplias zonas y por sus características los métodos de lucha contra este tipo de heladas acostumbran ser ineficaces (Elías-Castillo y Castellvi-Sentis, 2001).

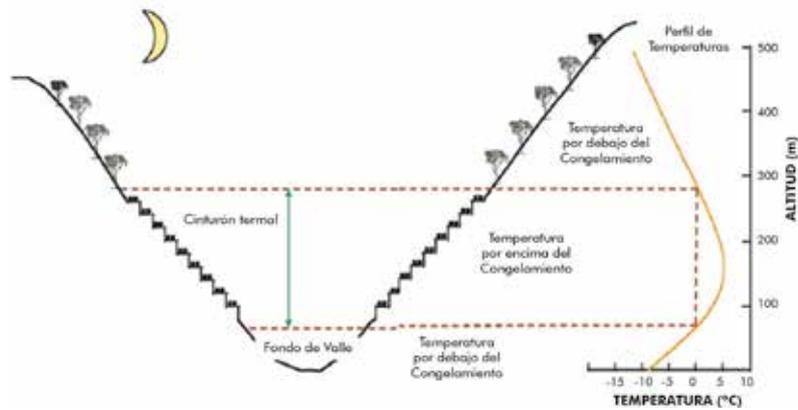
##### **Heladas por radiación:**

Se presentan por la pérdida de calor del suelo durante la noche. Como se mencionó, durante el día el suelo se calienta, pero al anochecer pierde calor por radiación, con mayor cantidad en las noches largas de invierno.

Se originan cuando el aire cercano a la superficie del suelo tiene una humedad relativa baja y disminuye aún más por la llegada de un viento con aire seco.

Los lugares más propensos a la formación de heladas por radiación son tanto los valles como las cuencas y hondonadas próximas a las montañas. Ver gráfico 58.

**GRÁFICO 58: Esquema de enfriamiento nocturno. sobre las pendientes de colina, el aire más denso se coloca en el fondo del valle, creando un “cinturón termal” de aire más caliente entre el aire inferior más frío y el aire superior más frío**



Adaptado por SNL de: CENAPRED (2001)

**GRÁFICO 59: Emisión de energía al espacio favorece las heladas por radiación**

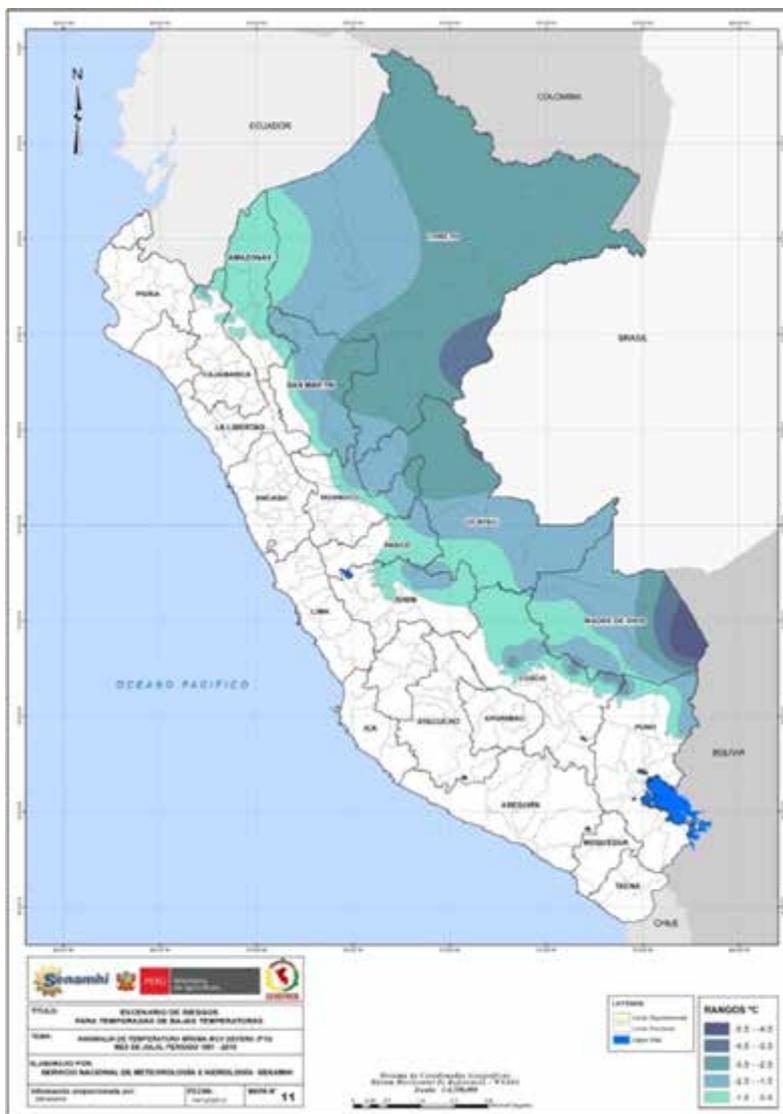


Adaptado por SNL de: CENAPRED (2001)

## d.2 Frijes

Es definido como un frente frío y seco que avanza sobre la Amazonia Central en época de menor precipitación. La temperatura del aire decrece en horas, hasta en 10° o más en el caso de la temperatura máxima y alcanza valores de 10°C, o menos en el caso de la temperatura mínima, que son extremadamente bajos para los trópicos (amazonia); generalmente estos friajes o vientos de alta velocidad y tormentas, lo que aumenta la sensación térmica de frío. Ver gráfico 60.

## GRÁFICO 60: Anomalía de temperatura mínima muy severa, mes de julio 1981-2010

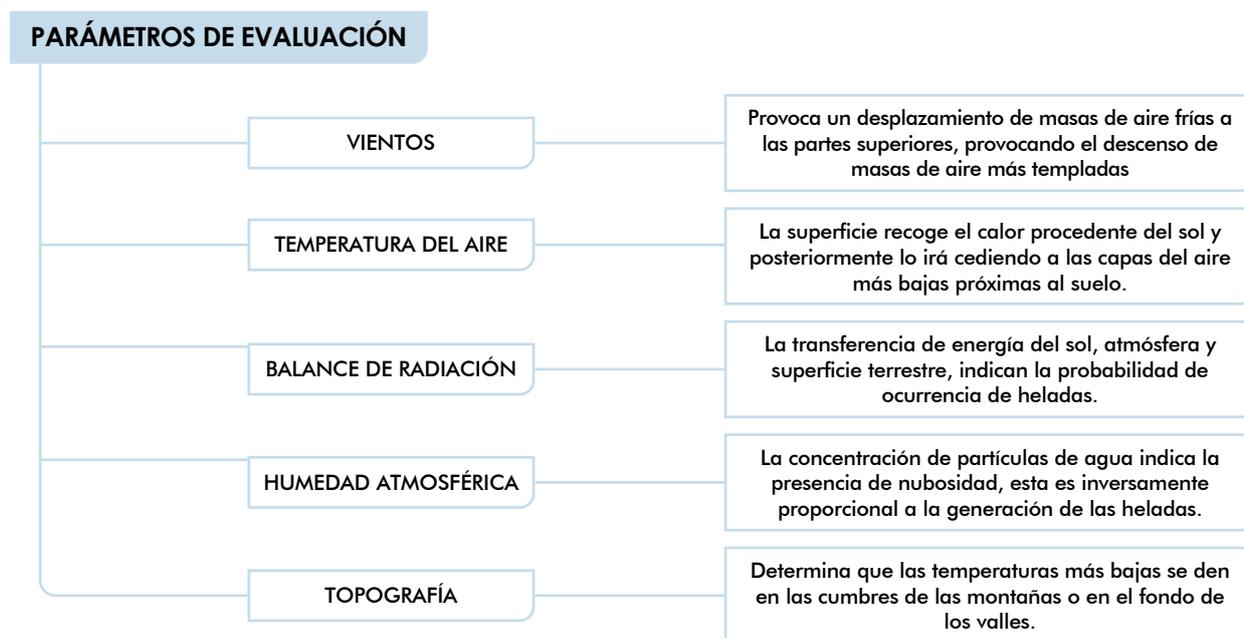


Fuente: SENAMHI - MINAG (2008)

### d.3 Parámetros de evaluación por descenso de temperaturas

La grafica 61, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual esta lista puede variar.

### GRÁFICO 61: Parámetros de evaluación por descenso de temperatura



#### d.4 Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización del fenómeno por descenso de temperatura

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

#### CUADRO 36: Bajas temperaturas

PARÁMETRO		BAJAS TEMPERATURAS	PESO PONDERADO: 0.074	
DESCRITORES	T1	Menor a -6°C	PT1	0.503
	T2	-6°C a -3°C	PT2	0.260
	T3	-3°C a 0°C	PT3	0.134
	T4	0°C a 3°C	PT4	0.068
	T5	3°C a 6°C	PT5	0.035

Fuente: SENAMH / Modificado:CENEPRED

#### CUADRO 37: Altitud (m.s.n.m)

PARÁMETRO		BAJAS TEMPERATURAS	PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRITORES	H1	4800 - 6746	PH1	0.503
	H2	4000 - 4800	PH2	0.260
	H3	3500 - 4000	PH3	0.134
	H4	2500 - 3500	PH4	0.068
	H5	menor a 2500	PH5	0.035

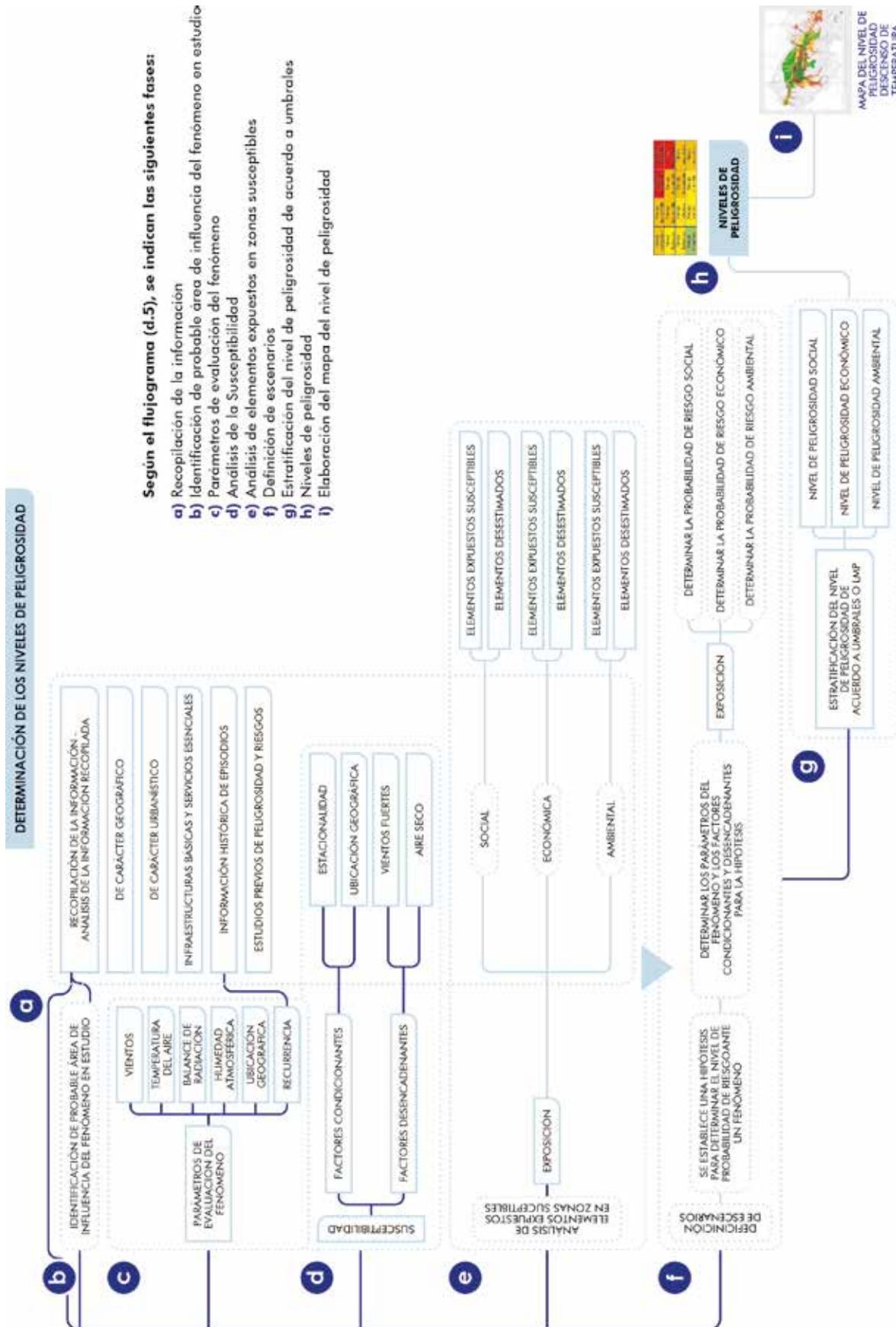
Fuente: SENAMH / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 38: Nubosidad**

PARÁMETRO		NUBOSIDAD (N)	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	N1	N= 0. El cielo estara despejado	PN1	0.503
	N2	N es mayor o igual que 1/8 y menor o igual que 3/8, el cielo estara poco nuboso	PN2	0.260
	N3	N es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estara nuboso	PN3	0.134
	N4	N es mayor o igual que 6/8 y menor o igual que 7/8, el cielo estara muy nuboso	PN4	0.068
	N5	N= 8. El cielo estara cubierto	PN5	0.035

Fuente: SENAMH / Modificado:CENEPRED

## d.5 Flujoograma para generar el mapa de peligrosidad



## 2.5 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

### 2.5.1 Información histórica de episodios

La caracterización de los fenómenos naturales nos muestra un panorama general de las formas particulares en las que estos se manifiestan en los ámbitos nacional, regional o local. Sin embargo es de vital importancia el conocimiento de la recurrencia con las que se presentan para generar estrategias para la prevención y/o reducción de los impactos negativos que puedan ocasionar.

Si bien las entidades técnico-científicas son las encargadas de monitorear y registrar la información histórica de los episodios producidos en territorio nacional, es necesario recabar información a nivel local y regional en las direcciones, sub-direcciones y gerencias ambientales, si las tuvieran.

### 2.5.2 Estudios previos de peligrosidad y riesgo

Según la Ley N° 29664, artículo 4°, los integrantes del SINAGERD tienen como principio de acción permanente el permanecer en estado de alerta ante los peligros de origen natural (Anexo 1, A3). Es por ello que estudios de peligrosidad y riesgo son llevados a cabo por los integrantes del SINAGERD (Anexo 1, A3 - artículo 9°) y validados con las entidades técnico-científicas competentes.

Estos estudios sirven como punto de partida para la determinación de niveles de peligrosidad, pues contienen información previa sobre la localidad o región en la que se realiza el estudio, un análisis de daños o impactos producidos así como la periodicidad de retorno de los fenómenos naturales.

### 2.5.3 Identificación de parámetros y descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio.

A continuación se presentan algunos de los factores condicionantes y desencadenantes, con sus descriptores característicos, mas utilizados en el presente manual.

#### **Por factores condicionantes**

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

**CUADRO 39: Relieve**

PARÁMETRO		RELIEVE	PESO PONDERADO: 0.145	
DESCRIPTORES	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503
	Y2	El relieve de esta region es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. el ambito geografico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebladas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosos en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente arida y desertica	PY5	0.035

Fuente: Javier Pulga Vidal (Geografía del Perú) / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 40: Tipo de suelo**

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.515	
DESCRIPTORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eolica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eolica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y8	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068
	Y10	Afloramiento rocoso y estratos de grava	PY10	0.035

Fuente: IGP / Modificado:CENEPRED

**CUADRO 41: Cobertura vegetal**

PARÁMETRO		COBERTURA VEGETAL	PESO PONDERADO: 0.058	
DESCRIPTORES	Y11	70 - 100 %	PY11	0.503
	Y12	40 - 70 %	PY12	0.260
	Y13	20 - 40 %	PY13	0.134
	Y14	5 - 20 %	PY14	0.068
	Y15	0 - 5 %	PY15	0.035

Fuente: CENEPRED

### CUADRO 42: Uso actual de suelos

PARÁMETRO		USO ACTUAL DE SUELOS	PESO PONDERADO: 0.282	
DESCRIPTORES	Y16	Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.	PY16	0.503
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentren en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados.	PY17	0.260
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.	PY18	0.134
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	PY19	0.068
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad	PY20	0.035

Fuente: Adaptado de INRENA / Modificado: CENEPRED

### Por factores desencadenantes

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

### CUADRO 43: Hidrometeorológicos

PARÁMETRO		HIDROMETEOROLOGICOS	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	SH1	Lluvias	PSH1	0.503
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260
	SH3	Viento	PSH3	0.134
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035

Modificado: CENEPRED

### CUADRO 44: Geológico

PARÁMETRO		GEOLÓGICO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	SG1	Colisión de placas tectónicas	PSG1	0.503
	SG2	Zonas de actividad volcánica	PSG2	0.260
	SG3	fallas geológicas	PSG3	0.134
	SG4	movimientos en masas	PSG4	0.068
	SG5	Desprendimiento de grandes bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035

Modificado: CENEPRED

**CUADRO 45: Inducido por la acción humana**

PARÁMETRO	INDUCIDO POR EL SER HUMANO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	SI1	Actividades economicas	PSI1	0.503
	SI2	Sobre explotación de recursos naturales	PSI2	0.260
	SI3	Infraestructura	PSI3	0.134
	SI4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068
	SI5	Crecimientos demograficos	PSI5	0.035

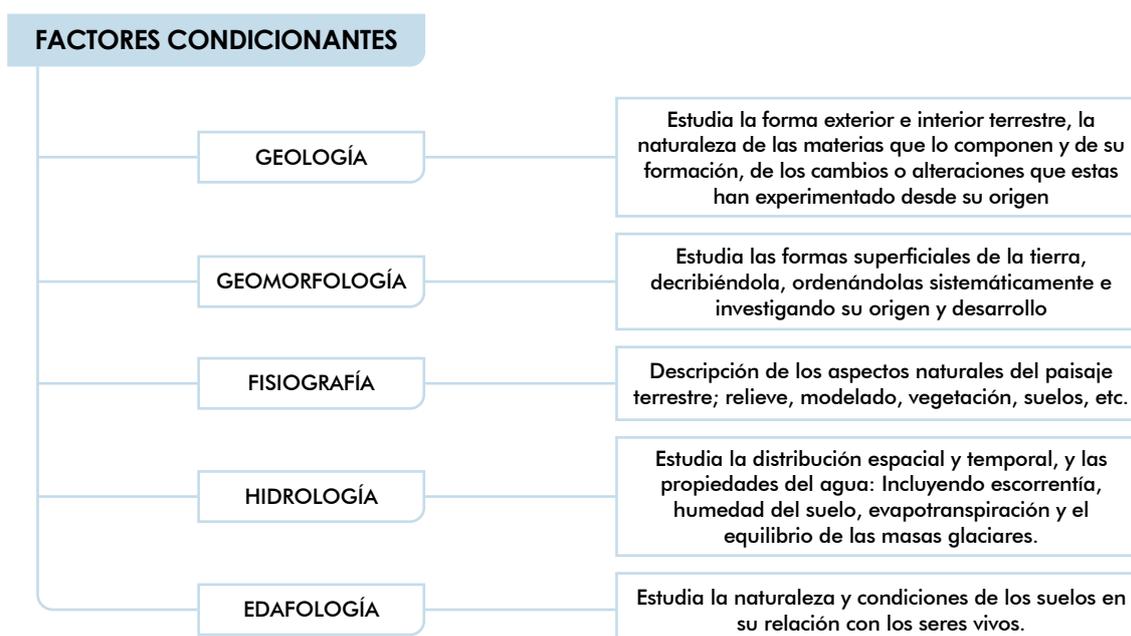
## 2.6 SUSCEPTIBILIDAD

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico).

De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica.

### 2.6.1 Factores condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio (ver imagen 14), el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial. Ver gráfico 62.

**GRÁFICO 62: Factores condicionantes del peligro**

### IMAGEN 14: Factores condicionantes del peligro

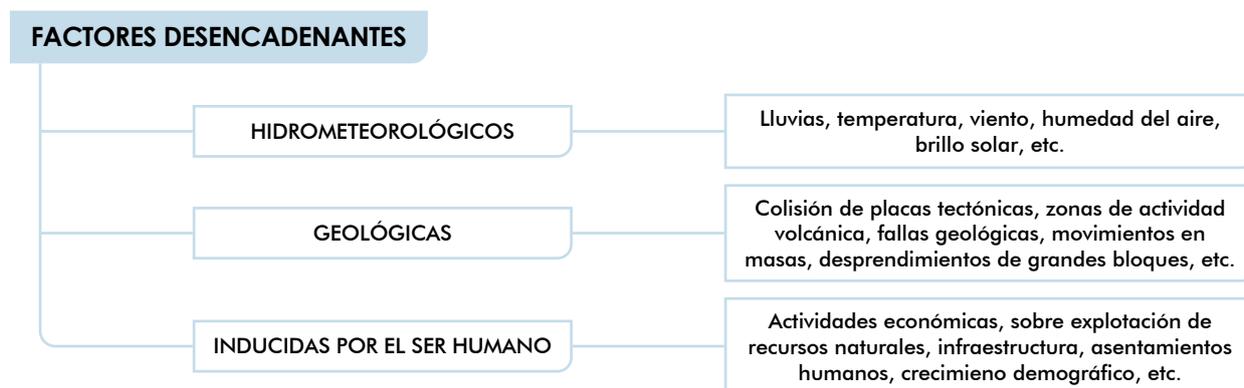


Fuente: Reuters (2014)

#### 2.6.2 Factores desencadenantes.

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico (ver imagen 15). Por ejemplo: las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, los sismos de gran magnitud ocurridos en el mar (locales) ocasionan tsunamis, etc. Ver gráfico 63.

### GRÁFICO 63: Factores desencadenantes del peligro



### IMAGEN 15: Factores desencadenantes del peligro



Fuente: Peru21 (2014)

## 2.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES

Al respecto es importante indicar que, se cuantifica la probable afectación de los elementos expuestos (área geográfica en riesgo) que están dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, calculando las probables pérdidas o daños (vidas humanas, infraestructura, bienes, y el ambiente), que podrían generarse a consecuencia de la manifestación de los fenómenos naturales.

Es importante analizar la posible pérdida en lo correspondiente a la:

- **Dimensión Social:** población, salud, educación.
- **Dimensión Económica:** agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento.
- **Dimensión Ambiental:** recursos naturales renovables y no renovables.

### 2.7.1 Exposición

#### 2.7.1.1 Análisis de elementos expuestos por dimensión social

##### Población

Se debe considerar la población expuesta que se encuentra dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, considerando:

- Número de familias expuestas (en el caso de no contar con esta información, se sugiere considerar el promedio para ese ámbito geográfico).
- Número de pobladores expuestos (se puede obtener por los Censos Nacionales de Población del INEI, o por recojo de información en forma directa). Ver cuadro 46 y 47.

**CUADRO 46: Población por grupo etario**

GRUPO ETARIO	TOTAL POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES
0 a 1 años			
Mayor a 1 y menor o igual a 5 años			
Mayor a 5 y menor o igual a 18 años			
Mayor a 18 y menor o igual a 50 años			
Mayor a 50 y menor o igual a 60 años			
Mayor a 60 años			

**CUADRO 47: Viviendas– infraestructura**

N°	Dirección (lote)	Área Total	Área Construida	Material predominante			Servicios Básicos			Número de pisos
				Piso	Pared	Techo	Agua	Luz	Desagüe	
1										
2										
...										
n										

**Instituciones Educativas**

Se debe considerar la infraestructura (la cantidad, el material predominante de construcción, área total, área construida, si cuentan con servicios básicos y la ubicación geográfica en coordenadas UTM como mínimo), y la población escolar (nivel educativo, total de alumnos, profesores, personal administrativo y de servicio). Ver cuadros 48 y 49.

**CUADRO 48: Instituciones educativas - infraestructura**

N°	I.E.	Coordenadas UTM		Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Construida (m <sup>2</sup> )	Material Predominante de construcción	Servicios Básicos		
		X	Y				Agua	Luz	Desagüe
1									
2									
...									
n									

**CUADRO 49: Instituciones educativas – población escolar**

N°	I.E.	Nivel Educativo	Total de alumnos					Total de profesores	Total personal administrativo, auxiliares y servicio
			Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		
1									
2									
...									
n									

### Establecimientos de Salud

Se debe considerar la infraestructura (la cantidad, el material predominante de construcción, área total, área construida, si cuentan con servicios básicos y la ubicación geográfica en coordenadas UTM como mínimo), y la población escolar (nivel educativo, total de alumnos, profesores, personal administrativo y de servicio). Ver cuadros 50 y 51

**CUADRO 50: Establecimiento de salud- infraestructura**

N°	Nivel de establecimiento de salud	Coordenadas UTM		Área Total (m <sub>2</sub> )	Área Construida (m <sub>2</sub> )	Material Predominante de construcción	Servicios Básicos		
		X	Y				Agua potable	Luz	Desagüe
1									
2									
...									
n									

**CUADRO 51: Establecimiento de salud– personal de salud**

N°	Administrado por: (MINSA, FFAA, otros)	Total de Alumnos			Total personal administrativo, auxiliares y servicio	Total
		Doctor(a)	Enfermera(o)	Técnico(a)		
1						
2						
...						
n						

#### 2.7.1.2 Análisis de elementos expuestos por dimensión económica.

Se muestra los siguientes indicadores a considerar:

- Infraestructura de agua potable y alcantarillado: presas, reservorios y tanques de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento, camiones cisternas e Instalaciones administrativas.
- Infraestructura vial (carreteras, puentes, parque automotriz); infraestructura portuaria, infraestructura de comunicaciones, infraestructura de telecomunicaciones).
- Infraestructura de energía y electricidad (centros de distribución, redes de transmisión, subestaciones, postes, equipos, entre otros). Ver cuadro 52.

**CUADRO 52: Servicios básicos expuestos**

SERVICIOS BÁSICOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Red de agua potable			
Red de desagüe			
Red de alcantarillado			
Red de electricidad			
Red de gas			
Otros			

**Sistema de Telecomunicación Potencialmente Afectada:**

- Servicio de telefonía fija
- Celular (antenas afectadas)
- Radio (antenas afectadas)
- Televisión (antenas afectadas). Ver cuadro 53.

**CUADRO 53: Sistemas de telecomunicación potencialmente afectado**

TELECOMUNICACIONES	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Telefonía fija			
Telefonía móvil			
Radio comunicación			
Televisión			
Otros			

**Vías de comunicación**

Considerar todas las vías de comunicación que pueden ser potencialmente afectadas y se encuentren dentro del área geográfica expuesta.

- Caminos de rurales o de herradura
- Carreteras afirmadas
- Carreteras asfaltadas, indicar el material de la superficie de rodadura.
- Puentes vehiculares, debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Puentes peatonales, debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Aeropuertos, Indicar el nivel del aeropuerto, y si se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Terrapuertos, indicar el nivel del terrapuerto y si este se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Puertos, Indicar la potencial afectación a la infraestructura de puertos de existir en el área geográfica.

- Canales de riego, se debe considerar el tipo de revestimiento, la longitud de canal que se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Defensa ribereña, considerar la longitud, el tipo de material de la infraestructura de defensa ribereña (muros de contención, etc.).
- Diques, indicar la longitud y el material de los diques potencialmente afectados dentro del área afectada
- Bocatomas, indicar la cantidad, el tipo de material de las bocatomas potencialmente afectados, dentro del área geográfica involucrada.
- Reservorios, Indicar la cantidad, el tipo de material de los reservorios nocturnos de agua involucrados en el área geográfica potencialmente afectada. Ver cuadro 54.

#### CUADRO 54: Infraestructura y elementos esenciales expuestos

INFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Caminos rurales			
Carretera pavimentada			
Carretera afirmada			
Carretera asfaltada			
Puentes vehiculares			
Puentes peatonales			
Reservorios de agua			
Canales de regadío			
Puertos			
Mercados			
Otros			

#### Edificios Públicos

Considerar la cantidad, el material de construcción predominante y el área total de los edificios públicos que se encuentran dentro del área geográfica expuesta al fenómeno de origen natural. Ver cuadro 55.

#### CUADRO 55. Edificios públicos potencialmente afectados

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PÚBLICO	MATERIAL CONVENCIONAL	ÁREA CONSTRUIDA	MATERIAL NO CONVENCIONAL (Cantidad)	ÁREA CONSTRUIDA (m2)	TOTAL	
					Cantidad	m2
Material Noble						
Adobe						
Madera						
Quincha						
Otro						

### Actividad Extractiva o Actividad Económica Primaria

Son aquellas que se dedican puramente a la extracción de los recursos naturales, ya sea para el consumo o para la comercialización. Están clasificadas como primarias: la agricultura, la ganadería, la producción de madera y pesca comercial, la minería, etc.

Por lo tanto se debe considerar la probable pérdida económica en estas actividades en cantidad de nuevos soles, dentro del área geográfica potencialmente afectada. Ver cuadro 56.

**CUADRO 56. Actividad extractiva o actividad económica primaria**

ACTIVIDAD ECONÓMICA PRIMARIA	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL	
				Cantidad	S/.
Agricultura					
Ganadería					
Pesca					
Minería					
Forestal					
Otros					

#### 2.7.1.3 Análisis de elementos expuestos por dimensión ambiental.

Se muestran los siguientes indicadores a tomar en consideración:

- Suelos erosionados en una cuenca hidrográfica, detallando los kilómetros cuadrados o hectáreas expuestas.
- Áreas verdes deforestadas (tala, incendios forestales, sequías, etc.)
- Zonas intangibles (parques nacionales, etc.)
- Cuerpos de agua (lagunas, lagos, ríos, etc.) contaminados. Ver cuadro 57.

**CUADRO 57: Recursos naturales**

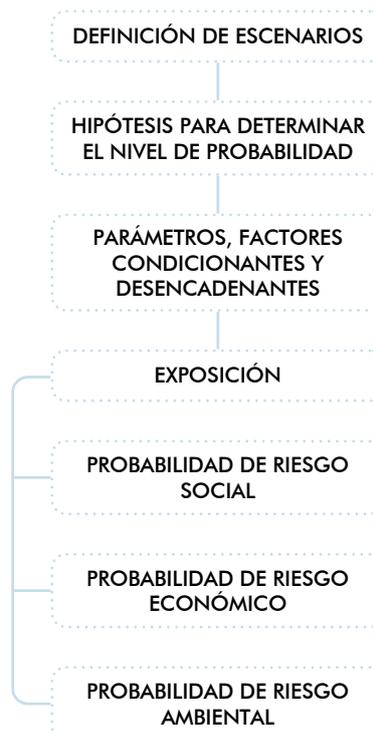
ELEMENTOS EXPUESTOS	UNIDAD DE MEDIDA (km <sup>2</sup> o Hectáreas)	CANTIDAD	ESTADO O CONDICIÓN ACTUAL
Suelo erosionado			
Deforestación			
Erosión del litoral			
Zonas intangibles			
Cuerpos de agua			
Otros			

En esta etapa se debe cuantificar los elementos expuestos, con la finalidad de que las recomendaciones estructurales y no estructurales resultantes del informe de evaluación de riesgos, sean las más convenientes y ayuden a la toma de decisiones. Se podrá integrar información adicional, en función de los tipos de elementos expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural.

## 2.8 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

La definición de escenarios se establece proponiendo una hipótesis para determinar el nivel de probabilidad de riesgo ante un fenómeno de origen natural. Seguidamente se determinan los parámetros del fenómeno y los factores condicionantes y desencadenantes para dicha hipótesis. Posteriormente se analiza la exposición, para determinar la probabilidad de riesgo social, de riesgo económico y de riesgo ambiental (ver gráfico 64).

**GRÁFICO 64: Flujograma para la definición de escenarios**



## 2.9

### ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD DE ACUERDO A UMBRALES

#### 2.9.1 Nivel de peligrosidad social

Teniendo en consideración los elementos expuestos susceptibles (grupo etario, servicios educativos expuestos, servicios de salud terciarios) se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles. Ver gráfico 65.

**GRÁFICO 65: Peligrosidad Social. Flujo de lahares del volcán Ubinas. Arequipa. Servicios educativos y de salud expuestos.**



#### 2.9.2 Nivel de peligrosidad económico

Como en el caso anterior, teniendo en consideración los elementos expuestos susceptibles (localización de edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de las empresas expuestas, servicio de las empresas de distribución de combustible y gas, servicio de empresas de transporte expuesto, área agrícola, servicio de telecomunicaciones) se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles. Ver gráfico 66.

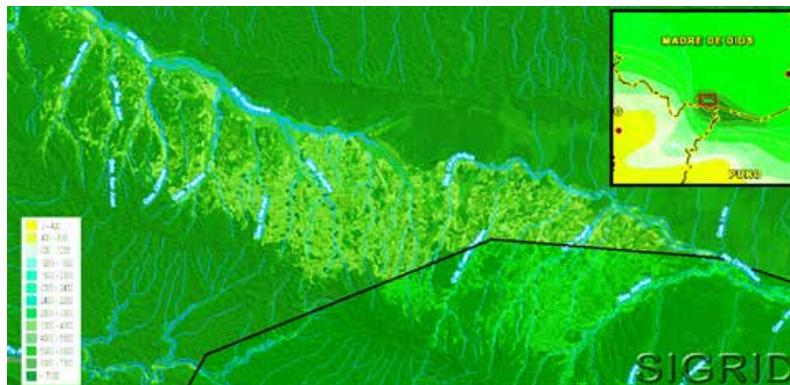
#### 2.9.3 Nivel de peligrosidad ambiental

Finalmente, considerando los elementos expuestos susceptibles ambientales (deforestación especies de flora y fauna por área geográfica, pérdida de suelo, pérdida de agua) se realiza un análisis sobre los escenarios expuestos a peligros por fenómenos naturales mediante una superposición de áreas de diagnóstico de peligrosidad y elementos expuestos susceptibles. Ver gráfico 67.

**GRÁFICO 66: Peligrosidad Económica. Áreas de cultivos y la ciudad de Tarapoto (A). Peligrosidad por inundaciones (B).**



**GRÁFICO 67: Peligrosidad Ambiental. Zona deforestada en Huaypetue Madre de Dios. Precipitación acumulada (set-may)**



## 2.10 NIVELES DE PELIGROSIDAD

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación. Según cuadro 58.

CUADRO 58: Matriz de peligro

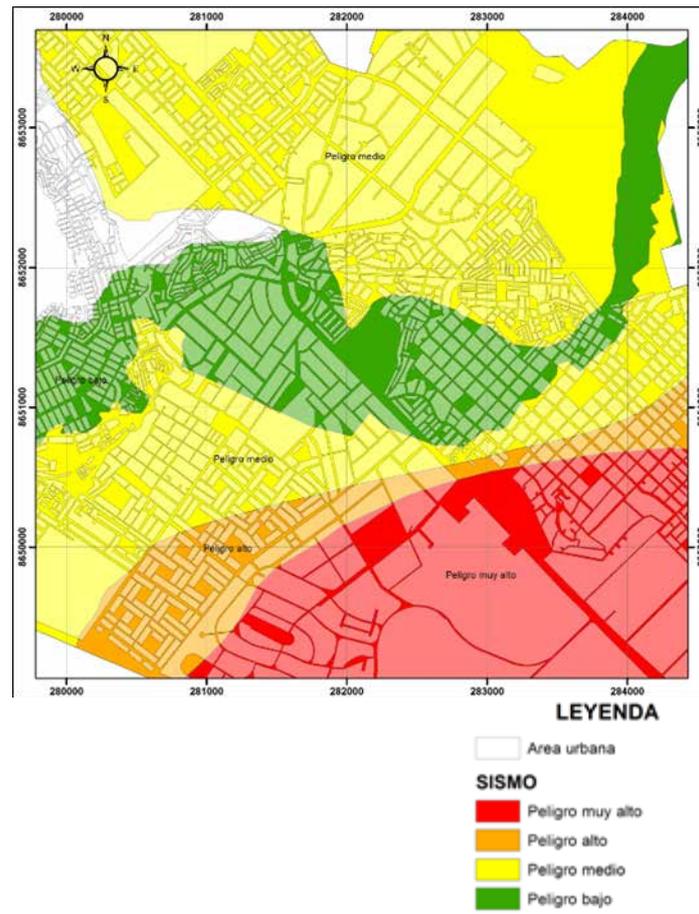
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Relieve abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares. Tipo de suelo de rellenos sanitarios. Falta de cobertura vegetal 70 - 100 %. Uso actual de suelo Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirve para su normal funcionamiento. Tsunami: Grado = 4, magnitud del sismo mayor a 7, Intensidad desastroso. Vulcanismo: piroclastos mayor o igual a 1 000 000 000 m <sup>3</sup> , alcance mayor a 1000m, IEV mayor a 4. Descenso de Temperatura: Menor a -6°C, altitud 4800 - 6746msnm, nubosidad N = 0. El cielo estará despejado. Inundación: precipitaciones anómalas positivas mayor a 300%, cercanía a la fuente de agua Menor a 20m, intensidad media en una hora (mm/h) Torrenciales: mayor a 60. Sequia: severa, precipitaciones anómalas negativas mayor a 300%. Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas andinas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas. Tipo de suelo arena Eólica y/o limo (con y sin agua). Falta de cobertura vegetal 40 - 70 %. Uso actual de suelo. Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentran en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados. Tsunami: Grado = 3, magnitud del sismo 7, Intensidad muy grande. Vulcanismo: piroclastos 100 000 000 m <sup>3</sup> , alcance entre 500 a 1000m, IEV igual a 3. Descenso de Temperatura: - 6 y -3°C, altitud 4000 - 4800msnm, nubosidad N es mayor o igual que 1/8 y menor o igual que 3/8, el cielo estará poco nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 100% a 300%, cercanía a la fuente de agua Entre 20 y 100m, intensidad media en una hora (mm/h) Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60. Sequia: moderada, precipitaciones anómalas negativas 100% a 300%. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 25° a 45°. Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos. Tipo de suelo granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial. Falta de cobertura vegetal 20 - 40 %. Uso actual de suelo Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc. Tsunami: Grado = 2, magnitud del sismo 6.5, Intensidad grandes. Vulcanismo: piroclastos 10 000 000 m <sup>3</sup> , alcance entre 100 a 500m, IEV igual a 2. Descenso de Temperatura: -3°C a 0°C, altitud 500 - 4000msnm, nubosidad N es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estará nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 50% a 100%, cercanía a la fuente de agua Entre 100 y 500m, intensidad media en una hora (mm/h) Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30. Sequia: ligera, precipitaciones anómalas negativas 50% a 100%. Sismo: 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad, intensidad VI, VII y VIII. Pendiente 20° a 30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, valles; zona eminentemente árida y desértica. Tipo de suelo afloramientos rocosos y estratos de grava. Falta de cobertura vegetal 0 - 20 %. Uso actual de suelo Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias y/o Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad. Tsunami: Grado = 0 o 1, magnitud del sismo menor a 6.5, Intensidad algo grandes y/o ligeras. Vulcanismo: piroclastos 1 000 000 m <sup>3</sup> , alcance menor a 100m, IEV menor a 1. Descenso de Temperatura: 0°C a 6°C, altitud menor a 3500msnm, nubosidad N es mayor o igual a 6/8 y menor o igual que 7/8, el cielo estará muy nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas menor a 50%, cercanía a la fuente de agua mayor a 1000m, intensidad media en una hora (mm/h) Moderadas: menor a 15. Sequia: incipiente, precipitaciones anómalas negativas menor a 50%. Sismo: menor a 4.4: Sentido por mucha gente, intensidad menor a V. Pendiente menor a 20°, laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados.	$0.035 \leq R < 0.068$

## 2.11 MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

### 2.11.1 Elaboración del mapa de peligro

Se muestra un ejemplo de un mapa de peligros por sismos en el distrito de Chorrillos a escala 1/25,000. El formato completo del mapa se observa en el Anexo 8.

**GRÁFICO 68: Mapa de peligro a nivel de manzanas – Distrito Chorrillos**



Para entender el proceso de operatividad del nivel, revisar el anexo 07.

# CAPÍTULO III

## ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



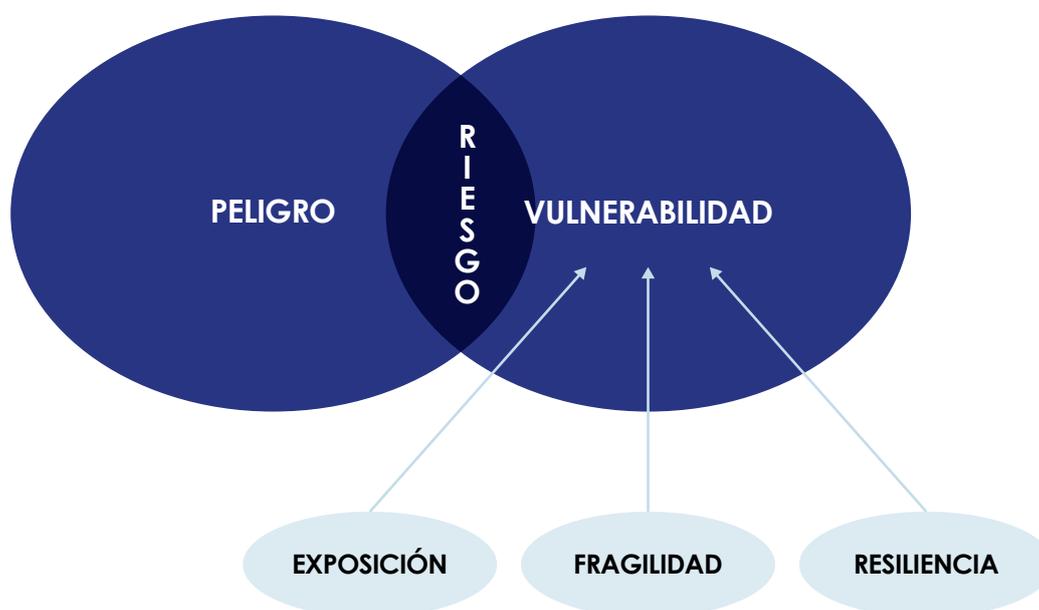
## 3.1 INTRODUCCIÓN

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso de empobrecimiento de importantes segmentos de la población, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales, han hecho aumentar en forma continua la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de fenómenos de origen natural.

Una reflexión sobre el tema del riesgo nos muestra claramente que en muchas ocasiones no es posible actuar sobre el peligro o amenaza o es muy difícil hacerlo; bajo este enfoque es factible comprender que para reducir el riesgo no habría otra alternativa que disminuir la vulnerabilidad de los elementos expuestos, esto tiene relación con la gestión prospectiva y correctiva, dos de los tres componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres.

**GRÁFICO 69: Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia**



Fuente: CAN (2014)

## 3.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA VULNERABILIDAD

### 3.2.1 Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.

#### 3.2.1.1 Exposición

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Ver imagen 16.

#### IMAGEN 16: Edificaciones expuestas y susceptibles a un peligro de origen natural



Fuente: Peru21 (2014)

Con este componente factor se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados.

#### 3.2.1.2 Fragilidad

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. Ver imagen 17.

### IMAGEN 17: Viviendas inadecuadas o precarias en el centro de Lima



Fuente: Peru21 (2014)

#### 3.2.1.3 Resiliencia

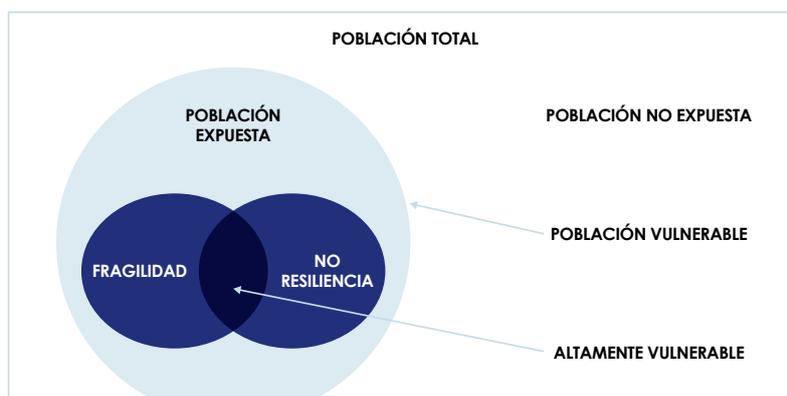
La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad. Ver gráfico 70 e imagen 18.

### IMAGEN 18: Organización de Instituciones educativas ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud



Fuente: Peru21 (2014)

### GRÁFICO 70: Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad



## 3.3 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

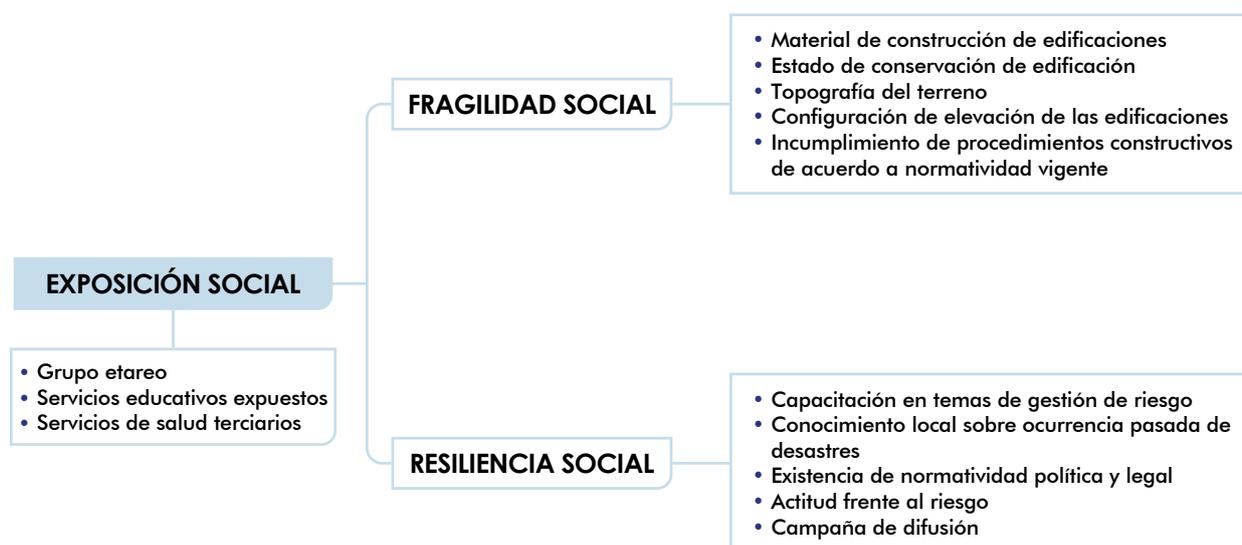
### 3.3.1 Elementos expuestos sociales, económicos y ambientales

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Ver imagen 16.

#### 3.3.1.1 Análisis de la dimensión social

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

**GRÁFICO 71: Exposición Social**



#### 3.3.1.1.1 Exposición social

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico. El procedimiento matemático se explica en los anexos 5 y 6.

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 59: Grupo etario**

PARÁMETRO		GRUPO ETAREO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.260
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035

**CUADRO 60: Servicios educativos expuestos**

PARÁMETRO		SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO PONDERADO: 0.160	
DESCRIPTORES	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.260
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035

**CUADRO 61: Servicios de salud terciarios**

PARÁMETRO		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	ES11	> 60% del servicio educativo expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	PES12	0.260
	ES13	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES14	0.068
	ES15	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES15	0.035

### 3.3.1.1.2 Fragilidad social

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 62: Material de construcción de la edificación**

PARÁMETRO		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO	PESO PONDERADO: 0.430	
DESCRIPTORES	FS1	Estera / cartón	PFS1	0.503
	FS2	Madera	PFS2	0.260
	FS3	Quincha (caña con barro)	PFS3	0.134
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.068
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.035

**CUADRO 63: Estado de conservación de la edificación**

PARÁMETRO		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	FS6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6	0.503
	FS7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFS7	0.260
	FS8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFS8	0.134
	FS9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9	0.068
	FS10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035

**CUADRO 64: Antigüedad de la Constitución de la Edificación**

PARÁMETRO		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.042	
DESCRIPTORES	FS11	De 40 a 50 años	PFS11	0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12	0.260
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13	0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14	0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15	0.035

**CUADRO 65: Configuración de elevación de la edificaciones**

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078	
DESCRIPTORES	FS11	5 Pisos	PFS16	0.503
	FS12	4 Pisos	PFS17	0.260
	FS13	3 Pisos	PFS18	0.134
	FS14	2 Pisos	PFS19	0.068
	FS15	1 Pisos	PFS20	0.035

**CUADRO 66: Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente**

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.131	
DESCRIPTORES	FS21	80 - 100 %	PFS21	0.503
	FS22	60 - 80 %	PFS22	0.260
	FS23	40 - 60 %	PFS23	0.134
	FS24	20 - 40 %	PFS24	0.068
	FS125	0 - 20 %	PFS25	0.035

### 3.3.1.1.3 Resiliencia social

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación.

**CUADRO 67: Capacitación en temas de Gestión del Riesgo**

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.285	
DESCRIPTORES	FS21	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PFS21	0.503
	FS22	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PFS22	0.260
	FS23	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PFS23	0.134
	FS24	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PFS24	0.068
	FS125	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PFS25	0.035

**CUADRO 68: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres**

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152	
DESCRIPTORES	RS6	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6	0.503
	RS7	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7	0.260
	RS8	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8	0.134
	RS9	La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS9	0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

**CUADRO 69: Existencia de normatividad política y local**

PARÁMETRO		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	PESO PONDERADO: 0.096	
DESCRITORES	RS11	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales)	PRS11	0.503
	RS12	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio	PRS12	0.260
	RS13	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS13	0.134
	RS14	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS14	0.068
	RS15	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	PRS15	0.035

**CUADRO 70: Actitud frente al riesgo**

PARÁMETRO		ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.421	
DESCRITORES	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS17	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	PRS17	0.260
	RS18	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18	0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PRS19	0.068
	RS20	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	PRS20	0.035

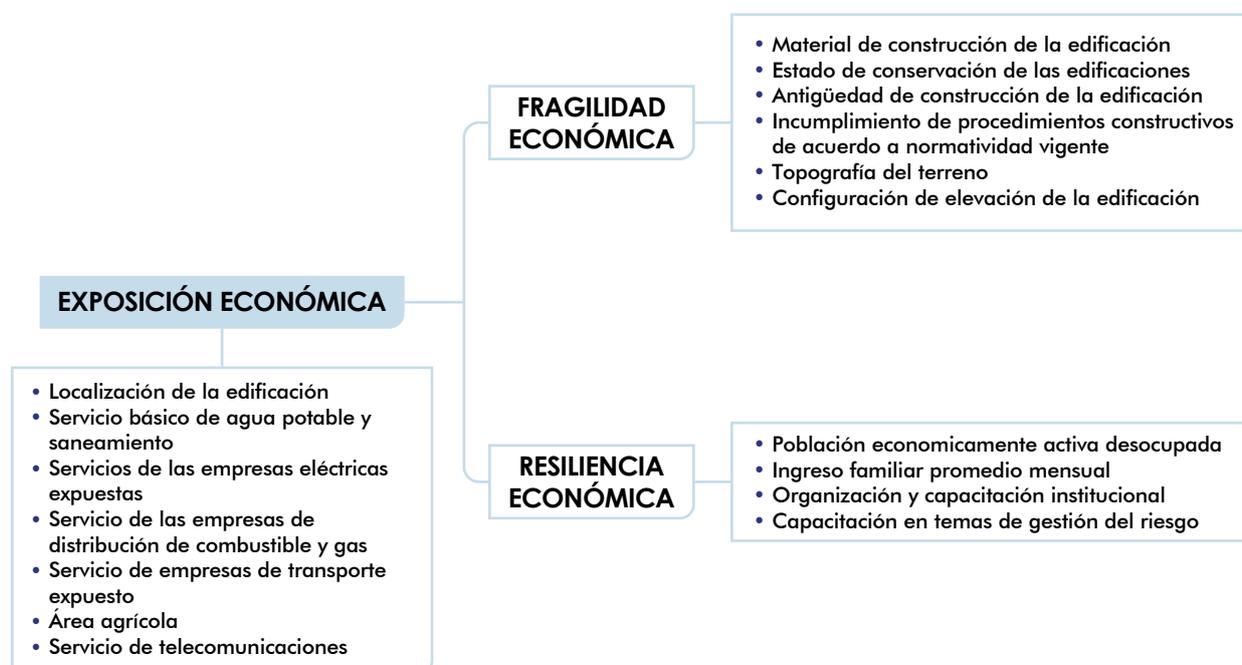
### CUADRO 71: Campaña de difusión

PARÁMETRO	CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		PESO PONDERADO: 0.046	
DESCRIPTORES	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21	0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.260
	RS23	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS23	0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PRS24	0.068
	RS25	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	PRS25	0.035

#### 3.3.1.2 Análisis de la dimensión económica

Se determina las actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad económica. Ver gráfico 72.

#### GRÁFICO 72: Exposición económica



### 3.3.1.2.1 Exposición económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 72: Localización de la edificación**

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.318	
DESCRIPTORES	EE1	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PEE1	0.503
	EE2	Cercana 0.2 km – 1 km	PEE2	0.260
	EE3	Medianamente cerca 1 – 3 km	PEE3	0.134
	EE4	Alejada 3 – 5 km	PEE4	0.068
	EE5	Muy alejada > 5 km	PEE5	0.035

**CUADRO 73: Servicio básico de agua potable y saneamiento**

PARÁMETRO		SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	PESO PONDERADO: 0.219	
DESCRIPTORES	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6	0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7	0.260
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9	0.068
	EE10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE10	0.035

**CUADRO 74: Servicios de las empresas eléctricas expuestas**

PARÁMETRO		SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS	PESO PONDERADO: 0.140	
DESCRIPTORES	EE11	> 75% del servicio expuesto	PEE11	0.503
	EE12	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12	0.260
	EE13	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE13	0.134
	EE14	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE14	0.068
	EE15	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15	0.035

**CUADRO 75: Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas**

PARÁMETRO		SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS	PESO PONDERADO: 0.063	
DESCRIPTORES	EE16	> 75% del servicio expuesto	PEE16	0.503
	EE17	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE17	0.260
	EE18	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18	0.134
	EE19	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE19	0.068
	EE20	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20	0.035

**CUADRO 76: Servicio de empresas de transporte expuesto**

PARÁMETRO		SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTO	PESO PONDERADO: 0.089	
DESCRIPTORES	EE21	> 75% del servicio expuesto	PEE21	0.503
	EE22	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE22	0.260
	EE23	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE23	0.134
	EE24	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE24	0.068
	EE25	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE25	0.035

**CUADRO 77: Área agrícola**

PARÁMETRO		ÁREA AGRÍCOLA	PESO PONDERADO: 0.121	
DESCRIPTORES	EE26	> 75% del servicio expuesto	PEE26	0.503
	EE27	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE27	0.260
	EE28	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE28	0.134
	EE29	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE29	0.068
	EE30	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE30	0.035

**CUADRO 78: Servicios de telecomunicaciones**

PARÁMETRO		SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.050	
DESCRIPTORES	EE31	> 75% del servicio expuesto	PEE31	0.503
	EE32	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE32	0.260
	EE33	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33	0.134
	EE34	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE34	0.068
	EE35	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE35	0.035

### 3.3.1.3 Fragilidad económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 79: Material de construcción de la edificación**

PARÁMETRO		SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE1	Estera / cartón	PFE1	0.503
	FE2	Madera	PFE2	0.260
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3	0.134
	FE5	Adobe o tapia	PFE4	0.068
	FE6	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.035

**CUADRO 80: Estado de conservación de las edificación**

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE1	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFE1	0.503
	FE2	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE2	0.260
	FE3	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFE3	0.134
	FE5	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE4	0.068
	FE6	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFE5	0.035

**CUADRO 81: Antigüedad de construcción de la edificación**

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.111	
DESCRIPTORES	FE11	De 40 a 50 años	PFE11	0.503
	FE12	De 30 a 40 años	PFE12	0.260
	FE13	De 20 a 30 años	PFE13	0.134
	FE14	De 10 a 20 años	PFE14	0.068
	FE15	De 5 a 10 años	PFE15	0.035

**CUADRO 82: Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente**

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.156	
DESCRIPTORES	FE16	80 - 100%	PFE16	0.503
	FE17	60 - 800%	PFE17	0.260
	FE18	40 - 60%	PFE18	0.134
	FE19	20 - 40%	PFE19	0.068
	FE20	0 - 20%	PFE20	0.035

**CUADRO 83: Topografía del terreno**

PARÁMETRO		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044	
DESCRIPTORES	FE21	$50\% < P \leq 80\%$	PFE21	0.503
	FE22	$30\% < P \leq 50\%$	PFE22	0.260
	FE23	$20\% < P \leq 30\%$	PFE23	0.134
	FE24	$10\% < P \leq 20\%$	PFE24	0.068
	FE25	$P \leq 10\%$	PFE25	0.035

**CUADRO 84: Configuración de elevación de la edificaciones**

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.068	
DESCRIPTORES	FE26	5 Pisos	PFE26	0.503
	FE27	4 Pisos	PFE27	0.260
	FE28	3 Pisos	PFE28	0.134
	FE29	2 Pisos	PFE29	0.068
	FE30	1 Pisos	PFE30	0.035

### 3.3.1.4 Resiliencia económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 85: Población económicamente activa desocupada**

PARÁMETRO		POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	RE1	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	PRE1	0.503
	RE2	Bajo acceso y poca permanencia aun puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	PRE2	0.260
	RE3	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	PRE3	0.134
	RE4	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.	PRE4	0.068
	RE5	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.	PRE5	0.035

**CUADRO 86: Ingreso familiar promedio mensual**

PARÁMETRO		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles)	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRIPTORES	RE6	> 3000	PRE6	0.503
	RE7	> 1200 - <= 3000	PRE7	0.260
	RE8	> 264 <= 1200	PRE8	0.134
	RE9	> 149 - <= 264	PRE9	0.068
	RE10	<= 149	PRE10	0.035

Fuente: INEI

**CUADRO 87: Organización y capacitación institucional**

PARÁMETRO		ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRIPTORES	RE11	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE11	0.503
	RE12	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE12	0.260
	RE13	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE13	0.134
	RE14	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE14	0.068
	RE15	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales tienen un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia. Existe un proceso de madurez política. Tienen apoyo total de la población y empresas privadas.	PRE15	0.035

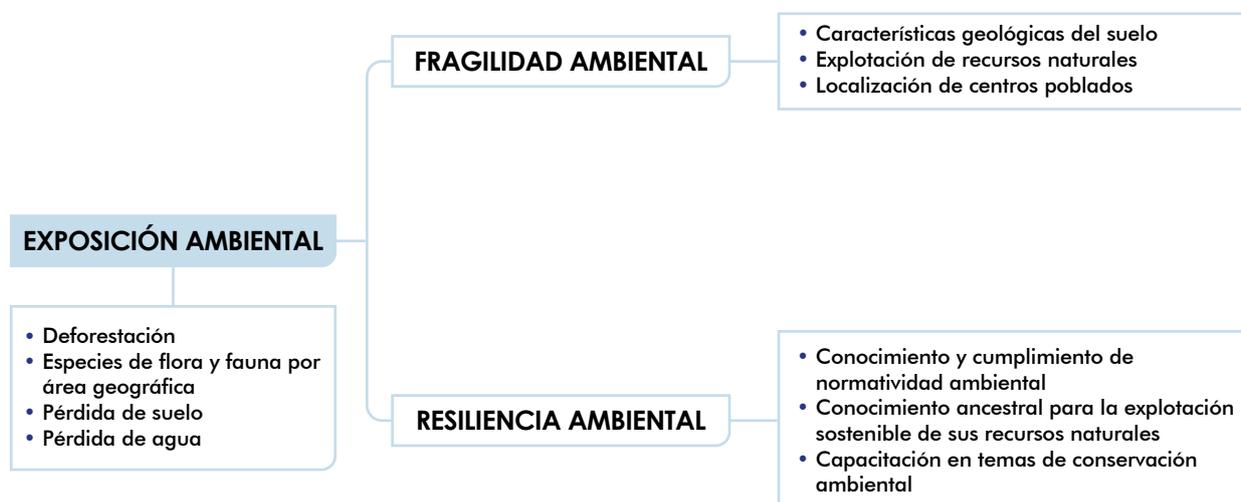
### CUADRO 88: Capacitación en temas de gestión del riesgo

PARÁMETRO	ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	PESO PONDERADO: 0.263		
DESCRIPTORES	RE11	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.	PRE11	0.503
	RE12	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRE12	0.260
	RE13	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRE13	0.134
	RE14	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total.	PRE14	0.068
	RE15	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	PRE15	0.035

#### 3.3.1.5 Análisis de la dimensión ambiental

Se determina los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los recursos naturales vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad ambiental. Ver gráfico 73.

#### GRÁFICO 73: Exposición ambiental



### 3.3.1.5.1 Exposición ambiental

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 89: Deforestación**

PARÁMETRO		DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRIPTORES	EA1	Áreas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura.	PEA1	0.503
	EA2	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar.	PEA2	0.260
	EA3	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	PEA3	0.134
	EA4	Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como "otras tierras" que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	PEA4	0.068
	EA5	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	PEA5	0.035

**CUADRO 90: Deforestación**

PARÁMETRO		DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRIPTORES	EA6	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	PEA6	0.503
	EA7	50 – 75 % del total del ámbito de estudio	PEA7	0.260
	EA8	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134
	EA9	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	PEA9	0.068
	EA10	Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	PEA10	0.035

Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. / Modificado: CENEPRED

**CUADRO 91: Pérdida de suelo**

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.263	
DESCRIPTORES	EA11	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	PEA11	0.503
	EA12	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	PEA12	0.260
	EA13	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA13	0.134
	EA14	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PEA14	0.068
	EA15	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	PEA15	0.035

Fuente: UNCED-ONU / Modificado: CENEPRED

### CUADRO 92: Pérdida de agua

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	EA16	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PEA16	0.503
	EA17	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	PEA17	0.260
	EA18	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PEA18	0.134
	EA19	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	PEA19	0.068
	EA120	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PEA20	0.035

Fuente: Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos - ANA

#### 3.3.1.5.2 Fragilidad ambiental

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

### CUADRO 93: Características geológicas del suelo

PARÁMETRO		CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRIPTORES	FA1	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico, etc).	PFA1	0.503
	FA2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	PFA2	0.260
	FA3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	PFA3	0.134
	FA4	Zonal ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	PFA4	0.068
	FA5	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buena características geotécnicas	PFA5	0.035

### CUADRO 94: Explotación de Recursos Naturales

PARÁMETRO		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.047	
DESCRIPTORES	FA6	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	PFA6	0.503
	FA7	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	PFA7	0.260
	FA8	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA8	0.134
	FA9	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	PFA9	0.068
	FA10	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PFA5	0.035

**CUADRO 95: Localización de Centros Poblados**

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.260
	FA13	Medianamente cerca 1 – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3 – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

**3.3.1.5.3 Resiliencia ambiental**

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

**CUADRO 96: Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental**

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	RA1	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental	PRA1	0.503
	RA2	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2	0.260
	RA3	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	PRA3	0.134
	RA4	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	PRA4	0.068
	RA5	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	PRA5	0.035

**CUADRO 97: Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales**

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	RA6	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA6	0.503
	RA7	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7	0.260
	RA8	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA8	0.134
	RA9	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA9	0.068
	RA10	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA10	0.035

**CUADRO 98: Capacitación en temas de conservación ambiental**

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	RA11	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503
	RA12	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRA12	0.260
	RA13	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PRA13	0.134
	RA14	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRA14	0.068
	RA15	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PRA15	0.035

## 3.4 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

### 3.4.1 Análisis de la estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Para fines de la Evaluación de Riesgos, las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación. Ver cuadro 99.

**CUADRO 99: Matriz de vulnerabilidad**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTA	Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIA	Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quinchá (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$ . Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%..	$0.068 \leq R < 0.134$
VULNERABILIDAD BAJA	Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$ . Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.	$0.035 \leq R < 0.068$

## 3.5

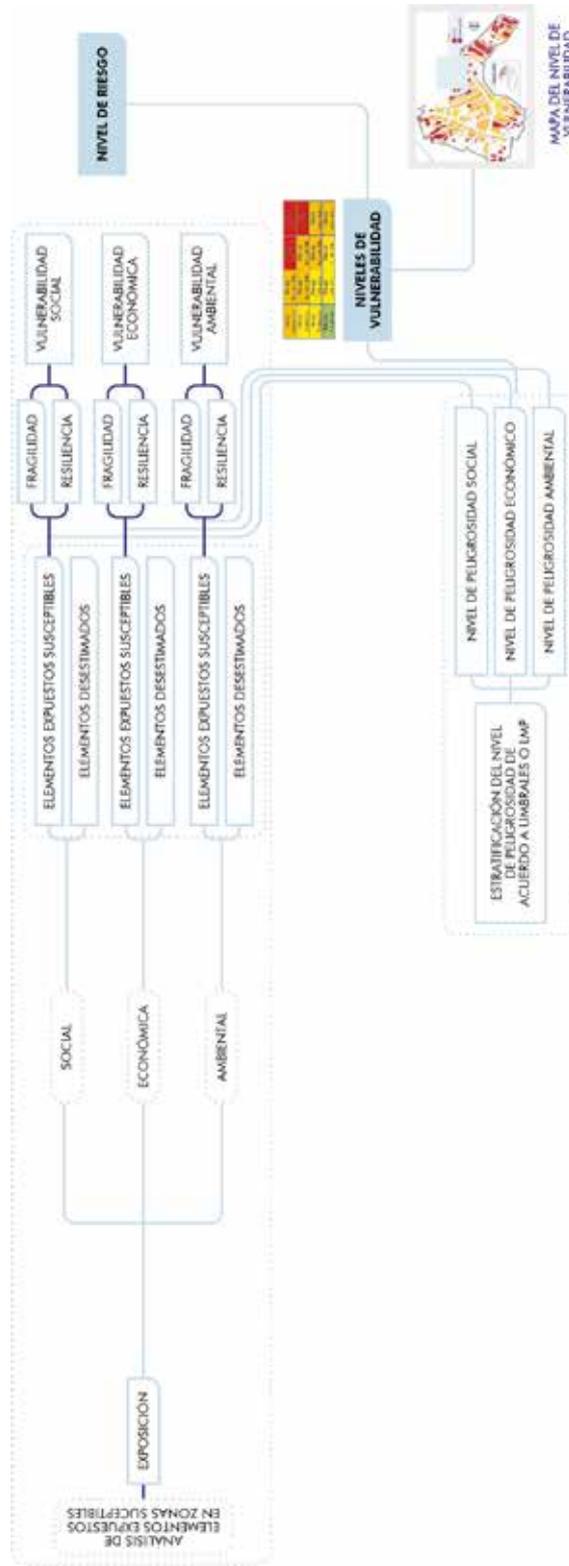
### MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

#### 3.5.1 Flujograma general para obtener el mapa de vulnerabilidad

Se debe determinar si los elementos expuestos son susceptibles a fenómenos de origen natural, si el elemento expuesto es susceptible pasa al análisis de la vulnerabilidad, si no lo es se desestima indicándolo en el estudio.

El gráfico 74 muestra el procedimiento para la generación del mapa de niveles de vulnerabilidad, el cual muestra sus componentes (exposición, fragilidad y resiliencia).

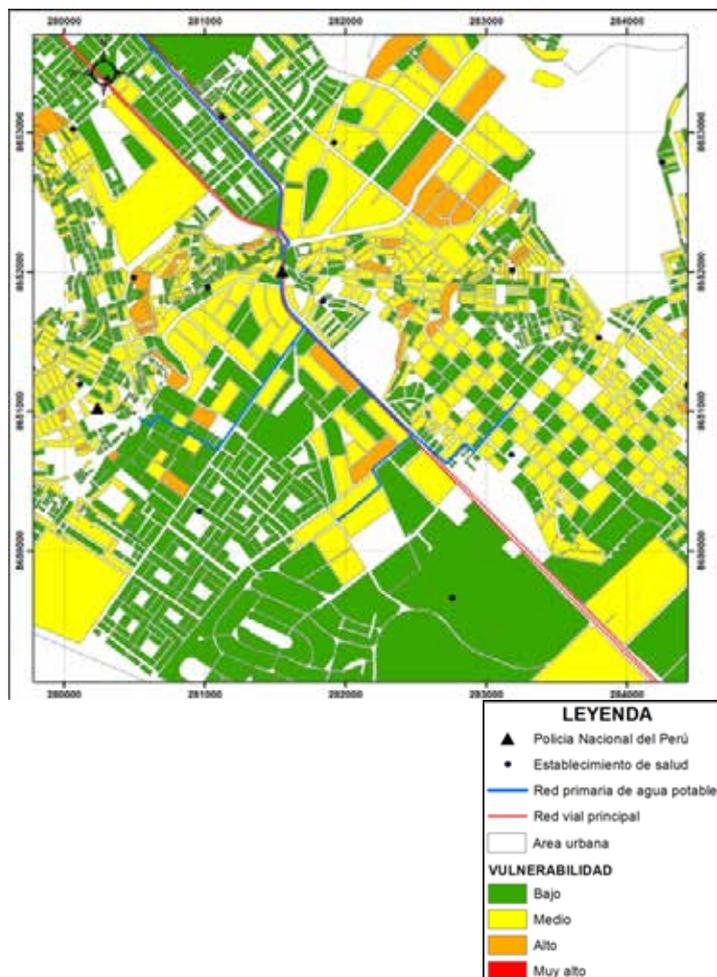
**GRÁFICO 74: Flujograma general para la generación del mapa de niveles de vulnerabilidad**



### 3.5.2 Elaboración del mapa de vulnerabilidad

Se muestra un ejemplo de un mapa de vulnerabilidad por sismos (gráfico 68) en el distrito de Chorrillos a escala 1/25,000. El formato completo del mapa se observa en el Anexo 8.

**GRÁFICO 75: Mapa de vulnerabilidad a nivel de manzanas – distrito chorrillos**



Para entender el proceso de operatividad del nivel, revisar el anexo 07.



# CAPÍTULO IV

## ESTIMACIÓN O CÁLCULO DEL RIESGO



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



## 4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función  $f()$  del peligro y la vulnerabilidad.

$$R_{ie} \Big|_t = f(P_i, V_e) \Big|_t$$

Dónde:

**R**= Riesgo.

**f**= En función

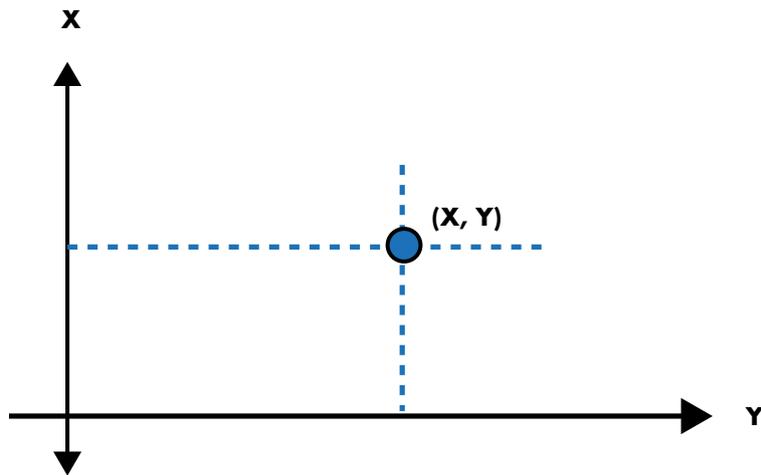
**P<sub>i</sub>** =Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un período de exposición *t*

**V<sub>e</sub>** = Vulnerabilidad de un elemento expuesto <sub>e</sub>

Para el análisis de peligros se identifican y caracterizan los fenómenos de origen natural mediante el análisis de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad. Asimismo, deberán analizar los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar.

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Es decir es el valor (X, Y), en un plano cartesiano. Donde en el eje de la Y están los niveles del Peligro y en eje de la X están las Vulnerabilidades.

**GRÁFICO 76: Plano Cartesiano**

Con los valores obtenidos del grado de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad total, se interrelaciona, por un lado (vertical), el grado de peligrosidad; y por otro (horizontal) el grado de vulnerabilidad total en la respectiva matriz. En la intersección de ambos valores, sobre el cuadro de referencia, se podrá estimar el nivel de riesgo del área en estudio.

## 4.2

### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS O TRAMOS DE RIESGO POTENCIAL

El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

En otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término amenaza, para referirse al peligro.

#### 4.2.1 Tramos de riesgo potencial a partir de información histórica

En esta etapa se realiza una búsqueda sistemática sobre todas las fuentes posibles (gobiernos locales, regionales, nacional y las entidades técnico-científicas) que puedan aportar con información sobre los riesgos debido a fenómenos naturales y los eventos históricos en los ámbitos expuestos a dichos fenómenos.

#### 4.2.2 Tramos o área de riesgo potencial a partir del cruce de información con los usos del suelo

Una vez recopilada toda la información histórica sobre el riesgo generado por un determinado fenómeno natural se procede a determinar los riesgos potenciales, significativos y constatados.

##### 4.2.2.1 Determinación de registros de riesgos potenciales

Esta etapa del análisis considera la identificación de los riesgos potenciales, comenzando por reconocer la posibilidad de un riesgo en los ámbitos expuestos a desastres debido a causas de origen natural. Para ello se plantean líneas de trabajo que se soportan en los resultados de estudios y trabajos realizados en: el análisis territorial, el análisis de estudios previos, el análisis de obras físicas, encuestas municipales y encuestas a entidades públicas y privadas.

##### 4.2.2.2 Determinación de registros de riesgos significativos

En esta etapa se separan del conjunto de registros de riesgos potenciales, aquellos casos en los que el riesgo no es significativo y también se racionaliza y agrupa la información, eliminando repeticiones y agregando en un solo registro todos los que se localizaban en un mismo tramo o en una zona cuyo tratamiento debe ser homogéneo.

##### 4.2.2.3 Determinación de registros de riesgos constatados

Finalmente usando la información contenida en el inventario de registros significativos se lleva a cabo un conjunto de visitas de campo. Esto permite especificar mejor la información y profundiza en las tareas de agregación y eliminación de riesgos no significativos. También con las visitas de campo se obtiene información adicional in situ que se puede utilizar posteriormente para la calificación de los registros.

### 4.2.3 Conclusiones. Zonas clasificadas según nivel de riesgos

Finalmente usando la información contenida en el inventario de registros significativos se lleva a cabo un conjunto de visitas de campo. Esto permite especificar mejor la información y profundiza en las tareas de agregación y eliminación de riesgos no significativos. También con las visitas de campo se obtiene información adicional in situ que se puede utilizar posteriormente para la calificación de los registros.

### 4.2.4 Evaluación preliminar de riesgos y selección de áreas con riesgo potencial significativo

En coordinación con las entidades técnico-científicas competentes y los gobiernos locales y regionales, se realiza una identificación de las zonas clasificadas como de alto riesgo significativo ante la presencia de un fenómeno natural determinado. Se debe tener en consideración el uso de diferentes metodologías de acuerdo a los ámbitos expuestos.

## 4.3

### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO

Las áreas de riesgo potencial significativo son aquellas zonas en las que se ha llegado a la conclusión de que existe un riesgo potencial significativo o en las cuales la materialización de tal riesgo pueda considerarse altamente probables.

Estas áreas se seleccionan a partir de la evaluación de los impactos significativos o debido a las consecuencias negativas potenciales de los fenómenos naturales caracterizadas anteriormente, y que han sido identificadas sobre los ámbitos geográficos expuestos.

Las áreas seleccionadas serán objeto del desarrollo de los mapas de peligrosidad y de riesgo y de los planes de gestión del riesgo.

#### 4.3.1 Definición de umbrales de riesgo significativo

A las zonas de riesgo potencial identificadas se les asigna un valor del riesgo en base al producto de la peligrosidad por la vulnerabilidad. A partir de los valores obtenidos se establece el Umbral de riesgo Significativo que permita definir cuáles son las zonas que presentan impactos con mayor significación.

## 4.4 IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y LAS CONSECUENCIAS NEGATIVAS POTENCIALES

### 4.4.1 Cuantificación de las pérdidas

Para cuantificar los efectos económicos por ocurrencia y/o recurrencia de fenómenos de origen natural es importante analizar la situación actual de los estudios y/o proyectos realizados en el área de estudio, con el objetivo de decidir sobre las variables y los indicadores que permitan evaluar y cuantificar los efectos económicos.

La valoración debe incluir otras consecuencias que se desarrollan o aparecen a largo plazo. Tenemos los efectos o daños directos (efectos sobre la propiedad), efectos indirectos (efectos en los flujos de producción de bienes y servicios), y los efectos secundarios (efectos en el comportamiento de las principales macro magnitudes). Una herramienta principal de soporte de decisión que es usada comúnmente para la evaluación de proyectos es el Análisis de Costo – Beneficio.

La cuantificación de daños y/o pérdidas debido al impacto de un peligro se manifiesta en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos. Es decir el deterioro de acabados de interiores y exteriores, pérdida total de equipamiento mobiliario, electrodomésticos, áreas de cultivo, los días que se dejó de percibir salario o ser productivo por causa de un peligro. Estos costos varían de acuerdo al tipo de infraestructura y al grado de afectación.

Al determinar con cierto grado de precisión la cantidad de elementos expuestos en el área de influencia del fenómeno natural (Capítulo III), el siguiente paso lógico es cuantificar los costos aproximados de las pérdidas y/o daños ocasionados, lo que ayuda a evaluar el riesgo y tomar las decisiones más adecuadas para reducir el riesgo. A continuación se muestra un ejemplo para el caso de viviendas. Ver cuadros 100 y 101.

$$\text{PÉRDIDA} = \text{DAÑO ESTIMADO} \times \text{COSTO DE EDIFICACIÓN}$$

**CUADRO 100: Costo de Edificaciones**

TIPOLOGÍA	VALORES UNITARIOS POR PARTIDAS POR METRO CUADRADO DE ÁREA TECHADA							SUB TOTAL
	ESTRUCTURALES		ACABADOS				INSTALACIONES	
	Muros y columnas	Techos	Pisos	Puertas y ventanas	Revestimiento	Baños	Eléctricas y sanitarias	En Soles
Adobe	104.83	10.26	16.51	19.68	42.07	8.37	12.3	214.02
Albañilería	152.62	112.6	26.39	35.77	42.07	11.23	22.37	403.03
Concreto armado	214.61	112.6	43.01	55.69	113.06	35.8	40.67	615.42

**CUADRO 101: Costo de Edificaciones – Depreciación**

TIPOLOGÍA	DEPRECIACIÓN	TOTAL POR m <sup>2</sup>	
		SOLES S/.	DÓLARES \$
Adobe	50.00%	107.00	39.63
Albañilería	27.00%	294.20	108.96
Concreto armado	9.00%	560.00	207.41

Los costos aproximados se cuantifican para la dimensión social, económica y ambiental, es decir infraestructura (instituciones educativas, establecimientos de salud, sistemas viales, telecomunicaciones, etc.), actividades económicas (turismo, industria, agricultura, etc.) y recursos naturales (bosques, suelos, lagos, etc.).

**4.4.1.1 Probabilidad de afectación en el sector social (infraestructura)**

Se muestran cuadros a considerar en la cuantificación de costos, los cuales se utilizan y/o adaptan de acuerdo a la realidad del área de estudio

**CUADRO 102: Servicios Básicos**

SERVICIOS BÁSICOS	LONGITUD (km)	TIPO DE MATERIAL	COSTO APROXIMADO (s/.)	TOTAL	
				Nº	S/.
Red de agua potable					
Red de desagüe					
Red de alcantarillado					
Red de electricidad					
Red de gas					
Otros					

- Servicios de agua potable (km): Indicar la cantidad en kilómetros de línea de conducción, de aducción o instalaciones domiciliarias del servicio de agua potable que se encuentra dentro del área potencialmente afectada, considerando el material del ducto y el diámetro de los mismos.
- Servicios de alcantarillado (km): Indicar la cantidad en kilómetros de ducto colector, o instalaciones domiciliarias del servicio de alcantarillado que se encuentra dentro del área potencialmente afectada, considerando el material del ducto y el diámetro de los mismos.
- Servicios de electricidad (km): Indicar la cantidad en kilómetros de línea alta, media y baja tensión de servicio eléctrico, número de torres de alta y media tensión pueden ser potencialmente afectados y se encuentran dentro del área geográfica.
- Servicios de gas (km): Indicar la cantidad en kilómetros de ducto de transporte de gas, de encontrarse, dentro del área geográfica potencialmente afectada, considerando el material del ducto y el diámetro de los mismos.

CUADRO 103: Sistema de Telecomunicaciones

SERVICIOS BÁSICOS	LONGITUD (km)	TIPO DE MATERIAL	COSTO APROXIMADO (s/.)	TOTAL	
				Nº	S/.
Telefonía fija					
Telefonía móvil					
Radio comunicación					
Televisión					
Otros					

- **Servicio de telefonía fija (Km):** Indicar la cantidad en kilómetros de línea telefónica, número de antenas de teléfono pueden ser potencialmente afectados y se encuentran dentro del área geográfica.
- **Celular (antenas afectadas):** Indicar la cantidad de antenas de telefonía celular puede ser potencialmente afectado y se encuentran dentro del área geográfica.
- **Radio (antenas afectadas):** Indicar la cantidad de antenas de radio puede ser potencialmente afectado y se encuentran dentro del área geográfica.
- **Televisión (antenas afectadas):** Indicar la cantidad de antenas de TV puede ser potencialmente afectado y se encuentran dentro del área geográfica.

CUADRO 104: Infraestructura y elementos expuestos

SERVICIOS BÁSICOS	LONGITUD (km)	TIPO DE MATERIAL	COSTO APROXIMADO (s/.)	TOTAL	
				Nº	S/.
Caminos rurales					
Vías urbanas					
Carreteras afirmadas					
Carreteras asfaltadas					
Puentes vehiculares					
Puentes peatonales					
Aeropuertos					
Terrapuertos					
Puertos					
Canales de riego					
Defensa ribereña					
Diques					
Bocatomas					
Reservorios					
Otros					

- Caminos de rurales o de herradura (km)
- Carreteras afirmadas (Km)
- Carreteras asfaltadas (Km), indicar el material de la superficie de rodadura.
- Puentes vehiculares (m), debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Puentes peatonales (m). debe considerar el tipo de puente, la luz en metros lineales y el material predominante de construcción.
- Aeropuertos (m<sup>2</sup>), Indicar el nivel del aeropuerto, y si se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectada.
- Terrapuertos (m<sup>2</sup>), indicar el nivel del terrapuerto y si este se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Puertos (m<sup>2</sup>), indicar la potencial afectación a la infraestructura de puertos de existir en el área geográfica.
- Canales de riego (m), se debe considerar el tipo de revestimiento, la longitud de canal que se encuentra dentro del área geográfica potencialmente afectado.
- Defensa ribereña, (m) considerar la longitud, el tipo de material de la infraestructura de defensa ribereña (muros de contención, etc.).
- Diques (m) indicar la longitud y el material de los diques potencialmente afectados dentro del área afectada
- Bocatomas (m<sup>2</sup>), indicar la cantidad, el tipo de material de las bocatomas potencialmente afectados, dentro del área geográfica involucrada.
- Reservorios (m<sup>3</sup>), Indicar la cantidad, el tipo de material de los reservorios nocturnos de agua involucrados en el área geográfica potencialmente afectada.

#### 4.4.1.2 Probabilidad de afectación en el sector económico

Se muestran cuadros a considerar en la cuantificación de costos.

#### CUADRO 105: Actividad extractiva o actividad primaria económica

SERVICIOS BÁSICOS	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIDA CORRECTIVA	COSTO APROXIMADO (S/.)	TOTAL	
				Nº	S/.
Agricultura					
Ganadería					
Pesca					
Minería					
Forestal					
Otros					

**CUADRO 106: Probabilidad de afectación en el ambiente**

SERVICIOS BÁSICOS	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE MATERIAL	COSTO APROXIMADO (S/.)	TOTAL	
				N°	S/.
Suelo erosionado					
Deforestación					
Erosión del litoral					
Zonas intangibles					
Cuerpos de agua					
Otros					

## 4.5 EVALUACIÓN DEL ESPECIALISTA

Se realiza una última revisión de tramos/áreas, incorporando aquellos que por su relevancia se habían quedado fuera del límite fijado y excluyendo los que no suponen un riesgo significativo. Esta labor será realizada por un especialista del fenómeno de origen natural designado por la entidad técnico-científica competente. Ver imagen 19.

**IMAGEN 19: Especialistas de Instituciones Técnico-Científicas**

Fuente: (a) IGP (2012), (b) INGEMMET (2014)

## 4.6

### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO

#### 4.6.1 Matriz de riesgo

Este cuadro de doble entrada nos permite determinar el nivel del riesgo, sobre la base del conocimiento de la peligrosidad y de las vulnerabilidades. Ver cuadro 107.

**CUADRO 107: Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo**

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Se han establecido los siguientes rangos para cada uno de los niveles de riesgo:

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

#### 4.6.2 Mapa de niveles de riesgo

El conocimiento de las zonas con diferentes niveles de riesgo (Nivel de Peligrosidad y Vulnerabilidad), es utilizado en los procesos de ordenamiento y planificación territorial, por lo que estos deben representar el uso que se le puede dar y los daños potenciales a que este uso estaría expuesto. El mapa de riesgo se genera del análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad.

CUADRO 109: Matriz de Riesgo

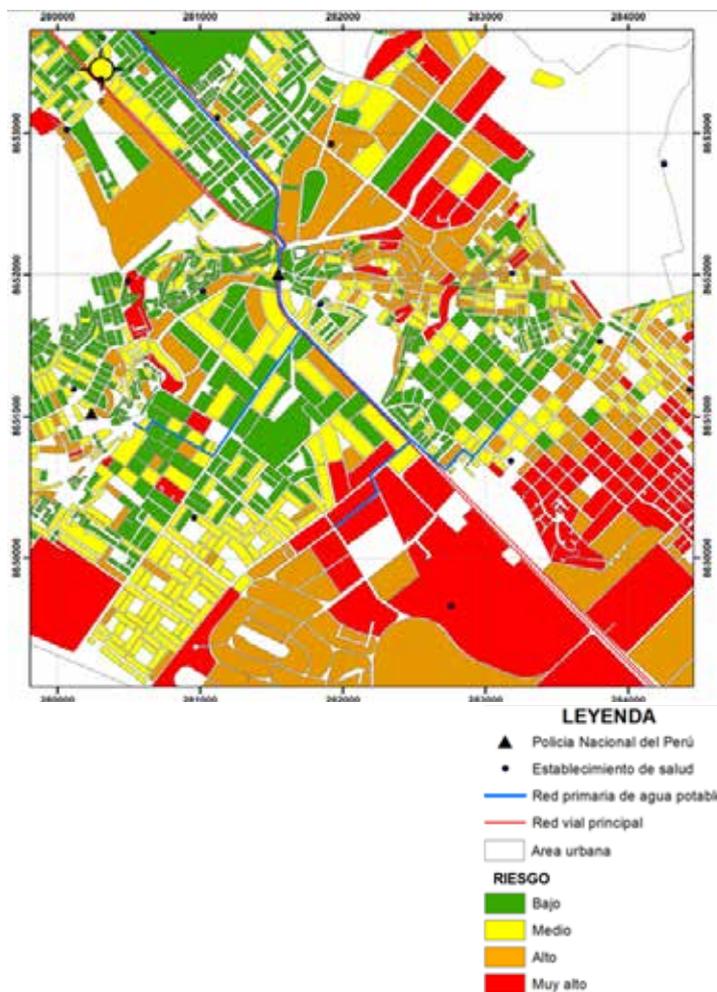
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO NO MITIGABLE	Indica que las medidas de reducción del riesgo son de muy alto costo o el proceso del fenómeno es indetenible, el cual debe ser sustentado en informes técnicos en donde se determine el nivel de peligrosidad elaborado por las instituciones técnicas científica respectiva. Población en extrema pobreza. Muy alto porcentaje de deserción escolar. Geología del suelo: zona muy fracturada, falla, etc. Organización poblacional nula. Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas). No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre Gestión del Riesgo.	
RIESGO MUY ALTO	Grupo Etario: De 0 a 5 años y mayor a 65 años (hombres y mujeres). Escaso acceso y no permanencia a un puesto de trabajo. Organización poblacional nula. Ingreso familiar promedio mensual menor a 149 soles. Población en extrema pobreza. Muy alto porcentaje de deserción escolar. No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre Gestión del Riesgo. Edificaciones en muy mal estado. Estructura de quincha, caña y otros de menor resistencia, en estado precario. Edificaciones con más de 31 años. Viviendas sin abastecimiento de agua ni desagüe. Sistema de producción basada en actividad primaria extractiva sin tecnificación. Ambiental: terrenos sin vegetación. Erosión provocada por lluvias con pendientes pronunciadas. Demanda agrícola y perdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Geología del suelo: zona muy fracturada, falla, etc. Localización de centros poblados muy cercana de 0 a 0.20km. Actitud fatalista y conformista de la población. No existen instrumentos legales locales que apoyen la reducción del riesgo Relieve abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares. Tipo de suelo de rellenos sanitarios. Falta de cobertura vegetal 70 - 100 %. Uso actual de suelo Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirve para su normal funcionamiento. Tsunami: Grado = 4, magnitud del sismo mayor a 7, Intensidad desastrosos. Vulcanismo: piroclastos mayor o igual a 1 000 000 000 m3, alcance mayor a 1000m, IEV mayor a 4. Descenso de Temperatura: Menor a -6°C, altitud 4800 - 6746msnm, nubosidad N = 0. El cielo estará despejado. Inundación: precipitaciones anómalas positivas mayor a 300%, cercanía a la fuente de agua Menor a 20m, intensidad media en una hora (mm/h) Torrenciales: mayor a 60. Sequía: severa, precipitaciones anómalas negativas mayor a 300%. Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).	0.068 ≤ R < 0.253
RIESGO ALTO	Grupo Etario: De 5 a 12 años y de 60 a 65 años (hombres y mujeres). Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Organización poblacional efímera. Ingreso familiar promedio mensual mayor a 149 y menor a 264 soles. Población en condición de pobreza. Alto porcentaje de deserción educativa. Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión de Riesgo. Edificaciones en mal estado. Estructuras de madera, sin refuerzos estructurales. Edificaciones de 21 a 30 años. Viviendas con abastecimiento solo de desagüe. Sistema de producción bajo con muy pocas posibilidades de insertarse a un mercado competitivo. Ambiental: áreas de cultivo. Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos. Prácticas de consumo poblacional uso indiscriminado de riesgo. Geología del suelo: zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante. Localización de centros poblados cercana de 0.20 a 1km. Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población. Existe poco interés en el desarrollo planificado del territorio del área en estudio que se presenta en casi todo el territorio. El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas andinas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas. Tipo de suelo arena Eólica y/o limo (con y sin agua). Falta de cobertura vegetal 40 - 70 %. Uso actual de suelo. Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentran en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados. Tsunami: Grado = 3, magnitud del sismo 7, Intensidad muy grande. Vulcanismo: piroclastos 100 000 000 m3, alcance entre 500 a 1000m, IEV igual a 3. Descenso de Temperatura: - 6 y -3°C, altitud 4000 - 4800msnm, nubosidad N es mayor o igual que 1/8 y menor o igual que 3/8, el cielo estará poco nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 100% a 300%, cercanía a la fuente de agua Entre 20 y 100m, intensidad media en una hora (mm/h) Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60. Sequía: moderada, precipitaciones anómalas negativas 100% a 300%. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 25° a 45°. Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	0.018 ≤ R < 0.068

<b>RIESGO MEDIO</b>	<p>Grupo Etario: De 12 a 15 años y de 50 a 60 años (hombres y mujeres). Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Organización social limitada. Ingreso familiar promedio mensual entre 264 y 1200 soles. Población de clase media baja. Mediano porcentaje de deserción educativa. Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo. Edificaciones en regular estado. Estructura de adobe y piedra, sin refuerzos estructurales. Edificaciones de 16 a 20 años. Vivienda con solo abastecimiento de agua. Sistema de producción con algunos puntos que presentan competitividad. Ambiental: tierras dedicadas al cultivo de pastos. Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua. Consumo industrial y minero, pérdidas de evaporación y otros. Geología del suelo: zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante. Localización de centros poblados medianamente cercana de 1 a 3km. Actitud parcialmente provisoria de la mayoría de la población. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio.</p> <p>Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos. Tipo de suelo granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial. Falta de cobertura vegetal 20 - 40 %. Uso actual de suelo Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc. Tsunami: Grado = 2, magnitud del sismo 6.5, Intensidad grandes. Vulcanismo: piroclastos 10 000 000 m<sup>3</sup>, alcance entre 100 a 500m, IEV igual a 2. Descenso de Temperatura: -3°C a 0°C, altitud 500 - 4000msnm, nubosidad N es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estará nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 50% a 100%, cercanía a la fuente de agua Entre 100 y 500m, intensidad media en una hora (mm/h) Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30. Sequia: ligera, precipitaciones anómalas negativas 50% a 100%. Sismo: 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad, intensidad VI, VII y VIII. Pendiente 20° a 30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados</p>	$0.005 \leq R < 0.018$
<b>RIESGO BAJO</b>	<p>Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, valles; zona eminentemente árida y desértica. Tipo de suelo afloramientos rocosos y estratos de grava. Falta de cobertura vegetal 0 - 20 %. Uso actual de suelo Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias y/o Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad. Tsunami: Grado = 0 o 1, magnitud del sismo menor a 6.5, Intensidad algo grandes y/o ligeras. Vulcanismo: piroclastos 1 000 000 m<sup>3</sup>, alcance menor a 100m, IEV menor a 1. Descenso de Temperatura: 0°C a 6°C, altitud menor a 3500msnm, nubosidad N es mayor o igual a 6/8 y menor o igual que 7/8, el cielo estará muy nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas menor a 50%, cercanía a la fuente de agua mayor a 1000m, intensidad media en una hora (mm/h) Moderadas: menor a 15. Sequia: incipiente, precipitaciones anómalas negativas menor a 50%. Sismo: menor a 4.4: Sentido por mucha gente, intensidad menor a V. Pendiente menor a 20°, Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados.</p> <p>Grupo Etario: De 15 a 50 años (hombres y mujeres). Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Organización social activa. Ingreso familiar promedio mensual mayor a 1200 soles. Población económicamente sostenible. Escaso porcentaje de deserción educativa. Difusión masiva y frecuente en medios de comunicación en temas de Gestión del Riesgo. Edificaciones en buen estado. Estructura de concreto armado y acero, con adecuadas técnicas de construcción. Edificaciones menores a 15 años. Viviendas con abastecimiento de agua y desagüe. Sistema de producción del área en estudio presenta importante inserción a la competitividad. Ambiental: áreas de bosques. Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificación. Geología del suelo: zona sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas. Localización de centros poblados muy alejada mayor a 5km. Actitud previsora de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo.</p>	$0.001 \leq R < 0.005$

#### 4.6.2.1 Mapa de riesgo

Se muestra un ejemplo de un mapa de riesgo por sismos (gráfico 77) en el distrito de Chorrillos a escala 1 / 25 000. El formato completo del mapa se observa en el Anexo 8.

**GRÁFICO 77: Mapa de Riesgo a nivel de manzanas – Distrito Chorrillos**



Para entender el proceso de operatividad del nivel, revisar el anexo 07.

#### 4.6.3 Zonificación territorial del riesgo

El riesgo, la prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, y constituyen aspectos fundamentales en los planes de zonificación y acondicionamiento territorial.

Dicho enfoque permite prevenir y reducir los riesgos mediante la determinación de la intangibilidad de áreas de riesgo Muy Alto No Mitigable ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana para el desarrollo de actividades sociales y económicas. Mediante este enfoque se fomenta el uso adecuado y sostenible del suelo y los recursos naturales así mismo se garantizan la seguridad de las inversiones públicas y privadas a nivel nacional.

**CUADRO 110: Niveles de riesgo para la zonificación territorial del riesgo**

LEYENDA	PÉRDIDAS Y DAÑOS PREVISIBLES EN CASO DE USO PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS	IMPLICANCIAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL
Riesgo Muy Alto No Mitigable	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas deben ser reasentadas
Riesgo Muy Alto	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas pueden ser protegidas con importantes obras de protección, sistemas de alerta temprana y evacuación temporal. Medidas estructurales que reduzcan el riesgo.
Riesgo Alto	Las personas están en peligro afuera de los edificios, pero no o casi no adentro. Se debe contar con daños en los edificios, pero no destrucción repentina de éstos, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.	Zona de reglamentación, en la cual se puede permitir de manera restringida, la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre y cuando existan y se respeten reglas de ocupación del suelo y normas de construcción apropiadas. Construcciones existentes que no cumplan con las reglas y normas deben ser reforzadas, protegidas o desalojadas y reubicadas.
Riesgo Medio	El peligro para las personas es regular. Los edificios pueden sufrir daños moderados o leves, pero puede haber fuertes daños al interior de los mismos.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual la población debe ser sensibilizada ante la ocurrencia de este tipo de peligro, a nivel moderado y poco probable, para el conocimiento y aplicación de reglas de comportamiento apropiadas ante el peligro.
Riesgo Bajo	El peligro para las personas y sus intereses económicos son de baja magnitud, con probabilidades de ocurrencia mínimas.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual los usuarios del suelo deben ser sensibilizados ante la existencia de peligros muy poco probables, para que conozcan y apliquen reglas de comportamiento apropiadas ante la ocurrencia de dichos peligros.

## 4.7

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES

Se reconocen, en general, como medidas de prevención y reducción del riesgo a aquellas que se realizan con anterioridad a la ocurrencia de desastres con el fin de evitar que dichos desastres se presenten y/o para disminuir sus efectos. Es decir, la reducción del riesgo es una acción antes del suceso (ex-ante).

#### 4.7.1 Medidas estructurales

Estas medidas representan una intervención física mediante el desarrollo o refuerzo de obras de ingeniería para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas para lograr de esa manera la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas, y de esa manera proteger a la población y sus bienes.

#### 4.7.2 Medidas no estructurales

Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación (ISR, 2009). Estas medidas pueden ser activas o pasivas (ADM-UNAL, 2005).

Las activas son aquellas en las cuales se promueve la interacción directa con las personas, como por ejemplo: la organización para atención de emergencias, el desarrollo y fortalecimiento institucional, la educación formal y capacitación, la información pública y campañas de difusión, la participación comunitaria y la gestión a nivel local.

Las medidas no estructurales pasivas son aquellas más directamente relacionadas con la legislación y la planificación, como las siguientes: códigos y normas de construcción, reglamentación de usos del suelo y ordenamiento territorial, estímulos fiscales y financieros y promoción de seguros. Estas medidas no estructurales no requieren de significativos recursos económicos y en consecuencia son muy propicias para consolidar los procesos de reducción del riesgo en los países en desarrollo.



# CAPÍTULO V

## CONTROL DE RIESGOS



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



## 5.1 INTRODUCCIÓN

Al respecto puede decirse que prácticamente no existen directivas que establezcan un “valor” de riesgo aceptable o tolerable, que en términos generales es aquel que la comunidad está dispuesta a asumir a cambio de determinada tasa o nivel de beneficios.

A pesar de los esfuerzos de especialistas de diferentes disciplinas para estimar o valorar el riesgo, cualquiera que sea el enfoque de concepción del riesgo que se tenga, es necesario tener un referente para efectos de estimar cuándo unas consecuencias sociales, económicas o ambientales pueden considerarse graves, importantes o insignificantes y si son o no aceptables por quien tiene la posibilidad de sufrirlas o afrontarlas (Douglas 1986).

Este concepto lo ilustra por ejemplo la decisión de una comunidad, una vez conocido el mapa de riesgos de crecientes de un río, de aceptar la posible pérdida de una cosecha al utilizar para la agricultura cierta zona aledaña al cauce debido a que dicha pérdida le resulta menos desfavorable que desaprovechar la capacidad productiva de la misma. En este caso la decisión depende de la recurrencia de las inundaciones que cubren la zona y del tipo de suelo productivo.

En el diseño de las obras de ingeniería ha sido común utilizar este concepto en forma implícita con el fin de lograr un nivel de protección y seguridad que justifique la inversión teniendo en cuenta como referencia la vida útil de la obra. Para el efecto se utilizan factores de seguridad que en términos probabilísticos cubren “razonablemente” la incertidumbre de la posible magnitud de las acciones externas, la imprecisión de la modelación analítica y la aproximación de las hipótesis simplificadoras.

Las autoridades y la población, deben decidir como asignar los recursos disponibles entre las diferentes formas de dar seguridad para la vida y proteger el patrimonio y el ambiente. De una u otra forma los beneficios anticipados de diferentes programas o proyectos de prevención o reducción deben compararse con el costo económico que significa la implementación de dichos programas o proyectos. Existe un punto de equilibrio a partir del cual no se justifica una mayor protección, que bien puede ser utilizado como límite ideal a partir del cual puede transferirse la pérdida a los sistemas de seguros.

Evaluar pérdidas futuras es algo incierto, razón por la cual usualmente se recurre a alguna medida probabilística para la realización de un estudio de esta naturaleza. Los riesgos pueden expresarse en pérdidas promedio de dinero o de vidas por año, sin embargo debido a que eventos de gran intensidad son hechos muy raros, las pérdidas promedio para este tipo de eventos, tan poco frecuentes, pueden no dar una imagen representativa de las grandes pérdidas que podrían estar asociadas a los mismos.

Esta dificultad puede resolverse determinando para un límite de pérdida la probabilidad de que éste sea igualado o sobrepasado. Un ejemplo puede ser la probabilidad de que el costo de los daños y reparaciones en un sitio sobrepase una cifra de un millón de nuevos soles como consecuencia de por lo menos un evento en los próximos cincuenta años. Este límite también puede expresarse en términos de víctimas humanas o de fallas en las edificaciones.

Una metodología ampliamente utilizada para la determinación indirecta del nivel de riesgo es el análisis de costo – beneficio o costo – efectividad, en el cual se relaciona el daño con el peligro para la vida. En áreas altamente expuestas donde ocurren con frecuencia eventos de dimensiones moderadas, cualquier aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la reducción en los costos causados por daños.

Sin embargo, en áreas menos expuestas los requisitos de mitigación se pueden justificar sólo en términos de seguridad para la vida, pues los ahorros esperados en daños por eventos que ocurren con muy poca frecuencia no son lo suficientemente cuantiosos para justificar un aumento en los costos de la mitigación.

## 5.2

### ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

Los cuadros 111, 112, 113, 114, 115 y 116 describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de ocurrencia de un fenómeno natural, las medidas cualitativas de consecuencia y daño, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y las correspondientes matrices, indicando los niveles que ayudaran al control de riesgos.

**CUADRO 111: Niveles de consecuencias**

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

**CUADRO 112: Niveles de frecuencia de ocurrencia**

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos segun circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos segun las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

**CUADRO 113: Matriz de consecuencias y daños**

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Bajo	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Bajo	Medio	Alta	Muy Alta

**CUADRO 114: Medidas cualitativas de consecuencias y daño**

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

**CUADRO 115: Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo**

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	.	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED, 2014.

**CUADRO 116: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo**

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inapmisible	Riesgo Inapmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inapmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Para realizar la evaluación de la consecuencia y daño se debe tener en cuenta la posición del mismo en la matriz de medidas cualitativas de consecuencia y daño, según la celda que ocupa, aplicando los siguientes criterios:

- Si las consecuencias se ubican en la zona de daño bajo, significa que su Frecuencia es baja, es decir los posibles daños por el riesgo es **Aceptable**, lo cual permite al Gobierno Regional o Local o Institución, asumirlo, es decir, el riesgo se encuentra en un nivel que puede aceptarlo sin necesidad de tomar otras medidas de control diferentes a las que se poseen.
- Si el daño se ubica en la zona de daño muy alta, su consecuencia es muy alta y su frecuencia muy alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Inadmisible**, por tanto es aconsejable reducir la actividad que genera el riesgo en la medida que sea posible, de lo contrario se deben implementar controles de prevención para evitar la probabilidad del riesgo, de protección para disminuir el Impacto o compartir o transferir el riesgo si es posible a través de pólizas de seguros u otras opciones que estén disponibles.
- Si el Daño se sitúa en cualquiera de las otras zonas (medio o alto) se deben tomar medidas para llevar los daños a la zona de menor nivel en lo posible. Las medidas dependen de la celda en la cual se ubica el daño, así: los daños de frecuencia baja y consecuencia alta se previenen; los daños con frecuencia media y consecuencia alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Tolerable**, se reduce o se comparte el daño, si es posible; también es viable combinar estas medidas con evitar el daño cuando éste presente una consecuencia alta y media, y la frecuencia sea media o alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **Inaceptable**.
- Cuando la probabilidad del daño sea media y su frecuencia baja, se debe realizar un análisis del costo - beneficio o costo - efectividad con el que se pueda decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.
- Cuando el daño tenga una consecuencia baja y frecuencia muy alta se debe tratar de compartir el riesgo y evitar la emergencia en caso de que éste se presente. Siempre que el riesgo sea calificado con impacto frecuente el Gobierno Regional o Local o institución debe diseñar planes de operaciones o de contingencia, para protegerse en caso de su ocurrencia.

Así pues, desarrollada la primera etapa de identificación, se procede a estimar la frecuencia de ocurrencia del riesgo inherente y los daños, frente a cada uno de los eventos o escenarios de riesgo, lo mismo que el impacto en caso de materializarse mediante los riesgos asociados.

Esta etapa de medición, tiene como objetivo conceptuar sobre la racionalidad del riesgo o riesgos identificados, proceder a listarlos con el criterio de mayor a menor puntaje, con lo cual se dispondrá de una base para decidir sobre la prioridad de tratamiento. Posteriormente se hará un compendio con los riesgos identificados en la zona de estudio, el cual constituirá el soporte y priorización de las actividades, acciones y proyectos de inversión para el Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres. Ver cuadro 117.

**CUADRO 117: Nivel de priorización**

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

## 5.3 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO COSTO/EFFECTIVIDAD

La Evaluación Social de Proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dicho proyecto implica “para la sociedad”, es decir consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad. Es preciso señalar que a la evaluación social también se le llama evaluación económica.

La incorporación del riesgo en el análisis de los beneficios permite a los tomadores de decisión avanzar en distintos tipos de políticas, tales como las de protección que consideran las redes de advertencia y respuesta inmediata a desastres así como para evitar estados de crisis, la misma que se basa en intervenciones técnicas y logísticas que incluyen: monitoreo, mapeo, comunicación del riesgo, sistemas de alerta temprana, preparación.

La reducción del riesgo está referida a las inversiones físicas para transformar activos económicos y/o el ambiente dentro de una zona de riesgo con el fin de prevenir o reducir el impacto negativo de los desastres; dentro de esta gama se consideran algunos como, reforzamiento de infraestructura, aumento de las inversiones iniciales incorporando el riesgo, construcción de infraestructura, mejoramiento de vivienda, planeación uso de suelo, incorporando servicios ambientales, reorientación productiva, relocalización, etc.

El compartimiento de pérdidas, considera un acuerdo solidario entre los participantes respecto de la distribución de cualquier pérdida incurrida en caso de que uno o más de los participantes no pueda cumplir con su obligación, al interior de la administración pública se conoce como el principio de subsidiariedad y se expresa en fondos de emergencia o fondos de contingencia.

Evaluar un Proyecto desde el punto social, significa desarrollar dos (02) metodologías alternativas:

- Costo – Beneficio.
- Costo – Efectividad.

### 5.3.1 Costo / Beneficio

El método más ampliamente usado para seleccionar entre inversiones alternativas diseñadas para lograr ciertos resultados socialmente deseables es el Análisis de Costo-Beneficio (ACB).

En forma simple, la idea es que todos los beneficios del proyecto se computan en términos financieros, después se deducen los costos y la diferencia es el valor del proyecto. Todos los proyectos con un valor positivo son valiosos, pero en una situación donde hay una cantidad de posibles proyectos alternativos y los recursos disponibles para inversión son limitados, se escoge el proyecto o proyectos con el valor más alto, o alternativamente el coeficiente más alto de ingreso sobre la inversión inicial.

La aplicación de esta metodología requiere la estimación “Monetaria” de los beneficios sociales generados por la prestación de bienes o servicios del proyecto.

La metodología Costo – Beneficio es la que se debe utilizar para evaluar cada proyecto alternativo en tanto sea posible cuantificar monetariamente los beneficios sociales del proyecto.

Esta metodología se basa en estimar la rentabilidad social del proyecto en un determinado momento, a partir de la comparación de los beneficios sociales atribuibles a éste y los costos sociales de llevarlo a cabo.

Para estimar dicha rentabilidad social, se utiliza el valor actual neto social (VANS). Este proceso comprende los siguientes pasos:

1. Calcular el valor actual de los beneficios sociales (VABS), que supone la identificación de estos últimos y su cuantificación monetaria.
2. La estimación del valor actual neto social (VANS), calculado sobre la base del VABS y el valor actual de los costos sociales (VACS).
3. Seleccionar el mejor proyecto alternativo.

### 5.3.2 Costo / Efectividad

En las situaciones donde la Estimación Monetaria no sea posible de cuantificar los beneficios sociales del proyecto, se aplica esta metodología, como por ejemplo en los proyectos de salud, educación, saneamiento, fortalecimiento, recursos naturales, etc.

Esta metodología se basa en identificar los beneficios del proyecto y expresarlos en unidades no monetarias, para luego calcular el costo promedio por unidad de beneficio de cada proyecto alternativo (ratio costo - efectividad), con el fin de escoger la mejor alternativa posible.

Cabe resaltar que esta metodología permite comparar y priorizar las alternativas de inversión en términos de los costos que implica alcanzar los resultados establecidos. No obstante, hay que tener en cuenta que, dada la forma como se define el efecto o los beneficios del proyecto, esta metodología sólo permite la comparación de alternativas de un mismo proyecto o de proyectos con resultados o metas muy similares.

Para llevar a cabo la evaluación costo – efectividad es necesario realizar los siguientes pasos:

1. La estimación del valor actual de los costos sociales (VACS).
2. La definición y cuantificación del indicador de efectividad (IE).
3. La estimación del ratio costo efectividad.
4. Selección del mejor proyecto alternativo.

## 5.4 MEDIDAS DE CONTROL

Consiste en identificar las medidas de control de los eventos de riesgo operativo para mitigarlo, su valoración y la implementación del plan de prevención y/o reducción para llevarlas a cabo.

Dichas medidas se refieren a las oportunidades que tiene la entidad para disminuir el nivel de riesgo, de acuerdo con las prioridades establecidas en la etapa de cálculo de riesgos.

Los planes de prevención o reducción de riesgos deben incluir los siguientes aspectos:

- Identificación de los procesos, definición del riesgo, acciones propuestas, recursos requeridos, responsabilidades, cronograma e indicadores de logro. Es importante tener en cuenta que la eficacia de los planes, dependen en muchos casos de la aceptación y conocimiento de las partes involucradas, por lo cual se requiere estimular su participación y cooperación por parte de las autoridades y población involucrada.
- La reducción de los riesgos, debe fundamentarse en la comprensión de sus causas, especialmente cuando tales riesgos están asociados a procesos. Por eso, el análisis de sus interrelaciones es clave para la formulación objetiva de los planes de tratamiento. Es entonces importante, identificar si las causas tienen origen interno o externo, porque de ello depende el grado de control que pueda ejercerse sobre ellas y por consiguiente la efectividad del tratamiento.

Como resultado de esta etapa, el control debe traducirse en la disminución de la posibilidad de ocurrencia y del impacto en caso de presentarse. Como pauta metodológica para el tratamiento de los riesgos operativos, se debe tener en cuenta las directrices recomendadas en el presente Manual.

El objetivo de esta etapa es tomar medidas de control como respuesta al riesgo al que se ve expuesta una determinada jurisdicción. Las Autoridades determinarán y desarrollarán las medidas de control que aplican para cada uno de los eventos de riesgo identificados, dichas medidas de control son: evitar; es prevenir el riesgo; reducir: es disminuir la probabilidad y el impacto. Las medidas de control podrán ser actualizadas o reemplazadas si no son eficaces frente a los eventos de riesgo relacionados.

En la práctica existe una multiplicidad de instrumentos, los cuales están agrupados en cuatro categorías:

- a) Protección:** Red de advertencia y respuesta inmediata a desastres así como para evitar estado de crisis, se basa en intervenciones técnicas y logísticas que incluyen:
  - Monitoreo (estaciones meteorológicas, sismógrafos, entre otros).
  - Mapeo (imágenes satelitales, sistemas de información geográfica, etc.)

- Comunicación del riesgo: alertas a la comunidad y sectores productivos en situación de riesgo.
  - Sistemas de alerta temprana: se basan en el monitoreo, uso de medios de comunicación, sirenas, etc. Se encargan de advertir a la población sobre la manifestación de determinados eventos y de coordinar labores de protección civil, incluyendo planes de evacuación.
  - Preparación: consiste en la capacidad de manejo del desastre antes de que este ocurra con el fin de proveer una efectiva y eficiente reacción (pronta y debida) para enfrentar el desastre. Ello incluye la previsión de albergues, instalaciones de primeros auxilios (fijas y móviles), equipos de limpieza, equipos de búsqueda y salvamento, entre otros.
- b) Reducción del riesgo:** Inversiones físicas para transformar activos económicos y/o el ambiente dentro de una zona de riesgo con el fin de prevenir o reducir el impacto negativo de los desastres. Incluye:
- Reforzamiento de infraestructura, tal como: reforzamiento de edificios, puentes, etc., con énfasis en instalaciones médicas, abastecimiento de agua y energía, escuelas, entre otros.
  - Aumento de la inversión inicial CO así como de COM a lo largo del proyecto.
  - Construcción de infraestructura, tal como infraestructura hidráulica: canales, presas, diques, muros de contención, almacenamiento de agua, sistemas de irrigación, entre otros.
  - Mejoramiento de viviendas, generalmente con base en capacitaciones y apoyo a los hogares para construir, reconstruir y reforzar mejor.
  - Externalidad positiva, que puede actuar reduciendo la probabilidad de daños y pérdidas por desastres y/o abatiendo costos de producción y operación del proyecto.
  - Servicios ambientales, tales como la plantación de barreras vivas, reforestación, etc., para retención de suelos, así como para prevenir inundaciones, sequías, desertificación, entre otras amenazas.
  - Planeación de uso de suelos: disposición de tierras, recursos, instalaciones y servicios para asegurar su eficiencia física, económica y social. Esto incluye la construcción y reubicación de asentamientos humanos, de actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras y forestales, así como de otras actividades productivas, fuera de zonas de riesgo de desastre, lo cual básicamente descansa en la planeación y el ordenamiento territorial.
  - Reorientación productiva: cambio de actividad económica en donde los insumos (tales como agua), condiciones climatológicas (variabilidad climática o

temperaturas) y condiciones de mercado (como la alta volatilidad de precios) ya no son favorables.

**c) Transferencia del riesgo:** Mecanismos financieros para transferir el riesgo de una a otra parte. Sus principales esquemas incluyen:

- Seguros (públicos, privados y subsidiados)
- Seguros de propiedad (casa, vehículos y activos productivos).
- Seguros catastróficos: cubren hasta ya sea cierto nivel de daños o hasta cierto umbral de un fenómeno natural.
- Seguro agrícola/industrial: cubre las pérdidas asociadas a un evento climático independientemente de su intensidad. Generalmente, su criterio de decisión consiste en cierto rendimiento observado o cultivo esperado.
- Seguro paramétrico: las indemnizaciones de este tipo de seguro son pagadas a los asegurados en caso de experimentar un fenómeno de origen natural que excede cierto umbral de acuerdo a información sísmica o meteorológica.
- Bonos catastróficos: son bonos que permiten trasladar el riesgo del emisor al inversionista.

**d) Compartimiento de pérdidas:** Acuerdo solidario entre participantes respecto de la distribución de cualquier pérdida incurrida en caso de que uno o más de los participantes no pueden cumplir su obligación. La forma más común de este tipo de instrumento son los fondos contingentes. Usualmente, los gobiernos locales no pueden financiar por sí mismos su respuesta a desastres y la recuperación. Ello lleva al uso del principio de subsidiariedad administrativa del gobierno central hacia niveles inferiores de la administración pública, para lo cual implementan un instrumento financiero conocido como fondo contingente.

# CAPÍTULO VI

## ELABORACIÓN DEL INFORME



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres



## 6.1 INTRODUCCIÓN

Dadas las características que implica la estimación de riesgos originados por fenómenos naturales es necesario establecer los parámetros mínimos y necesarios para la elaboración de un informe de carácter técnico que represente un trabajo cabal sobre la labor realizada.

El equipo profesional a cargo de esta labor debe realizarla desde una concepción multidisciplinaria, de manera que los enfoques de los diversos profesionales enriquezcan el análisis y las conclusiones.

La priorización sobre la constitución del equipo multidisciplinario se realizará considerando fundamentalmente el tipo de peligro y las características de las vulnerabilidades, considerando además, la ubicación geográfica en la que se realiza dicho informe. Cumplir con estas condiciones mínimas asegura que la elaboración del informe técnico sea consistente y riguroso.

## 6.2 FASES PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME

Con procedimientos metodológicos, técnicos científicos, detallado en los respectivos capítulos, los profesionales responsables de realizar la Evaluación del Riesgo, están en condiciones de elaborar el respectivo Informe, para tal efecto es necesario tener en cuenta:

- Fase de Planeamiento y Organización
- Fase de Trabajo de Campo
- Fase de Gabinete
- Estructura del Informe
- Directiva correspondiente que aprueba los procedimientos administrativos y el presente Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales.

### 6.2.1 Fase de Planeamiento y Organización

- 1.- Programación de la evaluación de riesgos
- 2.- Equipo profesional.
- 3.- Información básica.
- 4.- Plazo y responsabilidad.

### 6.2.2 Fase de trabajo de campo

- 1.- Coordinación y reconocimiento.
- 2.- Identificación y caracterización de peligros.
- 3.- Análisis de las vulnerabilidades.
- 4.- Consolidado e informe preliminar.

### 6.2.3 Fase de gabinete

- 1.- Procesamiento y sistematización de la información de campo
- 2.- Redacción del informe final.



## 6.3

### ESTRUCTURA DEL INFORME

A continuación se indica la estructura que deberá contener los informes de Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales.

#### 1. Objetivo

#### 2. Situación general

- 2.1. Ubicación geográfica
- 2.2. Descripción física de la zona a evaluar
- 2.3. Características generales del área geográfica a evaluar

#### 3. De la Evaluación de Riesgos

##### 3.1. Determinación del nivel de peligrosidad

- 3.1.1. Identificación de los peligros.
- 3.1.2. Caracterización de los peligros
- 3.1.3. Ponderación de los parámetros de los peligros
- 3.1.4. Niveles de peligro
- 3.1.5. Identificación de elementos expuestos
- 3.1.6. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros
  - 3.1.6.1 Factores desencadenantes
  - 3.1.6.2 Factores condicionantes
- 3.1.7. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad
- 3.1.8. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad

##### 3.2. Análisis de vulnerabilidades

###### 3.2.1. Análisis de la componente exposición

- 3.2.1.1 Exposición social
- 3.2.1.2 Exposición económica
- 3.2.1.3 Exposición ambiental

###### 3.2.2. Ponderación de los parámetros de exposición

###### 3.2.3. Análisis de la componente fragilidad

- 3.2.3.1 Fragilidad social
- 3.2.3.2 Fragilidad económica
- 3.2.3.3 Fragilidad ambiental

###### 3.2.4. Ponderación de los parámetros de fragilidad

###### 3.2.5. Análisis de la componente resiliencia

- 3.2.1.1 Resiliencia social
- 3.2.1.2 Resiliencia económica
- 3.2.1.3 Resiliencia ambiental

- 3.2.6. Ponderación de los parámetros de resiliencia
- 3.2.7. Nivel de vulnerabilidad
- 3.2.8. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

### 3.3. Cálculo de riesgos

- 3.3.1. Determinación de los niveles de riesgos
- 3.3.2. Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)
- 3.3.3. Zonificación de riesgos.
- 3.3.4. Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)

- 3.3.4.1. De orden estructural
- 3.3.4.2. De orden no estructural

### 3.3.5. Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)

- 3.3.5.1. De orden estructural
- 3.3.5.2. De orden no estructural

## 3.4. Del Control de Riesgos

- 3.4.1. De la evaluación de las medidas
  - 3.4.1.1. Aceptabilidad / Tolerabilidad
  - 3.4.1.2. Control de riesgos

## Bibliografía

## Anexos

### Anexo 1. Planos

### Anexo 2. Datos estadísticos

### Anexo 3. Panel fotográfico

### Anexo 4. Otros

## BIBLIOGRAFÍA

- ADM-UNAL - Alcaldía de Manizales - Universidad Nacional de Colombia. (2005). Gestión de Riesgos en Manizales. [http://idea.manizales.unal.edu.co/gestion\\_riesgos/](http://idea.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos/)
- AFP - Agence France-Presse. (2014). Tsunami Infografía. <http://www.afp.com/>
- Aguarón, J. and Moreno-Jiménez, J. M., (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research* 147 (1), 137–145.
- Alcañiz, J. M. (2008). Evaluación y prevención de riesgos ambientales en Centroamérica. ISBN: 978-84-6742-37-6. Documenta Universitaria. Girona (España). Capítulo 4. Erosión: Evaluación del riesgo Erosivo y Prácticas de Protección del Suelo.
- Arribas, J. I., (2014). La generación de ondas planas. [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_05\\_06/io4/public\\_html/focalizacion.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io4/public_html/focalizacion.htm)
- Campos, O. y Peraza, Z. (1994). Características geotécnicas para el control de las cuencas de los ríos Santa Bárbara, San Rafael y Buena Vista. Trabajo de Grado, Escuela de Ciencias de la tierra, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.
- CAN. (2014). Comunidad Andina de Naciones. Marco de Acción de Hyogo - EIRD <http://www.comunidadandina.org/>
- Cardona O.D. (1985). "Hazard, Vulnerability and Risk Assessment", unedited working paper, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology IZIS, Skopje, Yugoslavia.
- Carreño M.L., Cardona O.D. y Barbat A.H. (2005). Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos. Colección de Monografías. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería – CIMNE, Barcelona, España.
- CENAPRED. (2008). Volcanes. Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie de Fascículos. Diciembre, Primera Edición. México.
- CENAPRED. (2001). Heladas. Serie de Fascículos. Diciembre. Primera Edición. México.
- Coburn, A. and Spence, R. (1992). *Earthquake Protection*, John Wiley, ISBN: 0471918334.
- Chavez, M. A. (2014). Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. <http://www.fict.espol.edu.ec/>
- DHN - Dirección de Hidrografía y Navegación. (2012). Tsunamis. Revista de la Dirección de Hidrografía y Navegación.
- DIMAG - Oficina de Imagen Institucional. (2012). Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. <http://www.bomberosperu.gob.pe/>

- DPA. (2014). Departamento Provincial de Aguas. Rio Negro. República de Argentina. [http://www.dpa.gov.ar/clima/informes/Generalidades\\_IPE.pdf](http://www.dpa.gov.ar/clima/informes/Generalidades_IPE.pdf)
- Douglas, M. (1986). How Institutions think. New York: University of Syracuse.
- EduAmbiental. (2014). Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. <http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/contenidos/docpdf/capitulo22.pdf>
- EIRD (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS.
- Elías-Castillo, F. y Castellvi-Sentis, F. (2001). Agrometeorología. 2da edición corregida. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 517 pp.
- El Mundo (2007). Diario El Mundo. Terremoto de Pisco 2007. <http://www.elmundo.es/>
- Expresión (2008). Semanario regional Expresión. Chiclayo <http://www.semanarioexpresion.com/>
- Fernández, B. 1991. Sequías en la zona central de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 110 p. Santiago, Chile.
- Fournier d'Albe, M. (1985). The quantification of seismic hazard for the purposes of risk assessment. In: International Conference on Reconstruction, Restoration and Urban Planning of Towns and Regions in Seismic Prone Areas, 5-9 November 1985. Skopje, Yugoslavia, pp. 77-84.
- Flickr. (2011) Derechos Reservados. [www.lovebigisland.com](http://www.lovebigisland.com). <https://m.flickr.com/#/photos/bigislandhawaiianvacation/5854505564/>
- Garfi, M., and Ferrer-Martí, L. (2011). Decision-making criteria and indicators for water and sanitation projects in developing countries. *Water Science and Technology*, 64(1), 83-101.
- GRM - Gobierno Regional de Moquegua. (2014). Informe de evaluación de riesgos en el área de influencia del volcán Ubinas. 187 pp. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CENEPRED/EVAR%20UBINAS%202014.pdf>
- Hudson, N. (1982). Conservación del Suelo. Editorial Reverté S. A. ISBN: 84-291-1027-5. España.
- Ibáñez, J. J. (2008). Erosión, Transporte y Sedimentación: Erosión Geológica. BLOGS Madri+d. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/08/15/98822>
- IGP - Instituto Geofísico del Perú (2012). Boletín Institucional. 3. 6. Julio-Diciembre. 28pp.
- IngCivilPeru. Blog del Ingeniero Civil. (2014). Nociones de Sismología - Guía de Estudio.

<http://ingcivilperu.blogspot.com/2011/02/nociones-de-sismologia-guia-de-estudio.html>

- INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2014). Laboratorio de Pretomineralogía. <http://www.ingemmet.gob.pe>
- INII - Laboratorio de Ingeniería Sísmica del Instituto de Investigaciones en Ingeniería. (2011). Universidad de Costa Rica. <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?id=Educativo>
- ISDR - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2009). UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. UNISDR-20-2009 Geneva. Naciones Unidas. 38pp.
- La Prensa. (2013) Diario la Prensa. Nicaragua. <http://www.laprensa.com.ni/2013/01/04/internacionales/129498-miles-de-afectados-por-inundaciones-en-rio-de-janeiro>
- Lagos, M. (2000). Tsunamis de origen cercano a las costas de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27: 93-102.
- Lander, J. F., and P. A. Lockridge (1989). United States Tsunamis (including United States possessions) 1690-1988, National Geophysical Data Center, Publication 41-2, Boulder, Colorado, 265 pp.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. (1964). *Fluvial processes in geomorphology*: San Francisco, W.H. Freeman and Co., 522 p.
- Llinares, M. A.; Ortiz, R. y Marrero J. M. (2004). *Riesgo Volcánico*. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Ministerio del Interior. España. NIPO 126-04-026-6.
- LUZDELSUR - Luz del Sur S. A. A. (2014). <http://www.luzdelsur.com.pe/>
- MacDonald, G. A. (1972). *Volcanoes. A discussion of volcanoes, volcanic products, and volcanic phenomena*. Prentice-Hall, International, New Jersey.
- Meyer, L. D. and Harmon W. C. (1984). Susceptibility of agricultural soil to interrill erosion. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 48(5): 1152-1157.
- Milutinovic, Z. y Petrovsky, J. (1985). Earthquake vulnerability and loss assessment for physical and urban planning. *Proceedings of the International Conference on Reconstruction, Restoration and Urban Planning of Towns and Regions in Seismic Prone Areas*, IZIS. Skopje, Yugoslavia.
- Mofjeld, H. O., F. I. Gonzalez, and J. C. Newman (1999). Tsunami prediction in U.S. coastal regions, in *Coastal Ocean Prediction*. Coastal Estuarine Ser., vol. 56, edited by C. N. K. Mooers, pp. 353 – 375, AGU, Washington, D. C.
- Mugerza-Perelló, I. (2003). Inundaciones. *Euskonews & Media*. <http://www.euskonews.com/0204zbnk/gaia20405es.html>

- OEA - Organización de los Estados Americanos. (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. <http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea65s/begin.htm#Contents>
- OPS - Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía de preparativos de salud frente a erupciones volcánicas. Módulo 4: Salud ambiental y el riesgo volcánico. ISBN 9978-44-054-2. Quito, Ecuador.
- OVI - Observatorio Vulcanológico INGEMMET. (2009). Erupción del volcán Ubinas, marzo 2009. <http://ovi.ingemmet.gob.pe>
- Palmer, W. G. (1965). Meteorological Drought. U.S. Department of Commerce. Research Paper N° 45. Washington D.C.
- Peru21. (2014). Diario Perú 21. <http://www.peru21.com.pe>
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). (2003). Curso Geografía del Mar - Tsunamis. [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h71.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h71.html)
- República - Diario La República (2007). 16 agosto. Epicentro Terremoto de Pisco. <http://www.larepublica.pe>
- Reuters. (2014). Agencia de Noticias. <http://www.reuters.com>
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Salas, J. 1978. Statistical properties of drought. United States-Argentinan workshop od droughts. Mar del Plata, Argentina.
- San Martin, F. (2014). Infografías. ¿Cómo se produce un terremoto?. [http://www.ediciona.com/infografista\\_fernando\\_san\\_martin-dirf-29232-c18.htm](http://www.ediciona.com/infografista_fernando_san_martin-dirf-29232-c18.htm)
- Satterlund, D. R. (1972). Wildland watershed management. John Wiley & Sons Inc. ISBN-10: 0471811548.
- Saveliev, I. V. (1984). Curso de Física General. Mecánica - Física Molecular. Editorial MIR. Moscú.
- SEDAPAL - Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2014). <http://www.sedapal.com.pe/>
- SENAMHI – MINAG. (2008). Atlas de heladas. Convenio de Cooperación Técnica Interinstitucional. Perú.
- SNET - Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (2014). Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales - Guía para el especialista. <http://www.snet.gob.sv>
- Soloviev, S. L. (1970). "Recurrence of earthquakes and tsunamis in the Pacific Ocean", in

Tsunamis in the Pacific Ocean, edited by W. M. Adams, Honolulu: East West Center Press, 149-164.

- Tavera H. (2006). Características sismotectónicas de la crisis sísmica de octubre del 2005 en la región del volcán Ticsani (Moquegua). Informe. Instituto Geofísico del Perú.
- Tavera H. (2008). El Terremoto de Pisco (Perú) del 15 de agosto de 2007 (7.9Mw). Instituto Geofísico del Perú. Dirección de Sismología - CNDG. Lima. 486 pp.
- Toskano G. B. (2005). El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Facultad de Ciencias Matemáticas. UNMSM – Perú.
- Velasco, I.; Ochoa, L.; Gutiérrez, C. (2005). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. Colegio de Sonora. Región y Sociedad. Vol. XVII. Nro. 34.
- Wischmeier, W. H., and Mannering, J. V. (1969). Relation of soil properties to its erodibility. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33, 131-137.
- Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall erosion Losses - A guide to conservation planning. USDA Agriculture Handbook No. 537, United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, Washington.
- Wray, J. and Tang, T. (2013). Earth and Planetary Materials. Georgia Tech. <http://wray.eas.gatech.edu/epmaterials2013/LectureNotes/Lecture17.pdf>
- Yauri, Sh. A. (2008). Detección, localización y análisis de sismos Tsunamigénicos: sistema de alerta de tsunamis tremors. Tesis Profesional. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- Yesano. (2014). Asociación Civil. <http://www.yesano.com>



# ANEXOS



Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PERÚ



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

## ANEXO N° 01

### BASE LEGAL

- A1. Constitución Política del Perú. Fecha de promulgación: 29/12/1993. (Fecha de inicio de vigencia: 01/01/1994)
- A2. Acuerdo Nacional (Política 32°: Gestión del Riesgo de Desastres). (Fecha: Marzo 2011)
- A3. Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Fecha: 19 de Febrero de 2011)
- A4. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM (Fecha: 27 de Mayo de 2011)
- A5. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Ley N° 27867 (Fecha: 18 de Noviembre de 2002)
- A6. Ley Orgánica de Municipalidades. Ley N° 27972 (Fecha: 27 de Mayo de 2003)
- A7. Ley Orgánica del Poder Ejecutivo. Ley N° 29158
- A8. Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable, Ley N° 29869
- A9. Decreto Supremo N°111-2012-PCM, que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional. 01 de Noviembre de 2012.
- A10. Resolución Ministerial 334-2012-PCM. Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- A11. Resolución Ministerial N° 220-2012-PCM, Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- A12. Resolución Ministerial N° 222-2012-PCM, Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- A13. Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- A14. Resolución Directoral N 005-2012-EF/63.01 Pautas metodológicas para la incorporación del análisis de riesgos en los proyectos de inversión pública. Ministerio de Economía y Finanzas.
- A15. Anexos N°05, N°06 y N°07 de la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública (2004, pp. 76-88), Ministerio de Economía y Finanzas.
- A16. Resolución Jefatural N°112-2006-IGN/OAJ/DGC/J

## ANEXO N° 02

### Terminología Básica

**ACTORES LOCALES:** Son todos aquellos agentes en el campo político, económico social y cultural portadores y fomentadores de las potencialidades locales. Los actores locales pasan a tener un rol principal en los procesos de desarrollo, tanto en sus roles particulares, como también en sus acciones de coordinación entre ellos.

**ANÁLISIS DE RIESGOS:** Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD:** Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se analiza los factores de exposición, fragilidad y la resiliencia en función al nivel de peligrosidad determinada, se evalúa el nivel de vulnerabilidad y se elabora el mapa del nivel de vulnerabilidad de la unidad física, social o ambiental evaluada.

**CÁLCULO DE RIESGOS:** Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se determina los niveles de riesgos, se estima (cualitativa y cuantitativa) los daños o afectaciones, se elabora el mapa de zonificación del nivel de riesgos y se recomiendan medidas de control preventivo y de reducción de orden estructural y no estructural.

**CUENCA HIDROGRÁFICA:** También denominado cuenca de drenaje, es el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas.

**COMUNICACIÓN DE RIESGOS:** Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, mediante el cual se intercambia información y opiniones a lo largo de todo el procedimiento de análisis de riesgos. Dicho intercambio de información es sobre los riesgos, los factores relacionados con los riesgos y las percepciones de los mismos, entre las personas encargadas de la evaluación de los riesgos, los responsables de la prevención o reducción del riesgo de desastres, la población, las autoridades, la comunidad académica y otras partes interesadas, explicando y comprendiendo los resultados de la evaluación de los riesgos y de los criterios de las decisiones relacionadas con el manejo de los riesgos tomada.

**CONTROL DE RIESGOS:** Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se evalúan las medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres, se determina la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo y finalmente se dan las recomendaciones de las medidas de control más idóneas.

**DESASTRES:** Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las

unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.

**DESARROLLO SOSTENIBLE:** Proceso de transformación natural, económico social, cultural e institucional, que tiene por objeto asegurar el mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano, la producción de bienes y prestación de servicios, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.

**DETERMINACIÓN DE PELIGROS:** Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se identifica y caracteriza los peligros, se evalúa la susceptibilidad de los peligros, se define los escenarios, se determina el nivel de peligrosidad y se elabora el mapa del nivel de peligrosidad.

**DIRECTRICES DE EVALUACIÓN DE RIESGOS:** Normas sobre la selección de las opciones y los dictámenes conexos para la aplicación del procedimiento técnico, a fin de que se mantenga la integridad científica del procedimiento.

**ELEMENTOS EN RIESGO O EXPUESTOS:** Es el contexto social, económico y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno.

**EVALUACIÓN DE RIESGOS:** Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos.

**FENÓMENO DE ORIGEN NATURAL:** Es toda manifestación de la naturaleza que puede ser percibido por los sentidos o por instrumentos científicos de detección. Se refiere a cualquier evento natural como resultado de su funcionamiento interno.

**FENÓMENOS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA:** Es toda manifestación que se origina en el desarrollo cotidiano de las actividades, tareas productivas (pesquería, minería, agricultura, ganadería, etc.) o industriales (comerciales y/o de fabricación industrial, etc.) realizadas por el ser humano, en la que se encuentran presentes sustancias y/o residuos (biológicos, físicos y químicos) que al ser liberados pueden ser percibidos por los sentidos o por instrumentos científicos de detección.

**GRANIZO:** Se conoce como granizo a los granos o corpúsculos de hielo más o menos duros que caen de las nubes. El tamaño de estas partículas oscila, normalmente, entre unos milímetros y dos o más centímetros. El mecanismo de esta precipitación violenta de gránulos de hielo está relacionado con las tormentas en las que intervienen la convección como elemento esencial en su formación, y con los fenómenos eléctricos.

**GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO:** Es una deliberada y sistemática coordinación de la población, la tecnología, los procesos y la estructura de una organización, para añadir valor a través del uso e innovación del conocimiento.

**GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES:** Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así

como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

**GESTIÓN CORRECTIVA:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

**GESTIÓN PROSPECTIVA:** Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.

**GESTIÓN REACTIVA:** Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

**INCENDIO:** Es la destrucción de materiales combustibles por la acción incontrolada del fuego, que puede ser extremadamente peligroso para los seres vivos y las estructuras de las viviendas y establecimientos económicos y de servicios.

La exposición a un incendio puede producir quemaduras severas y los síntomas de la inhalación de humo, como es el caso más común de la asfixia. De acuerdo al lugar donde se produzca el incendio, pueden ser: urbanos y forestales.

**INDICADOR:** Expresión cuantitativa y/o cualitativa que permite observar, describir y evaluar los diferentes aspectos de una situación actual, formular situaciones deseadas o comparar una situación común con relación a una situación deseada, ayudando en la toma de decisiones.

**INFORME PRELIMINAR DE RIESGOS:** Es el documento elaborado por los órganos competentes del Gobierno Regional o Gobierno Local (Municipalidad Provincial o Distrital), el cual de manera preliminar y rápida permite determinar de manera cualitativa los niveles de riesgos en un área geográfica específica, y establece si hubiera lugar, la condición de Peligro Inminente y la emisión de medidas de prevención y reducción de riesgos de carácter estructural y no estructural de cumplimiento obligatorio e inmediato por parte de la autoridad local para prevenir o reducir los efectos de un desastre en salvaguarda de la vida humana. Además, permite al órgano competente elaborar un Programa Anual de Evaluaciones de Riesgos en el ámbito de su jurisdicción, priorizando los recursos presupuestales y la ejecución de los mismos.

**INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS:** Documento que sustenta y consigna de manera fehaciente el resultado de la ejecución de una evaluación de riesgos, mediante el cual se determina, calcula y se controla el nivel de riesgos de las áreas geográficas expuesta a determinados fenómenos de origen natural o inducidos por la acción humana, en un período de tiempo.

**INFRAESTRUCTURA:** Es el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, con su correspondiente vida útil de diseño, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales.

**LINEAMIENTOS TÉCNICOS:** Son aquellos documentos que describen las etapas, fases, pautas y formatos necesarios para desarrollar actividades o tareas técnicas específicas. Se emiten para particularizar o detallar acciones que derivan de un ordenamiento de mayor jerarquía como una ley, un código, un reglamento, un decreto, entre otros. Los lineamientos técnicos se desarrollan en base al campo de acción sobre el cual tendrán injerencia. Así mismo, muestran los límites de aplicación, responsabilidades y funciones de las instituciones involucradas.

**MANEJO DE RIESGOS:** Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, que consiste en ponderar y priorizar las distintas opciones para prevenir o reducir los riesgos, en consulta con todas las partes interesadas y teniendo en cuenta la evaluación de riesgos y otros factores relacionados a la protección de la vida de la población y del patrimonio de las personas y del Estado. Seleccionando las medidas de prevención y reducción del riesgos de desastres más apropiadas.

**MAPA TEMÁTICO:** Son representaciones sobre el papel de las características de algún tema en particular, apoyado sobre una base topográfica en donde se resalta, mediante la utilización de diversos colores y recursos de las técnicas cartográficas, correlaciones, valoraciones o estructuras de distribución de por ejemplo: viviendas, obras de infraestructura, caminos, áreas seguras, etc.

**MEDIDAS ESTRUCTURALES:** Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las peligros.

**MEDIDAS NO ESTRUCTURALES:** Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para prevenir o reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

**MONITOREO:** Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

**NIEVE:** Es la precipitación de cristales congelados de hielo, blancos o transparentes, configurado en una compleja forma hexagonal. Por lo general cae de nubes estratiformes, pero puede caer como lluvia de nieve desde otras nubes cumuliformes. Usualmente aparece en forma de apretadas escamas o copos de nieve.

**ORDENAMIENTO TERRITORIAL:** Es una política de Estado, un proceso político y técnico administrativo de toma decisiones concertadas con los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, la regulación y promoción de la localización y desarrollo sostenible de los asentamientos humanos; de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial sobre la base de la identificación de potencialidades y limitaciones, considerando criterios ambientales, económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos. Asimismo, hace posible el desarrollo integral de la persona como garantía para una adecuada calidad de vida.

**PELIGRO:** Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

**PELIGRO INMINENTE:** Fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, con alta probabilidad de ocurrir y de desencadenar un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno de tipo social, económico y ambiental debido al nivel de deterioro acumulado en el tiempo y que las condiciones de éstas no cambian.

**PLAN:** Instrumento diseñado para alcanzar determinados objetivos, en el que se definen en espacio y tiempo los medios utilizables para lograrlos. En él se contemplan en forma ordenada y coherente las metas, estrategias, políticas, directrices y tácticas, así como los instrumentos y acciones que se utilizarán para llegar a los fines deseados. Un plan es un instrumento dinámico sujeto a modificaciones en sus componentes, en función de la periódica evaluación de sus resultados.

**PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO:** Es la propuesta de desarrollo de largo plazo de una región, provincia, distrito o comunidad, que ha sido concertada entre todos los ciudadanos mediante mecanismos de participación ciudadana.

**PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL:** Instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio regional, constituido por un conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

**PLAN DE REASENTAMIENTO:** Documento de gestión que establece las acciones, las entidades intervinientes y sus responsabilidades, el plazo de ejecución y los costos, así como la información relacionada a la zona declarada de muy alto riesgo no mitigable, la evaluación de la población a reasentar de los predios afectados, el saneamiento físico legal de los predios a desocupar, el uso inmediato de las zonas desocupadas, la evaluación de la zona de acogida, los instrumentos disponibles para su ocupación segura.

**PREDIOS:** Bienes inmuebles referidos al suelo, subsuelo y sobresuelo, que están delimitados y tienen un área determinada, que puede ser vivienda o unidad habitacional, terreno o unidad inmobiliaria y otros.

**PRESUPUESTO PARTICIPATIVO:** Es una herramienta clave en la planificación y gestión de los espacios locales. Elaborarlo participativamente constituye un proceso de concertación social que expresa una amplia apertura democrática en la toma de decisiones para el desarrollo local y permite usar los recursos públicos de acuerdo con las potencialidades locales, prioridades de la población y la necesidad de desarrollar economías, generar empleo, reducir sustancialmente los niveles de pobreza y exclusión social y mejorar así la calidad de vida de los pobladores.

**PREVENCIÓN:** Proceso de la gestión del riesgo de desastres, que comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

**PROCESO DE ESTIMACIÓN DEL RIESGO:** Acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.

**PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA:** Toda intervención limitada en el tiempo que utiliza

total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios, cuyos beneficios se generan durante la vida útil del proyecto y son independientes de los de otros proyectos.

**REDUCCIÓN:** Proceso de la gestión del riesgo de desastres, que comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

**RESILIENCIA:** Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.

**RIESGO DE DESASTRE:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

**VULNERABILIDAD:** Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia. Se expresa en términos de 0 a 1.

**SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES:** 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, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres

## ANEXO N° 03

### Competencia según especialidad para la identificación y caracterización de peligros originados por dinámica interna de la tierra

#### 1. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de sismos

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y caracterización de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Experiencia y Conocimientos especializados en geofísica, geología geomorfología, geometría de fallas, tectónica de placas, generación de terremotos.	Físico	Geofísica General, Mecánica de Medios Continuos, Propagación de ondas, Procesamiento de señales geofísicas.
	Ingeniero geólogo	Geología General, Topografía General, Geomorfología, Geología de Campo, Geología Estructural, Geofísica General, Geología Histórica, Geofísica Aplicada, Geotectónica Geología de Campo I, Geología del Perú, Geología Aplicada a Construcciones.
	Geólogo	Geología del Perú, Mecánica de Suelos, Geología Estructural, Hidrogeología, Geotecnia I y II, Geología de Campo.
	Ingeniero civil	Geología, Topografía I y II, Mecánica de Suelos I y II, Hidrología General, Geología Aplicada
	Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía, Sedimentología, Edafología, Topografía Aplicada, Geomorfología del Perú, Seguridad Física, Geomorfología Aplicada, Geomorfología.
	Ingeniero Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía I y II, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Ing. Económica, Climatología, Geodesia I y II, Cartografía, SIG, Teledetección.
	Ingeniero de Minas	Geología General, Topografía General, Topografía Minera, Geología Estructural, Mecánica de Rocas y II, Fragmentación de Rocas, Mecánica de Suelos, Hidrogeología.
Otros profesionales que acrediten conocimiento y experiencia en temas relacionados a Sismos.		
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto Geofísico del Perú – IGP Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Instituto Geográfico Nacional - IGN Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudios e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## 2. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de tsunamis

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Experiencia y Conocimientos especializados en geofísica, dinámica de fluidos geofísicos, geometría de fallas, tectónica de placas, generación de terremotos.	Físico	Geofísica General, Mecánica de Medios Continuos, Propagación de ondas, Procesamiento de señales geofísicas. Dinámica de Fluidos Geofísicos.
	Ingeniero Pesquero	Oceanografía Física, Climatología.
	Ingeniero Mecánico de Fluidos	Geología, Hidrología, Aguas subterráneas, Drenaje. Oceanografía Física, Hidráulica Marítima y de Estuarios, Ingeniería de Recursos Hídricos, Hidrología Ambiental
	Geógrafo	Oceanografía, Climatología, Hidrografía, Hidrología
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y experiencia en temas y fenómenos relacionados al mar.	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto del Mar del Perú - IMARPE Instituto Tecnológico Pesquero del Perú - ITP Instituto Geofísico del Perú – IGP Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET Dirección de Hidrografía y Navegación - DHN Instituto Geográfico Nacional - IGN Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudios e Investigación Privados Cooperación Internacional		

### 3. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por volcanes

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Experiencia y Conocimientos especializados en Geología (tipos de suelo, topografía), geomorfología, geofísica, geometría de fallas, tectónica de placas.  Estudios relacionados a la Vulcanología.	Físico	Geofísica General, Mecánica de Medios Continuos, Propagación de ondas, Procesamiento de señales geofísicas.
	Geólogo	Geología del Perú, Mecánica de suelos, Geología Estructural, hidrogeología, Geotecnia I y II, Geología de campo.
	Ingeniero civil	Geología, Topografía I y II, Mecánica de Suelos I y II, Hidrología General, Geología Aplicada
	Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía, Sedimentología, Edafología, Topografía Aplicada, Geomorfología del Perú, Seguridad Física, Geomorfología Aplicada, Geomorfología
	Ingeniero Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía I y II, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Ing. Económica, Climatología, Geodesia I y II, Cartografía, SIG, Teledetección.
	Ingeniero de Minas	Geología General, Topografía General, Topografía Minera, Geología Estructural, Mecánica de Rocas I y II, Fragmentación de Rocas, Mecánica de Suelos, Hidrogeología.
	Ingeniero de Minas	Geología General, Topografía General, Topografía Minera, Geología Estructural, Mecánica de Rocas y II, Fragmentación de Rocas, Mecánica de Suelos, Hidrogeología.
Otros profesionales que acrediten conocimiento y experiencia en temas relacionados a la Vulcanología.		
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET Instituto Geofísico del Perú – IGP Instituto Geográfico Nacional - IGN Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

#### 4. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos de geodinámica externa de la tierra

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Conocimiento especializado en temas de Hidrología, Climatología, Meteorología, Geología, Meteorización, Geomorfología, Erosión, identificación de fallas.  Estudios Relacionados a la Inestabilidad de Laderas.	Físico	Geofísica General, Mecánica de Medios Continuos, Propagación de ondas, Procesamiento de señales geofísicas.
	Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía, Geomorfología Aplicada, Meteorología, Climatología, Fotointerpretación, Sedimentología, Edafología, Hidrología, Geografía Regional, Geografía de Areas de Montaña, Geomorfología del Perú, Seguridad Física, Cartografía
	Geólogo e Ingeniero Geólogo	Geología General, Topografía General, Geomorfología, Geología de Campo, Geología Estructural, Geofísica General, Geología Histórica, Geofísica Aplicada, Geotectónica, Geología de Campo I, Geología del Perú, Geología Aplicada a Construcciones
	Ingeniero Geógrafo	Geología, Geografía Física, Topografía I y II, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Ing. Económica, Climatología, Geodesia I y II, Cartografía, SIG, Teledetección.
	Ingeniero Ambiental	Edafología, Meteorología General, Geología, Topografía, Geografía Física, Cambios Climáticos.
	Ingeniero Civil	Geología, Topografía I y II, Mecánica de Suelos I y II, Hidrología General, Geología Aplicada.
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y experiencia en temas relacionados a Inestabilidad de Laderas.	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET Instituto Geofísico del Perú – IGP Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP Instituto Geográfico Nacional – IGN Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Autoridad Nacional del Agua – ANA Dirección de Hidrografía y Navegación - DHN Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## 5. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Conocimiento especializado en temas de, Hidrología, Geología, Meteorología, Climatología, Erosión, Topografía, geomorfología.	Físico	Geofísica General, Mecánica de Medios Continuos, Propagación de ondas, Procesamiento de señales geofísicas. Dinámica de Fluidos Geofísicos.
	Meteorólogo	Meteorología Básica, Física, dinámica, Climatología Aplicada, General, Geografía Física.
	Ing. Meteorólogo	Meteorología general, Climatología, micro meteorología, Cambios Climáticos, Climatología Urbana
	Geógrafo	Geología, Geografía Física, Geomorfología Aplicada, Meteorología, Climatología, Oceanografía, Edafogeografía, Hidrología, Geomorfología del Perú, Cartografía, Teledetección.
	Ingeniero Ambiental	Edafología, Meteorología General, Geología, Topografía, Geografía Física, Cambios Climáticos.
	Ingeniero Geólogo	Geología General, Topografía General, Geomorfología, Geología de Campo, Geología Estructural, Geofísica General, Geología Histórica, Geofísica Aplicada, Geotectónica, Geología de Campo I, Geología del Perú, Geología Aplicada a Construcciones
	Ingeniero Geógrafo	Geología, Geografía Física, Oceanografía y Limnografía, Topografía I y II, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Ing. Económica, Climatología, Geodesia I y II, Cartografía, SIG, Teledetección.
	Ingeniero Civil	Geología, Topografía I y II, Mecánica de Suelos I y II, Hidrología General, Geología Aplicada
	Ingeniero de Mecánica de Fluidos	Topografía, Dinámica de Fluidos, Hidráulica, Flujos, Meteorología, Geología, Hidrología, Aguas subterráneas, Drenaje. Oceanografía Física.
	Ingeniero Pesquero Oceanógrafo	Oceanografía física, Química, Geología, hidrodinámica en las zonas costeras, estudio del clima marítimo y oleajes.
Otros profesionales que acrediten conocimiento en temas relacionados a Inundaciones.		
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Instituto del Mar del Perú - IMARPE Empresa Nacional de Puertos - ENAPU Autoridad Nacional del Agua - ANA Dirección de Hidrografía y Navegación – DHN Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET Instituto Geofísico del Perú – IGP Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP Instituto Geográfico Nacional - IGN Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## 6. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos biológicos – plagas

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Conocimiento especializado en temas de Entomología	Agrónomo y/o Ingeniero Agrónomo	Entomología General, Anatomía y Fisiología de Insectos, Entomología Médica y Veterinaria
	Biólogo	Fisiología Vegetal, Biología General, Botánica, Zoología General, Botánica, Fisiología animal.
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y/o especialización en temas relacionados a la entomología.	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto del Mar del Perú – IMARPE Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú - SENASA Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Ministerio de Agricultura - MINAG Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## 7. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos biológicos – epidemia

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Conocimiento especializado en temas de Salud y estudios Epidemiológicos	Médico	Biología Celular y Molecular, Epidemiología Básica, Fisiopatología, Epidemiología De Enfermedades , Genética, Bioquímica
	Biología	Biotecnología, Microbiología.
	Bioquímico	Higiene y Microbiología, Inmunología, Microbiología, Bromatología, Fisiopatología
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y/o especialización en temas relacionados a la epidemiología.	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Instituto del Mar del Perú – IMARPE Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú - SENASA Autoridad Nacional del Agua - ANA Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA Ministerio de Salud - MINSA Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## 8. Profesionales competentes para la identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos biológicos - pandemias

Los profesionales con el perfil adecuado para la identificación y análisis de este peligro son:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Conocimiento especializado en temas de Salud y estudios de Pandemia.	Médico	Biología Celular y Molecular, Epidemiología Básica, Fisiopatología, Epidemiología de Enfermedades, Genética, Bioquímica
	Biología	Biotecnología, microbiología
	Bioquímico	Higiene y Microbiología, Inmunología, Microbiología, Bromatología, Fisiopatología
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y/o especialización en temas relacionados a pandemias.	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú - SENASA Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Instituto del Mar del Perú – IMARPE Autoridad Nacional del Agua - ANA Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA Ministerio de Salud - MINSA Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudio e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## ANEXO N° 04

### Competencia según especialidad para el análisis de la vulnerabilidad

#### 1. PROFESIONALES COMPETENTES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Los profesionales con el perfil adecuado para el análisis de la vulnerabilidad:

REQUERIMIENTOS	PROFESIONAL	CURSOS INCLUIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL
Experiencia y Conocimientos especializados sobre mantenimiento y evaluación del estado de la infraestructura urbana y rural, actividades económicas y productivas, análisis y comportamiento de la población, etc.	Agrónomo	Manejo y conservación de suelos, producción de cultivos, hortícola y frutícolas, evaluación de sistemas agrarios.
	Ing. Agrícola	Ingeniería de agua y medio ambiente, ingeniería de riesgo, geotecnia, zootecnia, proyectos de inversión, planificación, etc.
	Ing. Sanitario	Saneamiento ambiental, concreto armado, alcantarillado y drenaje fluvial, análisis de redes y fuentes de agua, tratamiento de desagüe, etc.
	Ing. Electricista, electrónico y/o telecomunicaciones	Instalaciones eléctricas, dispositivos electrónicos, telecomunicaciones, líneas de transmisión, electrónica industrial, etc.
	Ing. Civil	Geología, Topografía I y II, Mecánica de Suelos I y II, Hidrología General, Geología Aplicada, construcciones e infraestructura.
	Economista	Economía y políticas económicas de los sectores productivos, Formulación y evaluación de proyectos sociales, Gerencia financiera, Matemáticas financieras, etc.
	Otros profesionales que acrediten conocimiento y experiencia en temas relacionados al análisis de la vulnerabilidad	
<b>Instituciones del Estado involucradas</b>		
Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento – MVCS OSINERGMIN OEFA Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC Universidades Públicas		
<b>Instituciones Privadas de apoyo</b>		
Universidades Privadas Organismos No Gubernamentales – ONGs Centros de Estudios e Investigación Privados Cooperación Internacional		

## ANEXO N° 05

### Método Multicriterio

#### Proceso de análisis jerárquico

Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas.

La notación matemática sería:  $A = A_{ij}$

#### Para el cálculo de los pesos ponderados:

**Primero:** Se construye la matriz de comparaciones pareadas, el que mostraría la comparación entre criterios, sub criterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

**Segundo:** Construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

**Tercero:** El siguiente paso consiste en obtener el vector prioridad el cual nos mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calcula el vector columna:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{ci} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

### Para el cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Se pasa a la verificación de la posible existencia de consistencia entre los juicios expresados.

**Primero:** Multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

**Segundo:** Dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned} VSP_{11} / p_{C11} &= \lambda_1 \\ VSP_{12} / p_{C12} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ VSP_{1n} / p_{C1n} &= \lambda_n \end{aligned}$$

**Tercero:** Posteriormente se determina la lambda máxima  $\lambda_{max}$

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_{12} + \dots + \lambda_n) / n$$

Esto nos permite hallar el índice de consistencia

**Cuarto:** Calcular el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

**Quinto:** Determinar la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC / IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

<b>n</b>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>IA</b>	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10

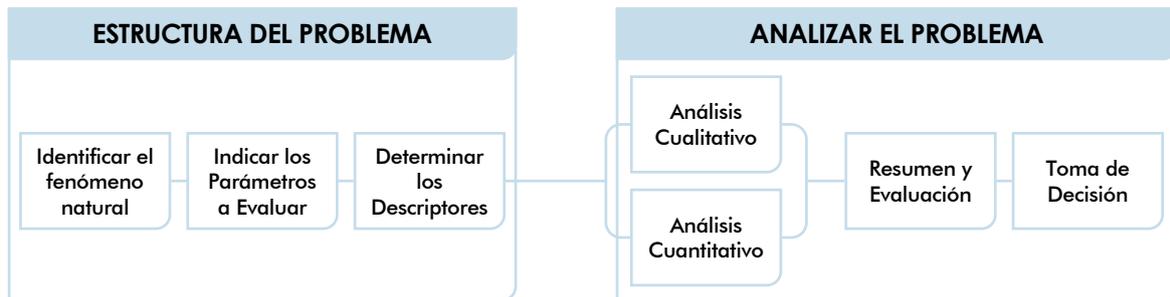
## ANEXO N° 06

### Proceso de Análisis Jerárquico

#### 1. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual.

#### GRÁFICA: Flujo metodológico a seguir para la toma de decisiones



Adaptado: Toskano (2005)

Permite combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo (Keeney, 1992). El punto central del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:

## ESCALA DE SAATY

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980)

Para obtener estos ponderados son necesarios respuestas (numéricas o verbales) a una serie de preguntas que comparan dos parámetros o dos descriptores a una serie de preguntas

Toskano (2005) presenta algunas de las ventajas del PAJ frente a otros métodos de Decisión Multicriterio y son:

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de equipos multidisciplinares y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Aplicaciones usuales del PAJ:

Planificación Estratégica	Formulación de Políticas
Planificación Territorial	Gestión Ambiental
Planificación por Escenarios	Análisis Costo - Beneficio
Evaluación de Planes	Formulación de Estrategias de Mercado
Optimización de Procesos	Asignación de Recursos, etc.

## 1. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DESCRIPTORES: CASO DE SISMO

**PASO 1:** Parámetros. Se identifican los parámetros que permitan caracterizar el fenómeno sísmico. En función del número de parámetros identificados tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

- Magnitud
- Intensidad
- Aceleración Natural del Suelo

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion del suelo
Magnitud de sismo			
Intensidad de sismo			
Aceleración natural del suelo			

**PASO 2:** Matriz de Comparación de Pares. Se realiza la comparación de pares para la determinación de la importancia relativa usando la escala de Saaty.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00		
Intensidad de sismo		1.00	
Aceleración natural del suelo			1.00

La comparación de dos parámetros de igual magnitud nos dará la unidad (1 : igual importancia).

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	
Intensidad de sismo	3.00	1.00	
Aceleración natural del suelo			1.00

La intensidad es 3 veces más importante que la magnitud (moderadamente más importante)

magnitud es 3 veces menos importante que la intensidad (moderadamente menos importante)

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	
Aceleración natural del suelo	1/5		1.00

La aceleración natural del suelo es 5 veces menos importante que la magnitud (menos importante)

La magnitud es 5 veces más importante que la aceleración natural del suelo (menos importante)

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	1/5	1/7	1.00

La aceleración natural del suelo es 7 veces menos importante que la intensidad (mucho menos importante)

La intensidad es 7 veces más importante que la aceleración natural del suelo (mucho más importante)

Terminada la comparación de pares tenemos la Matriz terminada.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	1/3	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	1/5	1/7	1.00

**PASO 3:** Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00
suma	4.200	1.476	13.000
1/suma	0.238	0.677	0.077

**PASO 4:** Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00
suma	4.200	1.476	13.000
1/suma	0.238	0.677	0.077

$0.238 \times 1.00 = 0.238$

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleracion natural del suelo
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077

**PASO 5:** Se determina el vector priorización (ponderación), mediante la suma promedio de cada fila. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo	VECTOR PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
Magnitud de sismo	0.238	0.226	0.385	0.283
Intensidad de sismo	0.714	0.677	0.538	0.643
Aceleración natural del suelo	0.048	0.097	0.077	0.074
	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.238 + 0.226 + 0.385) / 3 = 0.283La$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

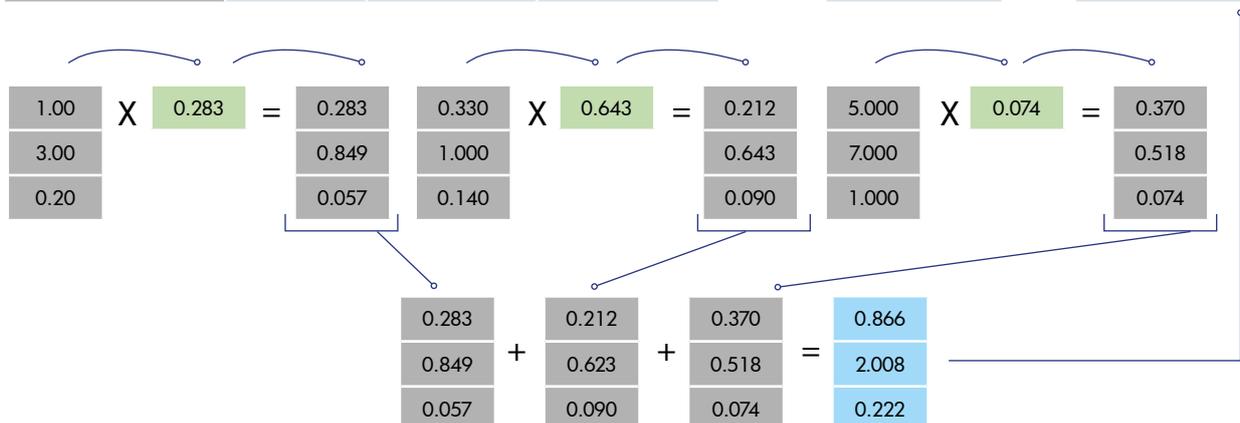
	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Magnitud de sismo	0.238	28.30%
Intensidad de sismo	0.643	64.30%
Aceleración natural del suelo	0.074	7.40%

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

**Paso 1: Hallando el Vector Suma Ponderada.** Se obtiene por una multiplicación de matrices.

PARAMETRO	Magnitud de sismo	Intensidad de sismo	Aceleración natural del suelo		Vector Priorización (Ponderación)	=	Vector Suma Ponderada
Magnitud de sismo	1.00	0.33	5.00	X	0.283	=	0.866
Intensidad de sismo	3.00	1.00	7.00		0.643		2.008
Aceleración natural del suelo	0.20	0.14	1.00		0.074		0.222



**Paso 2: Hallando  $\lambda_{\max}$**  Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el Vector de Priorización.

Vector Suma Ponderada	÷	Vector Priorización (Ponderación)	=	$\lambda_{\max}$
0.866		0.283		3.060
2.008		0.643		3.123
0.222		0.074		3.000

$$\lambda_{\max} = \frac{3.060+3.123+3.000}{3} = 3.061$$

**Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC)**

$$IC = \frac{3.061-3}{3-1} = 0.0305$$

**Paso 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)**

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.0305}{0.525} = 0.058$$

Nota: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

## 2. PONDERACIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO MAGNITUD DE SISMO.

**PASO 1: Descriptores.** Se identifican los descriptores del parámetro magnitud. Los descriptores se ordenan en forma descendente del más desfavorable al menos desfavorable. En función del número de descriptores tendremos el número de filas y columnas de la matriz de ponderación (matriz cuadrada).

- Mayor a 8.0: Grandes terremotos
- 6.0 a 7.9: sismo mayor
- 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad
- 3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente
- Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00

**PASO 2:** Los valores de la matriz deben estar en decimales para una facilidad en el cálculo de la ponderación. Se suma cada columna de la matriz para obtener la inversa de las sumas totales.

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/ Suma	0.56	0.21	0.10	0.6	0.04

**PASO 3:** Matriz de Normalización. Se elabora la matriz multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de su columna correspondiente. Debe cumplir que la suma de cada columna debe ser igual a la unidad.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.40	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.560 + 0.642 + 0.524 + 0.429 + 0.360) / 5 = 0.503$$

Indica la importancia (peso) de cada parámetro en la determinación del nivel de peligro.

	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	PORCENTAJE
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	0.503	50.30%
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.260	26.00%
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.134	13.40%
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.068	6.80%
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.035	3.50%

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

**Paso 1: Hallando el Vector Suma Ponderada.** Se obtiene por una multiplicación de matrices.

DESCRIPTORES	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	6.0 a 7.9: sismo mayor	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	VECTOR SUMA PONDERADA
Mayor a 8.0: Grandes terremotos.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	0.503	2.743
6.0 a 7.9: Sismo mayor.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	0.260	1.414
4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	0.134	0.599
3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente.	0.14	0.20	0.35	1.00	3.00	0.068	0.341
Menor a 3.4: No es sentido en general pero es registrado por sismógrafos.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00	0.035	1.777

**Paso 2: Hallando  $\lambda_{max}$**  Se determina al dividir los valores del Vector Suma ponderada y el Vector de Priorización.

VECTOR SUMA PONDERADA	÷	VECTOR PRIORIZACION (PONDERACIÓN)	=	$\lambda_{max}$
2.743		0.503		5.453
1.414		0.260		5.438
0.599		0.134		5.216
0.341		0.068		5.015
1.777		0.035		5.057

$$\lambda_{max} = \frac{5.453+5.438+5.216+5.015+5.057}{5} = 5.2358$$

### Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC)

$$RC = \frac{5.2358-5}{5-1} = 0.058$$

### Paso 4: Hallando la relación de Consistencia (RC)

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.058}{1.115} = 0.052$$

NOTA: Los Valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n", obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno – Jiménez, 2001), son:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

### 3. CUADRO FINAL DE PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO Y SUS DESCRIPTORES

PARÁMETRO		MAGNITUD DE SISMO	PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRPTORES	S1	Mayor a 8.0: Grandes terremotos	PS1	0.503
	S2	6.0 a 7.9: Sismo mayor	PS2	0.260
	S3	4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad	PS3	0.134
	S4	3.5 a 4.4: Sentido por mucha gente	PS4	0.068
	S5	Menor a 3.4: No es sentido generalmente pero es registrado por sismógrafos	PS5	0.035

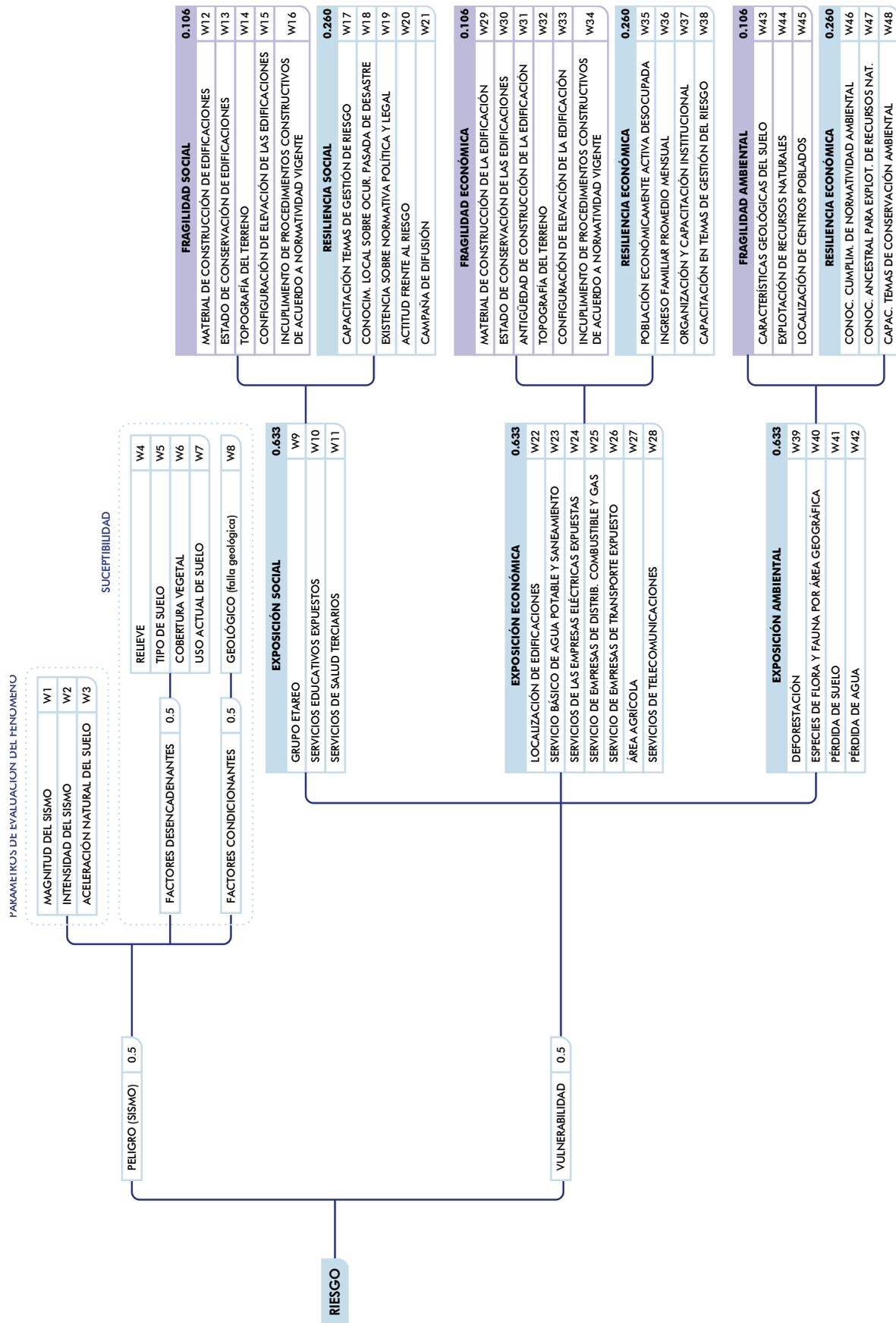
Fuente: Escala de Richter - IGP

Donde:

**S1, S2, S3, S4 y S5:** Descriptores del parámetro MAGNITUD DE SISMO

**PS1, PS2, PS3, PS4 y PS5:** Pesos ponderados de los descriptores

## 2. Flujoograma de Escalamiento de Riesgo



Fuente: CENEPRED

## HOJA DE CÁLCULO DEL ANEXO N°6

### Proceso de Análisis Jerárquico

#### MATRIZ DE 3x3 (03 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

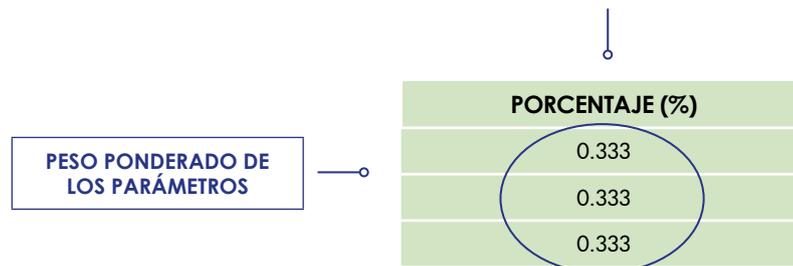
#### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3
A1	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00
SUMA	3.00	3.00	3.00
1/SUMA	0.33	0.33	0.33

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.333	0.333	0.333	0.333
A2	0.333	0.333	0.333	0.333
A3	0.333	0.333	0.333	0.333
	1.000	1.000	1.000	1.000



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### HALLANDO EL $\lambda_{max}$

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	3.000
	3.000
	3.000
<b>SUMA</b>	9.000
<b>PROMEDIO</b>	3.000

**ÍNDICE DE CONSISTENCIA**  
RELACIÓN DE CONSISTENCIA  $< 0.1$  (\*)

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analizar los criterios en la matriz de comparación de pares

(\*) Para determinar el índice aleatorio que ayuda a determinar la relación de consistencia se utilizó la tabla obtenida por Aguarón y Moreno, 2001. Donde "n" es el número de parámetros en la matriz.

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>IA</b>	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

### MATRIZ DE 4x4 (04 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

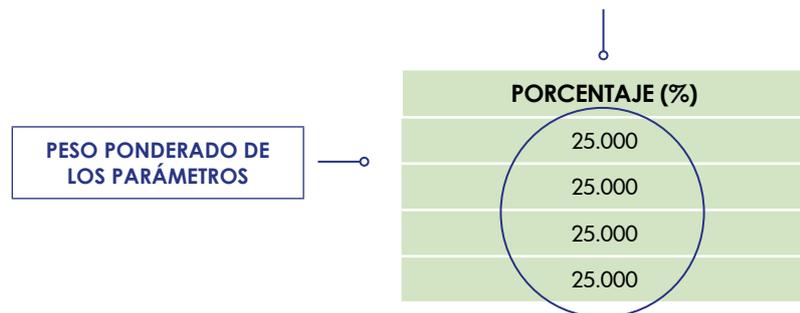
**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4
A1	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00
SUMA	4.00	4.00	4.00	4.00
1/SUMA	0.25	0.25	0.25	0.25

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A2	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A3	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
A4	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### Hallando el Vector suma Ponderado

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES				VECTOR SUMA PONDERADA
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000
0.250	0.250	0.250	0.250	1.000

### Hallando El $\lambda$ max

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	4.000
	4.000
	4.000
	4.000
<b>SUMA</b>	16.000
<b>PROMEDIO</b>	4.000

**ÍNDICE DE CONSISTENCIA**  
**RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (\*)**

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

### MATRIZ DE 5x5 (05 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	adsolutamente o muchisimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muschisimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchisimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muschisimo menos importante o preferido que el segundo
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

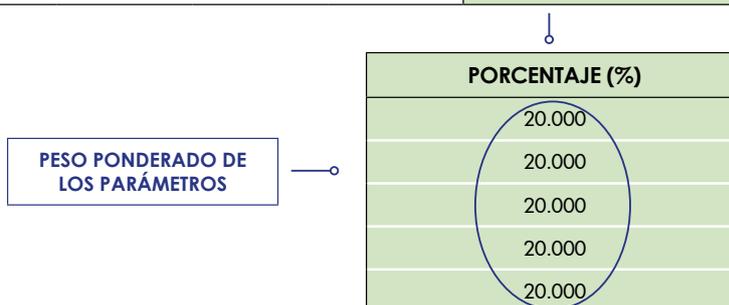
### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SUMA	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
1/SUMA	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A2	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A3	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A4	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
A5	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### Hallando el Vector suma Ponderado

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES				VECTOR SUMA PONDERADA
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000
0.200	0.200	0.200	0.200	1.000

### Hallando El $\lambda$ max

	VECTOR SUMA PONDERADO/VECTOR PRIORIZACIÓN
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
	5.000
<b>SUMA</b>	25.000
<b>PROMEDIO</b>	5.000

**ÍNDICE DE CONSISTENCIA**  
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (\*)

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

### MATRIZ DE 6x6 (06 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

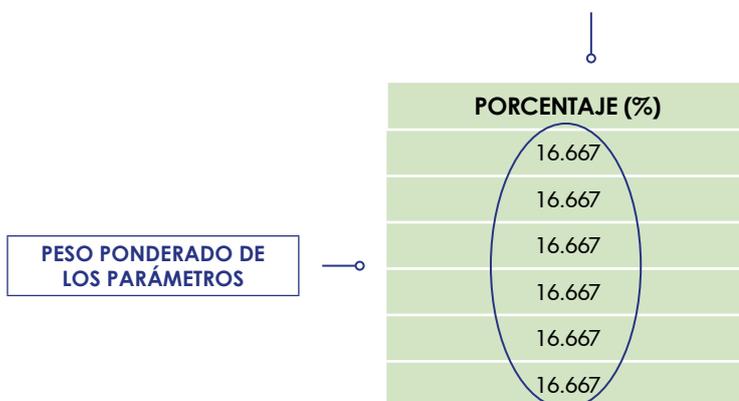
### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUMA	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
1/SUMA	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A2	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A3	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A4	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A5	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
A6	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000
0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000

## HALLANDO EL $\lambda$ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
	6.000
<b>SUMA</b>	36.000
<b>PROMEDIO</b>	6.000

**ÍNDICE DE CONSISTENCIA**  
**RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (\*)**

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analiza los criterios en la matriz de comparación de pares

### MATRIZ DE 7x7 (07 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

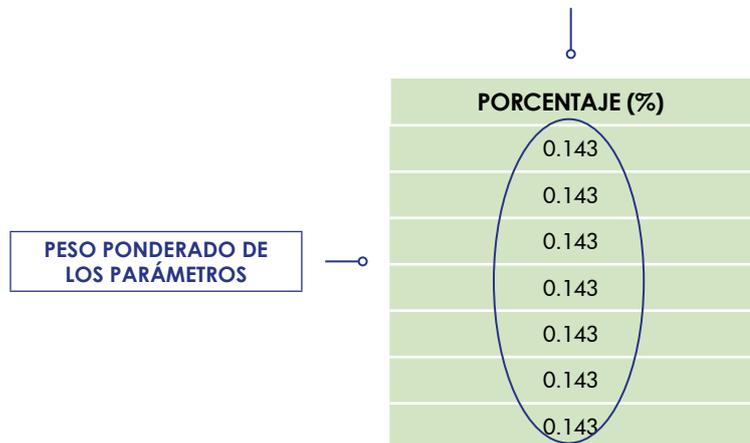
**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUMA	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
1/SUMA	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A2	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A3	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A4	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A5	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A6	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
A7	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES							VECTOR SUMA PONDERADA
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	1.000

### HALLANDO EL $\lambda$ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
	7.000
<b>SUMA</b>	49.000
<b>PROMEDIO</b>	7.000

### ÍNDICE DE CONSISTENCIA RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (\*)

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analiza los criterios en la matriz de comparación de pares

### MATRIZ DE 8x8 (08 parámetros)

**Paso 01:** En la matriz de comparación de pares se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro. Para la selección de los valores se usa la escala desarrollada por Saaty. La escala ordinal de comparación se mueve entre valores de 9 y 1/9.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

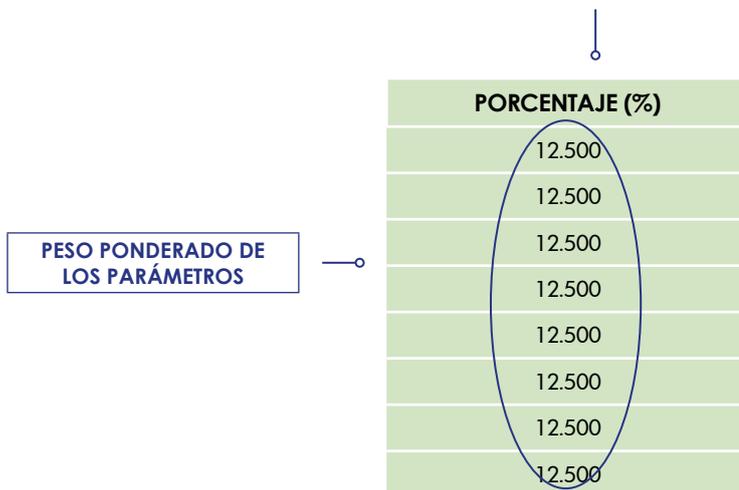
**Paso 02:** El análisis se inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será la unidad por ser una comparación entre parámetros de igual magnitud. Se introducen los valores en las celdas de color rojo y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas azules (debido a que el análisis es inverso).

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUMA	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
1/SUMA	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125

**Paso 03:** La matriz de normalización nos muestra el vector de priorización (peso ponderado). Indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno.

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	VECTOR PRIORIZACIÓN
A1	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A2	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A3	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A4	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A5	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A6	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A7	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
A8	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



**Paso 04:** Se calcula la Relación de Consistencia, el cual debe ser menor al 10% ( $RC < 0.1$ ), lo que nos indicara que los criterios utilizados para la comparación de pares son los más adecuados.

### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES							VECTOR SUMA PONDERADA
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	1.000

### HALLANDO EL $\lambda$ MAX

	VECTOR SUMA PONDERADO/ VECTOR PRIORIZACIÓN
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
	8.000
<b>SUMA</b>	64.000
<b>PROMEDIO</b>	8.000

### ÍNDICE DE CONSISTENCIA RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (\*)

<b>IC</b>	0.000
<b>RC</b>	0.000

El valor del coeficiente debe ser menor a 0.1. Si el coeficiente es mayor a 0.1 se debe volver a analiza los criterios en la matriz de comparación de pares

## ANEXO N°7

### Determinación del valor del riesgo

Para el análisis por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) se debe construir una base de datos que contiene gran cantidad de información (cuantitativa y cualitativa), para entenderlo didácticamente se indicara un ejemplo sencillo aplicado a una fila de la base de datos, el motivo es la automatización que proporciona el SIG.

Para determinar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos, se indican los siguientes pasos generales que están en función de la información existente en el área de estudio (parámetros a evaluar del fenómeno natural).

**Paso 01:** Para el caso de tsunamis. Se determinan los parámetros a evaluar y sus correspondientes descriptores. Luego se calcula el valor del peligro (pesos ponderados).

$$\sum_{i=1}^n \text{Fenomeno}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FENÓMENO						
GRADO DE TSUNAMI		MAGNITUD DE TSUNAMI		INTENSIDAD DE TSUNAMI		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.283	0.260	0.634	0.503	0.074	0.134	0.407

**Paso 02:** Se analiza la susceptibilidad del ámbito geográfico expuesto. Se consideran los factores condicionantes y desencadenantes (pesos ponderados).

$$\sum_{i=1}^n \text{Factor}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

### FACTOR CONDICIONANTES

RELIEVE		TIPO DE SUELO		COBERT. VEGET. EXPUEST.		USO ACTUAL DE SUELOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.145	0.035	0.515	0.260	0.058	0.134	0.282	0.260	0.220

### FACTORES DESENCADENANTES

RELIEVE		TIPO DE SUELO		COBERT. VEGET. EXPUEST.		VALOR
HIDROMETEOROLÓGICOS		GEOLÓGICO		INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA		
0.106	0.035	0.633	0.503	0.260	0.035	0.365

**Paso 03:** La susceptibilidad se obtiene al sumar los valores de los factores condicionantes y desencadenantes (los pesos ponderados para ambos es de 0.5).

*Fac. Condicionante. Peso + Fac Descadenante. Peso = Valor*

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESCENCADENANTE		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.220	0.50	0.365	0.50	0.292

**Paso 04:** El valor de peligrosidad se muestra en el cuadro siguiente.

*Fenomeno. Peso + Susceptibilidad. Peso = Valor*

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESCENCADENANTE		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.407	0.50	0.292	0.50	0.350

**Paso 05:** La vulnerabilidad se analiza para la dimensión social, económica y ambiental.

## SOCIAL

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN SOCIAL						
GRUPO ETARIO		SERV. EDUCATIVOS EXPUESTOS		SERV. DE SALUD TERCARIOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.280	0.503	0.106	0.260	0.633	0.134	0.243

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD SOCIAL										
MATER. CONTRUC. DE EDIFICACIONES		ESTADO CONSERV. EDIFICACIONES		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO		SERV. EDUCATIVOS EXPUESTOS		SERV.DE SALUD TERCIARIOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.042	0.503	0.317	0.260	0.133	0.260	0.078	0.134	0.430	0.134	

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Social}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA SOCIAL										
CAPACIT. EN TEMAS DE GESTIÓN DEL REGISTRO		CONOC. LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLITICA Y LEGAL		ACTITUD FRENTE AL RIESGO		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.285	0.503	0.152	0.260	0.096	0.260	0.421	0.134	0.046	0.134	

*Exposición Social. Peso + Fragilidad Social. Peso + Resiliencia Social = Valor*

EXPOSICIÓN SOCIAL	PESO	FRAGILIDAD SOCIAL	PESO	RESILIENCIA SOCIAL	PESO	VALOR
0.243	0.503	0.206	0.106	0.270	0.260	0.246

## ECONÓMICA

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Economica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN ECONÓMICA														
LOCALIZACIÓN EDIFICACIONES		SERVIC. DE AGUA Y SANEAMIENTO		SERVIC. DE EMPRESAS ELÉCTRICAS		SERVIC. DISTRIB. COMBUSTIBLE		SERVIC. DE TRANSPORTE EXPUESTO		ÁREA AGRÍCOLA		SERV. TELECOMUNICACIÓN		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.063	0.503	0.121	0.260	0.050	0.260	0.089	0.134	0.219	0.134	0.14	0.134	0.318	0.503	

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Económica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD ECONÓMICA												
MAT. CONTRUC. EDIFICACIONES		ESTADO CONSER. EDIFIC		ANTIGÜEDAD EDIFICACIONES		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO		ELEVACIÓN DE EDIFICACIONES		INCUMPLI. DE PROCED. CONSTRUCTIVOS		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.236	0.503	0.111	0.134	0.068	0.035	0.156	0.260	0.044	0.260	0.386	0.503	

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA ECONÓMICA								
POBL. ECONO. ACTIV. DESOCUPADA		INGRES. FAMIL. PROM. MENSUAL		ORGANIZ. Y CAPACIT. INSTITUCIONAL		CAPACIT. EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.159	0.503	0.501	0.134	0.077	0.035	0.263	0.035	

*Exposición Económica. Peso + Fragilidad Económica. Peso + Resiliencia Económica = Valor*

EXPOSICIÓN ECONÓMICA		FRAGILIDAD ECONÓMICA		RESILIENCIA ECONÓMICA		VALOR
0.296	0.633	0.382	0.106	0.159	0.260	0.269

## AMBIENTAL

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICIÓN AMBIENTAL								
DEFORESTACIÓN		ESPEC. FLORA Y FAUNA		PERDIDA DE SUELO		PERDIDA DE AGUA		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.501	0.503	0.077	0.134	0.263	0.035	0.159	0.260	0.313

$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD AMBIENTAL						
CARACT. GEOLOG. DEL SUELO		EXPLOT. RECUR. NATURALES		LOCALIZACIÓN CENTROS POBL.		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.283	0.503	0.074	0.134	0.643	0.035	0.175

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA AMBIENTAL						
CONOC. Y CUMPLIM. NORMATIV. AMBIENTAL		CONOCIMIENT. ANCESTRAL PARA EXPLOT. RECURSOS NATURALES		CAPACT. TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL		VALOR
PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	PARÁMETRO	DESCRIPTOR	
0.633	0.503	0.106	0.134	0.260	0.035	0.342

*Exposición Ambiental. Peso + Fragilidad Ambiental. Peso + Resiliencia Ambiental = Valor*

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	PESO	FRAGILIDAD AMBIENTAL	PESO	RESILIENCIA AMBIENTAL	PESO	VALOR
0.313	0.633	0.175	0.106	0.342	0.260	0.305

El valor de la vulnerabilidad es:

*Vulnerabilidad = Social. Peso + Económica. Peso + Ambiental = Valor*

SOCIAL	PESO	ECONÓMICA	PESO	AMBIENTAL	PESO	VALOR
0.313	0.633	0.175	0.106	0.342	0.260	0.305

**Paso 06:** El riesgo se obtiene

PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	VALOR RIESGO
0.350	0.258	0.090

Este es el valor de riesgo para una fila, lo mismo se automatiza en la base de dato SIG asociado a cada polígono.

## ANEXO N°8

### Formato para la elaboración de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos

#### 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FORMATO DE LOS MAPAS DE PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGO

El formato y características de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo se elaboran según las normas técnicas establecidas por el Instituto Geográfica Nacional (IGN), por ser el organismo competente del Estado para normar las actividades geográfico-cartográficas en el ámbito nacional en su calidad de ente rector de la cartografía del Perú.

Para la evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural, que consiste en la identificación y análisis de elementos expuestos (infraestructura urbana y rural, actividades económicas, población, recursos naturales, etc.) y su vulnerabilidad ante la ocurrencia de fenómenos naturales, las escalas más adecuadas para la Gestión del Riesgo de Desastres son:

ESCALAS				
1 / 25 000	1 / 10 000	1 / 5 000	1 / 2 500	1 / 1 000

La selección de estas escalas se fundamenta en los siguientes criterios generales:

- La escala del mapa estará de acuerdo a la orientación o fin que persigue el mapa a generar. Lo que se busca es la identificación de los elementos expuestos (número y/o metraje de lotes o manzanas urbanas, hectáreas agrícolas, tramos del sistema vial, etc.), para la adecuada cuantificación y cálculo de los posibles daños económicos y personales (población vulnerable).
- De acuerdo al fenómeno de origen natural recurrente, como es el caso de movimientos en masas e inundaciones. Nos ayudará a delimitar las dimensiones espaciales de las zonas de inundación para un cauce normal y extremo (información histórica) y las dimensiones espaciales de las áreas urbanas o rurales expuestas, lo mismo que para los movimientos en masas.
- El rango de escalas de los mapas generados (peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos) se convertirían en herramientas técnicas útiles para la planificación y/o el ordenamiento territorial a nivel local.

## 2. INFORMACIÓN GENERAL EN EL MAPA

Sistema de Proyección:

Zona UTM:

Datum Horizontal:

Datum Vertical:

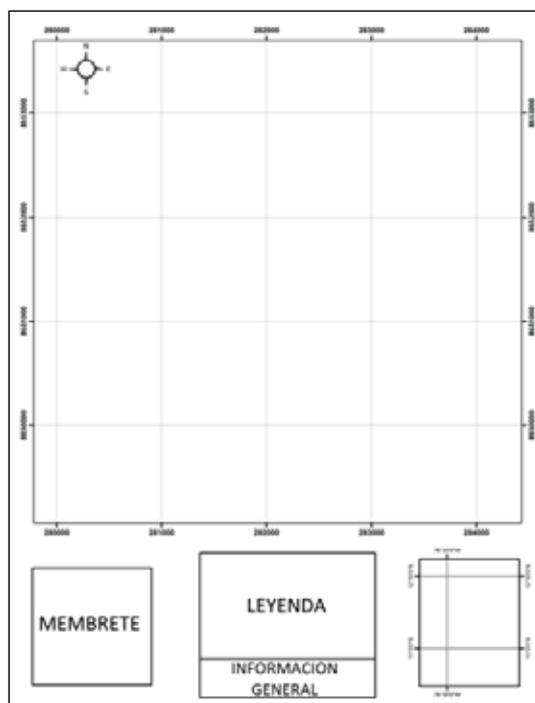
Escala Gráfica:

Escala Numérica:

Fuente de Información:

## 3. FORMATO DEL MAPA

La forma y tamaño del mapa así como la distribución de la información que contiene el mapa, estará en función de la forma del área cartografiada, sin embargo en la medida de lo posible se tratará de utilizar un formato vertical que contenga la siguiente información:



## 4. DEL PROCEDIMIENTO TÉCNICO

Para la elaboración de los mapas del nivel de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo, el CENEPRED generará guías metodológicas, las cuales permitan orientar a las diferentes entidades la confección de dichos mapas.

## ANEXO N°9

### Gráficos, imágenes y cuadros

#### Gráficos:

- GRÁFICO 1: Mapa del nivel de peligrosidad por flujos piroclásticos
- GRÁFICO 2: Clasificación de peligros
- GRÁFICO 3: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales
- GRÁFICO 4: Metodología general para la determinación de los niveles de peligrosidad
- GRÁFICO 5: Información hidrográfica mostrada por el SIGRID.
- GRÁFICO 6: Cartografía digital proporcionada por el SIGRID.
- GRÁFICO 7: Parámetros para la identificación y caracterización del peligro
- GRÁFICO 8: Sismo originado por una falla geológica
- GRÁFICO 9: Onda primaria o longitudinal
- GRÁFICO 10: Onda secundaria o transversal
- GRÁFICO 11: Onda Love
- GRÁFICO 12: Onda Rayleigh
- GRÁFICO 13: Ondas superficiales y corpóreas (o cuerpo)
- GRÁFICO 14: Tipos de ondas sísmicas
- GRÁFICO 15: Propagación de ondas sísmicas en dos medios diferentes
- GRÁFICO 16: Reflexión y refracción de ondas sísmicas
- GRÁFICO 17: Disminución de la amplitud de onda y su energía al aumentar la distancia al hipocentro
- GRÁFICO 18: Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos
- GRÁFICO 19: Propagación de una onda esférica
- GRÁFICO 20: Parámetros físicos de una onda sinusoidal
- GRÁFICO 21: Comparación de dos ondas sinusoidales
- GRÁFICO 22: Parámetros de evaluación para sismos
- GRÁFICO 23: Fases de la generación de un tsunami y su llegada a la costa
- GRÁFICO 24: Movimiento de las moléculas de agua en las olas
- GRÁFICO 25: Formación de olas
- GRÁFICO 26: Reflexión de las olas ante un obstáculo
- GRÁFICO 27: Mecanismo de formación de un tsunami
- GRÁFICO 28: Parámetros de una onda sinusoidal
- GRÁFICO 29: Esquema de las ondas producidas por un tsunami en su llegada a la costa, mostrando su amplitud y longitud de onda
- GRÁFICO 30: Causas que provocan un tsunami
- GRÁFICO 31: Esquema de generación de un tsunami producido por un sismo asociado al movimiento tectónico de una falla de compresión o inversa
- GRÁFICO 32: Llegada de un tsunami a la costa
- GRÁFICO 33: Tsunami generado por erupción volcánica submarina
- GRÁFICO 34: Tsunami generado por deslizamiento
- GRÁFICO 35: Parámetros de evaluación de un tsunami
- GRÁFICO 36: Elementos básicos considerados en la escala de magnitud Inamura-Lida
- GRÁFICO 37: Partes de un volcán
- GRÁFICO 38: Clasificación de volcanes por su tipo de erupción
- GRÁFICO 39: Alteración atmosférica por emisiones volcánicas
- GRÁFICO 40: Alcance de los diversos materiales emitidos por una erupción volcánica
- GRÁFICO 41: 1 Dirección del viento, 2 salida en chorro de la columna, 3 caída de bombas, 4 ascenso adiabático de la columna, 5 dispersión por el viento, 6 caída de cenizas, 7 depósitos de cenizas, 8 colapso parcial de la columna y formación del flujo piroclástico, que se desliza por la ladera
- GRÁFICO 42: La violencia de las erupciones (explosividad) se mide en función de la cantidad de material emitido y la altura alcanzada por la columna. 1 Hawaiiana, 2 Stromboliana, 3 Vulcaniana, 4 Subpliniana, 5 Pliniana, 6 Ultraplinaiana
- GRÁFICO 43: Parámetros de evaluación ante la erupción volcánica
- GRÁFICO 44: Proceso de movimiento en masas
- GRÁFICO 45: Etapas de erosión del suelo
- GRÁFICO 46: Parámetros de evaluación de la erosión del suelo

- GRÁFICO 47: Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación
- GRÁFICO 48: Parámetros de evaluación de inundaciones
- GRÁFICO 49: Llanura de inundación afectada por actividades humanas
- GRÁFICO 50: Interrelaciones entre los diversos tipos de sequía, en función del tiempo
- GRÁFICO 51: Parámetros de evaluación de la sequía
- GRÁFICO 52: Erosión del suelo por efecto de las lluvias
- GRÁFICO 53: Efectos del impacto y salpicadura de un salto en la cabecera de un barranco: 1) perfil original, 2) porción a desplomarse, 3) línea de ruptura y 4) socavadura.
- GRÁFICO 54: Tipos de erosión hídrica
- GRÁFICO 55: Procesos de erosión por salpicadura y laminar
- GRÁFICO 56: Transporte de material desde la parte alta de la cuenca debido a las lluvias
- GRÁFICO 57: Parámetros de evaluación de la erosión del suelo
- GRÁFICO 58: Esquema de enfriamiento nocturno. Sobre las pendientes de colina, el aire más denso se coloca en el fondo del valle, creando un "cinturón termal" de aire más caliente entre el aire inferior más frío y el aire superior más frío
- GRÁFICO 59: Emisión de energía al espacio favorece las heladas por radiación
- GRÁFICO 60: Anomalía de temperatura mínima muy severa, mes de julio 1981-2010
- GRÁFICO 61: Parámetros de evaluación por descenso de temperatura
- GRÁFICO 62: Factores condicionantes del peligro
- GRÁFICO 63: Factores desencadenantes del peligro
- GRÁFICO 64: Flujograma para la definición de escenarios
- GRÁFICO 65: Peligrosidad Social. Flujo de lahares del volcán Ubinas. Arequipa. Servicios educativos y de salud expuestos.
- GRÁFICO 66: Peligrosidad Económica. Aéreas de cultivos y la ciudad de Tarapoto (A). Peligrosidad por inundaciones (B).
- GRÁFICO 67: Peligrosidad Ambiental. Zona deforestada en Huaypetue Madre de Dios. Precipitación acumulada (set-may)
- GRÁFICO 68: Mapa de Peligro a nivel de manzanas – Distrito Chorrillos
- GRÁFICO 69: Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia
- GRÁFICO 70: Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad
- GRÁFICO 71: Exposición Social
- GRÁFICO 72: Exposición económica
- GRÁFICO 73: Exposición Ambiental
- GRÁFICO 74: Flujograma general para la generación del mapa de niveles de vulnerabilidad
- GRÁFICO 75: Mapa de Vulnerabilidad a nivel de manzanas – Distrito Chorrillos
- GRÁFICO 76: Plano cartesiano
- GRÁFICO 77: Mapa de Riesgo a nivel de manzanas – Distrito Chorrillos

## Imágenes:

- IMAGEN 1: Servicios esenciales.
- IMAGEN 2: Sismo ocurrido en Pisco – Perú
- IMAGEN 3: Efectos de ondas sísmicas en edificaciones
- IMAGEN 4: Volcán Ubinas - Perú
- IMAGEN 5: Tipos de magma volcánico
- IMAGEN 6: Deslizamiento de tierra sepulta parte de una autopista en Taiwán
- IMAGEN 7: Área urbana inundada
- IMAGEN 8: Desborde del río Utcubamba
- IMAGEN 9: Inundación fluvial afecta viviendas en Xeren, Duque de Caxias - Rio de Janeiro
- IMAGEN 10: Sequía afecta cultivos en Moquegua
- IMAGEN 11: Sequía meteorológica modifica el ecosistema del área afectada
- IMAGEN 12: Sequía agrícola afecta cultivos
- IMAGEN 13: Sequía ocasiona pérdidas económicas
- IMAGEN 14: Factores condicionantes del peligro
- IMAGEN 15: Factores desencadenantes del peligro
- IMAGEN 16: Edificaciones expuestas y susceptibles a un peligro de origen natural
- IMAGEN 17: Viviendas inadecuadas o precarias en el centro de Lima

IMAGEN 18: Organización de Instituciones educativas ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud

IMAGEN 19: Especialistas de Instituciones Técnico-Científicas

## Cuadros:

CUADRO 01: Tipos de análisis cuantitativos de peligros

CUADRO 02: Ámbitos geográficos expuestos al impacto de diversos fenómenos de origen natural

CUADRO 03: Escala de intensidad de Mercalli Modificada, 1999

CUADRO 04: El terremoto de Pisco 2007 en la Escala de Mercalli Modificada (Tavera, 2008)

CUADRO 05: Magnitud del sismo

CUADRO 06: Intensidad del sismo

CUADRO 07: Aceleración natural del suelo

CUADRO 08: Escala de magnitud de Wiegel (Inamura-Lida)

CUADRO 09: Escala de intensidad de tsunamis de Soloviev

CUADRO 10: Grado de tsunami - Wiegel

CUADRO 11: Magnitud del sismo

CUADRO 12: Intensidad de tsunami (Soloviev)

CUADRO 13: Erupciones explosivas

CUADRO 14: Erupciones efusivas

CUADRO 15: Índice de explosividad volcánica

CUADRO 16: Volumen de material expulsado

CUADRO 17: Alcance que recorre el flujo de material

CUADRO 18: Índice de explosividad volcánica (IEV)

CUADRO 19: Tipos de movimientos en masas

CUADRO 20: Textura de suelo

CUADRO 21: Pendiente

CUADRO 22: Erosión

CUADRO 23: Velocidad de desplazamiento

CUADRO 24: Precipitación anómalas positivas

CUADRO 25: Cercanía a una fuente de agua

CUADRO 26: Intensidad media en una hora (mm/h)

CUADRO 27: Índice de Severidad de Sequia de Palmer

CUADRO 28: Índice de Precipitación Estandarizado

CUADRO 29: Índice de severidad de Palmer - ISSP

CUADRO 30: Precipitación anómalas negativas

CUADRO 31: Índice estandarizado de precipitación - IPE

CUADRO 32: Índice de severidad de Palmer - ISSP

CUADRO 33: Grados de intensidad de la erosión hídrica

CUADRO 34: Índice de riesgo de erosión

CUADRO 35: Pérdida de suelo por erosión laminar

CUADRO 36: Bajas temperaturas

CUADRO 37: Altitud (m.s.n.m.)

CUADRO 38: Nubosidad

CUADRO 39: Relieve

CUADRO 40: Tipo de suelo

CUADRO 41: Cobertura vegetal

CUADRO 42: Uso actual de suelos

CUADRO 43: Hidrometeorológicos

CUADRO 44: Geológico

CUADRO 45: Inducido por la acción humana

CUADRO 46: Población por grupo etario

CUADRO 47: Viviendas – Infraestructura

CUADRO 48: Instituciones Educativas - Infraestructura

CUADRO 49: Instituciones Educativas – Población escolar

CUADRO 50: Establecimiento de Salud- Infraestructura

CUADRO 51: Establecimiento de Salud– Personal de salud

CUADRO 52: Servicios básicos expuestos

CUADRO 53: Sistemas de telecomunicación potencialmente afectado

- CUADRO 54: Infraestructura y elementos esenciales expuestos
- CUADRO 55: Edificios públicos potencialmente afectados
- CUADRO 56: Actividad extractiva o actividad económica primaria
- CUADRO 57: Recursos naturales
- CUADRO 58: Matriz de Peligro
- CUADRO 59: Grupo etario
- CUADRO 60: Servicios educativos expuestos
- CUADRO 61: Servicios de salud terciarios
- CUADRO 62: Material de construcción de la edificación
- CUADRO 63: Estado de conservación de la edificación
- CUADRO 64: Topografía del terreno
- CUADRO 65: Configuración de elevación de la edificaciones
- CUADRO 66: Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente
- CUADRO 67: Capacitación en temas de Gestión del Riesgo
- CUADRO 68: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres
- CUADRO 69: Existencia de normatividad política y local
- CUADRO 70: Actitud frente al riesgo
- CUADRO 71: Campaña de difusión
- CUADRO 72: Localización de la edificación
- CUADRO 73: Servicio básico de agua potable y saneamiento
- CUADRO 74: Servicios de las empresas eléctricas expuestas
- CUADRO 75: Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas
- CUADRO 76: Servicio de empresas de transporte expuesto
- CUADRO 77: Área agrícola
- CUADRO 78: Servicios de telecomunicaciones
- CUADRO 79: Material de construcción de la edificación
- CUADRO 80: Estado de conservación de las edificación
- CUADRO 81: Antigüedad de construcción de la edificación
- CUADRO 82: Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente
- CUADRO 83: Topografía del terreno
- CUADRO 84: Configuración de elevación de la edificaciones
- CUADRO 85: Población económicamente activa desocupada
- CUADRO 86: Ingreso familiar promedio mensual
- CUADRO 87: Organización y capacitación institucional
- CUADRO 88: Capacitación en temas de Gestión del Riesgo
- CUADRO 89: Deforestación
- CUADRO 90: Especies de flora y fauna por área geográfica
- CUADRO 91: Pérdida de suelo
- CUADRO 92: Pérdida de agua
- CUADRO 93: Características geológicas del suelo
- CUADRO 94: Explotación de recursos naturales
- CUADRO 95: Localización de centros poblados
- CUADRO 96: Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental
- CUADRO 97: Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales
- CUADRO 98: Capacitación en temas de conservación ambiental
- CUADRO 99: Matriz de vulnerabilidad
- CUADRO 100: Costo de Edificaciones
- CUADRO 101: Costo de Edificaciones – Depreciación
- CUADRO 102: Servicios Básicos
- CUADRO 103: Sistema de Telecomunicaciones
- CUADRO 104: Infraestructura y elementos expuestos
- CUADRO 105: Actividad extractiva o actividad primaria económica
- CUADRO 106: Probabilidad de afectación en el ambiente
- CUADRO 107: Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo
- CUADRO 108: Niveles de riesgo
- CUADRO 109: Matriz de Riesgo
- CUADRO 110: Niveles de riesgo para la zonificación territorial del riesgo
- CUADRO 111: Niveles de consecuencias

- CUADRO 112: Niveles de frecuencia de ocurrencia
- CUADRO 113: Matriz de consecuencias y daños
- CUADRO 114: Medidas cualitativas de consecuencias y daño
- CUADRO 115: Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo
- CUADRO 116: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo
- CUADRO 117: Nivel de priorización





Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,  
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Este documento ha sido impreso gracias al financiamiento del Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático – IPACC BMUB/GIZ en el marco de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) de Alemania, implementado por la GIZ en el Perú.



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y  
Reducción del Riesgo de Desastres

**Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED**

Av. Del Parque Norte N° 313 - 319, San Isidro, Lima - Perú

Teléfono: 201-3550. Email: [info@cenepred.gob.pe](mailto:info@cenepred.gob.pe)