

**CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES - CENEPRED**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROCESOS
SUBDIRECCIÓN DE NORMAS Y LINEAMIENTOS**

**MANUAL PARA LA EVALUACIÓN
DE RIESGOS ORIGINADOS POR
INUNDACIONES FLUVIALES**



LIMA - PERÚ

2014

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 González
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:

Ing. Wilder Hans Caballero Haro

Ing. Ena Jaimes Espinoza

MSc. Ing. Juan Carlos Montero Chirito

MSc. Ing. Neil Alata Olivares

Mg. Lic. Octavio Fashé Raymundo

Econ. Marycruz Flores Vila

Econ. José 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.

Especialista de la Subdirección de Gestión de la Información:

Ing. Oscar Aguirre Gonzalo

Ing. José Luis Epiquien Rivera

Ing. Reinerio Vargas Santa Cruz

Ing. Luis Alberto Vílchez Cáceda

Ing. Alfredo Zambrano Gonzales

Geog. Henry Alberto Jesus Matos

Ing. José Antonio Zavala Aguirre

Ing. Rene Huamani Aguilar

Bach. Ing. Leyna Karin Callirgos Mondragón

Bach. Ing. Rinat Giosue Solorzano Palero

Bach. Ing. Eduardo J. Portugués Barrientos

Bach. Ing. Chrisna Karina Obregón Acevedo

Bach. Ing. Nestor John Barbarán Tarazona

Bach. Ing. Maryssusan Disa' Celis Gómez



CONTENIDO

PRESENTACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Objetivo General
- 1.2 Alcance
- 1.3 Justificación

2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

- 2.1. Recopilación y análisis de la información
- 2.2. Identificación de probable área de influencia por la inundación
- 2.3. Parámetros de evaluación del fenómeno
 - 2.3.1. Susceptibilidad del territorio
 - 2.3.1.1. Factores condicionantes
 - 2.3.1.2. Factores desencadenantes
- 2.4. Análisis de elementos expuestos en zonas de susceptibilidad
 - 2.4.1. Dimensión social
 - 2.4.1.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno de inundación
 - 2.4.1.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno de inundación
 - 2.4.2. Dimensión económico
 - 2.4.2.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno de inundación
 - 2.4.2.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno de inundación
 - 2.4.3. Dimensión ambiental
 - 2.4.3.1. Elementos expuestos susceptibles a fenómeno de inundación
 - 2.4.3.2. Elementos expuestos desestimados a fenómeno de inundación
- 2.5. Definición de escenarios
- 2.6. Estratificación del nivel de peligrosidad
 - 2.6.1. Estratificación del nivel de peligrosidad
 - 2.6.2. Nivel de peligrosidad
 - 2.6.2.1. Nivel de peligrosidad social
 - 2.6.2.2. Nivel de peligrosidad económica
 - 2.6.2.3. Nivel de peligrosidad ambiental
- 2.7. Mapa de niveles de peligrosidad

3. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD


- 3.1. Vulnerabilidad
- 3.2. Factores de la vulnerabilidad
- 3.3. Flujograma para determinar los niveles de vulnerabilidad
- 3.4. Análisis de los elementos expuestos susceptibles a inundación
 - 3.4.1. Dimensión social
 - 3.4.1.1. Fragilidad social
 - 3.4.1.2. Resiliencia social
 - 3.4.2. Dimensión económica
 - 3.4.2.1. Fragilidad económica
 - 3.4.2.2. Resiliencia económica
 - 3.4.3. Dimensión ambiental
 - 3.4.3.1. Fragilidad ambiental
 - 3.4.3.2. Resiliencia ambiental



PRESENTACIÓN

Las inundaciones producidas por ríos, estuarios, la acción del mar o fuertes precipitaciones suponen un riesgo para las personas y causan significativos costes económicos. En la última década del siglo XX, las inundaciones ocasionaron el fallecimiento de cerca de 100.000 personas y en general afectadas alrededor de 1,4 millones de personas en todo el mundo, por otra parte, todo indica que el número de eventos (y fallecidos) es creciente (Jonkman 2005). Las estadísticas muestran que el número de personas fallecidas por el evento es significativamente mayor en Asia que en otras partes, y que no sólo son las inundaciones repentinas responsable del mayor número de fallecidos entre todos los desastres inducidos por el agua (Jonkman 2005). Cientos de vidas y miles de millones de dólares es el valor de los bienes y de alto costo de la infraestructura que se pierden y la tierra agrícola escasa se destruye cada año en la región debido a los deslizamientos, flujos de escombros e inundaciones.

El entorno físico del Perú es propicio a las inundaciones repentinas ya que son montañas jóvenes y todavía están tectónicamente activas. Dado que esta zona está experimentando la elevación, se caracteriza por fuertes pendientes y una alta tasa de erosión superficial. Además de las condiciones geológicas, la intensa temporada de precipitación especialmente durante la estación de verano, desencadena distintos tipos de peligros naturales. Las inundaciones son una de las formas más comunes de los desastres naturales en la región. Intensas lluvias o aguaceros pueden causar inundaciones devastadoras en las montañas medias (500-3,500 msnm), y el derretimiento rápido de la nieve acumulada durante el invierno es también causa de las inundaciones.



El establecimiento de sistemas de defensa frente a inundaciones contribuye a la reducción del riesgo, sin embargo, el riesgo no puede ser eliminado totalmente. Por ello, sistemas de predicción, sistemas de aviso, el planeamiento y otras medidas no estructurales pueden ser de gran importancia en la reducción del riesgo existente. Por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar nuevos métodos que permitan la estimación del riesgo (social y económico) y el efecto en riesgo de dichas medidas.

La elaboración del presente manual es transmitir la necesidad ineludible de la acción comunitaria concertada para hacer frente a los riesgos de desastres ante inundaciones; acción que supone el empoderamiento de los actores para que se diseñen y co-gestión en políticas, planes, programas y proyectos de gestión de riesgos, en el marco de los principios de la Ley 29664

Con el fin de aportar técnicamente y contar con una herramienta eficaz, que sirva de consulta y guía para todos los niveles organizativos de gobierno, se ha diseñado este manual para la evaluación de los riesgos originados por inundaciones fluviales en diferentes ámbitos geográficos de nuestro país. Este documento podrá adaptarse a las características físicas y socio-económicas de la región que se vea afectada. Este manual también pretende brindar las herramientas conceptuales y metodológicas para que los diversos actores de las comunidades estén en condiciones de gestionar los riesgos en sus respectivos ámbitos geográficos.

El procedimiento para la elaboración del presente manual, se basa en las experiencias de entidades tanto nacionales como extranjeras y especialmente en los datos científicos que

generan las instituciones técnico científicas, y que a través de sus componentes permitirán determinar los peligros, análisis de las vulnerabilidades, calcular y controlar los riesgos, mediante la ejecución de medidas estructurales y no estructurales, para la reducción de los riesgos existentes, así como evitar la generación de nuevos riesgos ante las inundaciones.

Este material pretende desarrollar con algún detalle la Evaluación de Riesgos originados por Inundaciones, que se presentan en nuestro medio, es de particular importancia mencionar que los contenidos expuestos son el resultado de estudios e importantes contribuciones de investigadores y profesionales de diferentes instituciones técnico científicas nacionales como SENAMHI, INGEMMET, HIDRONAV, ANA, INDECI entre otros.

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

La Jefatura institucional del CENEPRED desea expresar el reconocimiento a toda y cada una de las Instituciones públicas y privadas.



1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las inundaciones son el desastre natural más destructivo en consecuencias económicas y número de víctimas. Desde el año 2000 al 2006, los desastres relacionados con la acción del agua produjeron más de 290,000 víctimas, afectaron a más de 1,500 millones de personas y costaron más de 422,000 millones de US\$. En general, estas consecuencias son especialmente importantes en áreas urbanas, donde habita la mayor parte de la población y donde pueden darse las consecuencias económicas más importantes.

Las inundaciones en el Perú son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta última de diciembre a marzo; sumándose en algunos años con la presencia de "El Niño" o "La Niña" hacen que los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa aumenten varias veces su caudal, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa específicamente en la región norte del país, como: Tumbes, Piura, y Lambayeque.

Por otro lado, también enfrenta problemas que se podrían denominar no estructurales, tales como: ambientales, entre los que se pueden citar la deforestación, obstrucción o desvío natural de cauces, cambio en el régimen de escurrimiento, cambio climático; técnicos, como la pérdida de capacidad del personal para identificar, evaluar y determinar los riesgos producidos por corrientes fluviales, aludes, o flujos con una alta concentración de lodos, así como la falta de planes de atención a emergencias y programas de prevención y apoyo; legales, como el ordenamiento territorial y la administración de riesgos por inundaciones, entre otros, ocasiona que las inundaciones se conviertan en un problema extraordinario, debido a que su frecuencia de ocurrencia es mayor.

Según el sistema de codificación estándar internacional recientemente aprobado (Pfafstetter), el Perú cuenta a la fecha con 159 Unidades Hidrográficas, distribuidas en tres vertientes:

Vertiente del Pacífico: conformada por 62 ríos, los ríos se caracterizan porque sólo transportan agua durante la época de lluvia, permaneciendo secos el resto del año. Sólo algunos ríos mantienen caudales significativos a lo largo del año. La precipitación media anual es de 600 mm, lo cual incluye a la costa y la sierra, el 95% proviene de esta última.

Vertiente del Atlántico: Conformada por 84 ríos; los ríos de esta vertiente se caracterizan por una gran longitud, baja pendiente, son ríos de gran magnitud, profundos, navegables y de caudal regular, desaguan en el gran Amazonas, que a su vez desemboca en el océano Atlántico. La precipitación media anual en esta vertiente es de 2400 mm.

Vertiente del Titicaca: Conformada por 13 ríos dispuestos en forma radial y que confluyen en el Lago Titicaca. Son de recorrido corto y pequeñas pendientes. La precipitación media anual de esta vertiente es de 700 mm.

La ocurrencia de inundaciones en el País y su relación con los eventos extremos y los impactos económicos y sociales, ocurridas en el ámbito de las cuencas de las tres vertientes: Pacífico, Amazonas y del Titicaca; han originado anegamiento de calles y



viviendas, desborde o destrucción de canales de riego, interrupción o destrucción de carreteras, interrupción de suministro de agua potable y contaminación, inundación y erosión de predios agrícolas y falla de drenes. En resumen afectación importante a las actividades económicas del país.

El desarrollo de las ciudades y su expansión urbana han invadido la faja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), obstruyendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, reduciendo su cauce y disminuyendo su capacidad de descarga. Algunas veces estas inundaciones han llegado a la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac. Igualmente inundaciones de gran importancia se han dado en la costa sur del país, en ciudades como Ica, y Pisco las cuales han dejado cuantiosos daños materiales.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño (Los más intensos y catalogados como catastróficos se registraron en 1925, 1982-83 y 1997-98), las precipitaciones extremas y las inundaciones, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa específicamente en la región norte del país, como: Tumbes, Piura, y Lambayeque. Sin embargo, no siempre las inundaciones pueden ser atribuidas a la presencia del Fenómeno El Niño, sino también a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas

En el caso de la región amazónica, por las características propias de su relieve, como una baja pendiente, la dinámica fluvial de los ríos tienen una tasa anual de migración mayores a 200 m, ríos como el Ucayali y Marañón, estos suelen cambiar de cursos cada año recuperando llanuras de inundación anteriores, esto no es un problema cuando la presencia de población es nula, lo contrario ocurre cuando existen centros poblados ubicados cercanos al cauce, como es el caso de la ciudad de Pucallpa. Las inundaciones afectan igualmente en los meses de verano por las intensas lluvias, en departamento como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali.

En la vertiente del Titicaca, las inundaciones se presentan mayormente por los desbordes de los ríos Coata, Ramis, esto sumado a la falta de drenaje de las áreas urbanas y la topografía de la zona, hace que colapse el sistema de drenaje. Las ciudades más afectadas son Puno y Juliaca, igualmente en los meses de verano, lo cual coincide con la época de lluvia.

Al contar con un estudio de tratamiento integral de cauces, elaborado sobre el concepto de régimen hidráulico estable, conservación del medio ambiente y la participación de diferentes actores; traerá consigo que las autoridades, cuenten con una herramienta de gestión participativa al momento de priorizar proyectos de defensa ribereña.

El principal objetivo del presente manual radica en la mejora de la gestión del riesgo de inundación mediante medidas no estructurales. Este manual persigue identificar las áreas de peligrosidad por inundación, análisis de vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgo por inundaciones para optimizar la gestión y el control de desastres. Un ejemplo, fue las medidas de prevención ante la presencia del Fenómeno "El Niño 1997-1998", que se estimaron pérdidas del orden a los 10 mil millones de dólares; sin embargo, debido a la ejecución de un conjunto de obras y acciones de prevención,



desarrolladas en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, el impacto fue menor y las pérdidas llegaron aproximadamente a 3 mil 500 millones de dólares.

Los resultados obtenidos en dicha experiencia, confirman que la prevención es la orientadora de los resultados positivos en materia de reducción de riesgos de desastres. 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 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.

Este documento comprende 5 capítulos: el capítulo 1 Introducción, donde se describe el objetivo de la elaboración; el capítulo 2 Recopilación y sistematización de la Información; 3 Criterios para la ejecución de estudios de amenaza por fenómenos de remoción en masa e inundación; capítulo 4 Criterios para la evaluación de amenaza por fenómenos de remoción en masa e inundación en proyectos localizados en amenaza alta y media; capítulo 5 Metodología a emplear; capítulo 6 Uso e importancia de los mapas de amenaza y/o riesgo; capítulo 7 Perfiles profesionales para la ejecución de estudios; capítulo 8 Bibliografía.



1.1 Objetivo General

Orientar en los procedimientos técnicos para la evaluación de riesgos originados por Inundaciones Fluviales 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 Alcance

El manual está dirigido a los profesionales e investigadores de las diferentes entidades públicas y privadas de los tres niveles de gobierno del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, que ejecutan las evaluaciones de riesgos originados por fenómenos volcánicos.

1.3 Justificación

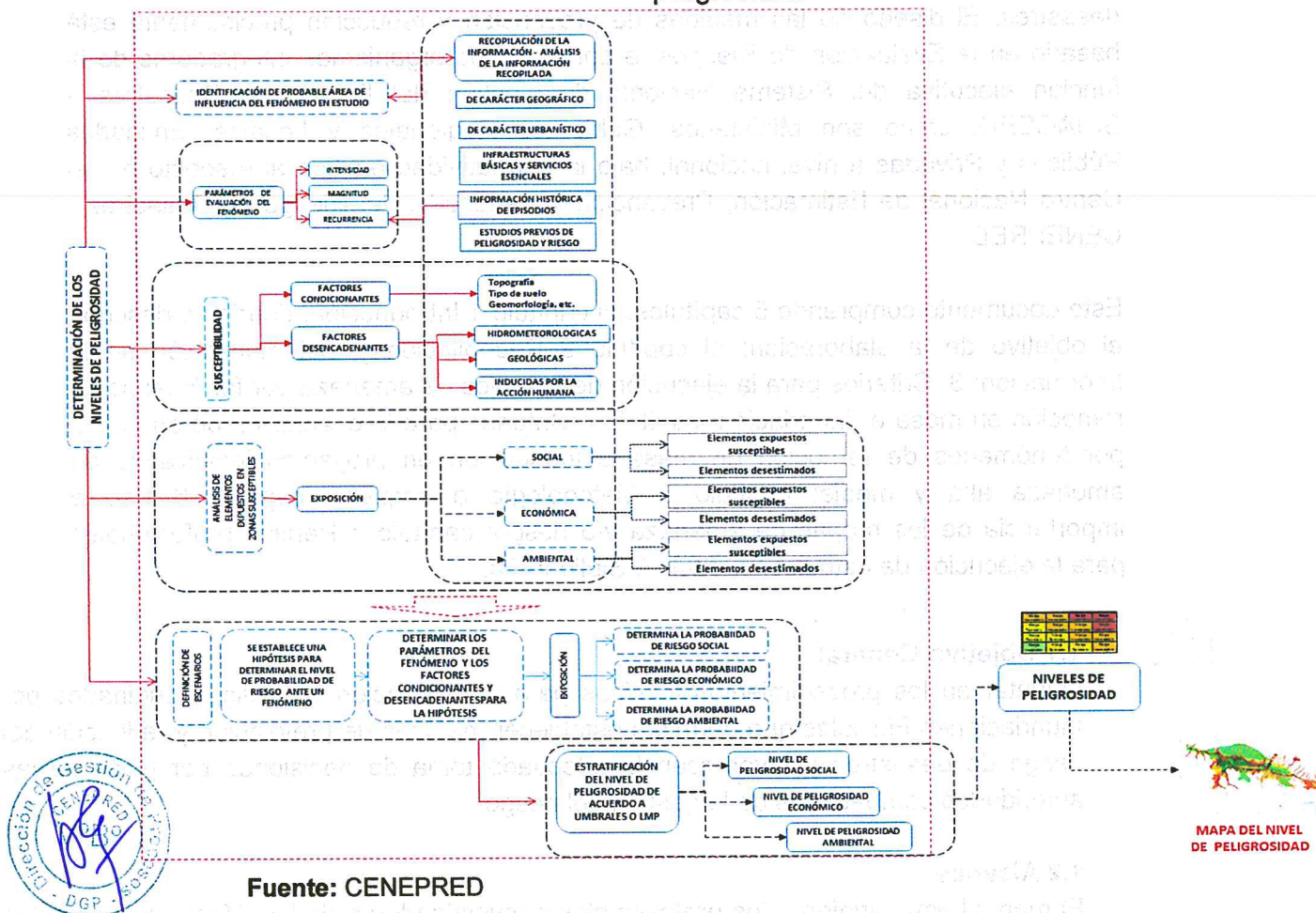
El informe de evaluación de riesgos ayudaran a determinar la zonificación de los niveles de riesgos en el área de influencia del fenómeno de inundación fluvial, así como sustento técnico al Estado, para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, regionales y nacionales, ante acciones de prevención y/o reducción de riesgos y procesos de reasentamiento poblacional en caso de determinar zonas de muy alto riesgo no mitigable.

2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

Se determina los niveles de peligrosidad del fenómeno de inundación para identificar las áreas que presentan niveles de peligrosidad muy alto, alto, medio y bajo. Esto se inicia con la recopilación de información para la identificación de los parámetros de evaluación

y la susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y factores desencadenantes). Esto ayudara a cuantificar los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación. Ver Imagen N° 001.

Imagen N° 001: Flujoograma del procedimiento técnico para determinar los niveles de peligrosidad



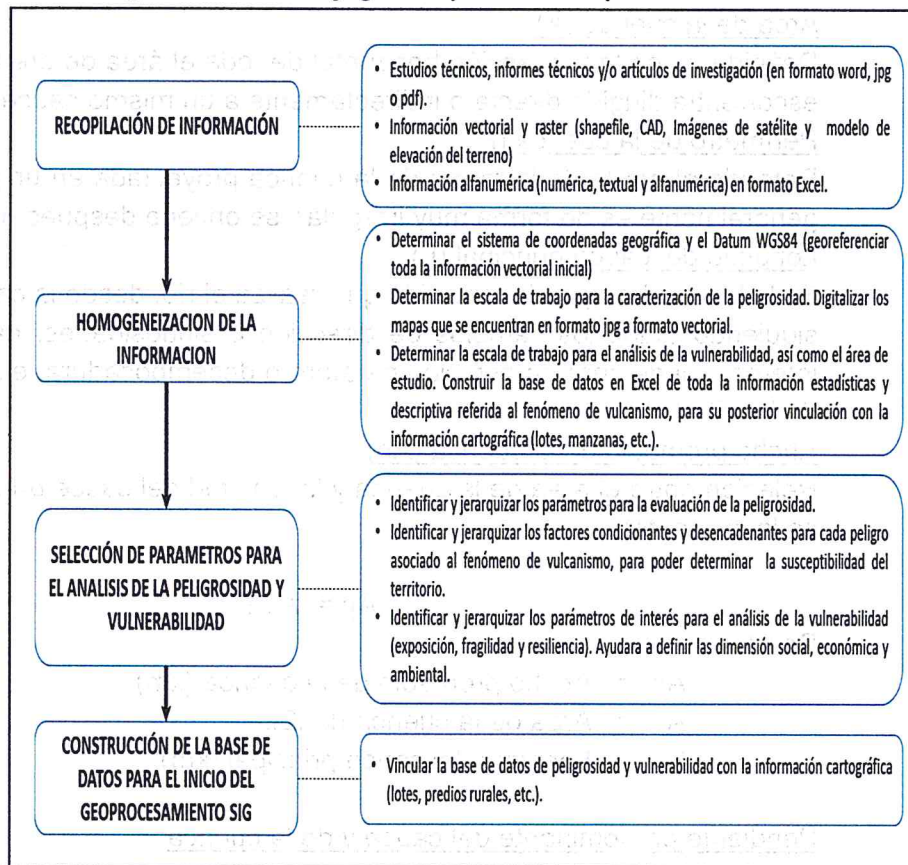
Fuente: CENEPRED

2.1. Recopilación y análisis de la información

La recopilación de información disponible, estudios publicados, información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología, geomorfología, etc. se ha considerado de las entidades competentes (INGEMMET, IGP, SENAMHI, INDECI, ANA, CONIDA, INEI, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, entre otros), de las zonas pre seleccionada y de la zona seleccionada de influencia de la inundación.

Se ha realizara el análisis, homogeneización y sistematización de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados de las zona pre seleccionada y de la zona seleccionada de influencia de la inundación. Se describe en la siguiente imagen N° 002.

Imagen N° 002: Flujograma para la recopilación de información



Fuente: CENEPRED

2.2. Identificación de probable área de influencia por inundación

Se determina la probable área de influencia de inundaciones fluviales en base a los estudios previos de peligrosidad y riesgo realizados por las entidades técnicas competentes.

Luego se describe las características generales de la probable área de influencia del fenómeno en estudio, como la ubicación geográfica, vías de acceso, entre otras generalidades. A continuación se describe en forma resumida las descripciones a considerar que varían en función de la realidad del territorio y de la disponibilidad de información.

2.3. Parámetros de evaluación del fenómeno

2.3.1. Susceptibilidad del territorio

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).

2.3.1.1. Factores condicionantes

Son factores propios del ámbito geográfico de estudio; el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud, intensidad, entre otros), así como su distribución espacial.

Características geomorfológicas

Área de la cuenca (A)

Definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

Perímetro de la cuenca (P)

Referida al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, que generalmente es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la cuenca.

Longitud del cauce principal (L)

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

Ancho promedio de la cuenca (Ap)

Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$Ap = A / L$$

Donde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud del cauce principal (km).

Pendiente predominante del cauce y de la cuenca

Pendiente de Cuenca: es un factor muy importante que tiene relación con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía.

Van Zuidam (1986) propone una categorización de la pendiente de la cuenca como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 001: Clases de pendiente, Van Zuidam

Clase de pendiente		Condiciones del terreno
(°)	(%)	
0 – 2	0 – 2	Planicie, sin denudación apreciable.
2 – 4	2 – 4	Pendiente muy baja, peligro de erosión
4 – 8	4 – 8	Pendiente baja, peligro severo de erosión
8 – 16	8 – 16	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo.
16 – 35	16 – 35	Pendiente fuerte, deslizamiento denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.
35 – 55	35 – 55	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible.
55 >	> 55	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada.

Pendiente del cauce: este parámetro determina las características óptimas del aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución del problema de inundaciones. La pendiente del cauce se calcula con la siguiente relación:

$$I_c = \frac{HM - Hm}{1000 \times L}$$

Altitud media

Es la cota o altitud que determina que el 50% del área de la cuenca está situada por encima de esa cota y el otro 50% está situada por debajo de ella.

Curva de frecuencia de altitudes: es la representación en porcentaje, de las superficies ocupadas por diferentes altitudes.

Índice de Compacidad o índice de Gravelious (Kc)

Este índice expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca. Haciendo uso de la relación $Kc = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$. De la expresión, Kc puede ser mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca.



Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de Kc se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Cuando:

Kc = 1: tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes;

Kc = 2: tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

Índice o Factor de forma (Kf)

Expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud. Haciendo uso de la relación:

$$Kf = A/L^2.$$

Dónde:

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (Km).

La Densidad de Drenaje DD, se refiere a la cantidad de drenajes expresada en términos de longitud, en la superficie de una cuenca en unidades de área. Principalmente se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad, la disponibilidad de agua y la energía de arrastre en un área determinada.

Red de drenaje: referida a las trayectorias o arreglo que guardan entre sí, los cauces de las corrientes naturales dentro de ella. Este factor representa la

eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir, la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe.

Geología y geotécnica

La Geología ofrece testimonios esenciales para comprender la Tectónica de placas, la historia de la vida a través de la Paleontología, y cómo fue la evolución de ésta, además de los climas del pasado. En la actualidad la geología tiene una importancia fundamental en la exploración de yacimientos minerales (Minería) y de hidrocarburos (Petróleo y Gas Natural), y la evaluación de recursos hídricos subterráneos (Hidrogeología). También tiene importancia fundamental en la prevención y entendimiento de desastres naturales como remoción de masas en general, terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, entre otros.

La geología, se subdivide en: en la Geodinámica Interna (Geología Estructural, Geología Histórica, Tectónica; Geofísica y Sismología) y la Geodinámica Externa (Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia; Geología Económica y del Petróleo).

- **Geología regional**

Es una rama de las ciencias geológicas que se ocupa de la configuración geológica de cada continente, país, región o de zonas determinadas de la Tierra.

- **La geotécnica es la rama que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra.**

- **Sismicidad**

La sismicidad es el estudio de los sismos que ocurren en algún lugar en específico. Un lugar puede tener alta o baja sismicidad, lo que tiene relación con la frecuencia con que ocurren sismos en ese lugar. Un estudio de sismicidad es aquel que muestra un mapa con los epicentros y el número de sismos que ocurren en algún período. La sismicidad tiene ciertas leyes. Una de las más usadas es la ley de Charles Francis Richter que relaciona el número de sismos con la magnitud.

Se denomina sismo, seísmo o terremoto a las sacudidas o movimientos bruscos del terreno generalmente producidos por disturbios tectónicos o volcánicos. En algunas regiones de América se utiliza la palabra temblor para indicar movimientos sísmicos menores y terremoto para los de mayor intensidad. En ocasiones se utiliza maremoto para denominar los sismos que ocurren en el mar. La ciencia que se encarga del estudio de los sismos, sus fuentes y de cómo se propagan las ondas sísmicas a través de la Tierra recibe el nombre de sismología. Las zonas de mayor sismicidad se relacionan con los límites de las placas tectónicas.

- **Geotecnia de la zona pre seleccionada**

Disponer de un estudio que indique la estructura del suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc.



2.3.1.2. Factores desencadenantes

Son factores que desencadenan eventos o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico. Por ejemplo las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, los sismos de gran magnitud ocurridos cerca a la costa ocasionan tsunamis, etc.

Características climatológicas

Según la Clasificación Climática (Thornonwaite), se solicitara a SENAMHI

Precipitación: Partículas de agua líquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0.5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas.

Parámetros que caracterizan la lluvia:

Intensidad: definida como el volumen de agua caída por unidad de tiempo y superficie. La intensidad de lluvia depende de su duración. Cuando la intensidad de lluvia excede a la capacidad de filtración del suelo se presenta el escurrimiento superficial que puede dar lugar a inundaciones en las partes más bajas.

Tanto el escurrimiento superficial como el subterráneo van a alimentar los cursos de agua que desaguan en los ríos, lagos, fuentes, pantanos, embalses y el mar.

Clasificación según la intensidad

Oficialmente, la lluvia se adjetiviza respecto a la cantidad de precipitación por hora (Cuadro N° 002). Una de las expresiones más empleadas en los medios de comunicación es la de la lluvia torrencial, que comúnmente se asocia a los torrentes y, por lo tanto, a fenómenos como las inundaciones repentinas, deslaves y otros con daños materiales

Cuadro N° 002: Clasificación de la precipitación según la intensidad

Clase	Intensidad media en una hora (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	$>2 \text{ y } \leq 15$
Fuertes	$> 15 \text{ y } \leq 30$
Muy Fuertes	$> 30 \text{ y } \leq 60$
Torrenciales	> 60

Fuente: AEMET

Duración. La duración del evento de lluvia o tormenta varía ampliamente, oscilando entre unos pocos minutos a varios días.

Otra forma de clasificar la precipitación, independientemente de la anterior, es según el índice de regularidad de la intensidad (Cuadro N° 003). Este índice mide la relación entre la intensidad y la duración de una precipitación dada, tanto en el ámbito de la meteorología como en el de la climatología. En este último ámbito, las

curvas que describen dicho comportamiento se conocen como Curvas IDF o de Intensidad-Duración-Frecuencia.

Cuadro N° 003: Clasificación de la precipitación según la regularidad

Variabilidad de la intensidad	Interpretación del tipo de precipitación
0,00-0,20	Prácticamente constante. Muy predominantemente advectiva o estacionaria.
0,20-0,40	Débilmente variable. Predominantemente advectiva
0,40-0,60	Variable Efectiva
0,60-0,80	Moderadamente variable. Predominantemente convectiva
0,80-1,00	Fuertemente variable Muy predominantemente convectiva

Fuente: Divulgameteo

Frecuencia. La frecuencia de un determinado evento de lluvia, estrechamente relacionado con el llamado tiempo de retorno, se define como el promedio de tiempo que transcurre entre los acaecimientos de dos eventos de tormenta de la misma característica. Para estas determinaciones se toman en cuenta la duración o la altura, y, eventualmente, ambas.

Distribución temporal. La distribución temporal de una tormenta tiene un rol importante en la respuesta hidrológica de cuencas en términos de desarrollo del hietograma de una tormenta.

En el Perú, las lluvias generalmente en la costa, excepto en el norte, son escasas durante todo el año, en algunos veranos la humedad atmosférica proveniente del océano Atlántico, sobrepasa la cordillera de los Andes generando las lluvias veraniegas que alcanzan el litoral. En la zona andina, las lluvias suelen ser abundantes durante el verano y escasas en los periodos de invierno y otoño. En tanto que en la selva llueve durante todo el año, siendo estas mayores en verano.

Las lluvias, habitualmente en nuestro país suelen presentarse por la actividad convectiva, movimiento ascendente del aire provocado principalmente por el efecto de calentamiento que ocasiona la radiación solar en la superficie terrestre. Este fenómeno origina la formación de nubes de tipo cúmulos, las que se pueden convertir en cumulonimbos si la convección es muy fuerte y ocasionar lluvias muy intensas.

2.4. Análisis de elementos expuestos en zonas de susceptibilidad

Se identifican los elementos expuestos susceptibles al área de influencia del fenómeno de inundación.

2.4.1. Dimensión social

2.4.1.1. Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadros N° 004, N° 005, N° 006 y N° 007.

Cuadro N° 004: Centros poblados susceptibles al fenómeno de inundación

Departamento(s)	Provincia(s)	Distritos	Centros poblados	Población total

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 005: Población total susceptible al fenómeno de inundación

Centro poblado									
N° Familias									
Grupos etario por centro poblado susceptible									
Genero	<1	1 a 5	6 a 12	13 a 20	21 a 30	31 a 50	51 a 64	>64	Total
Hombres									
Mujeres									
Total									

Fuente: CENEPRED

Cuadro N°006: Instituciones educativas susceptibles al fenómeno de inundación

N°	Código modular	I.E.	Nivel	Total de alumnos					Total personal	Total
				Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		

Fuente: CENEPRED

Cuadro N°007: Establecimientos de salud susceptibles al fenómeno de inundación

N°	Centro poblado	Nivel del establecimiento de salud	Total personal	Atención		
				Por horas	Por semana	Permanente

Fuente: CENEPRED



2.4.1.2. Elementos expuestos desestimados al fenómeno de inundación

Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles al fenómeno de inundación, ver cuadros N° 008, N° 009, N° 010 y N° 011.

Cuadro N° 008: Centros poblados no susceptibles al fenómeno de inundación

Departamento(s)	Provincia(s)	Distritos	Centros poblados	Población total

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 009: Población total no susceptible al fenómeno de inundación

Centro poblado									
N° Familias									
Grupos etario por centro poblado no susceptible									
Genero	<1	1 a 5	6 a 12	13 a 20	21 a 30	31 a 50	51 a 64	>64	Total
Hombres									
Mujeres									
Total									

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 010: Instituciones educativas no susceptibles al fenómeno de inundación

N°	Código modular	I.E.	Nivel	Total de alumnos					Total personal	Total
				Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria		

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 011: Establecimientos de salud no susceptibles al fenómeno de inundación

N°	Centro poblado	Nivel del establecimiento de salud	Total personal	Atención		
				Por horas	Por semana	Permanente

Fuente: CENEPRED

2.4.2. Dimensión económica

2.4.2.1. Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación.

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadros N° 012, N° 013, N° 014, N° 015 y N° 016.

Cuadro N° 012: Servicios susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Servicio susceptible al peligro	% de red susceptible al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Red de electricidad			
		Red de agua potable			
		Red de desagüe			
		Red de alcantarillado			
		Red de gas			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 013: Vías de comunicación susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Vías de comunicación	% de red (o elementos) susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Vía pavimentada			
		Vía asfaltada			
		Vía afirmada			
		Vía sin afirmar			
		Trocha			
		Puentes vehiculares			
		Puentes peatonales			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 014: Infraestructura susceptible al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Infraestructura	% de elementos susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Canales de regadío				
		Reservorios de agua				
		Terminales terrestres				
		Sub estaciones eléctricas				
		Puertos				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 015: Áreas de cultivo susceptible al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Áreas de cultivo	Susceptible al peligro (Ha)
		Catastrado	
		Sin catastrar	
		Otros:.....	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 016: Viviendas susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Número de viviendas	Número de familias

Fuente: CENEPRED

- 2.4.2.2. Elementos expuestos desestimados ante el fenómeno de inundación.
Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles al fenómeno de inundación, ver cuadros N° 017, N° 018, N° 019, N° 020 y N° 021.

Cuadro N° 017: Servicios no susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Servicio No susceptible al peligro	% de red No susceptible al peligro	Longitud (metros lineales)	Tipo de material
		Red de electricidad			
		Red de agua potable			
		Red de desagüe			
		Red de alcantarillado			
		Red de gas			
		Otros:.....			

Fuente: CENEPRED

**Cuadro N° 018: Vías de comunicación no susceptibles al fenómeno de inundación**

Distrito	Centro poblado	Vías de comunicación	% de red (o elementos) No susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Vía pavimentada				
		Vía asfaltada				
		Vía afirmada				
		Vía sin afirmar				
		Trocha				
		Puentes vehiculares				
		Puentes peatonales				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 019: Infraestructura no susceptible al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Infraestructura	% de elementos No susceptibles al peligro	Longitud (metros lineales)	Cantidad	Tipo de material
		Canales de regadío				
		Reservorios de agua				
		Terminales terrestres				
		Sub estaciones eléctricas				
		Puertos				
		Otros:.....				

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 020: Áreas de cultivo no susceptible al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Áreas de cultivo	No susceptible al peligro (Ha)
		Catastrado	
		Sin catastrar	
		Otros:.....	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 021: Viviendas no susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro poblado	Número de viviendas	Número de familias

Fuente: CENEPRED

2.4.3. Dimensión ambiental

2.4.3.1. Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación

Se muestran ejemplos de cuadros de elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación. Estos cuadros pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario, ver cuadro N° 022.



Cuadro N° 022: Recursos naturales susceptibles al fenómeno de inundación

Elementos expuestos	Cantidad (Ha o km ²)	Estado o condición actual
Suelo erosionado		
Deforestación		
Erosión del litoral		
Zonas intangibles		
Cuerpos de agua		
Otros		

Fuente: CENEPRED

2.4.3.2. Elementos expuestos no susceptibles ante el fenómeno de inundación

Se llenaran los cuadros de los elementos desestimados que no son susceptibles al fenómeno de inundación, ver cuadro N° 023.

Cuadro N° 023: Recursos naturales no susceptibles al fenómeno de inundación

Elementos no susceptibles	Cantidad (Ha o km ²)	Estado o condición actual
Suelo erosionado		
Deforestación		
Erosión del litoral		
Zonas intangibles		
Cuerpos de agua		
Otros		

Fuente: CENEPRED


2.5. Definición de escenarios

Se establece una hipótesis para determinar el nivel de probabilidad de riesgo por inundaciones fluviales, utilizando los parámetros y los factores condicionantes y desencadenantes, así como indicando los elementos expuestos susceptibles correspondientes a la dimensión social, económica y ambiental.

2.6. Estratificación del nivel de peligrosidad

2.6.1. Estratificación de peligrosidad

Cuadro N°024: Estratificación de los niveles de peligrosidad



NIVEL	DESCRIPCION
MUY ALTO	La pendiente de terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de piroclásticos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud mayor a 7.
ALTO	La pendiente de terreno está entre 35° a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser colinas. La litología corresponde a compuestos volcánicos. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo sedimentario. La sismicidad es de magnitud entre 6 y menor a 7.
MEDIO	La pendiente de terreno está entre 20° a 35°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser altiplanicie. La litología corresponde a intrusivos. La hidrogeología en el terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud entre 5 y menor a 6.
BAJO	La pendiente de terreno está entre 5° a 20°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser valle abierto. La litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros. La hidrogeología en el terreno está formada por acuitardo volcánico y en zona de alteración. La sismicidad es de magnitud menor a 4.

Fuente: CENEPRED

2.6.2. Niveles de peligrosidad

Cuadro N°025: niveles de peligrosidad

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$1.04 \leq R \leq 2.515$
ALTO	$0.402 \leq R < 1.04$
MEDIO	$0,136 \leq R < 0,402$
BAJO	$0.035 \leq R < 0.136$

Fuente: CENEPRED

2.6.2.1. Nivel de peligrosidad social

Al generar el mapa de niveles de peligrosidad con su correspondiente área de influencia del fenómeno de inundación, determinamos los elementos de la dimensión social (grupo etario, servicios educativos, servicios de salud, en cada uno de los niveles de peligrosidad).

2.6.2.2. Nivel de peligrosidad económica

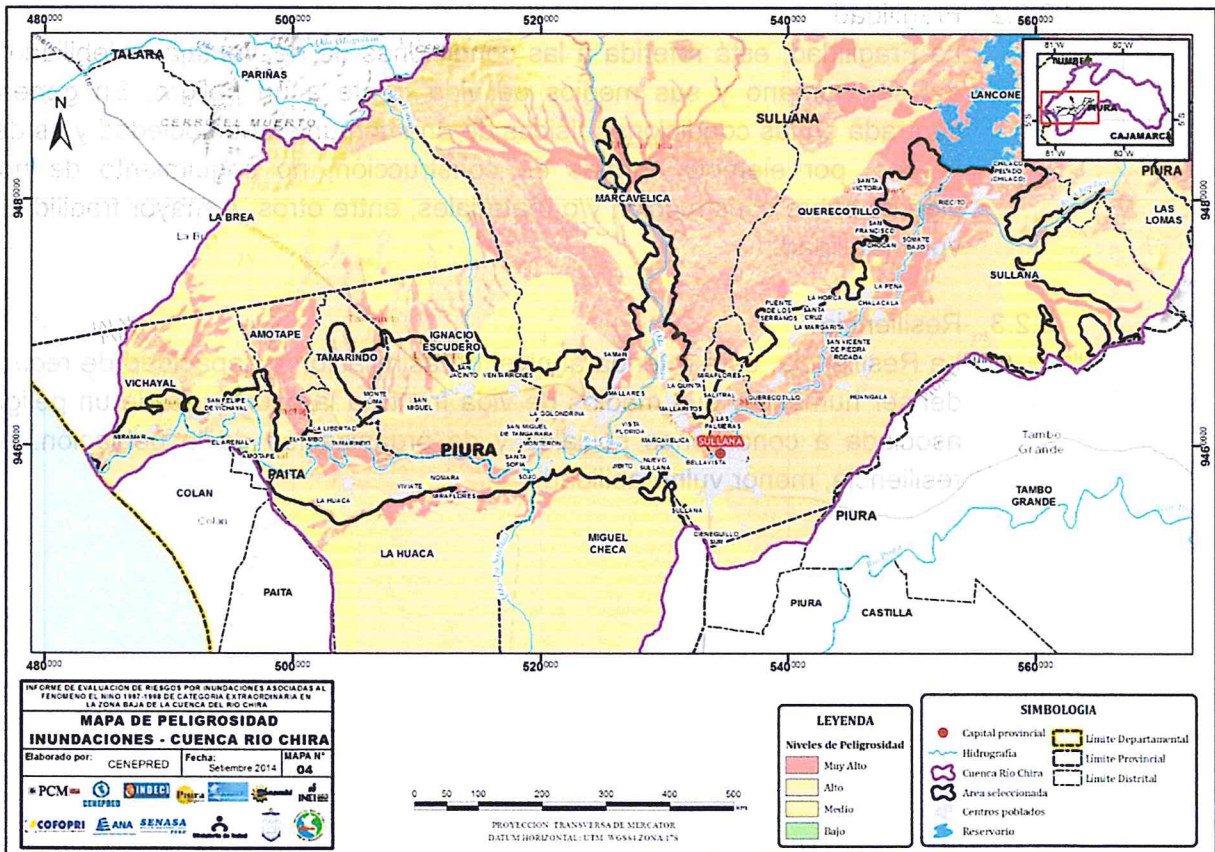
Como en el caso anterior, teniendo en consideración los elementos expuestos susceptibles (localización de edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de las empresas expuestas, servicio de las empresas de distribución de combustible y gas, servicio de empresas de transporte 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.

2.6.2.3. 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.

2.7. Mapa de niveles de peligrosidad

Imagen N° 003: Mapa de peligrosidad de la cuenca del Chira



Fuente: CENEPRED

3. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

3.1. Vulnerabilidad

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.

3.2. Factores de la vulnerabilidad

3.2.1. 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.

3.2.2. 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.

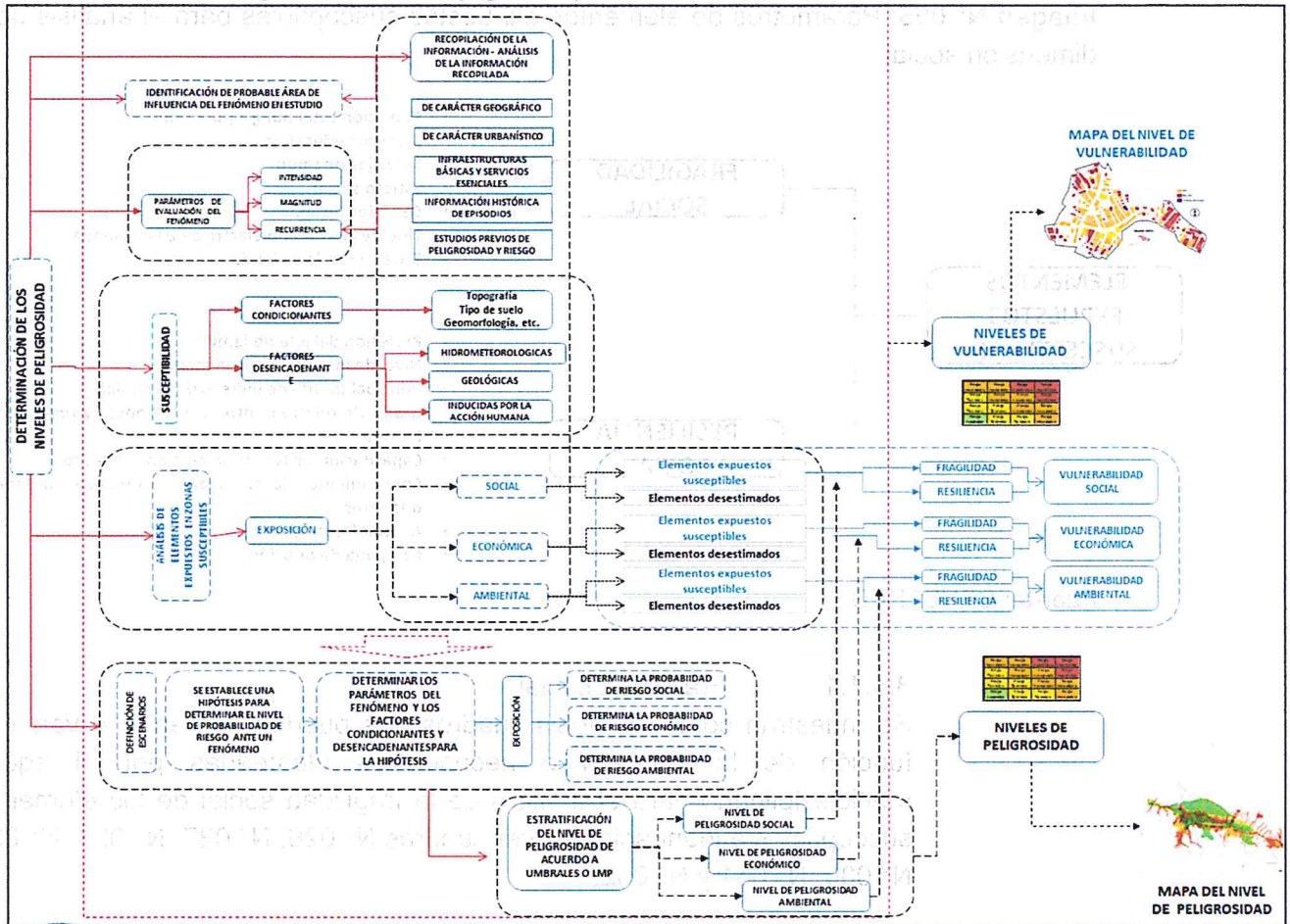
3.2.3. Resiliencia

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.



3.3. Flujoograma para determinar los niveles de vulnerabilidad

Imagen N° 004: Flujoograma para determinar los niveles de vulnerabilidad



Fuente: CENEPRED



3.4. Análisis de los elementos expuestos susceptibles a inundación

Para el análisis de la vulnerabilidad lo primero es determinar por parte del equipo multidisciplinario los elementos susceptibles a los peligros asociados al fenómeno volcánico, para luego definir los parámetros de evaluación y sus descriptores con sus correspondientes ponderaciones. Los parámetros y descriptores se definirán por parte del equipo multidisciplinario.

El proceso para obtener la ponderación se describe en el anexo A.

3.4.1. Dimensión social

Imagen N° 005: Parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión social



Fuente: CENEPRED



3.4.1.1. Fragilidad social

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la fragilidad social de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 026, N° 027, N° 028, N° 029, N° 030, N° 031 y N° 032.

Cuadro N° 026: Población total susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Grupo etario susceptibles	Ponderación
Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	
	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	
	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	
	De 16 a 30 años	
	De 30 a 50 años	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 027: Servicios educativos susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicios educativos susceptibles	Ponderación
Descriptor	> 75% del servicio educativo	
	≤ 75% y > 50% del servicio educativo	
	≤ 50% y > 25% del servicio educativo	
	≤ 25% y > 10% del servicio educativo	
	≤ 10% del servicio educativo	

Cuadro N° 028: Servicios de salud susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicio de salud susceptibles	Ponderación
Descriptor	> 75% del servicio de salud	
	≤ 75% y > 50% del servicio de salud	
	≤ 50% y > 25% del servicio de salud	
	≤ 25% y > 10% del servicio de salud	
	≤ 10% del servicio de salud	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 029: Estrato social susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Estrato social	Ponderación
Descriptor	La mayoría de la población pertenece al estrato social E.	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social D.	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social C.	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social B.	
	La mayoría de la población pertenece al estrato social A.	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 030: Servicios de agua susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Servicio de agua de la vivienda	Ponderación
Descriptor	Red pública dentro de la vivienda	
	Red pública fuera de la vivienda	
	Pilón de uso público	
	Camión cisterna u otro similar	
	Pozo, río, otro	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 031: Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Tipo de alumbrado de la vivienda	Ponderación
Descriptor	Electricidad	
	Generador	
	Mechero / lámpara (kerosene o gasolina)	
	Vela	
	Leña	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 032: Tenencia de la vivienda susceptible a los peligros asociados al fenómeno volcánico

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Tenencia de la vivienda	Ponderación
Descriptor	Propia, totalmente pagada	
	Propia, parcialmente pagada	
	Alquilada	
	Propia por invasión	
	Otra forma:	

Fuente: CENEPRED

3.4.1.2. Resiliencia social

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la resiliencia social de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 033, N° 034, N° 035, N° 036, N° 037, N° 038, N° 039 y N° 040.



Cuadro N° 033: Profesión del jefe de familia

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Profesión del jefe de familia	Ponderación
Descriptor	Profesión superior, de alta productividad, oficiales de la fuerzas armadas (si tiene un rango de educación superior)	
	Profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores	
	Empleados sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores.	
	Obreros especializados y parte de los trabajadores del sector informal (con primaria completa)	
	Obreros no especializados y otra parte del sector informal de la economía (sin primaria completa)	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández

Cuadro N° 034: Nivel de instrucción de la madre

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Nivel de instrucción de la madre	Ponderación
Descriptor	Enseñanza superior o su equivalente	
	Técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media	
	Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior	
	Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria)	
	Analfabeta	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández

Cuadro N° 035: Principal fuente de ingreso de la familia

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Principal fuente de ingreso de la familia	Ponderación
Descriptor	Fortuna heredada o adquirida	
	Ganancias o beneficios, honorarios profesionales	
	Sueldo mensual	
	Salario mensual, por día, entrada a destajo	
	Donaciones de origen público o privado	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejero Fernández

Cuadro N° 036: Grado de relación entre instituciones y organizaciones locales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Grado de relación entre instituciones y organizaciones locales	Ponderación
Descriptor	No hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Poca coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal.	
	Hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal y participan en los espacios de concertación.	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N°037: Capacitación en tema de gestión del riesgo de desastres

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capacitación en temas de gestión del riesgo	Ponderación
Descriptor	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo	
	La población esta escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	
	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	
	La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total	
	La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	

Fuente: CENEPRED



Cuadro N° 038: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres	Ponderación
Descriptor	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	
	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los de	
	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 039: Actitud frente al riesgo

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Actitud frente al riesgo	Ponderación
Descriptor	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	
	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo	
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir el riesgo	
	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	

Fuente: CENEPRED

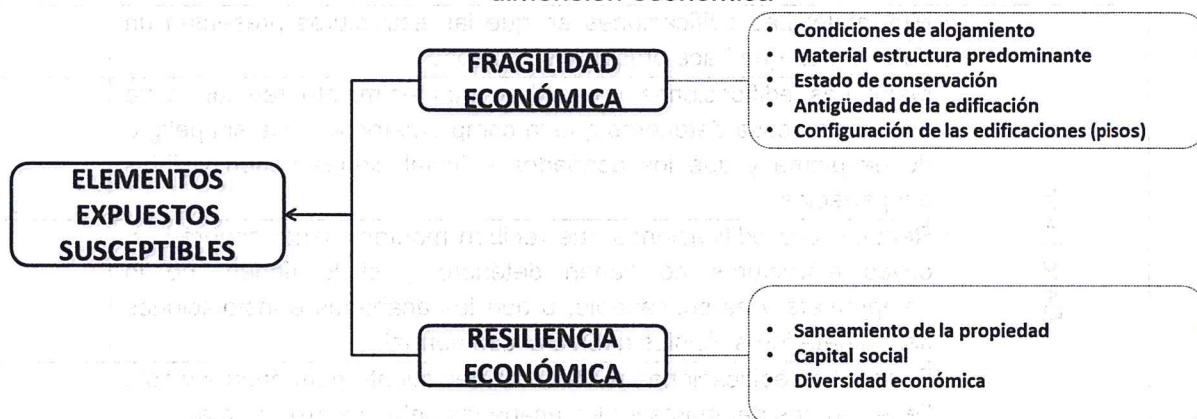
Cuadro N° 040: Campaña de difusión

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Campaña de difusión	Ponderación
Descriptor	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo para la población local	
	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población	
	Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población	
	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento total de la población	
	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades	

Fuente: CENEPRED

3.4.2. Dimensión económica

Imagen N° 006: Parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión económica



3.4.2.1. Fragilidad económica

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la fragilidad económica de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 041, N° 042, N° 043, N° 044 y N° 045.



Cuadro N° 041: Condiciones de alojamiento

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Condiciones de alojamiento	Ponderación
Descriptor	Viviendas con óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo	
	Viviendas con óptimas condiciones sanitarias en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios.	
	Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1 y 2	
	Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias	
	Rancho o vivienda con condiciones sanitarias marcadamente inadecuadas	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 042: Material estructura predominante

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Material estructura predominante	Ponderación
Descriptor	Estera/cartón	
	Madera	
	Adobe (Quincha)	
	Ladrillo	
	Concreto	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 043: Estado de conservación

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Estado de conservación	Ponderación
Descriptor	Muy malo: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso	
	Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos	
	Regular: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.	
	Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal	
	Muy bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno	

Fuente: CENEPRED**Cuadro N° 044: Antigüedad de la edificación**

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Antigüedad de la edificación	Ponderación
Descriptor	Más de 30 años	
	De 20 a 29 años	
	De 10 a 19 años	
	De 1 a 9 años	
	Menos de 1 año	

Fuente: CENEPRED**Cuadro N° 045: Configuración de elevación de las edificaciones (pisos)**

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Configuración de elevación de las edificaciones (pisos)	Ponderación
Descriptor	5	
	4	
	3	
	2	
	1	

Fuente: CENEPRED**3.4.2.2. Resiliencia económica**

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la resiliencia económica de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 046, N° 047 y N° 048.

Cuadro N° 046: Saneamiento de la propiedad

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Saneamiento de la propiedad	Ponderación
Descriptor	Ninguna propiedad cuenta con saneamiento físico – legal	
	La menor parte de las propiedades cuenta con saneamiento físico – legal.	
	La mitad de las propiedades cuenta con saneamiento físico – legal	
	La mayor parte de las propiedades cuentan con saneamiento físico – legal	
	Todas las propiedades cuentan con saneamiento físico - legal	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N°047: Capital social

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capital social	Ponderación
Descriptor	Las organizaciones sociales tienen bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión interna.	
	Las organizaciones sociales tienen pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión interna.	
	No hay organizaciones sociales	

Fuente: Daniel Navarro Cueto y Javier Tejera Fernández

Cuadro N° 048: Diversidad económica

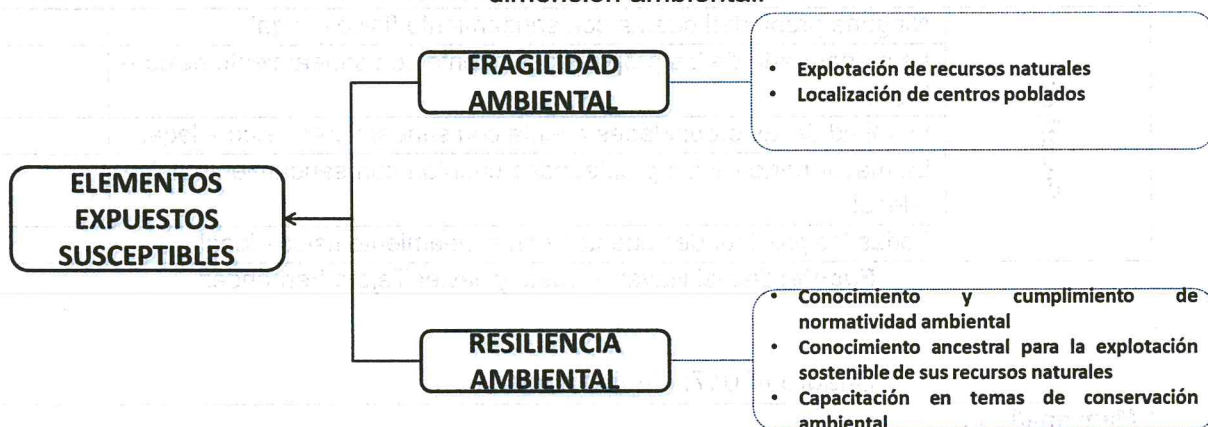
Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Diversidad económica	Ponderación
Descriptor	Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva	
	Los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva.	
	Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas	
	Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas, en diferentes sectores económicos	
	Los ingresos domésticos se basan en un gran número de actividades productivas, en diferentes sectores económicos de forma equilibrada	

Fuente: CENEPRED



3.4.3. Dimensión ambiental

Imagen N° 007: Parámetros de elementos expuestos susceptibles para el análisis de la dimensión ambiental.



Fuente: CENEPRED

3.4.3.1. Fragilidad ambiental

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la Fragilidad ambiental de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 049 y N° 050.



Cuadro N° 049: Explotación de recursos naturales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Explotación de recursos naturales	Ponderación
Descriptor	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 en estudio	
	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación de cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales)	
	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	
	Prácticas de conservación / uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelos y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad	
	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	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 050: Localización de centros poblados

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Localización de centros poblados	Ponderación
Descriptor	Muy cercano < 1 km	
	Cercana 1 km a 5km	
	Medianamente cerca 5 a 10 km	
	Alejada 10 a 12 km	
	Muy alejada > 12 km	

Fuente: CENEPRED

3.4.3.2. Resiliencia ambiental

Se muestran como ejemplos cuadros que pueden aumentar o variar en función de la temática o necesidades planteadas por el equipo multidisciplinario para el análisis de la Fragilidad ambiental de los elementos susceptibles a inundaciones, ver cuadros N° 051, N° 052 y N° 053.

Cuadro N° 051: Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	Ponderación
Descriptor	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental	
	Solo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	
	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola parcialmente	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente	
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 052: Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales	Ponderación
Descriptor	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	
	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos	

	ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales	
	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales	

Fuente: CENEPRED

Cuadro N°053: Capacitación en temas de conservación ambiental

Manzana/Lote		
Propietario		
Parámetro	Capacitación en temas de conservación ambiental	Ponderación
Descriptor	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental	
	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	
	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial	
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total	

Fuente: CENEPRED



3.5. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Cuadro N° 054: Estratificación de la vulnerabilidad

ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	
MUY ALTO	Grupo etario población menor a 1 año y mayor a 65 años. Población con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda. Servicio higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con cal o cemento u otro material. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Trabajador(a) del hogar. Buscando trabajo. Rama económica: agricultor, pesca, explotación de minas.
ALTO	Grupo etario de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental: para ver. Estado civil o conyugal: separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en quinta. Servicio higiénico: pozo ciego o negro, letrina. Material predominante en paredes: quincha (caña con barro). Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Trabajador(a) familiar no remunerado. Buscando trabajo por primera vez. Rama económica: construcción, hogares privados.
MEDIO	Grupo etario de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera (pona, tornillo, etc.) Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Empleado u obrero. Estudiando y no trabaja. Rama económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.
BAJO	Grupo etario de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: departamento en edificio o casa independiente. Servicio higiénico: conexión a red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento o adobe o tapia. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Trabajador independiente, empleador o patrón. Al cuidado del hogar u otra actividad económica no especificada.

Fuente: CENEPRED

3.6. Niveles de vulnerabilidad

Cuadro N° 054: Niveles de vulnerabilidad

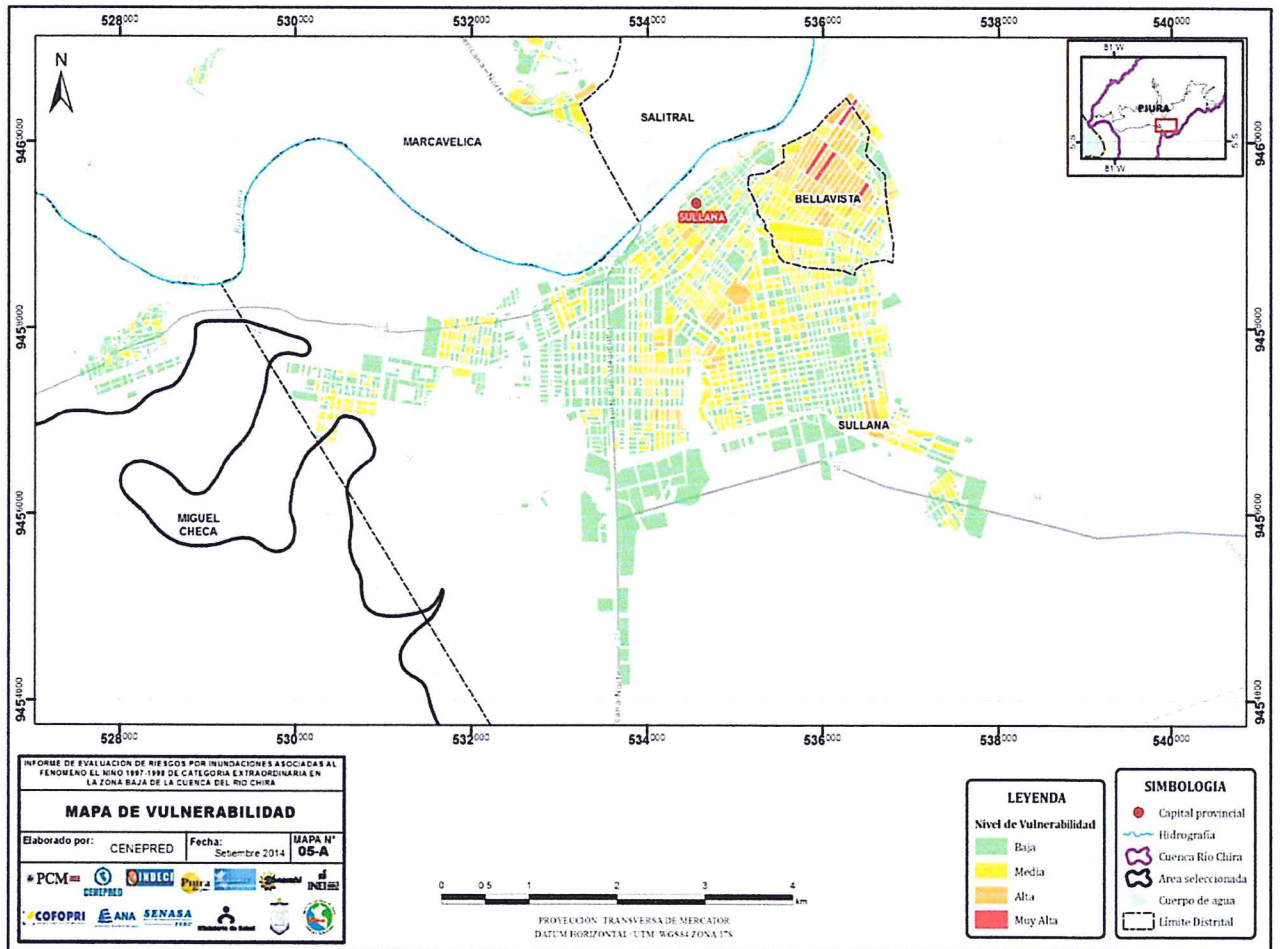
NIVELES DE VULNERABILIDAD	
MUY ALTO	$1.554 \leq R \leq 2.754$
ALTO	$0.900 \leq R < 1.554$
MEDIO	$0.510 \leq R < 0.900$
BAJO	$0.282 \leq R < 0.510$

Fuente: CENEPRED



3.7. Mapa de niveles de vulnerabilidad

Imagen N° 008: Mapa de vulnerabilidad de la cuenca del Chira - Sullana



Fuente: CENEPRED

4. NIVELES DE RIESGOS

4.1. Determinación de los niveles de riesgos

Cuadro N° 054: Niveles de riesgos

NIVELES DE RIESGOS	RANGOS
MUY ALTO	$1.156 \leq P \leq 5.188$
ALTO	$0.262 \leq P < 1.156$
MEDIO	$0.043 \leq P < 0.262$
BAJO	$0.014 \leq P < 0.043$

Fuente: CENEPRED



4.2. Estratificación de los niveles de riesgos

Cuadro N° 055: Estratificación de Riesgos

NIVELES	DESCRIPCIÓN
RIESGO MUY ALTO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 0° a 1°, áreas muy susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada mayor a 2100 mm durante el verano. Grupo etario población menor a 1 año y mayor a 65 años. Población con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: choza, vivienda improvisada o no destinada a vivienda. Servicio higiénico: no tiene, en río, acequia o canal. Material predominante en paredes: estera, piedra con barro, sillar con cal o cemento u otro material. Abastecimiento de agua: río, acequia, vecino u otro. Trabajador(a) del hogar. Buscando trabajo. Rama económica: agricultor, pesca, explotación de minas.
RIESGO ALTO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 1° a 5°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 1101 mm a 2464 mm durante el verano. Grupo etario de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental: para ver. Estado civil o conyugal: separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en quinta. Servicio higiénico: pozo ciego o negro, letrina. Material predominante en paredes: quincha (caña con barro). Abastecimiento de agua: camión cisterna, pozo. Trabajador(a) familiar no remunerado. Buscando trabajo por primera vez. Rama económica: construcción, hogares privados.
RIESGO MEDIO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 5° a 25°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 601 mm a 1101 mm durante el verano. Grupo etario de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro de trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: vivienda en vecindario. Servicio higiénico: pozo séptico. Material predominante en paredes: madera (pona, tornillo, etc.) Abastecimiento de agua: pilón de uso público. Empleado u obrero. Estudiando y no trabaja. Rama económica: suministro de agua, luz o gas e industrias manufactureras.
RIESGO BAJO	Son terrenos llanos, con pendiente entre 25° a 45°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 72 mm a 600 mm durante el verano. Grupo etario de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagando a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro. No sabe leer o escribir. Sin ningún nivel educativo. Vivienda particular: departamento en edificio o casa independiente. Servicio higiénico: conexión a red pública dentro o fuera de la vivienda. Material predominante en paredes: ladrillo o bloque de cemento o adobe o tapia. Abastecimiento de agua: conexión a la red pública fuera o dentro de la vivienda. Trabajador independiente, empleador o patrón. Al cuidado del hogar u otra actividad económica no especificada.

Fuente: CENEPRED



Elaboración de matriz de riesgos

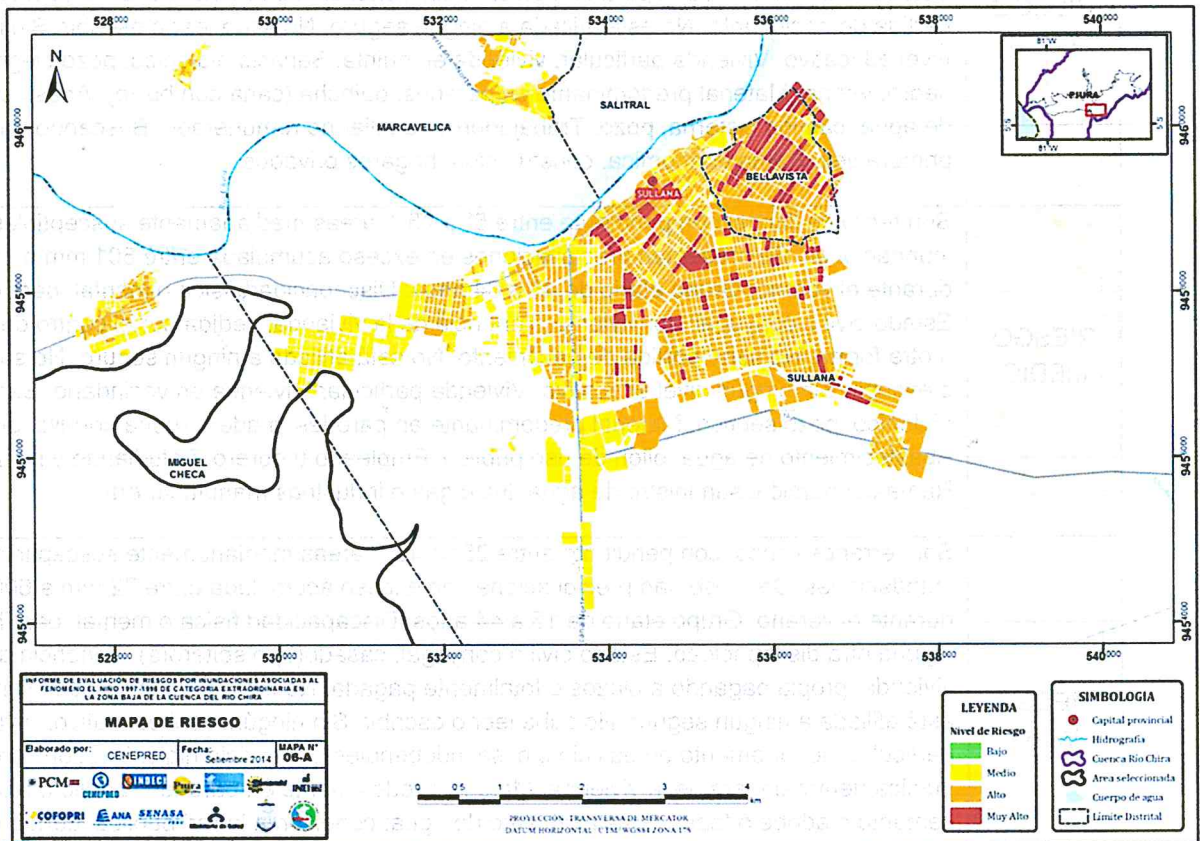
Cuadro N° 056: Matriz de Riesgos

PELIGROSIDAD	MUY ALTO	1.884	0.961	1.696	2.928	5.189
	ALTO	0.744	0.379	0.670	1.156	2.049
	MEDIO	0.292	0.013	0.263	0.454	0.804
	BAJO	0.085	0.043	0.077	0.132	0.234
			0.510	0.900	1.554	2.754
			BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
			VULNERABILIDAD			

Fuente: CENEPRED

4.3. Mapa de riesgo

Imagen N° 009: Mapa de riesgos de la cuenca del Chira - Sullana



Fuente: CENEPRED




5. CONTROL DE RIESGO

5.1. Aceptabilidad/Tolerabilidad

A pesar de los esfuerzos de especialistas de diferente 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.

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 siguientes cuadros 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 N° 057: Niveles de consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 058: Niveles de frecuencia de ocurrencia

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos segun las circunstancias
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos segun las circunstancias
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: CENEPRED



Cuadro N° 059: 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	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 060: Medidas cualitativas de consecuencias y daño

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Muerte de personas, enorme pérdida de 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.

Fuente: CENEPRED

Cuadro N° 061: Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente 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

Cuadro N° 062: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED



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 conceptualizar 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 siguiente cuadro.



Cuadro N° 063: Nivel de priorización

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACION
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED

6. BIBLIOGRAFIA

- ADM-UNAL - Alcaldía de Manizales - Universidad Nacional de Colombia. (2005). Gestión de Riesgos en Manizales. http://idea.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos/
- Aguarón, J. and Moreno-Jiménez, J. M., (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. European Journal of Operational Research 147 (1), 137–145.
- 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.
- 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.
- 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.
- ISDR - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2009). UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. UNISDR-20-2009 Geneva. Naciones Unidas. 38pp.
- Mugerza-Perelló, I. (2003). Inundaciones. Euskonews & Media. <http://www.euskonews.com/0204zbk/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.
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- 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.



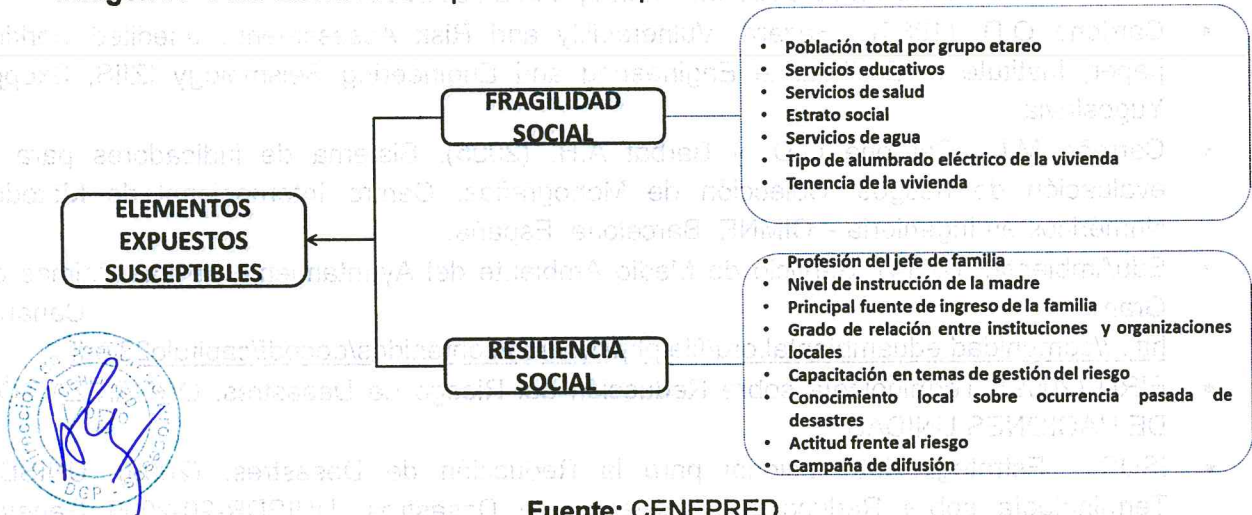
7. ANEXOS

ANEXO: A

Para el proceso de ponderación de los parámetros y descriptores, se tomara como ejemplo solo la dimensión social (fragilidad). Este proceso de ponderación y selección de parámetros y descriptores variara en función del área de estudio y de la información disponible o existente.

1° Se identifican los parámetros y descriptores de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico, como se muestra en la imagen N° 019.

Imagen N° 019: Elementos expuestos susceptibles al fenómeno volcánico - dimensión social



2° Se construye la matriz de comparación de pares, para la fragilidad social y la resiliencia social. En el caso de la fragilidad la matriz es de 7x7, por tener 7 parámetros. Los valores de importancia relativa al comparar dos parámetros se obtienen de la tabla de Saaty (imagen N° 063)

Cuadro N° 063: Tabla de ponderación de Saaty

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
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 a	Al comparar un elemento con 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 y 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las comparaciones anteriores.	

Cuadro N° 064: Matriz de comparación de pares para la fragilidad social - parámetros

PARAMETRO	Población total por grupo etareo	Servicios de agua	Tipo de alumbrado electrico de la vivienda	Estrato social	Tenencia de la vivienda	Servicios de salud	Servicios educativos
Población total por grupo etareo	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
Servicios de agua	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	5.000	6.000
Tipo de alumbrado electrico de la vivienda	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Estrato social	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000
Tenencia de la vivienda	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
Servicios de salud	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Servicios educativos	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	1.000
SUMA	2.218	5.093	8.950	13.783	19.583	25.333	33.000
1/SUMA	0.451	0.196	0.112	0.073	0.051	0.039	0.030

La matriz de normalización permite obtener valores de ponderación de 0 a 1 (en porcentaje de 0% a 100%).

Cuadro N° 065: Matriz de normalización para la fragilidad social

PARAMETRO	Población total por grupo etareo	Servicios educativos	Servicios de salud	Estrato social	Servicios de agua	Tipo de alumbrado electrico de la vivienda	Tenencia de la vivienda	Vector Priorizacion
Población total por grupo etareo	0.451	0.589	0.447	0.363	0.306	0.276	0.242	0.382
Servicios educativos	0.150	0.196	0.335	0.290	0.255	0.197	0.182	0.230
Servicios de salud	0.113	0.065	0.112	0.218	0.204	0.197	0.182	0.156
Estrato social	0.090	0.049	0.037	0.073	0.153	0.158	0.152	0.102
Servicios de agua	0.075	0.039	0.028	0.024	0.051	0.118	0.121	0.065
Tipo de alumbrado electrico de la vivienda	0.064	0.033	0.022	0.018	0.017	0.039	0.091	0.041
Tenencia de la vivienda	0.056	0.028	0.019	0.015	0.013	0.013	0.030	0.025
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Cuadro N° 066: Ponderación de parámetros para la fragilidad social

Parámetros	Peso ponderado
Población total por grupo etario	0.382
Servicios educativos	0.230
Servicios de salud	0.156
Estrato social	0.102
Servicios de agua	0.065
Tipo de alumbrado eléctrico de la vivienda	0.041
Tenencia de la vivienda	0.025

Relación de Consistencia = 0.080

Ejemplo para obtener las ponderaciones de los descriptores para el parámetro de grupo etario.

Cuadro N° 067: Matriz de comparación de pares para la fragilidad social - descriptores

Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	De 16 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
De 16 a 30 años	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
De 30 a 50 años	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.78	8.58	13.33	19.00
1/SUMA	0.51	0.21	0.12	0.08	0.05

Cuadro N° 068: Matriz de normalización para la fragilidad social

Descriptor	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	De 16 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector Priorizacion
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.513	0.627	0.466	0.375	0.316	0.459
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.171	0.209	0.350	0.300	0.263	0.259
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.128	0.070	0.117	0.225	0.211	0.150
De 16 a 30 años	0.103	0.052	0.039	0.075	0.158	0.085
De 30 a 50 años	0.085	0.042	0.029	0.025	0.053	0.047



Cuadro N° 069: Ponderación de parámetros para la fragilidad social

Descriptor	Vector Priorizacion
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.459
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.259
De 13 a 15 años y de 50 a 61 años	0.150
De 16 a 30 años	0.085
De 30 a 50 años	0.047

Relación de Consistencia = 0.072