



CENEPRED

MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA



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:

MSc. Ing. Neil Sandro Alata Olivares

Ing. Wilder Hans Caballero Haro

Mg. Lic. Octavio Fashé Raymundo

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.

Especialista 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. Rene 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



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN..... 10

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 13

1.1.1. Objetivos específicos 13

1.2. ALCANCE 14

1.3. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS 15

1.4. TIPOS DE INFORMES DE EVALUACIÓN DE RIESGOS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA..... 16

1.5. CONCEPTO DE PELIGRO INDUCIDO POR ACCIÓN HUMANA 17

1.6. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA..... 18

1.7. FLUJOGRAMA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA 20

2. PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA 22

2.1. PELIGROS FÍSICOS..... 23

2.1.1. Peligro por radiaciones..... 23

2.1.2. Peligros por exposición a radiaciones ionizantes 24

2.1.3. Peligros por exposición a radiaciones no ionizantes..... 28

2.1.3.1. Peligros por exposición a radiación ultravioleta (uv)..... 28

2.1.3.1.1. Peligros por exposición a rayos uva..... 28

2.1.3.1.2. Peligros por exposición a rayos uvb 29

2.1.3.1.3. Peligros por exposición a rayos uvc..... 29

2.1.3.2. Peligros por exposición a radiación infrarroja 30

2.1.3.3. Peligros por exposición a radiación gamma..... 31

2.1.3.4. Peligros por exposición a radiación por microondas 31

2.1.4. Peligros generados por exposición a energía nuclear 32

2.1.4.1. Peligro por pérdida del control sobre la reacción de fisión en cadena. 32

2.1.4.2. Peligro por pérdida por eliminación de los residuos del reactor nuclear 33

2.1.4.3. Peligro por exposición a la radiación en emergencias nucleares..... 34

2.2. PELIGROS QUIMICOS..... 38



2.2.1. Peligros químicos por materiales peligrosos	38
2.2.2. Peligros Químicos por Residuos Peligrosos	50
2.2.3. Peligros Químicos por Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos	50
2.3. PELIGROS BIOLÓGICOS.....	59
2.3.1. Clasificación de los peligros biológicos	59
2.3.1.1. Peligros por residuos sanitarios	60
2.3.1.1.1. Peligros por residuos inespecíficos.....	60
2.3.1.1.2. Por residuos de riesgo o específicos	60
2.3.1.2. Peligros por agentes biológicos (Ver anexo A)	61
2.3.1.3. Peligros por toxinas	61
2.3.2. Parámetros de evaluación.....	63
a) Medios de contagio	64
• Vía respiratoria.....	64
• Vía dérmica.....	64
• Vía digestiva.....	64
• Vía parenteral	64
3. DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	66
3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE	68
3.2. ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN RECOPIADA	69
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA DEL FENÓMENO INDUCIDO POR ACCIÓN HUMANA EN ESTUDIO	70
3.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA.....	71
3.4.1. Parámetros de evaluación.....	71
3.4.2. Análisis de la susceptibilidad.....	71
3.4.2.1. Factores condicionantes:	72
3.4.2.2. Factores desencadenantes:	72
3.4.2.3. Ponderación de los parámetros y descriptores de evaluación del fenómeno inducido por acción humana de estudio.....	73



3.4.2.4. Ponderación de factores condicionantes y descriptores	73
3.4.2.5. Ponderación de factor desencadenante: densidad de población de mosquito Aedes hembra en ovitrampas dentro del área geográfica.....	77
3.5. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES.....	80
3.5.1. Análisis de los elementos expuestos por dimensión social	80
3.5.1.1. Determinación de elementos expuestos susceptibles a nivel social.....	80
3.5.1.2. Determinación de elementos desestimados a nivel social.....	82
3.5.2. Análisis de los elementos expuestos por dimensión económica.....	83
3.5.2.1. Determinación de elementos expuestos susceptibles a nivel económico.....	83
3.5.2.2. Determinación de elementos desestimados a nivel económico	85
3.5.3. Análisis de elementos expuestos por dimensión ambiental.	85
3.5.3.1. Determinación de elementos susceptibles a nivel ambiental.....	85
3.5.3.2. Determinación de elementos desestimados a nivel ambiental.....	85
3.5.4. Definición de escenarios	86
3.5.5. Estratificación de los niveles de peligrosidad de acuerdo a umbrales o límites máximos permisibles	87
3.5.6. Mapa del nivel de peligrosidad	88
3.5.6.1. Elaboración del mapa de peligrosidad.....	88
4. VULNERABILIDAD	90
4.1. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA VULNERABILIDAD: EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA.....	92
4.1.1. Exposición	92
4.1.2. Fragilidad.....	92
4.1.3. Resiliencia.....	92
4.2. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES.....	93
4.2.1. Análisis de la dimensión social	93
4.2.1.1. Exposición social	93
4.2.1.2. Fragilidad social.....	95
4.2.1.3. Resiliencia social.....	103
4.2.2. Análisis de la dimensión económica.....	105



4.2.2.1. Exposición económica.....	105
4.2.2.2. Fragilidad económica	108
4.2.2.3. Resiliencia económica	110
4.2.3. Análisis de la dimensión ambiental	111
4.2.3.1. Exposición ambiental	112
4.2.3.2. Fragilidad ambiental.....	114
4.2.3.3. Resiliencia ambiental.....	115
4.2.4. Determinación de los niveles de vulnerabilidad	116
4.2.5. Análisis de la estratificación de los niveles de vulnerabilidad	116
4.2.6. Elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad	118
4.2.7. Flujograma general para obtener el mapa de vulnerabilidad... ¡Error! Marcador no definido.	
5. ESTIMACIÓN O CÁLCULO DEL RIESGO.....	120
5.1. ANÁLISIS DE LOS DESCRIPTORES DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD.....	120
5.1.1. Aplicación de la fórmula de riesgos	120
5.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS O TRAMOS DE RIESGO POTENCIAL	122
5.2.1. Tramos de riesgo potencial a partir de información histórica	122
5.2.2. Tramos o área de riesgo potencial a partir del cruce de información con los usos del suelo	122
5.2.2.1. Determinación de registros de riesgos potenciales.....	122
5.2.2.2. Determinación de registros de riesgos significativos	122
5.2.2.3. Determinación de registros de riesgos constatados.....	122
5.2.3. Conclusiones. Zonas clasificadas según nivel de riesgos	123
5.2.4. Evaluación preliminar de riesgos y selección de áreas con riesgo potencial significativo.....	123
5.3. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO	124
5.3.1. Definición de umbrales de riesgo significativo	124
5.4. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y LAS CONSECUENCIAS NEGATIVAS POTENCIALES.	125
5.4.1. Cuantificación de las pérdidas.....	125
5.5. EVALUACIÓN DEL ESPECIALISTA	126



5.6. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO.....	126
5.6.1. Elaboración de la matriz de riesgo	126
5.7. ELABORACIÓN DEL MAPA DE LOS NIVELES DE RIESGOS.....	128
5.8. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS.....	129
5.9. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES.....	130
5.9.1. Medidas estructurales	130
5.9.2. Medidas no estructurales	130
6. CONTROL DE RIESGOS.....	132
6.1. ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS.....	134
6.1.1. Análisis costo/beneficio.....	138
6.1.2. Análisis costo/efectividad.....	139
6.1.3. Medidas de control.....	140



PRESENTACIÓN

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 inducidos por acción humana 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 manual ha sido preparado para ayudar a las diferentes partes interesadas (empleados del gobierno, organizaciones no gubernamentales y otros grupos de la sociedad civil, académicos, etc.) y para la gente inmersa en el conocimiento de riesgos inducidos por la acción humana, incluyendo la importancia de técnicas de mapeo de riesgos, y una introducción a las diferentes herramientas de modelado. El objetivo general es poder ayudar eficazmente a las comunidades a estar mejor preparadas ante los riesgos inducidos por acción humana, utilizando los instrumentos que están disponibles.

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 inducidos por acción humana.



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 Instituto Nacional de Salud, Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA, COFOPRI, MINAGRI, Cuerpo General de Bomberos Voluntarios 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 todas y cada una de las Instituciones públicas y privadas, participantes de esta publicación y cada uno de los Científicos, Técnicos y Docentes, que con gran profesionalismo, entusiasmo e interés participaron en la elaboración de tan importante manual.

1. INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene como objetivo proporcionar a los usuarios de los sistemas de información geográfica (SIG) una guía práctica para la evaluación de riesgos inducidos por acción humana.

El manual está dividido en tres partes: la primera describe el concepto de riesgo y su evaluación; la segunda describe el método de evaluación de riesgos inducidos por acción humana; y la tercera describe el uso de los SIG en la evaluación de riesgos.

Este manual es una herramienta de apoyo para los usuarios de los SIG que deseen evaluar los riesgos inducidos por acción humana en sus proyectos.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN



El riesgo es el resultado de la combinación de un peligro y una exposición. El riesgo inducido por acción humana es el resultado de la combinación de un peligro inducido por acción humana y una exposición.

La evaluación de riesgos inducidos por acción humana es un proceso que implica la identificación de los peligros inducidos por acción humana, la estimación de la exposición y la estimación del riesgo. Este proceso puede ser realizado de manera cualitativa o cuantitativa.

El uso de los SIG en la evaluación de riesgos inducidos por acción humana permite la visualización espacial de los peligros, la exposición y el riesgo, lo que facilita la identificación de las áreas de mayor riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro país está inmerso dentro de múltiples actividades humanas propias de su desarrollo.

El ecosistema es una unidad natural de las plantas, los animales, el ser humano y el medio ambiente. El cambio en las características físicas, químicas o biológicas del medio ambiente (aire, agua y tierra) afecta a la vida humana y de otros organismos vivos. Cualquier sustancia presente en el ambiente en concentraciones peligrosas, contamina y altera negativamente el medio ambiente.

Los incidentes que involucrarían fallas, errores y acciones dentro del nivel de operatividad en medios de transporte: trenes, aviones, barcos; plantas industriales: plataformas petroleras, plantas químicas, plantas nucleares, minas; estructuras de almacenamiento hídrico: represas, embalses, estructuras de manejo, mal manejo en el uso y transporte de sustancias químicas peligrosas, errores en diseño de acueductos, canales, sistema de traslado de gas natural, petróleo, almacenamiento incorrecto de residuos tóxicos o relaves mineros, mal uso de pesticidas, introducción de especies vegetales invasoras y portadoras de pestes agrícolas, falta de inocuidad en la producción, fabricación, conservación y distribución de los alimentos, contaminación ambiental y presencia de epidemias, pandemias, plagas y toxinas ; así como el cambio climático entre otras más, en su mayoría culminaría en eventos catalogados como peligros inducidos por acción humana.

La mayoría de los agentes perturbadores inducidos o provocados por la acción humana o fenómenos antrópicos, como también se lo conoce, tiene también un origen químico, destacando los incendios y las explosiones. Son resultados de las actividades sociales, productivas y del avance tecnológico que conlleva el uso de compuestos y agentes químicos inflamables, explosivos o contaminantes. Entre este tipo de desastres han sido los incendios forestales los que han causado mayores daños humanos y materiales, sin descartar los saldos dramáticos de explosiones y otros accidentes químicos

Algunos de estos casos que han sido inducidos por acción humana, magnifican a los impactos de algunos fenómenos naturales como en el caso de la desertificación provocada por la deforestación, asentamientos humanos en cauce de ríos, cerca a volcanes, cerca al mar, cerros o montañas con peligrosa pendiente entre otros.



Cada año se producen en el mundo un buen número de accidentes que implican vertidos masivos de hidrocarburos en el mar. Unas veces son causados por el hundimiento de buques, en ocasiones superpetroleros que cargan varios cientos de miles de toneladas de crudo, otras veces por accidentes o fugas en plataformas de extracción, otras más por vertidos criminales o prácticas inadecuadas.

Además, existe una contaminación “de fondo” originada por escapes naturales desde el sustrato geológico.

La sustancia que se derrama es distinta en cada caso ya que existen muchos tipos diferentes de petróleo y la variedad de sus productos derivados es aún mayor. Sin embargo, el resultado de estos derrames, que se extienden rápidamente por amplias superficies tras formar una fina película flotante, se parece siempre e incluye una grave contaminación de la línea de costa y de la superficie marina y la muerte de la mayoría de los animales, plantas y algas alcanzados por ellos.



Todos estos desastres no ocurren sin un motivo real, sino que sucederían porque algo o alguien los ha provocado. Estos desastres en más de una ocasión pueden o han podido evitarse.

Motivos como recorte de presupuesto, el ahorro de los costos, la falta de mantenimiento, errores en la fabricación o en la construcción, errores en las formulación y ejecución de proyectos, decisiones mal tomadas, desconocimiento o ignorancia, intereses propios, descuido, negligencia, falta de medidas de seguridad, desorganización de la población ante desastres, falta de interés a señales de advertencia, expansión demográfica indebida, mala planificación del territorio, falta de educación e instrucción como parte de la sociedad y familia, son entre otras algunos de los factores que desencadenan los desastres inducidos por la acción humana.

Los desastres inducidos por acción humana podrían ser de enormes dimensiones y provocarían daño y/o muerte de seres humanos, animales y vegetales, pérdida de sus bienes y patrimonio así como daños irreparables a su salud, a los recursos naturales y al ambiente en un ámbito geográfico determinado; siendo preocupantes debido a sus efectos y a la incertidumbre de su aparición.

La complejidad de las causas de desastres inducidos por la acción humana no permite la predicción de su ocurrencia, del momento, del lugar de futuros sucesos.

Las estadísticas de eventos pasados permiten avizorar posibles comportamientos y acontecimientos, pero se vuelven más complejos para el caso de los riesgos biológicos.

La evaluación de riesgos inducidos por la acción humana está enfocada a abordar la detección, causas y consecuencias de los peligros que se den a través de los agentes biológicos, químicos y/o físicos, con la finalidad de eliminar o atenuar los propios riesgos así como limitar sus consecuencias, en caso de no poder eliminarlos.

La metodología empleada en este manual permite realizar la evaluación de riesgo de desastre inducido por acción humana, considerando la metodología para determinar el nivel de peligrosidad, el nivel de vulnerabilidad y el cálculo de riesgos, asimismo se establece criterios de aceptabilidad del riesgo.

Estos criterios servirán para que se puedan realizar informes de evaluación de riesgos inducidos por la acción humana en un ámbito geográfico determinado.



1.1. OBJETIVO GENERAL

Instrumento técnico cuyo propósito es encaminar los procedimientos para realizar la evaluación de riesgos inducidos por la acción humana que permitan establecer las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y decisiones oportunas para la gestión del riesgo.

1.1.1. Objetivos específicos

- Uniformizar los criterios técnicos a ser utilizados en la identificación y caracterización de los peligros, los niveles de peligrosidad y la elaboración del mapa de peligrosidad.
- Uniformizar 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.
- Definir los niveles de riesgos y la elaboración del mapa del nivel de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Sugerir las medidas de control del riesgo, para la elaboración de los informes de evaluación de riesgos.



1.2. ALCANCE

Este manual está orientado a los profesionales de las diferentes entidades públicas de los tres niveles de gobierno y privadas conformantes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres-SINAGERD, que ejecutan las evaluaciones de riesgos inducidos por acción humana en el Perú.



1.3. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Los informes de evaluación de riesgos son importantes para nuestro país por los siguientes motivos:

- Para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno y den sostenibilidad a los proyectos de inversión.
- Es insumo importante para la planificación y ordenamiento territorial.
- Generar condiciones seguras para el desarrollo sostenible de la población.



1.4. TIPOS DE INFORMES DE EVALUACIÓN DE RIESGOS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA

Se identifican 3 tipos de informe de evaluación de riesgos inducidos por la acción humana:

- **Informe cualitativo de Evaluación de Riesgos**

Este informe es basado en el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos, vulnerabilidades, en base a la experiencia y observaciones de campo del peligro inducido por acción humana en el área geográfica de estudio.

- **Informe semi cuantitativo de Evaluación de Riesgos**

Este informe es basado en el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos, vulnerabilidades, en base a estudios técnicos científicos del peligro inducido por acción humana, así como los índices y escala de trabajo no detallada que podrían incorporarse.

- **Informe cuantitativo de Evaluación de Riesgos**

Este informe es basado en el conocimiento detallado de los peligros, de los elementos expuestos, vulnerabilidades, en base a estudios técnicos científicos del peligro inducido por acción humana, reportes, diagnósticos, informes de mantenimiento, especificaciones de construcción, estadísticas de almacenamiento, movimiento y transporte de sustancias y residuos químicas peligrosas, radioactivas, biológicas, análisis estadístico y probabilístico de variables de operatividad, planes de acción, indicadores ambientales, indicadores económicos, indicadores sociales, indicadores de salud, indicadores de demografía, así como demás índices y escala de trabajo adecuada realizada en el preciso ámbito geográfico .

Los evaluadores de riesgos inducidos por acción humana deben señalar o especificar el tipo de informe de evaluación de riesgos sustentando la información técnico-científica, estudios y/o publicaciones científicas utilizadas.



1.5. CONCEPTO DE PELIGRO INDUCIDO POR ACCIÓN HUMANA

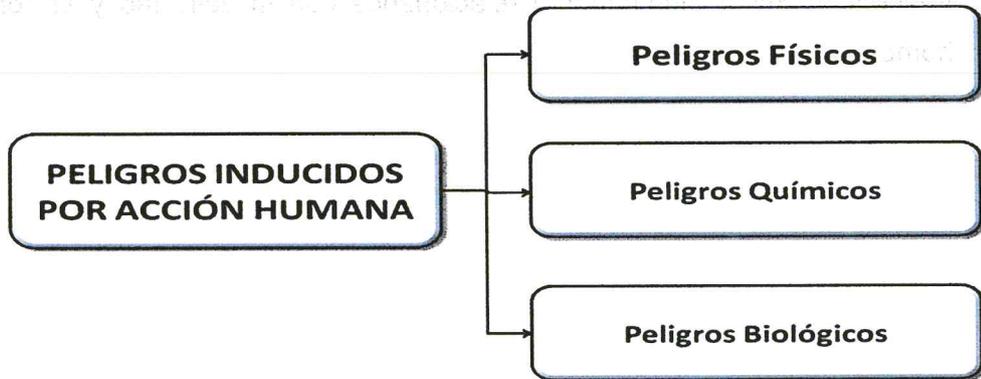
Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso inducido por la acción humana, potencialmente dañino que afectaría al bienestar, a la sociedad, a la salud, al estado emocional, como a los bienes y patrimonio en la dimensión social, económica y ambiental en un ámbito geográfico específico dentro de un período determinado de tiempo y frecuencia. Están directamente relacionados con la actividad y el comportamiento del hombre.



1.6. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA

Para el estudio de los peligros inducidos por acción humana se han agrupado de acuerdo a su origen, Ver Gráfico N° 1 y N° 2:

Gráfico N° 1. Clasificación de peligros inducidos por acción humana



Fuente: SNL - DGP. CENEPRED

Peligros Físicos

Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso de origen físico inducido por la acción humana, potencialmente dañino que afectaría al bienestar, a la sociedad, a la salud, al estado emocional, como a los bienes y patrimonio en la dimensión social, económica y ambiental en un ámbito geográfico específico dentro de un período determinado de tiempo y frecuencia.

Peligros Químicos

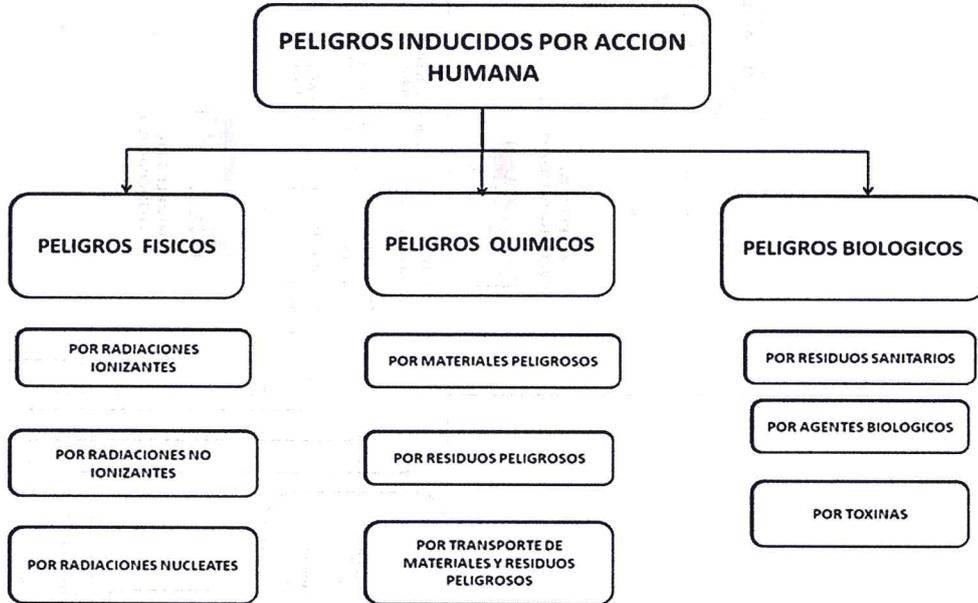
Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso de origen químico inducido por la acción humana, potencialmente dañino que afectaría al bienestar, a la sociedad, a la salud, al estado emocional, como a los bienes y patrimonio en la dimensión social, económica y ambiental en un ámbito geográfico específico dentro de un período determinado de tiempo y frecuencia.

Peligros Biológicos

Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso de origen biológico inducido por la acción humana, potencialmente dañino que afectaría al bienestar, a la sociedad, a la salud, al estado emocional, como a los bienes y patrimonio en la dimensión social, económica y

ambiental en un ámbito geográfico específico dentro de un período determinado de tiempo y frecuencia.

Gráfico N° 2. Clasificación de peligros inducidos por la acción humana y componentes

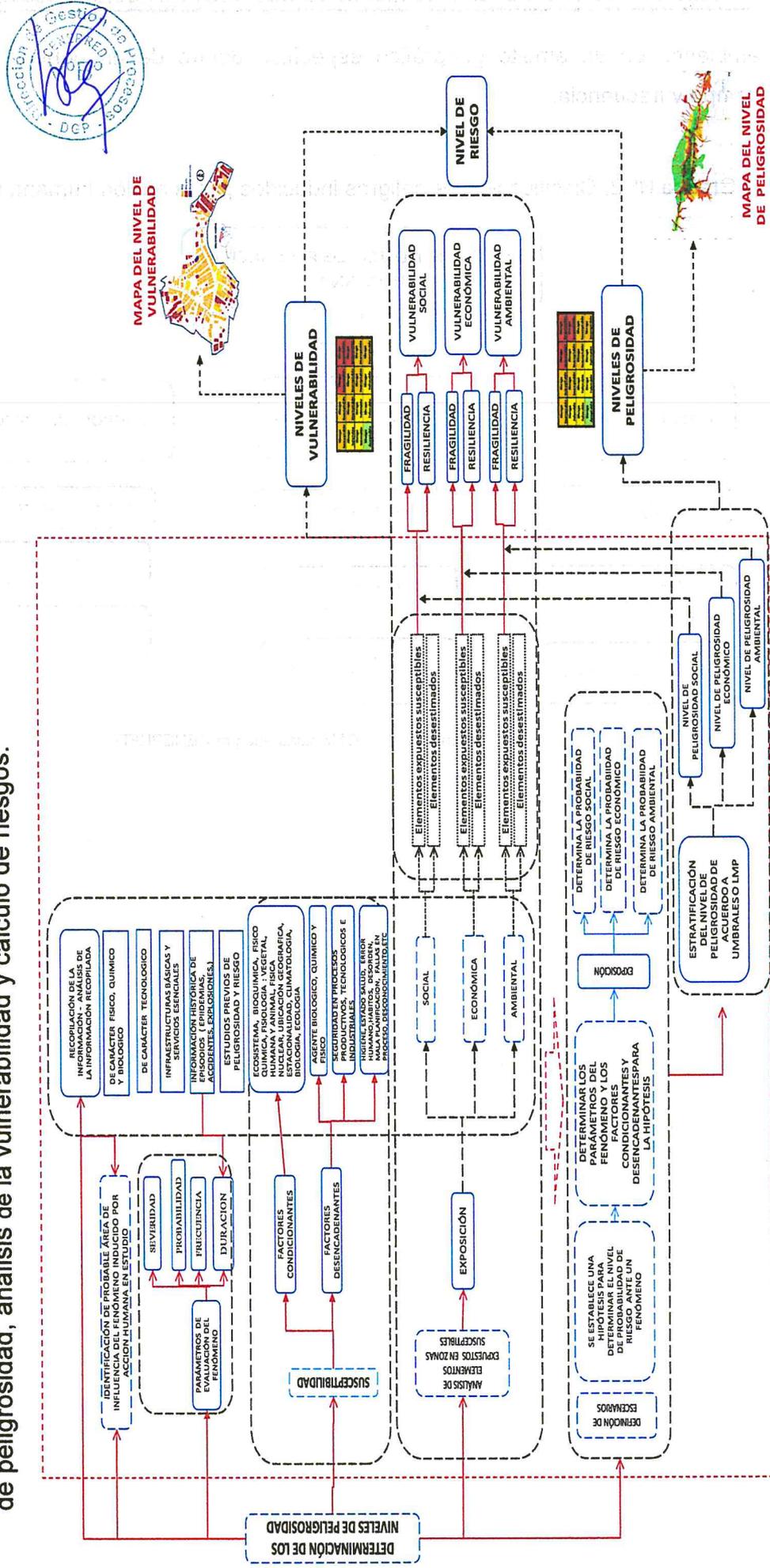


Fuente: OMS adaptado por CENEPRED



1.7. FLUJOGRAMA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA

El flujoograma para la evaluación de riesgos inducidos por acción humana indica la metodología para determinar los niveles de peligrosidad, análisis de la vulnerabilidad y cálculo de riesgos.




2. PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA

Los peligros inducidos por acción humana están directamente relacionados con la actividad y el comportamiento del hombre; estos pueden ser encontrados en:

- Anomalías en el suministro que dependen de redes físicas:
Agua, gas natural, electricidad, telecomunicaciones, alcantarillado y desagüe.
- Anomalías en el suministro de productos esenciales:
Alimentos primarios, productos farmacéuticos, productos energéticos, otros abastecimientos básicos.
- Desplome o fallos en obras civiles, edificaciones e infraestructura.
- Incendios urbanos, Incendios Industriales, Incendios Forestales, rotura y fallos de infraestructura.
- Accidentes industriales:
Fuga de gases y de líquidos tóxicos, incendios, explosiones, accidentes por radiaciones y reacciones nucleares en procesos industriales susceptibles de generar accidentes mayores, derrames en mar, ríos, lagos; contaminación de la napa freática y suelos en general; contaminación atmosférica, etc.
- Accidentes asociados al transporte de personas y bienes:
De carretera, aéreo, ferroviario, marítimo.
- Accidentes asociados al transporte de materiales y residuos peligrosos:
Por carretera, por ferrocarril, por vía marítima.
- Accidentes sanitarios:
Contaminación bacteriológica, intoxicaciones alimentarias, epidemias, plagas tanto en el ser humano, animales y plantas.
- Incidentes o accidentes en localizaciones con problemas de accesibilidad:
Vía fluvial, lacustre, marítimo, embalses, costas, playas, cavidades y subsuelo en general.
- Peligros asociados a grandes concentraciones humanas:
En locales de pública concurrencia. En grandes concentraciones humanas.
- Peligros asociados al terrorismo y actos vandálicos: Guerras, uso de armas químicas y biológicas, hambruna, etc.



A continuación se describen los peligros inducidos por acción humana de acuerdo a su origen.

2.1. PELIGROS FÍSICOS

A continuación, describimos los peligros inducidos por acción humana de origen físico:

2.1.1. Peligro por radiaciones

La radiación consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o de partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

Las personas están expuestas a la radiación natural a diario. La radiación natural proviene de muchas fuentes, como de más de 60 materiales radiactivos naturales presentes en el suelo, el agua y el aire. El radón es un gas natural que se emana de las rocas y la tierra; es la principal fuente de radiación natural. Diariamente inhalamos e ingerimos radionúclidos presentes en el aire, los alimentos y el agua (OMS, 2012). Asimismo, estamos expuestos a la radiación natural de los rayos cósmicos, especialmente a gran altura.



Por término medio, el 80% de la dosis anual de radiación de fondo que recibe una persona procede de fuentes de radiación natural, terrestre y cósmica. Los niveles de la radiación de fondo varían debido a diferencias geológicas. En determinadas zonas, la exposición puede ser más de 200 veces mayor que la media mundial (OMS, 2012).

I. Exposición a la radiación

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud - OMS, la exposición a la radiación puede ser interna o externa, y puede tener lugar por diferentes vías. La exposición interna a la radiación ionizante se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o entra de algún otro modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas). La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente (por ejemplo, en los excrementos) o gracias a un tratamiento.

II. Exposición interna a la radiación

Esta se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o ingresa de alguna manera en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas).

La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente (por ejemplo, en los excrementos) o gracias a un tratamiento.

III. Exposición externa por radiación

Se puede producir cuando el material radiactivo presente en el aire (polvo, líquidos, aerosoles) se deposita sobre la piel o la ropa. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado. La exposición a la radiación ionizante también puede resultar de la irradiación externa (por ejemplo, la exposición médica a los rayos X).

La irradiación externa se detiene cuando la fuente de radiación está blindada o la persona sale del campo de irradiación. Según sus efectos sobre el ser humano y los seres vivos, se distinguen dos rangos de radiaciones: ionizantes y no ionizantes, con mecanismos de interacción muy diferentes con los tejidos vivos.

2.1.2. Peligros por exposición a radiaciones ionizantes

La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). Hoy día, las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los aparatos de rayos X y otros dispositivos médicos.

Los seres humanos están expuestos a fuentes naturales de radiación ionizante, como el suelo, el agua o la vegetación, y a fuentes artificiales, tales como los rayos X y algunos dispositivos médicos. La desintegración espontánea de los átomos se denomina **radiactividad**, y la energía excedente emitida es una forma de **radiación ionizante**.

Los elementos inestables que se desintegran y emiten radiación ionizante se denominan **radionúclidos**. Cada radionúclido se caracteriza por el tipo de radiación que emite, la energía de la radiación y su semivida. La **actividad**, utilizada como medida de la cantidad de un radionúclido, se expresa en una unidad llamada becquerel (Bq):

1 becquerel corresponde a una desintegración por segundo.

La **semivida** es el tiempo necesario para que la actividad de un radionúclido disminuya por la desintegración a la mitad de su valor inicial. La semivida de un elemento radiactivo es el tiempo que tarda la mitad de sus átomos en desintegrarse, y puede variar desde una fracción de segundo a millones de años. El yodo 131 tiene una semivida de 8 días mientras que el carbono 14 tiene una semivida de 5730 años).



Las radiaciones ionizantes tienen muchas aplicaciones beneficiosas en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación. A medida que aumenta el uso de las radiaciones ionizantes también lo hacen los posibles peligros para la salud, si no se utilizan o contienen adecuadamente. Cuando las dosis de radiación superan determinados niveles pueden tener efectos agudos en la salud, tales como quemaduras cutáneas o síndrome de irradiación aguda.

Según la OMS, los peligros por exposición a radiación ionizante, son aquellos que ocasionan en el ser humano lesiones graves como: Radiodermatitis, síndrome de irradiación aguda, neoplasias, leucemias, cataratas, esterilidad, acortamiento de la esperanza de vida y otros genéticos (en fase de investigación).

Por encima de 1.660 thz (tera hertz), son muy energéticas y provocan la ionización, la fragmentación de los átomos. En este proceso se pueden generar alteraciones en el material genético (ADN) que pueden originar alteraciones cromosómicas, es decir, mutaciones e, incluso, la muerte celular, pueden ocasionar transformaciones en la estructura química de las moléculas. Las dosis bajas de radiación ionizante pueden aumentar el riesgo de efectos a largo plazo, tales como el cáncer. Los daños se pueden manifestar en el propio individuo de forma inmediata o tras un período de latencia o en posteriores generaciones.

Las radiaciones se caracterizan por su frecuencia, el número de ciclos por segundo (en Hz), y la energía o la intensidad, en electro-voltios (ev). La energía está relacionada con la frecuencia, de modo que, cuanto mayor es la frecuencia de una onda electromagnética, tanto mayor es su energía. Así se dibuja el espectro electromagnético, que va desde ondas de frecuencia sumamente baja hasta los rayos X y gamma, pasando por las radiaciones ópticas (Netto, FISICANET, 2014).

Según la OMS el daño que causa la radiación en los órganos y tejidos en el ser humano depende de la dosis recibida, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos.

El sievert (Sv) es una unidad de dosis de radiación ponderada, también llamada dosis efectiva. Es una manera de medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daño. El sievert tiene en cuenta el tipo de radiación y la sensibilidad de los tejidos y órganos. El sievert es una unidad muy grande, por lo que resulta más práctico utilizar



unidades menores, como el milisievert (mSv) o el microsievert (μ Sv). Además de utilizarse para medir la cantidad de radiación (dosis), también es útil para expresar la velocidad a la que se entrega esta dosis (tasa de dosis), por ejemplo en μ Sv/hora o mSv/año.

Más allá de ciertos umbrales, la radiación puede afectar el funcionamiento de órganos y tejidos, y producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del cabello, quemaduras por radiación o síndrome de irradiación aguda. Estos efectos son más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis.

Por ejemplo, la dosis liminar para el síndrome de irradiación aguda es de aproximadamente 1 Sv (1000 mSv). Si la dosis es baja o se recibe a lo largo de un periodo amplio (tasa de dosis baja) hay más probabilidades de que las células dañadas se reparen con éxito. Aun así, pueden producirse efectos a largo plazo si el daño celular es reparado, pero incorpora errores, transformando una célula irradiada que todavía conserva su capacidad de división.

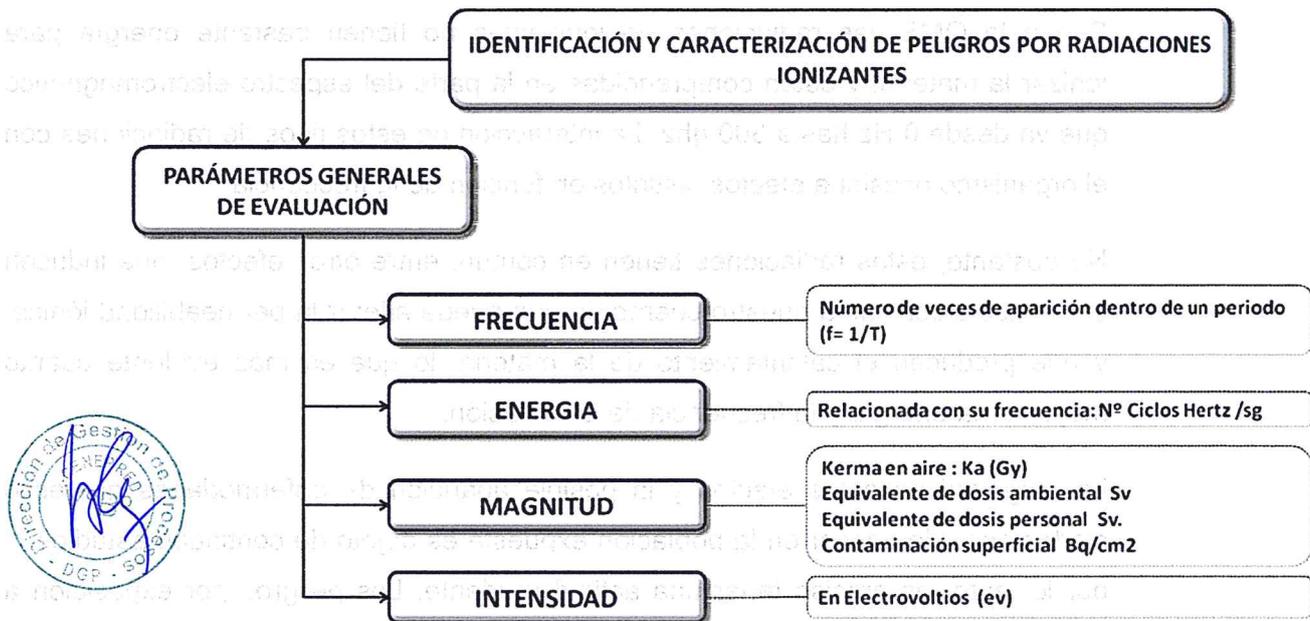
Esa transformación puede producir cáncer pasados años o incluso decenios. No siempre se producen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que ocurran es proporcional a la dosis de radiación. El riesgo es mayor para los niños y adolescentes, ya que son mucho más sensibles que los adultos a la exposición a la radiación.



Los estudios epidemiológicos de poblaciones expuestas a la radiación (sobrevivientes de la bomba atómica o pacientes sometidos a radioterapia) muestran un aumento significativo del riesgo de cáncer con dosis superiores a 100 mSv.

La radiación ionizante puede producir daños cerebrales en el feto tras la exposición prenatal aguda a dosis superiores a 100 mSv entre las 8 y las 15 semanas de gestación y a 200 mSv entre las semanas 16 y 25. Los estudios en humanos no han demostrado riesgo para el desarrollo del cerebro fetal con la exposición a la radiación antes de la semana 8 o después de la semana 25. Los estudios epidemiológicos indican que el riesgo de cáncer tras la exposición fetal a la radiación es similar al riesgo tras la exposición en la primera infancia.

Gráfico N° 3: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por radiaciones ionizantes



Fuente: Subdirección de Normas y Lineamientos. Dirección de Gestión de Procesos. CENEPRED con información del OMS.

a) Clasificación de acuerdo a exposición a radiación ionizante en función de la frecuencia:

I. En campos de frecuencia muy baja (0 Hz-30 khz)

Aparatos de diagnóstico por resonancia nuclear magnética. Líneas eléctricas. Estaciones transformadoras. Monitores de ordenador.

II. En campos de frecuencia baja (30 khz-300 mhz)

Hornos de inducción. Antenas de radioaficionados. Soldadura. Secadores de pintura.

III. En campos de frecuencia media (300 mhz-300 ghz)

Salas de fisioterapia y rehabilitación. Telefonía móvil. Radares.

IV. En campos de frecuencia alta (infrarrojo, visible, ultravioleta) (300ghz-1660 thz)

Aparatos de infrarrojos. Vidrierías. Acererías. Soldadura autógena. Lámparas germicidas. Cabinas de simulación solar. Soldadura por arco. Hornos por arco.

2.1.3. Peligros por exposición a radiaciones no ionizantes

Según la OMS, las radiaciones no ionizantes no tienen bastante energía para ionizar la materia, y están comprendidas en la parte del espectro electromagnético que va desde 0 Hz hasta 300 ghz. La interacción de estos tipos de radiaciones con el organismo ocasiona efectos distintos en función de la frecuencia.

No obstante, estas radiaciones tienen en común, entre otros efectos, que inducen corrientes eléctricas a nuestro cuerpo, lo que puede alterar la permeabilidad iónica, y que producen el calentamiento de la materia, lo que es más evidente cuanto mayor es la energía y la frecuencia de la radiación.

La magnitud de estos efectos y la posible aparición de enfermedades graves o ciertos tipos de cáncer en la población expuesta es objeto de continuos estudios y, por lo tanto, es preciso tener una actitud prudente. Los peligros por exposición a energía no ionizante ocasionan en el ser humano lesiones graves, dependiendo de tipo de radiación como:

2.1.3.1. Peligros por exposición a radiación ultravioleta (uv)

De acuerdo a la American Cancer Society (2,014), la exposición a la radiación ultravioleta (UV) es el factor de riesgo principal para la mayoría de los cánceres de piel. La luz solar es la fuente principal de la radiación ultravioleta. Las lámparas y camas bronceadoras también son fuentes de radiación ultravioleta. Las personas que se exponen mucho a los rayos UV procedentes de estas fuentes tienen un mayor riesgo de cáncer de piel. Aun cuando los rayos UVA y UVB constituyen sólo una pequeña porción de los rayos solares, estos son la causa principal de los efectos dañinos del sol en la piel. Los rayos UV dañan el ADN de las células de la piel. Los cánceres de piel comienzan cuando este daño afecta el ADN de los genes que controlan el crecimiento de las células de la piel.

2.1.3.1.1. Peligros por exposición a rayos uva

De acuerdo a la American Cancer Society (2,014), envejecen a las células de la piel y pueden dañar el ADN de estas células. Estos rayos están asociados al daño de la piel a largo plazo tal como las arrugas, pero también se considera que desempeñan un papel en algunos tipos de cáncer. La mayoría de las cremas bronceadoras emiten grandes cantidades de UVA que según se ha descubierto aumentan el riesgo de cáncer de piel.



2.1.3.1.2. Peligros por exposición a rayos uvb

De acuerdo a la American Cancer Society (2,014), pueden causar daño directo al ADN de las células de la piel, y son los rayos principales que causan quemaduras de sol. Asimismo, se cree que causan la mayoría de los cánceres de piel.

2.1.3.1.3. Peligros por exposición a rayos uvc

De acuerdo a la American Cancer Society (2,014), penetran nuestra atmósfera y no están en la luz solar. No son normalmente una causa de cáncer de piel. Tanto los rayos UVA como los UVB dañan la piel y causan cáncer de piel. Los rayos UVB son causantes más potentes de al menos ciertos cánceres de piel, pero hasta donde se sabe, ningún rayo UV es seguro. El grado de exposición a la luz ultravioleta que una persona recibe depende de la intensidad de los rayos, del tiempo que la piel ha estado expuesta y de si ésta ha estado protegida con ropa o bloqueador solar.

El cáncer de piel es una de las consecuencias de mucha exposición al sol, pero también hay otros efectos. Las quemaduras y los bronceados son los resultados a corto plazo de la exposición excesiva a los rayos UV, y son señales de daño a la piel. La exposición prolongada pueden causar envejecimiento prematuro de la piel, arrugas, pérdida de la elasticidad de la piel, manchas oscuras (pecas, algunas veces llamadas "manchas de envejecimiento" o "manchas del hígado" y cambios pre cancerosos de la piel (tal como áreas ásperas, secas y escamosas llamadas queratosis actínica).

Los rayos UV del sol también aumentan el riesgo de una persona de cataratas y ciertos otros problemas visuales. También pueden suprimir el sistema inmunológico de la piel. Las personas de piel oscura por lo general tienen una probabilidad menor de padecer cáncer de piel en comparación con la gente de piel blanca, aunque éstas aún pueden padecer cataratas y supresión del sistema inmunológico. Ocasionan pigmentación de piel, bronceado, eritema, queratosis actínica, fotoqueratitis, cataratas, melanoma, carcinoma baso y espinocelular.



Gráfico N° 4: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por radiaciones no ionizantes



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información del Ministerio del Ambiente.

2.1.3.2. Peligros por exposición a radiación infrarroja

Ocasionan quemaduras, aumento de pigmentación, eritema profesional, conjuntivitis, cataratas, lesiones de esclerótida, coroides y retina. Como el efecto primario de las radiaciones infrarrojas en los tejidos es térmico, la piel tiene sus mecanismos de advertencia, como un umbral para quemaduras. En cambio, en el ojo no hay mecanismos de advertencia suficientes para proteger del daño al cristalino.

La exposición prolongada a longitudes de onda (RI) con niveles de energía que por lo general no queman la piel produce una radiación térmica que daña el ojo poco a poco sin notarlo, teniendo efectos acumulativos y llegando a producir la catarata posterior. Este tipo de catarata tiene un período de latencia prolongado (10 a 15 años) en individuos crónicamente expuestos a radiaciones infrarrojas, lo cual ha contribuido a dificultar la determinación de valores umbrales.

La sensación de calor y bienestar que producen los rayos solares sobre el cuerpo es causada por los rayos infrarrojos. Estos son responsables de insolaciones y golpes de calor. Esto es especialmente peligroso en el caso de los bebés y los niños, ya que su sistema de termorregulación aún no se ha desarrollado del todo y

es muy sensible. También los adolescentes, los ancianos y los deportistas son grupos de riesgo.

Los rayos infrarrojos también influyen en el envejecimiento cutáneo. Con una mayor longitud de onda que los rayos ultravioletas A y B (UVA y UVB) alcanzan las capas más profundas de la piel y causan pérdida de firmeza y elasticidad.

La mayor parte de la radiación infrarroja, el 65%, se denomina infrarroja A (IR-A) y penetra en nuestra piel hasta una profundidad de 10 milímetros. Esto quiere decir que alcanza la capa más profunda de la piel, la hipodermis, y la altera causando daños. Se trata de un calor seco que no aumenta la temperatura superficial de la piel, por lo que no somos conscientes del daño que produce.

2.1.3.3. Peligros por exposición a radiación gamma

Desde dosis muy bajas de radiación gamma, como las experimentadas por los profesionales que utilizan las máquinas de rayos X en el campo de la medicina, pueden dañar el ADN y causar mutaciones genéticas en el ser humano.

Cantidades tan bajas como 5 centibequerelios (una medida estándar para la cantidad de energía que un kilogramo de materia absorbe) pueden dañar el material genético de una persona. El ADN dañado a menudo conduce a cáncer y mutaciones cromosómicas.

Técnicamente conocido como "síndrome de radiación aguda", los síntomas de enfermedad de radiación se desarrollan por exposición a la radiación gamma entre 2 y 31 días. Los efectos típicos del ARS (por sus siglas en inglés) incluyen náuseas, vómitos y fatiga general debido al debilitamiento del sistema inmunológico del cuerpo.

2.1.3.4. Peligros por exposición a radiación por microondas

Los peligros por exposición a energía por microondas ocasionan en el ser humano lesiones graves como: Quemaduras, fatiga por calor.

De acuerdo a la OMS, las microondas son ondas de radio de alta frecuencia (campos de radiofrecuencia) y como la radiación visible (luz), son parte del espectro electromagnético. Las microondas son usadas principalmente para la difusión de TV, radar para la ayuda a la navegación aérea y marítima, y las telecomunicaciones incluyendo- los teléfonos móviles. También son usados en la industria para



procesar materiales, en medicina para el tratamiento por diatermia y en las cocinas para la preparación de los alimentos.

Los materiales que contienen agua, por ejemplo los alimentos, los fluidos o los tejidos, rápidamente absorben la energía de las microondas, la cual después es convertida en calor. Los materiales metálicos reflejan totalmente las microondas mientras que los materiales no metálicos como el vidrio y algunos plásticos son mayormente transparentes a las microondas.

2.1.4. Peligros generados por exposición a energía nuclear

La energía nuclear es la energía que se libera espontáneamente o artificialmente en las reacciones nucleares. El proceso que convierte el calor producido por una reacción nuclear, en un proceso de fisión nuclear controlada, se utiliza para la generación de electricidad por medio de un generador. En este sentido, no es diferente en sus aspectos generales de otras centrales térmicas que derivan su calor de la quema de combustibles fósiles, o de fuentes geotérmicas. La principal fuente de peligro de la energía nuclear se debe a la reacción de fisión nuclear y los residuos producidos (Edwin Thomas, 2013).

El aspecto más significativo de un peligro por accidente nuclear es la duración potencial increíble. Los materiales radiactivos siguen siendo tóxicos durante siglos o milenios y tienen el potencial de hacer que las zonas contaminadas sean peligrosas o inhabitables durante períodos extensos de tiempo. Hubo dos accidentes de centrales nucleares en la historia. El primero fue el accidente de Three Mile Island de 1979 en Pennsylvania. El segundo fue el desastre de Chernobyl de 1986, que tuvo lugar en Ucrania.

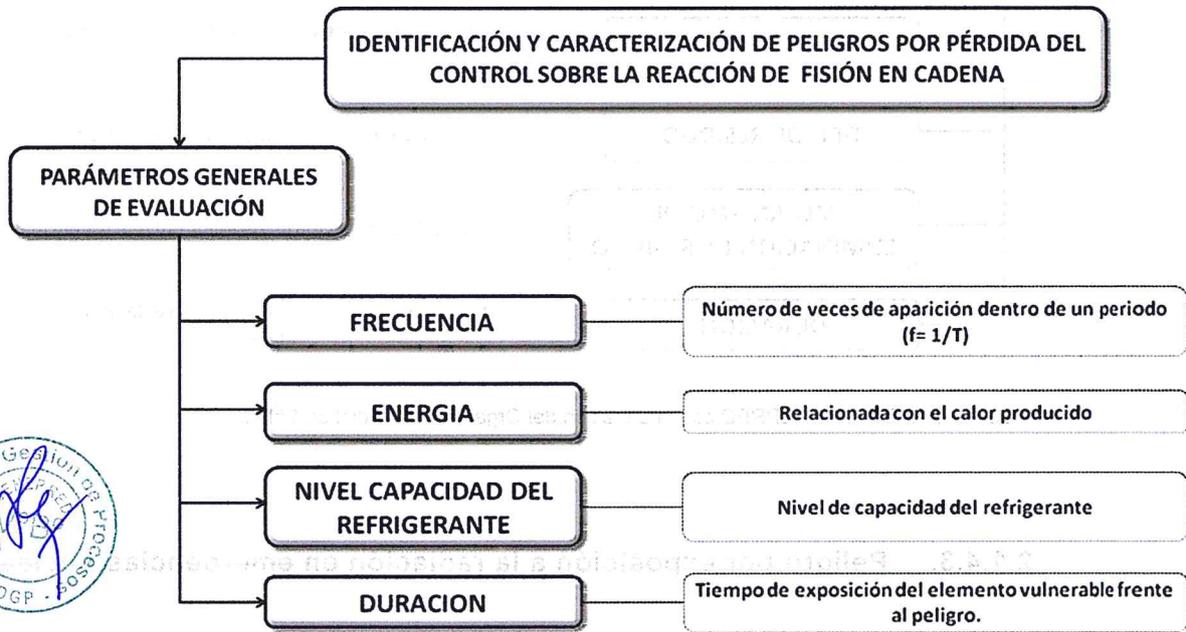
2.1.4.1. Peligro por pérdida del control sobre la reacción de fisión en cadena.

El peligro se da cuando el calor producido sobrepasaría la capacidad del refrigerante del reactor para hacerle frente, provocando la reacción nuclear. Esto podría causar fallos del sistema que liberen radiactividad en el medio ambiente. En el caso de un fallo extremo, el resultado sería una fusión nuclear, donde el material nuclear reacciona quemándose o fundiéndose a través de su recipiente de contención, en el suelo y, luego en la napa freática del agua. Esto arrojaría una enorme nube de vapor radiactivo y desechos a la atmósfera.



Los accidentes de este tipo tienen el potencial de liberar radiactividad en un área inmensa. Un pequeño y bien contenido accidente podría contaminar la planta de energía, mientras que uno mayor podría resultar en la propagación por todo el mundo.

Gráfico N° 5: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por pérdida del control sobre la reacción de fisión en cadena



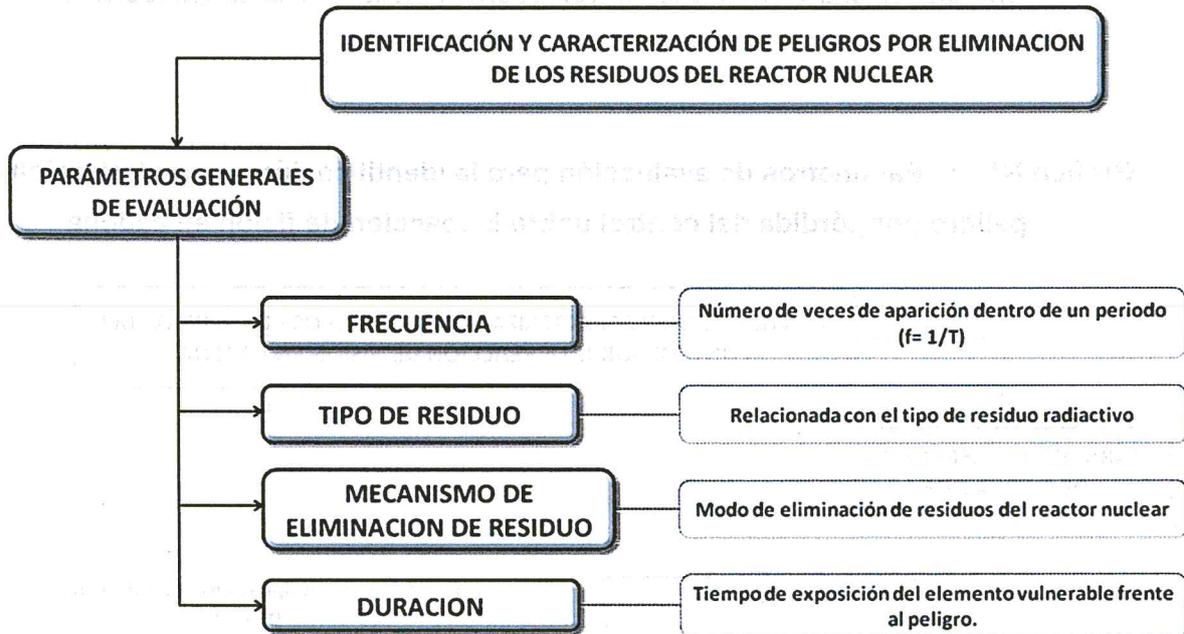
Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información del Organismo Mundial de Salud.

2.1.4.2. Peligro por pérdida por eliminación de los residuos del reactor nuclear

Los combustibles gastados de una central nuclear son altamente radiactivos y tóxicos. También plantean riesgos de seguridad, como un terrorista que haya adquirido una cantidad considerable de residuos nucleares podría construir una llamada "bomba sucia", con el propósito de difundir material radiactivo en un área grande.

Un accidente o un ataque con los residuos radiactivos es probable que contamine un área estrictamente local. Los accidentes que involucran el mal uso o robo de los residuos radiactivos han sido mucho más comunes, pero no fueron comparables con el desastre de Three Mile Island o Chernóbil, en términos de cantidad de radiactividad liberada o zona afectada.

Gráfico N° 6: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por eliminación de los residuos del reactor nuclear



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información del Organismo Mundial de Salud.



2.1.4.3. Peligro por exposición a la radiación en emergencias nucleares

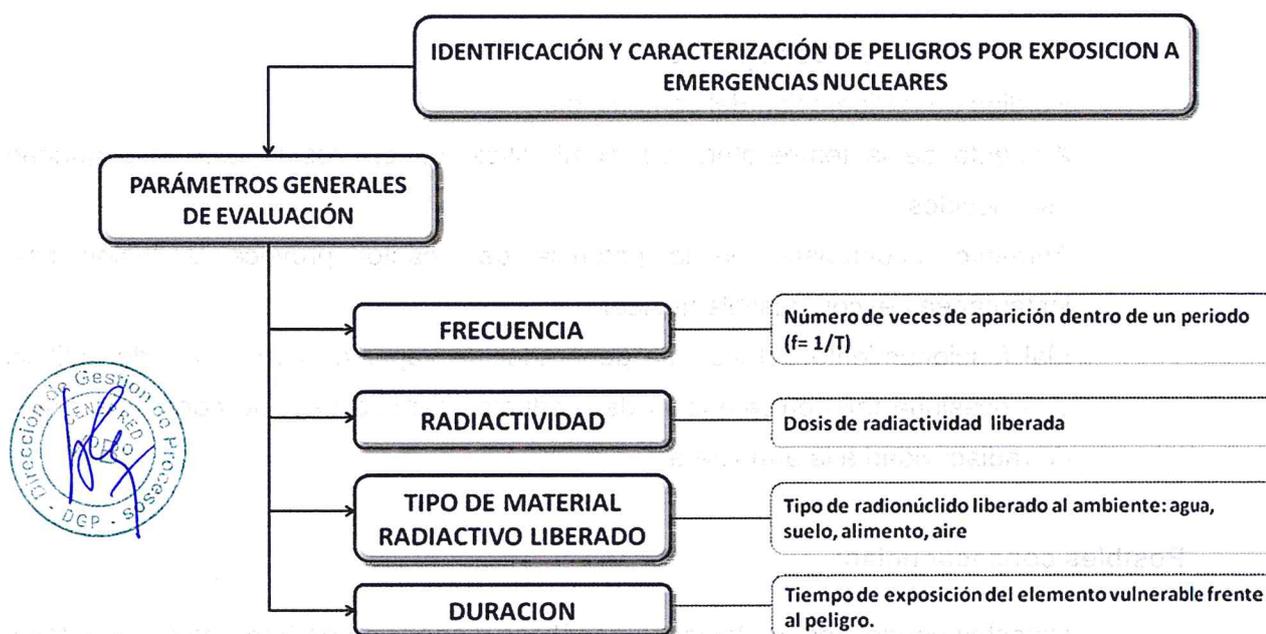
De acuerdo a la OMS, durante los accidentes en plantas de energía nuclear puede liberarse material radiactivo al medio ambiente. Los radionúclidos más preocupantes para la salud humana son el yodo y el cesio. Durante la respuesta a esas emergencias es probable que se produzca exposición ocupacional, interna o externa, de los rescatadores, del personal de primero auxilios y trabajadores de las centrales nucleares. Las dosis de radiación pueden ser suficientemente altas como para causar efectos agudos, tales como quemaduras en la piel o síndrome de irradiación aguda.

Quienes viven muy cerca de centrales nucleares pueden sufrir exposición externa a los radionúclidos presentes en una nube radiactiva o depositada en el suelo. También se pueden contaminar externamente por partículas radiactivas depositadas en la piel o la ropa. También puede haber exposición interna si los radionúclidos se inhalan, ingieren o introducen en heridas abiertas.

La población en general no es probable que se vea expuesta a dosis suficientemente altas para causar efectos agudos, pero sí a dosis bajas que podrían aumentar el riesgo de efectos a largo plazo, como el cáncer.

El consumo de agua o alimentos contaminados contribuye a la exposición global a la radiación. Si se libera yodo radiactivo en el medio ambiente y penetra en el organismo por inhalación o ingestión, se concentrará en el tiroides aumentando el riesgo de cáncer de tiroides. El riesgo de cáncer de tiroides es mayor en los niños que en los adultos, en particular en los menores de 5 años y en aquellos cuyas dietas son generalmente carentes en yodo.

Gráfico N° 7: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por exposición a emergencias nucleares



Fuente: Subdirección de Normas y Lineamientos. Dirección de Gestión de Procesos. CENEPRED con información del Organismo Mundial de Salud.

a) ESTUDIO DE CASO 1 : Explosión de reactor de planta nuclear

Los fallas en los sistemas de refrigeración que sufren los reactores de una planta nuclear en Lima, se encuentran en peligro de explosión y puede causar una fuga radiactiva.

Factores condicionantes:

- Presencia de Sustancias involucradas:
 - o Boro
 - o Lead.

- Arena.
- Arcilla.
- Dolomita.
- Trinatriu.
- Fosfato y líquidos polimerizados.
- Grafito.
- Combustibles.
- Carbón.

Factores desencadenantes:

- Posibles fallos en las centrales.
- Pérdida de refrigeración del combustible.
- Aumento de la temperatura del combustible supera los límites de seguridad establecidos.
- Aumento incontrolado de la potencia del reactor provoca la fusión casi instantánea del combustible nuclear.
- Mal funcionamiento del sistema generador de vapor de contención del edificio que ocasiona fallo en retención de productos radiactivos y no controla emisión de radiactividad a la atmósfera.



Posibles consecuencias:

- Defectos congénitos, mutaciones genéticas y aparición de tumores en insectos y animales.
- Personar expuestas a desarrollar cáncer y afecciones a la glándula tiroides.
- Efectos genéticos negativos en niños y mujeres con elevadas tasas de mortalidad.
- Efectos internos por el consumo de isótopos radiactivos presentes en el agua y los alimentos.
- Pérdidas en ganadería y cultivos agrícolas.
- Efectos en el largo plazo en los seres humanos (síndrome de Down, aberraciones cromosómicas, defectos de tubos neurales).
- Bosques y biodiversidad de color rojo.
- En el núcleo de un reactor nuclear existen más de 60 contaminantes radiactivos a partir de la fisión del Uranio con capacidad de acumulación en el ser humano.
- El Yodo, Estroncio 90 y Cesio C-137 son los contaminantes más perjudiciales para la salud humana.

- Contaminación nuclear se deposita en suelo y mar, se incorpora a la cadena alimentaria de los seres vivos mediante un proceso de bioacumulación.
- La liberación de grandes cantidades de material radiactivo tiene graves efectos sobre la salud pública y medioambiente.
- En el núcleo de un reactor nuclear existen más de 60 contaminantes radiactivos a partir de la fisión del Uranio con capacidad de acumulación en el organismo humano.



2.2. PELIGROS QUIMICOS

A continuación, describimos los peligros inducidos por acción humana de origen químico:

2.2.1. Peligros químicos por materiales peligrosos

Estos peligros inducidos por acción humana comprenden cuando el agente generador del mismo está compuesto por materiales peligrosos. Las Naciones Unidas dividen los materiales peligrosos en nueve grandes grupos llamados "Clases", los cuales se subdividen para profundizar más en su peligrosidad. Cada clasificación numérica se complementa con un pictograma y un color de fondo en forma de rombo que lo ilustra, por lo tanto, los peligros químicos por materiales peligrosos se denominan de acuerdo a su clase correspondiente.

i. Clase 1- Por Explosivos

Los peligros por explosión tienen como elemento generador a las sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores. También incluye objetos que contienen sustancias explosivas y existen 6 subclases o Divisiones de acuerdo con la forma como pueden explotar.



División 1.1: Riesgo de explosión en masa.

Involucran casi toda la carga al explotar e impactan el entorno con la onda generadora.

División 1.2: Riesgo de proyección.

Emite partículas hacia todas las direcciones cuando explota.

División 1.3: Riesgo de incendio

Puede estar acompañado de proyección de partículas y/o de una pequeña onda expansiva. El efecto puede ser sucesivo o de explosiones repetidas.

División 1.4: Bajo riesgo.

La explosión por lo general no se extiende más allá del recipiente o bulto.

División 1.5: Riesgo de explosión en masa, pero son altamente insensibles.

Es decir, que en condiciones normales de transporte tienen muy baja probabilidad de detonar.

División 1.6: Objetos insensibles que contienen sustancias detonantes sin riesgo de explosión en masa, y con muy baja probabilidad de propagación.

Sustancias o artículos explosivos como: dinamita, proyectiles, cohetes, TNT, pólvora negra, nitroglicerina, nitrato de pentaeritritol.

ii. Clase 2- por gases

Los peligros por gases comprenden aquellos que son producidos por sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20° C y a una presión estándar de 101.3 Kpa (kilo Pascal).

Los gases se clasifican en:

- **Gases Comprimidos:**

Aquellos que se encuentran totalmente en estado gaseoso al ser empacados o envasados para el transporte, a 20° C. Ej. Aire comprimido.

- **Gases Licuados:**

Aquellos que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a 20° C. Ej. GLP.

- **Gases Criogénicos:**

Aquellos que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte. Ej. Nitrógeno criogénico.



- **Gases en Solución:**

Aquellos que se encuentran disueltos en un líquido al ser empacados o envasados para el transporte a muy bajas temperaturas. Ej. Nitrógeno criogénico.



División 2.1



División 2.2

Con respecto al tipo de riesgo que ofrecen, los gases se dividen en:

División 2.1: Gases Inflamables, pueden incendiarse fácilmente en el aire cuando se mezclan en proporciones inferiores o iguales al 13% en volumen.

Ej. Gas propano, Aerosoles.

División 2.2: Gases No-inflamables, no tóxicos; pueden ser asfixiantes simples u oxidantes.

Ej. Nitrógeno, Oxígeno.

División 2.3: Gases Tóxicos; ocasionan peligros para la salud, son tóxicos y/o corrosivos.

Ej. Cloro, Amoniaco.

iii. **Clase 3- por líquidos inflamables**

Los peligros por líquidos inflamables comprenden cuando los agentes generadores son líquidos o mezcla de ellos que pueden contener sólidos en suspensión o en solución y que liberan vapores inflamables por debajo de 60° C (punto de inflamación).

Los líquidos inflamables son sustancias que se transportan a temperaturas superiores a su punto de inflamación, o que siendo explosivas se estabilizan diluyéndolas o suspendiéndolas en agua o en otro líquido.



Ej. Gasolina, benceno y nitroglicerina en alcohol.



iv. Clase 4- por sólidos inflamables; sustancias espontáneamente combustibles y sustancias que desprenden gases inflamables al contacto con el agua

Los peligros por sólidos inflamables comprenden aquellos cuando los agentes generadores son sólidos o sustancias que por su inestabilidad térmica, o alta reactividad, ofrecen peligro de incendio. Constituyen tres divisiones:

División 4.1: Sólidos Inflamables, sustancias autorreactivas o explosivos sólidos insensibilizados. Son aquellos que bajo condiciones de transporte entran fácilmente en combustión rápidamente o pueden contribuir al fuego por fricción. Ej. fósforo, azocompuestos, nitro almidón humidificado.

División 4.2: Sustancias espontáneamente combustibles. Son aquellos que se calientan espontáneamente al contacto con el aire bajo condiciones normales, sin aporte de energía. Incluyen las pirofóricas que pueden entrar en combustión rápidamente. Ej. Carbón activado, sulfuro de potasio, hidrosulfito de sodio.

División 4.3: Sustancias que emiten gases inflamables al contacto con el agua. Son aquellos que reaccionan violentamente con el agua o que emiten gases que se pueden inflamar en cantidades peligrosas cuando entran en contacto con ella. Ej. Metales alcalinos como sodio, potasio, carburo de calcio (desprende acetileno).



División 4.1



División 4.2



División 4.3

v. **Clase 5- por sustancias comburentes y peróxidos orgánicos**

División 5.1: Sustancias comburentes: generalmente contienen o liberan oxígeno y causan la combustión de otros materiales o contribuyen a ella. Ej. Agua oxigenada (peróxido de hidrógeno), Nitrato de potasio.

División 5.2: Peróxidos orgánicos. Sustancias de naturaleza orgánica que contienen estructuras bivalentes -O-O-, que generalmente son inestables y pueden favorecer una descomposición explosiva, quemar rápidamente, son sensibles al impacto o la fricción o ser altamente reactivas con otras sustancias. Ej. Peróxido de benzoilo, metiletilcetona peróxido.

Muchas sustancias comburentes pueden requerir también la etiqueta de “Corrosivo” o “Explosivo”, expresando su riesgo secundario.



División 5.1



División 5.2

vi. **Clase 6- por sustancias tóxicas e infecciosas**

El peligro de estas sustancias se relaciona directamente con los efectos adversos que generan en la salud humana. Para clasificarlas se requiere conocer datos como la DL 50 oral y dérmica, así como la CL 50 inhalatoria. La DL 50 oral y dérmica así como la CL 50 sirven para medir la toxicidad aguda de ciertos compuestos químicos en animales vivos de laboratorio.

La dosis letal (DL50), se refiere a la cantidad en miligramos de una sustancia por kg de peso, necesaria para matar el 50% de la población, existente en el estudio. Mientras que CL50 es una expresión estadística que denota la concentración letal media, en la que en un plazo definido, el 50% de los animales expuestos a la sustancia mueren. Mientras que la DL50 se expresa en mg sustancia / kg peso, la CL50 se expresa en mg / litro aire normal.

Existen dos divisiones:

División 6.1: Sustancias Tóxicas. Son líquidos o sólidos que pueden ocasionar daños graves a la salud o la muerte al ser ingeridos, inhalados o entrar en contacto con la piel. Ej. Cianuros, Sales de metales pesados, plaguicidas.

División 6.2: Sustancias infecciosas. Son aquellas que contienen microorganismos reconocidos como patógenos (bacterias, hongos, parásitos, virus e incluso híbridos o mutantes) que pueden ocasionar una enfermedad por infección a los animales o a las personas. Ej. Antrax, VIH, E.Coli, micobacteria tuberculosa.



División 6.1



División 6.2

vii. Clase 7- por material radiactivo

Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere así como la clase de descomposición atómica que sufra. La contaminación por radioactividad empieza a ser considerada a partir de 0.4 Bq/cm² para emisiones beta y gamma, ó 0.04 Bq/cm² para emisores alfa. Ej. Uranio, Torio 232, Yodo 125, Carbono.



Materiales Fisionables

Son radiactivos fisionables: Uranio 233, Uranio 235, Plutonio 241 o cualquier combinación de estos radionúclidos



viii. Clase 8- por sustancias corrosivas

Los peligros químicos por sustancias corrosiva abarcan cuando el agente generador es cualquier sustancia que por su acción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc. Causa entonces quemaduras graves y se aplica tanto a líquidos o sólidos que tocan las superficies, como a gases y vapores que en cantidad suficiente provocan fuertes irritaciones de las mucosas. Ej. Ácidos y cáusticos.



ix. **Clase 9- por sustancias y objetos peligrosos varios**

Los peligros químicos por sustancias no cubiertas dentro de las otras clases pero que ofrecen peligro, incluyen por ejemplo, material modificado genéticamente, sustancias que se transportan a temperatura elevada y sustancias peligrosas para el ambiente no aplicable a otras clases. Aquellas sustancias contaminantes ambientales que no puedan ser clasificadas en otras clases, pertenecen a la Clase 9. Ejemplos: Baterías de Litio, Bifenilos Policlorados (PBC's)



a) **Factores de evaluación para los peligros químicos:**

Para los peligros químicos, los factores de evaluación se pueden expresar en términos de concentración de la sustancia que se fugó o derramó y para el caso de un incendio o explosión se considera la cantidad de calor expresada en las unidades correspondientes, así como la fuerza necesaria para desplazar a un individuo una cierta distancia sin causarle un daño al organismo. Con base en estos datos, se determinan las zonas de afectación y las de amortiguamiento, sobre las cuales se deben de evitar los asentamientos humanos (CENAPRED, 2009).

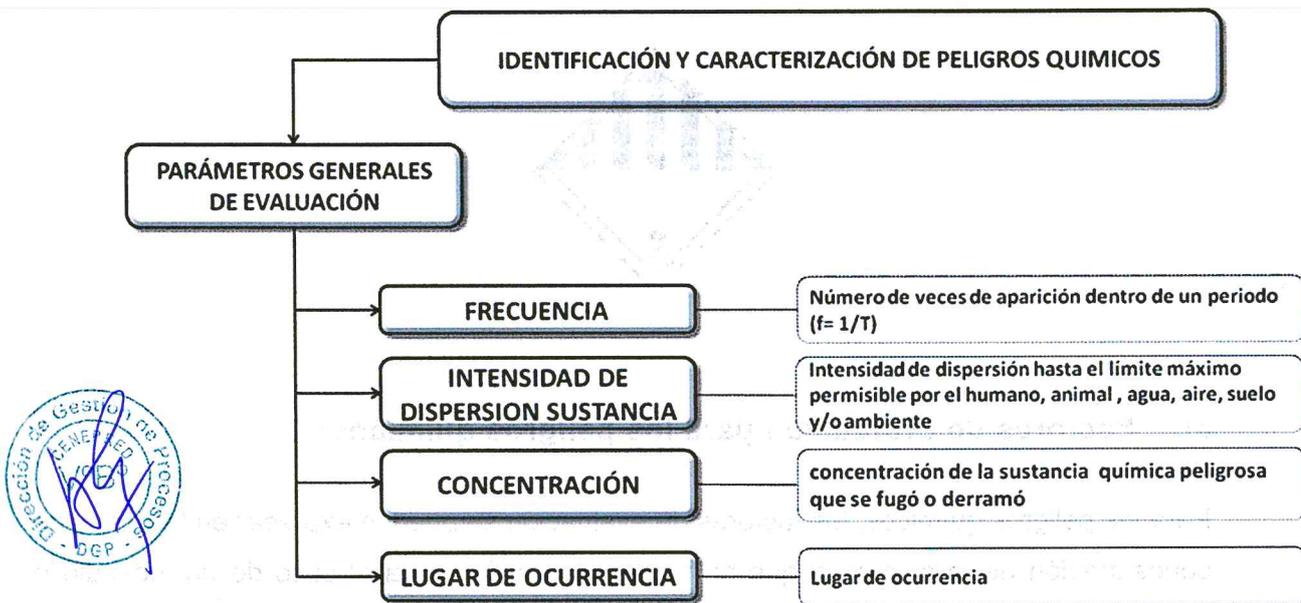
Para el caso de los eventos causados por materiales químicos, el peligro se puede definir en términos de parámetros de evaluación con un significado físico preciso que permite utilizar una escala continua de la intensidad de la dispersión de la sustancia que se puede transferir al ambiente y que tenga un límite de concentración establecido, el cual no afecte a la salud de un individuo expuesto a la sustancia tóxica (CENAPRED, 2009).

Los peligros químicos son altamente impredecibles en cuanto al momento de ocurrencia, pero pueden estimarse en cuanto a su magnitud y sitio específico de impacto, si se utilizan los datos de ubicación de los materiales peligrosos que pueden causar el daño.

Es factible definir escenarios de accidentes extremos si se consideran los eventos máximos catastróficos en función de una serie de variables que se fijan, como son: las

características específicas de las sustancias involucradas (peso molecular, punto de ebullición, densidad, volumen en condiciones normales, capacidad calorífica, límites inferior y superior de explosividad, calor de combustión, entre otras), las condiciones del proceso (temperatura, volumen del contenedor, diámetro del orificio en caso de fuga) y condiciones meteorológicas.

Gráfico N° 8: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización de peligros químicos



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información del Organismo Mundial de Salud y CENAPRED.

b) El incendio y la explosión.

La inflamabilidad de una sustancia depende de cuán reactiva sea al entrar en contacto con el oxígeno, de su forma física y su volatilidad.

El incendio por vapores inflamables sólo se puede producir cuando se mezclan con el aire u oxígeno dentro de ciertas proporciones - límites explosivos inferiores y superiores (límites inflamables). Para la mayoría de los solventes inflamables, el límite explosivo inferior se encuentra en el rango de 1 a 5% de solvente en el aire. Por lo general, este límite inferior es considerablemente mayor que el límite de exposición recomendado para el ambiente de trabajo.

Muchos vapores son más pesados que el aire y se pueden propagar en forma desapercibida hasta alguna distancia de su fuente de origen, dando lugar al retroceso de la llama en caso de haber incendio. Por consiguiente, en cualquier planta es una buena

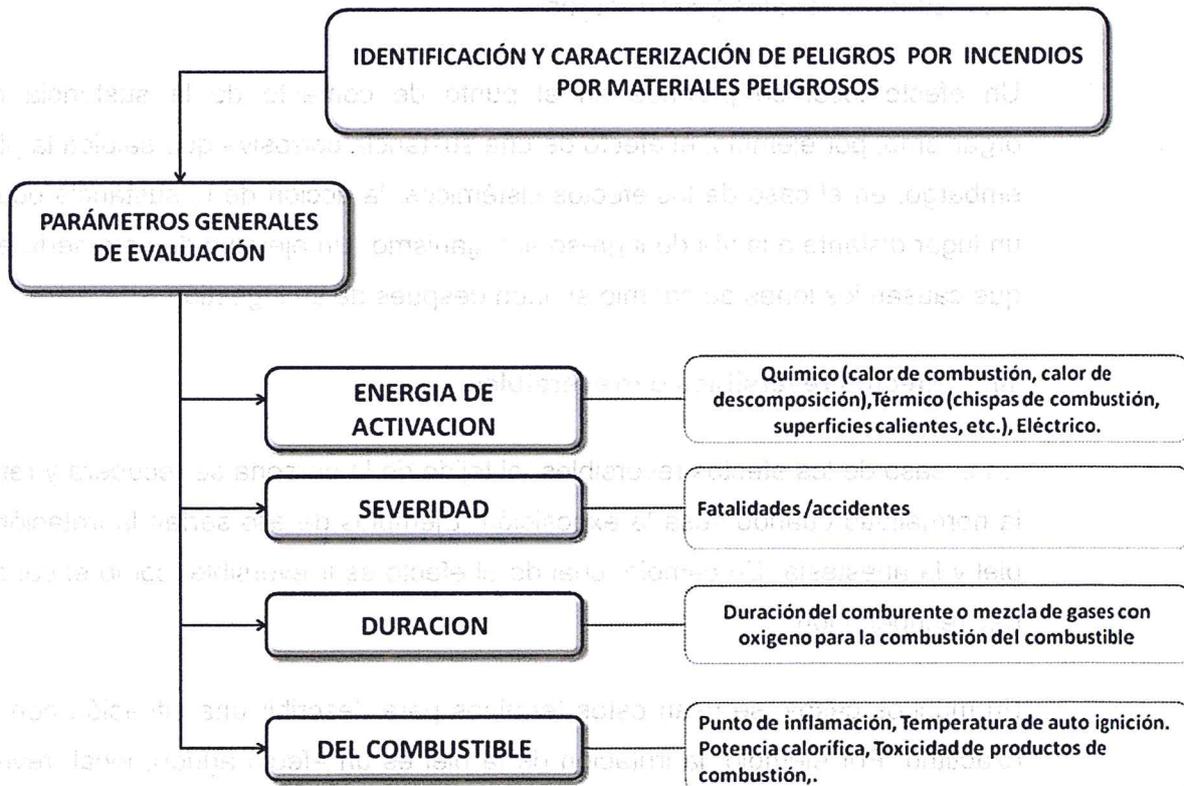
práctica mantener la concentración atmosférica en menos de un cuarto del límite explosivo inferior.

Es necesario señalar que la energía para la ignición de ciertos vapores inflamables, como los del disulfuro de carbono y algunos éteres y aldehídos, puede provenir de fuentes inesperadas como láminas calientes, hornos y mantas de calefacción. Se sabe que las chispas causadas por la electricidad estática o los interruptores eléctricos también han producido vapores inflamables, gases y polvos. Esto resalta la necesidad de evitar concentraciones inflamables.



Sólo un pequeño número de sustancias puede explotar como resultado del choque eléctrico, fricción, incendio u otras fuentes de ignición; en el caso de las sustancias comercialmente disponibles, esta propiedad debe indicarse en la etiqueta. Sin embargo, varias sustancias inflamables pueden explotar si las condiciones son apropiadas.

Gráfico N° 9: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización del peligro por incendios ocasionados por materiales peligrosos



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información de la OMS.

c) Los peligros por materiales peligrosos a la salud

Estos peligros se pueden dividir en los siguientes grupos de acuerdo a su efecto:

- Efectos agudos y crónicos
- Efectos locales y sistémicos
- Efectos reversibles e irreversibles.

i. Efectos agudos y crónicos.

Un efecto agudo es el que se manifiesta después de una única exposición (o después de muy pocas exposiciones repetidas), como la asfixia, la inconsciencia o la muerte producida por la sobreexposición a vapores de solventes. En cambio, un efecto crónico se observará sólo después de la exposición repetida a una sustancia durante un tiempo prolongado. Un ejemplo de esto es la silicosis por exposición durante un largo período al polvo de sílice cristalino.

ii. Efectos locales y sistémicos.

Un efecto local se produce en el punto de contacto de la sustancia con el organismo, por ejemplo, el efecto de una sustancia corrosiva que salpica la piel. Sin embargo, en el caso de los efectos sistémicos, la acción de la sustancia ocurre en un lugar distante a la vía de ingreso al organismo. Un ejemplo de esto sería el daño que causan los iones de cadmio al riñón después de su ingestión.

iii. Efectos reversibles e irreversibles.

En el caso de los efectos reversibles, el tejido de la persona se recupera y retorna a la normalidad cuando cesa la exposición. Ejemplos de ello serían la irritación de la piel y la anestesia. En cambio, cuando el efecto es irreversible, como el cáncer, no hay recuperación.

En muchos casos, se usan estos términos para describir una situación con mayor exactitud. Por ejemplo, la irritación de la piel es un efecto agudo, local, reversible, mientras que el cáncer hepático es crónico, sistémico e irreversible.

En el caso de algunos efectos tóxicos, puede ser difícil decidir cuál de estas categorías aplicar, por ejemplo, cuando hay una sensibilización preliminar después



de la exposición crónica que da lugar a un efecto agudo retardado o cuando un compuesto tiene un efecto adverso sobre la reproducción.

Por último, gran parte de la evidencia de los efectos dañinos de las sustancias se basa en estudios en animales en los cuales ratas y ratones han sido expuestos a dosis muy altas, muchas veces a través de la vía oral. En cambio, la exposición ocupacional es más probable que se realice por la vía respiratoria o absorción a través de la piel. Por consiguiente, hay varios imponderables en la extrapolación de datos basados en estudios de ingestión de altas dosis por roedores a la situación de los seres humanos, donde generalmente las dosis son mucho más bajas y se absorben por vías diferentes. Esto es de particular relevancia para los carcinógenos potenciales cuyo metabolismo es dosis-dependiente (la naturaleza de los metabolitos y sus proporciones son dependientes de la magnitud de la dosis) y, consecuentemente tales estudios pueden suscitar resultados difíciles de interpretar.

Es importante que la información sobre sustancias peligrosas que se utiliza en una evaluación de peligros sea confiable y actualizada.

En el caso de las sustancias comercialmente disponibles, las principales fuentes son:

- Hojas de datos de seguridad química provistas por el fabricante o proveedor.
- Etiquetas de los productos.
- Información de las asociaciones gubernamentales y comerciales.
- Información adicional disponible en la bibliografía técnica.

Cuando se trata de sustancias conocidas producidas por fabricantes acreditados, los datos suministrados por ellos generalmente son suficientes para evaluar el peligro asociado con el uso de la sustancia.

En muchos países los fabricantes, proveedores e importadores de las sustancias químicas son responsables de clasificar y etiquetar las sustancias que distribuyen, así como de divulgar la información pertinente en las Hojas de datos de seguridad química.



2.2.2. Peligros Químicos por Residuos Peligrosos

Estos peligros inducidos por acción humana comprenden cuando el agente generador del mismo está compuesto por residuos peligrosos. Los residuos químicos peligrosos comprenden todos aquellos materiales que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, representan un peligro para la salud humana y el ambiente, cuando son manejados o dispuestos en forma inadecuada.

También se considera como una característica de peligrosidad la radiactividad; pero los residuos de este tipo requieren tratamientos muy especializados. Los tratamientos empleados para su destrucción o para disminuir su peligrosidad, pueden ser físico, químicos, biológicos, térmicos o avanzados. Como ejemplo de los tratamientos físicos se tienen: la adsorción de gases tóxicos usando carbón activado, la destilación de solventes, entre otros.

Los tratamientos químicos incluyen la neutralización, la precipitación, la oxidación y la dechlorinación de PCBs, entre otros; los tratamientos biológicos pueden ser aerobios, anaerobios o facultativos, dependiendo del sustrato en el cual se encuentren los residuos. Los tratamientos térmicos, incluyen la incineración con o sin recuperación de calor, mientras que los métodos avanzados incluyen la destrucción de los residuos en hornos con antorcha de plasma (Loayza Pérez, J. Sociedad Química del Perú, 2007).

Un residuo peligroso se define a un residuo sólido, líquido o gaseoso o una combinación de residuos, los cuales debido a su cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas pueden causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o producir incapacitación; asimismo puede ser un peligro sustancial o potencial para la salud humana o el ambiente, cuando son tratados, almacenados, transportados o dispuestos inadecuadamente (CENAPRED, 2001).

2.2.3. Peligros Químicos por Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos

Estos peligros inducidos por acción humana comprenden cuando ocurren accidentes durante el transporte de materiales y residuos peligrosos. Las materias primas en ciertas zonas se transportan por diversas vías (carretera, ferrocarril, barco y tubería) hacia otro lugar donde se usan en distintos procesos de



fabricación. El transporte de las sustancias químicas implica un riesgo, ya que en caso de que ocurra un accidente que provoque eventos como fuga, incendio, explosión o derrame del material, se puede ocasionar daño físico al ser humano, al medio ambiente o a la propiedad.

Es importante conocer dónde se producen las sustancias químicas, cuáles son las rutas utilizadas en su transporte y cuáles son los sitios donde se utilizan, así como los residuos que se generan en los procesos de transformación y las características de peligrosidad que presentan. Los sitios donde se tratan o depositan las sustancias estabilizadas también deben de estar perfectamente bien ubicadas.

Los principales accidentes pueden ser por:

i. Derrame

Es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc.

ii. Fuga

Se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

iii. Incendio

Es la combustión de materiales.

iv. Explosión

Es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto (pocos segundos), debido a un impacto fuerte o por reacción química de ciertas sustancias.

En nuestro país, la ley 28256 y su reglamento regulan el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, se norman las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

En dicha ley, se indica que los residuos peligrosos se transportarán conforme a los requisitos de la clase correspondiente que señala la clasificación anterior, habida cuenta de sus peligros y de los criterios que figuran en el Libro Naranja de las Naciones Unidas. Asimismo, los residuos peligrosos no comprendidos en la



clasificación antes referida pero incluidos en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, deben transportarse como pertenecientes a la clase 9.

Los envases y embalajes de los materiales y/o residuos peligrosos se rigen de acuerdo a la clasificación, tipos y disposiciones que establece el Libro Naranja de las Naciones Unidas. Asimismo, los envases y embalajes deben tener la resistencia suficiente para soportar la operación de transporte en condiciones normales de acuerdo a lo señalado en el Libro Naranja de las Naciones Unidas. Los contenedores que se usen en el transporte de materiales y residuos peligrosos deberán cumplir con lo señalado en el Libro Naranja de las Naciones Unidas.

Todo vehículo o tren que se utiliza en la operación de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos, desde la recepción de la carga hasta su entrega al destinatario, debe contar con una póliza de seguros que cubra los gastos ocasionados por los daños personales, materiales y ambientales derivados de los efectos de un accidente generado por la carga, ocurrido durante dicha operación. La contratación de la póliza no releva al transportista de la responsabilidad administrativa, civil y penal por los daños personales, materiales y ambientales que le pudiera corresponder.



Asimismo, existe la obligación de presentar planes de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos, los cuales serán elaborados conforme a la ley 28551, ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia. Cuando se trate de transporte por cuenta propia, el plan de contingencia será aprobado por el sector que corresponda a la actividad que produce o emplea el material o residuo peligroso de acuerdo a sus normas vigentes. Cuando se trate del servicio de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos, el plan de contingencia será aprobado por la DGASA del MTC. Al respecto, debe mencionarse que en el año 2009 se elaboraron lineamientos para elaborar el referido plan de contingencia.

El personal que intervenga en la operación de transporte de materiales y/o residuos peligrosos deberá contar con una capacitación básica sobre el manejo de materiales y/o residuos peligrosos y sobre la aplicación del plan de contingencia para dicho transporte, la que será actualizada periódicamente y acreditada con la certificación correspondiente emitida por entidades de capacitación autorizadas e inscritas en el registro de entidades de capacitación e instructores en el manejo de materiales y/o residuos peligrosos a cargo del órgano competente del MTC. El

curso de capacitación tendrá por objetivos: dotar de conocimientos al personal que interviene en las actividades de la operación de transporte de materiales y residuos peligrosos sobre el manejo seguro de estos, de manera de preservar la integridad de las personas, de la propiedad y del ambiente; y dotar de conocimientos al personal que interviene en la operación de transporte sobre los procedimientos de seguridad preventivos y los aplicables en caso de emergencia.

Para realizar el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos se requerirá que el transportista cuente con la autorización respectiva, de acuerdo al tipo de operación que realiza, conforme se detalla a continuación:

- Permiso de operación especial para prestar servicio de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos por carretera, otorgado por la DGTT.
- Permiso de operación especial para transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos por carretera por cuenta propia, otorgado por la DGTT.
- Permiso de operación ferroviaria especial para el servicio de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos por vía férrea, otorgado por la DGCF.
- Permiso de Operación Ferroviaria Especial para Transporte Terrestre de Materiales y/o Residuos Peligrosos por Cuenta Propia, otorgado por la DGCF.



Asimismo, el transportista deberá estar inscrito en el registro nacional de transporte de materiales y/o residuos peligrosos, el cual forma parte del Sistema Nacional de Registros de Transporte Terrestre y comprende el registro nacional de transporte de materiales y/o residuos peligrosos por carretera, a cargo de la Dirección General de Transporte Terrestre (DGTT), y el registro nacional de transporte de materiales y/o residuos peligrosos por vía férrea, a cargo de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF).

El evaluador debe considerar los factores de naturaleza química que podrían influir en el transporte del contaminante. Algunos de ellos se mencionan a continuación:

a. Solubilidad en agua:

Los compuestos muy solubles en agua se adsorben con baja afinidad a los suelos. Por lo tanto, son rápidamente transportados desde el suelo contaminado hasta los cuerpos de agua superficial y/o profunda. La solubilidad también afecta la volatilidad desde el agua. Por ejemplo, los compuestos muy solubles en agua tienden a ser menos volátiles y también muy biodegradables.

b. Constante de la Ley de Henry (H):

Cuando la presión de vapor es alta con respecto a su solubilidad en agua, la constante de la ley de Henry también es alta y el compuesto preferentemente se evaporará en el aire. Un alto valor para la constante de la ley de Henry de un contaminante, podría sugerir que la inhalación sería la vía de exposición.

c. Coeficiente de partición de carbono orgánico (Koc):

Un "Koc" alto indica que el compuesto orgánico se fija con firmeza a la materia orgánica en el suelo, por lo que se va poca cantidad de compuesto a las aguas superficiales o acuíferos. Un bajo "Koc" sugiere la posibilidad de que el compuesto pueda ir a los cuerpos de agua.

d. Coeficiente de partición octanol/agua (Kow):

Los compuestos químicos con valores altos de "Kow" tienden a acumularse en las porciones lipídicas de los organismos y a concentrarse en suelos y sedimentos (compuestos con un "LogKow" > 3 ó > 1000). Además, esta clase de compuestos se pueden transferir a los humanos a través de la cadena alimentaria. Por el contrario, los compuestos con bajos "Kow" tienden a distribuirse en el agua o aire.

Para el análisis de peligros químicos, se han venido utilizando distintas metodologías como:

e. Índice Mond:

Este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos; en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares, permite obtener índices numéricos de riesgo para cada sección de las



instalaciones industriales, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación.

f. Análisis «What if»:

Esta técnica no requiere de métodos cuantitativos especiales ni de una planeación extensiva; utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación. Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles.

g. Índice Dow:

Éste técnica intenta cuantificar anticipadamente daños potenciales por incendios y explosiones, identificando las causas y a los generadores, y traduciendo los riesgos potenciales a una valoración económica que permita jerarquizar decisiones. Este sistema separa los procesos industriales en sectores específicos identificando materiales, proceso y propiedades termodinámicas relevantes, requiriendo un diseño preciso de la unidad industrial analizada, diagramas de flujo del proceso, información económica de costos y beneficios, formatos sistematizados de reporte.

h. Ubicación y características de las fuentes de peligro químico

- Zonas industriales
- Empresas mineras
- Industria Petroquímica
- Tuberías de transporte de gas natural
- Estaciones de servicio (gasolineras)

El aumento del número de estaciones de servicio en el país ha sido constante, lo que ha incrementado también el riesgo de accidentes donde puede verse involucrada la población, sobre todo cuando la densidad poblacional que existe



alrededor del sitio (estación de servicio) es elevada, tal como sucede en algunas de las ciudades del país, o cuando hay mucho tráfico vehicular, en el caso de las carreteras.

I. ESTUDIO DE CASO 1: Peligro Incendio

Una empresa de servicios de transportes ubicada en el Cercado de Lima está en riesgo por peligro de incendio en su establecimiento de servicios, porque no reúnen las medidas de seguridad en caso de incendios.

Factores condicionantes:

- Presencia de Sustancias involucradas: Combustibles sólidos y líquidos

Combustibles sólidos:

- Papel
- Madera
- Tejidos
- Gomas
- Corcho
- Caucho



Combustibles líquidos:

- Gasolinas
- Gasóleos
- Disolventes
- Pinturas
- Barnices
- Grasas
- Alcohol

Factores desencadenantes:

- Fuga de incendio de combustible.
- Quema indebida de materiales dentro o fuera de la edificación.
- Falta de mantenimiento de instalaciones eléctricas deterioradas o antiguas.

- Inadecuada manipulación de líquidos inflamables.
- Almacenamiento de material inflamable sin debidas precauciones.
- Carencia de detectores de fuegos.
- Acumulación de máquinas eléctricas.
- Aumento de materiales de almacén.
- Desorden y descuido en talleres y almacenes.
- Ignorancia o negligencia de posibilidades de peligros.

Posibles consecuencias:

Pérdidas directas de:

- Vidas humanas
- Máquinas y equipos
- Materiales y mercancías del proceso
- Instalaciones
- Vehículos y/o ómnibuses.



Pérdidas indirectas de:

- Interrupción de negocios.
- Pérdidas del mercado.
- Pérdidas de clientela.
- Pérdidas de empleo.

II. ESTUDIO DE CASO 2: Peligro Derrame de sustancia peligrosa

Una industria petrolera con probabilidad de derrame de petróleo en el mar cerca al puerto de Callao.

Factores condicionantes:

- Presencia de Sustancias involucradas: Gasolina, aceite de motor, petróleo.

Factores desencadenantes:

- Colisión.
- Encalladura de buques.
- Carga y descarga.

- Fugas crónicas de válvulas.
- Derrames de muestreos.
- Accidentes de camiones.
- Fugas de válvulas.
- Ruptura de oleoductos.
- Vandalismo.
- Ruptura del tanque de producción.

Posibles consecuencias:

- Contaminación ambiental.
- Contaminación del suelo y subsuelo.
- Contaminación atmosférica.
- Accidentes de suelo y cuerpo de agua.
- Daños a la población.
- Impactos sobre recursos hidrobiológicos, flora y fauna.



2.3. PELIGROS BIOLÓGICOS

Los peligros por origen biológico comprenden enfermedades transmitidas por vectores, insectos, animales y plantas venenosas. Los seres humanos pueden contraer enfermedades transmitidas por vectores de insectos como mosquitos o garrapatas.

La picadura de un mosquito o de una garrapata puede causar la transmisión de un agente infeccioso, ya sea un parásito, una bacteria o un virus, desde el punto de vista de salud pública.

El hecho de que los agentes sean seres vivos y que en una misma especie bacteriana haya distintas cepas con diferente patogenicidad o factores, tales como la temperatura y humedad ambiental, puedan condicionar su presencia y no permitir establecer valores máximos permitidos generalizados y válidos para cualquiera que sea la situación problema planteada.

En contraposición con los agentes físicos y químicos, éstos son seres vivos, capaces de reproducirse, y que al penetrar en el organismo causan enfermedades de tipo infeccioso o parasitario. El hecho de que los agentes sean seres vivos y que en una misma especie bacteriana haya distintas cepas con diferente patogenicidad o factores, tales como la temperatura y humedad ambiental, puedan condicionar su presencia y no permitir establecer valores máximos permitidos generalizados y válidos para cualquiera que sea la situación problema planteada.

2.3.1. Clasificación de los peligros biológicos

Los peligros biológicos ocasionados por distintos agentes dentro de las cuales se incluyen bacterias, virus, parásitos, hongos, otros microorganismos y sus toxinas asociadas; tienen la capacidad de dañar la salud humana, una reacción alérgica leve hasta condiciones graves de salud, incluso la muerte; como también al estado normal fitosanitario de las plantas y al estado normal zoonosanitario de los animales en un ámbito geográfico determinado.

Los peligros biológicos se clasifican de acuerdo a su tipo:

- Residuos sanitarios, muestras de un microorganismo.
- Agentes biológicos (bacterias, virus hongos, protozoos y parásitos) ;

- Toxina (de una fuente biológica) que puede resultar patógena.

Pueden también incluir las sustancias dañinas a los animales.

2.3.1.1. Peligros por residuos sanitarios

Los Residuos Sanitarios pueden agruparse en residuos inespecíficos y en residuos de riesgo o específicos. En la mayoría de las ocasiones suelen dejarse al margen los residuos radiactivos, objeto de normas muy particulares.

2.3.1.1.1. Peligros por residuos inespecíficos

- **Grupo I.**

Residuos sanitarios asimilables a los municipales como cartón, papel, material de oficina, basura orgánica, etc.

- **Grupo II.**

Residuos inertes que se generan con la actividad sanitaria, como la ropa de un solo uso, manchada con sangre o secreciones, los apósitos, etc.

2.3.1.1.2. Por residuos de riesgo o específicos

- **Grupo III.**

Residuos especiales que por sus riesgos sobre la salud humana requieren de medidas especiales de prevención, recogida, almacenamiento, transporte y eliminación, dentro y fuera del ámbito sanitario. Están incluidos muchos residuos que se generan en el laboratorio como, por ejemplo, los cultivos y reservas de agentes infecciosos, la sangre y hemoderivados en forma líquida, las agujas y el material punzante o cortante, los procedentes de pacientes con enfermedades infecciosas potencialmente transmisibles, los animales de laboratorio infectados, etc.

- **Grupo IV.**

Residuos de alto riesgo no incluidos en el Grupo III y citostáticos. Están tipificados en normativas singulares y deben ser eliminados mediante procedimientos especiales. Incluyen compuestos con propiedades cancerígenas, mutagénicas, teratogénicas o de elevada toxicidad, así como al material que está en contacto con ellos.



Un ejemplo en el laboratorio de Microbiología es el bromuro de etilo, pero aquí también podríamos incluir los termómetros de mercurio, las pilas “de botón” con metales pesados, etc.

2.3.1.2. Peligros por agentes biológicos (Ver anexo A).

Los peligros por agentes biológicos son los ocasionados por Bacterias, Virus, Hongos, Protozoarios, Parásitos. Estos pueden ser clasificados en cuatro grupos en función del riesgo de infección:

- **Agente biológico del grupo 1.**
Aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- **Agente biológico del grupo 2.**
Aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Agente biológico del grupo 3.**
Aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo frente a él generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Agente biológico del grupo 4.**
Aquel que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente frente a él profilaxis o tratamiento eficaz.



2.3.1.3. Peligros por toxinas

Los peligros por toxinas, consideran a las toxinas biológicas. Estas toxinas pueden ser producidas por bacterias o mohos peligrosos que se encuentran en los alimentos, o pueden venir de una planta o de alimentos de mar. Una intoxicación causada por alimentos ocurre cuando el ser humano consume alimentos que contienen toxinas.

Tabla N° 1. Contenido de toxinas en principales alimentos

Toxina	Fuente	Alimento Asociado
Toxina Ciguatera	Pescados que han comido algas que contienen la toxina.	Amberjack, barracuda, mero y pargo.
Toxina Escombroida	Histamina producida por bacterias presentes en los pescados cuando son mantenidos a temperaturas inapropiadas después de ser recolectados.	Principalmente atún, pomátomo, caballa, barrilete y bonito; también mahi-mahi, merlín y sardinas.
Toxinas de los Mariscos	Mariscos que han comido algunos tipos de algas que naturalmente contienen la toxina.	Mariscos, específicamente mejillones, almejas y vieiras.
Toxina Sistémica del Pescado	Presente naturalmente en algunos tipos de peces.	Pez globo, morenas y carpas de agua dulce.
Toxinas Vegetales	Presentes naturalmente en algunos tipos de plantas.	Plantas o partes de plantas venenosas como las habas y hojas del ruibarbo.
Toxinas de hongos	Presentes naturalmente en algunos tipos de hongos.	Variedades venenosas de hongos.

Fuente: FAO adaptado por CENEPRED



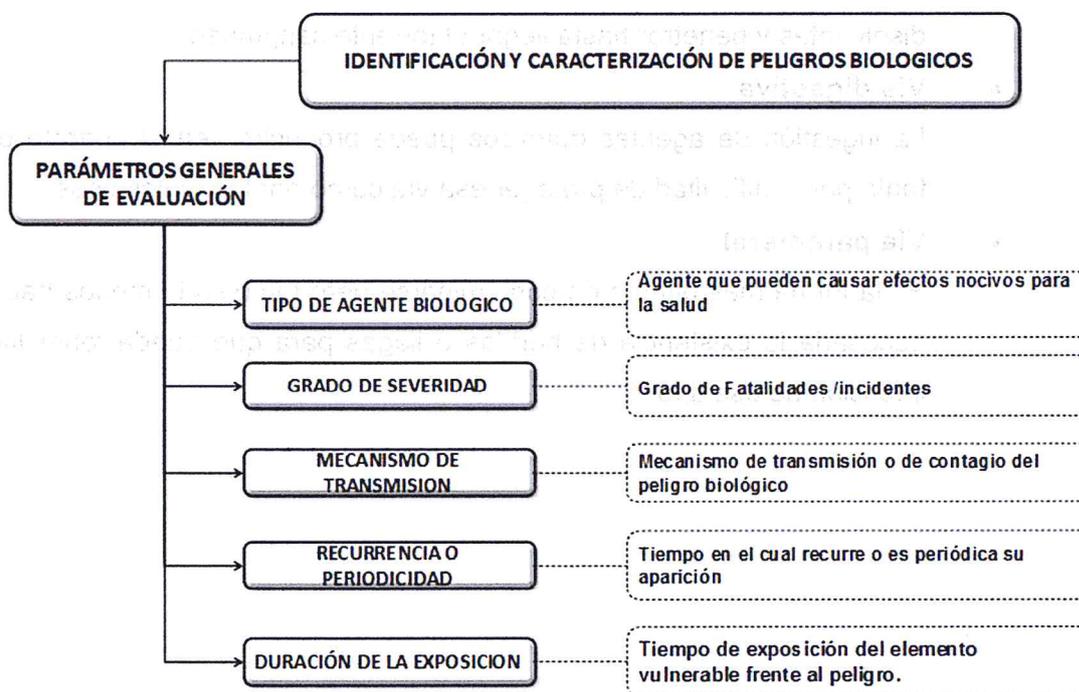
2.3.2. Parámetros de evaluación

La identificación de los peligros biológicos está basada en los siguientes parámetros de evaluación:

- Determinación de los agentes biológicos, que pueden causar efectos nocivos para la salud.
- Duración de la exposición.
- Grado de severidad.
- Recurrencia o periodicidad.
- Mecanismos de transmisión del agente.



Gráfico N° 10: Parámetros de evaluación para la identificación y caracterización de peligros biológicos



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED con información de la OMS

a) Medios de contagio

Los medios de contagios en el ser humano y animal son las vías de transmisión: vía respiratoria, vía dérmica, vía digestiva, vía parenteral y cuyos efectos impactan en la salud y ambiente, a continuación procederemos a describir muy brevemente cada una de ellas:

- **Vía respiratoria**

Es la más común de todas. La inhalación de agentes químicos junto con el aire que respiramos en el ambiente es habitual. Los filtros naturales de la nariz, boca y en general el aparato respiratorio no son suficientes para frenar la entrada de lo que precisamente es peligroso: vapores, polvos, gases y aerosoles.

- **Vía dérmica**

Muchos agentes químicos penetran por la epidermis por el simple contacto, al perderse la totalidad o parte de los aceites protectores por la acción de los disolventes y penetrar hasta llegar al torrente sanguíneo.

- **Vía digestiva**

La ingestión de agentes químicos puede producirse en el aparato digestivo tanto por la dificultad de proteger esa vía como por los malos usos.

- **Vía parenteral**

Es la forma más directa de contaminarse pero también la menos habitual. Es necesaria la existencia de heridas o llagas para que pueda tener lugar una infección de ese tipo.



CAPÍTULO III

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD



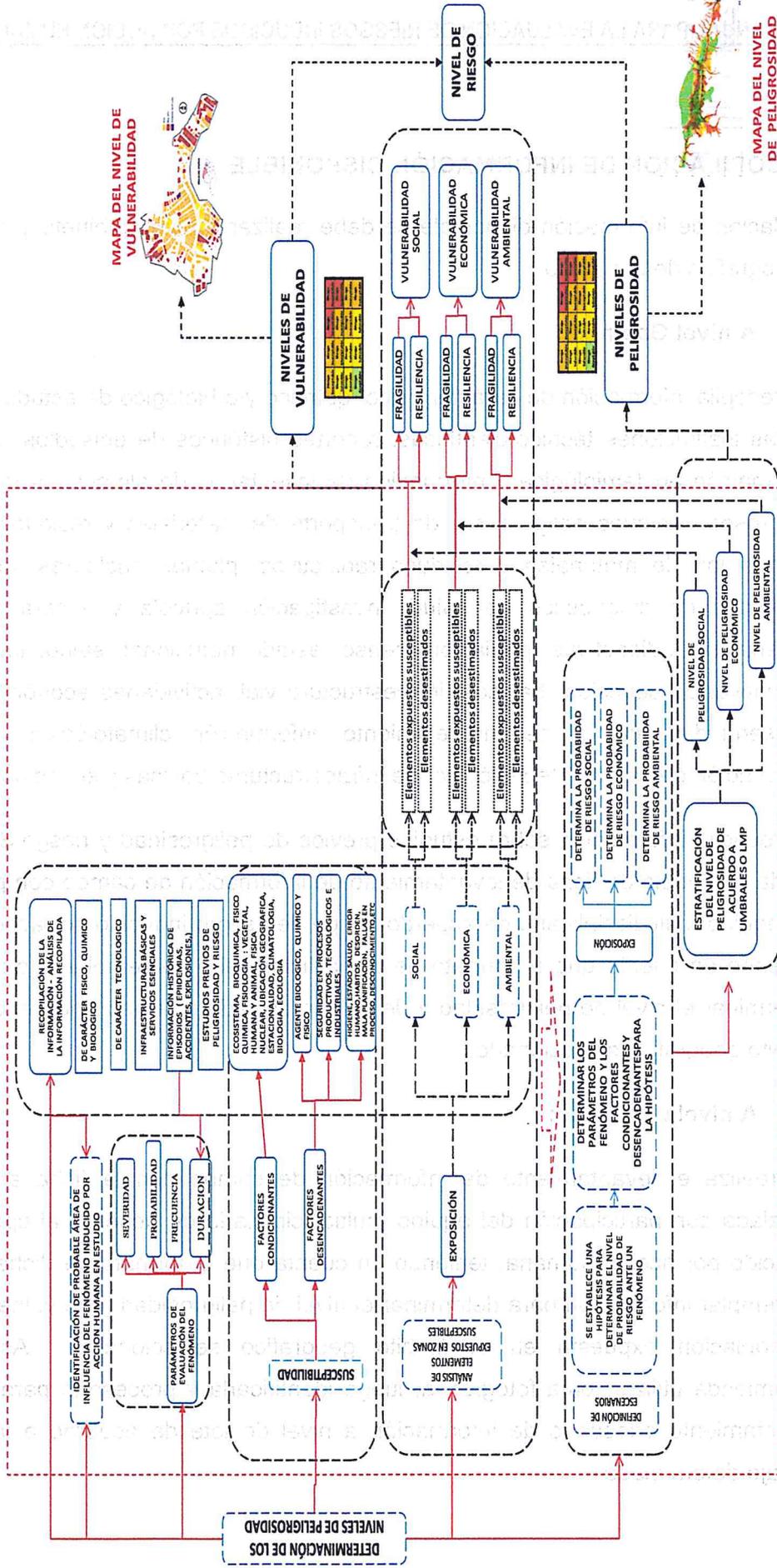
3. DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

En este manual, se recomienda aplicar la siguiente metodología para determinar el Nivel de Peligrosidad de inducidos por Acción Humana, la cual se compone de los siguientes procedimientos técnicos:

- a) Recopilación de información disponible.
- b) Análisis de la información recopilada.
- c) Identificación de probable área de influencia del fenómeno inducido por acción humana en estudio.
- d) Identificación y caracterización del peligro inducido por la acción humana.
- e) Determinación de parámetros de evaluación
- f) Análisis de la susceptibilidad. Factores condicionantes y Factores desencadenantes.
- g) Análisis de los elementos expuestos en zonas susceptibles
- h) Definición de escenarios.
- i) Estratificación y determinación de niveles de peligrosidad de niveles de peligrosidad.
- j) Elaboración de mapa de nivel de peligrosidad.



Gráfico N° 11: Metodología general del nivel de peligrosidad



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED



3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

La recopilación de información disponible se debe realizar a nivel gabinete y campo en el ámbito geográfico determinado,

a) A nivel Gabinete:

Se recopila información de carácter físico, químico y/o biológico de estudios anteriores de las instituciones técnico-científicas, reportes históricos de episodios, estadísticas, información epidemiológica, información de inventarios de almacenes de materiales peligrosos, residuos peligrosos y de transporte de materiales y residuos peligrosos, información de materiales y residuos radiactivos, plantas nucleares, inventario de empresas de diagnóstico de salud, investigación agrícola y minera que utilizan materiales radioactivos, población, censo, estado nutricional, salud, infraestructura educativa, de servicios básicos, infraestructura vial, actividades económicas, planes de seguridad, planes de mantenimiento, información climatológica. Se recopila información de carácter tecnológico, de infraestructuras básicas y servicios especiales.

Se recopila información sobre estudios previos de peligrosidad y riesgo. Se prepara y valida el modelo de ficha de levantamiento de información de campo con participación del equipo multidisciplinario de acuerdo al tipo de peligro inducido por acción humana, teniendo en cuenta que el formato de dicha ficha debe contemplar información para determinar el nivel de peligrosidad y de vulnerabilidad de la población expuesta en el ámbito geográfico seleccionado.

b) A nivel de campo:

Se realiza el levantamiento de información de campo con la ficha anteriormente señalada con participación del equipo multidisciplinario de acuerdo al tipo de peligro inducido por acción humana, teniendo en cuenta que el formato de dicha ficha debe contemplar información para determinar el nivel de peligrosidad y de vulnerabilidad de la población expuesta en el ámbito geográfico seleccionado. Asimismo, se recomienda utilizar toma fotográfica, luego identificarla y procesarla para mejorar un levantamiento adecuado de información a nivel de lote de acuerdo a la escala de trabajo determinada.



3.2. ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN RECOPIADA

Con la información disponible en gabinete y levantada en campo, se procede al análisis y sistematización correspondiente para continuar con el proceso correspondiente dentro de la evaluación de riesgos inducidos por acción humana.

Esta información va a ser ordenada, clasificada y estructurada para el análisis correspondiente.



3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA DEL FENÓMENO INDUCIDO POR ACCIÓN HUMANA EN ESTUDIO

La identificación de la probable área de influencia del fenómeno inducido por acción humana será de acuerdo a lo señalado por la entidad técnico científica correspondiente.

Con la experiencia y conocimiento de las entidades técnico-científicas, serán las encargadas en señalar esta área.



3.4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS INDUCIDOS POR ACCIÓN HUMANA

Para identificar y caracterizar los peligros inducidos por acción humana, se evalúan los parámetros de evaluación.

3.4.1. Parámetros de evaluación

Son los parámetros que intervienen en el mecanismo generador de dichos peligros, los mismos que facilitan su evaluación:

Frecuencia, Severidad, Duración y Probabilidad.



Gráfico N° 12: Parámetros para la identificación y caracterización del peligro



Fuente: SNL-DGP. CENEPRED.

3.4.2. Análisis de la susceptibilidad.

En el análisis de susceptibilidad, con base a los parámetros de evaluación, se identifican y analizan los factores condicionantes y factores desencadenantes del peligro inducido por acción humana.

3.4.2.1. Factores condicionantes:

Estos factores condicionan la aparición del peligro inducido por acción humana en el ámbito geográfico determinado. Estos pueden ser:

i. Factores condicionantes internos:

Huésped, hospedero, vector, nivel nutricional, edad, sexo, fisiología: vegetal, humana y animal, nivel de inmunidad, ciclo biológico, fenología, estado fisiológico, estado de salud, etc.

ii. Factores condicionantes externos:

Ecosistema, bioquímica, fisicoquímica,; física nuclear, ubicación geográfica, estacionalidad, biología, ecología, climatología del territorio o ámbito geográfico determinado, etc.).

3.4.2.2. Factores desencadenantes:

Estos factores desencadenan el peligro inducido por acción humana en el ámbito geográfico determinado. Estos pueden ser:

- Presencia del tipo de agente: biológico, químico, físico.
- Concentraciones químicas de sustancias peligrosas en límites no permisibles en agua, suelo y aire.
- Presencia de materiales y residuos radioactivos.
- Presencia de toxinas (aflatoxinas) en alimentos.
- Presencia de radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Errores en la fabricación y fallas en operatividad de instalaciones industriales.
- Desconocimiento y negligencia en mantenimiento, en seguridad, en construcción y en edificaciones.
- Malos hábitos de conducta: Higiene.
- Expansión demográfica desordenada.
- Construcciones indebidas en zonas inapropiadas que magnificarían impacto de fenómenos naturales,
- Manejo inadecuado en el transporte de materiales y residuos peligrosos.
- Inadecuada identificación y etiquetado de productos, materiales y residuos peligrosos.
- Uso inapropiado de pesticidas agrícolas y sus envases.
- Sobrepastoreo.



- Exceso de riego.
- Lixiviación de fertilizantes químicos.
- Quema de basura.
- Contaminación de fuentes de agua con materiales y residuos peligrosos a nivel freático o subsuelo, pluviales, manantiales y agua potable.
- Manejo inapropiado de normas de seguridad
- Falta de cuarentena y aislamiento temporal de posibles vectores o hospederos sospechosos de contagio de plagas y epidemias para el ser humano, plantas y animales.
- Introducción de especies vegetales: semillas, plántulas, plántones y meristemos sin la debida cuarentena y autorización fitosanitaria.



3.4.2.3. Ponderación de los parámetros y descriptores de evaluación del fenómeno inducido por acción humana de estudio.

La ponderación de los parámetros y descriptores de evaluación del fenómeno inducido por acción humana de estudio van a permitir ordenar sus distintos niveles o descriptores de acuerdo a su grado de importancia, y para ello se utiliza el análisis jerárquico multicriterio de Saaty. Ver procedimiento en Anexo B.

3.4.2.4. Ponderación de factores condicionantes y descriptores

En este caso para fines didácticos, vamos a considerar el estudio de determinación de los niveles de peligrosidad para la Enfermedad de Chikungunya.

El Chikungunya es una enfermedad transmitida por mosquitos del género *Aedes* que era endémica en África, Sudeste de Asia y el subcontinente de la India. En enero de 2013 ha emergido en la región de las Américas, extendiéndose rápidamente por las islas del Caribe, donde se están produciendo brotes activos de gran magnitud. (Laboratorio de Arbovirosis del Centro Nacional de Microbiología ISCIII, Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España, 2014).

En España, no se ha detectado ningún caso autóctono, pero cada año se detectan algunos casos importados en viajeros internacionales procedentes de zonas endémicas. Uno de los destinos más frecuentes de los viajeros internacionales españoles es América Central, Caribe y América del sur, por lo que es esperable que el número de casos importados se vea incrementado.

Desde el año 2004, uno de los mosquitos competentes para la transmisión del virus del Chikungunya, *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*: El primero de ellos está presente en algunas zonas de nuestro país y para el caso de España está presente el segundo de ellos, lo que hace posible una transmisión autóctona. Por todo ello es necesaria una evaluación rápida del riesgo que describa la situación actual para orientar las actividades de preparación y respuesta adecuadas al riesgo y prevenir la llegada y extensión de esta enfermedad.

En relación a lo antes indicado, para fines didácticos, se han considerado:

Factores condicionantes:

- Cercanía a fuentes de agua.
- Variabilidad climática de la lluvia en ámbito geográfico de estudio.

Luego de la identificación de los factores condicionantes, se procede a realizar la ponderación de cada uno de los factores condicionantes y sus descriptores.

Ponderación de factor condicionante: Cercanía a fuentes de agua y descriptores



MATRIZ DE COMPARACION DE PARES					
Cercanía a fuentes de agua	Entre 0 a 100 metros	Entre 100 a 150 metros	Entre 150 a 200 metros	Entre 200 a 250 metros	Entre 250 a 300 metros
Entre 0 a 100 metros	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
Entre 100 a 150 metros	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Entre 150 a 200 metros	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Entre 200 a 250 metros	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Entre 250 a 300 metros	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	0,06	0,04

Fuente: CENEPRED

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, el procedimiento matemático se explica en anexo.

MATRIZ DE NORMALIZACION						
Cercanía a fuentes de agua	Entre 0 a 100 metros	Entre 100 a 150 metros	Entre 150 a 200 metros	Entre 200 a 250 metros	Entre 250 a 300 metros	Vector Priorización
Entre 0 a 100 metros	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Entre 100 a 150 metros	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Entre 150 a 200 metros	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Entre 200 a 250 metros	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Entre 250 a 300 metros	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035



INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0,061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0,054

Fuente: CENEPRED

FACTOR	Cercanía a fuentes de agua	PESO PONDERADO : 0.50	
DESCRIPTORES	CFA 1	Entre 0 a 100 metros	PCFA 1 0.503
	CFA 2	Entre 100 a 150 metros	PCFA 2 0.260
	CFA 3	Entre 150 a 200 metros	PCFA 3 0.134
	CFA 4	Entre 200 a 250 metros	PCFA 4 0.068
	CFA 5	Entre 250 a 300 metros	PCFA 5 0.035

Fuente: CENEPRED

Ponderación de factor condicionante y descriptores: Variabilidad climática de la lluvia en ámbito geográfico de estudio

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES					
Variabilidad climática de la lluvia.	Muy húmeda (mayor a 80 mm)	Moderada (entre 60 a 80 mm)	Normal (entre 40 a 60 mm)	Seco (20 a 40 mm)	Muy seco (menor a 20 mm)
Muy húmeda (mayor a 80 mm)	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
Moderada (entre 60 a 80 mm)	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Normal (entre 40 a 60 mm)	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Seco (20 a 40 mm)	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Muy seco (menor a 20 mm)	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	0,06	0,04



Fuente: CENEPRED

MATRIZ DE NORMALIZACION						
Variabilidad climática de la lluvia.	Muy húmeda (mayor a 80 mm)	Moderada (entre 60 a 80 mm)	Normal (entre 40 a 60 mm)	Seco (20 a 40 mm)	Muy seco (menor a 20 mm)	Vector Priorización
Muy húmeda (mayor a 80 mm)	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Moderada (entre 60 a 80 mm)	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Normal (entre 40 a 60 mm)	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Seco (20 a 40 mm)	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Muy seco (menor a 20 mm)	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0,061
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0,054

Fuente: CENEPRED

FACTOR		Variabilidad climática de la lluvia.	PESO PONDERADO : 0.50	
DESCRIPTORES	VCLL 1	Muy húmeda (mayor a 80 mm)	PVCLL 1	0.503
	VCLL 2	Moderada (entre 60 a 80 mm)	PVCLL 2	0.260
	VCLL 3	Normal (entre 40 a 60 mm)	PVCLL 3	0.134
	VCLL 4	Seco (20 a 40 mm)	PVCLL 4	0.068
	VCLL 5	Muy seco (menor a 20 mm)	PVCLL 5	0.035

Fuente: CENEPRED



3.4.2.5. Ponderación de factor desencadenante: densidad de población de mosquito Aedes hembra en ovitrampas dentro del área geográfica

Para este caso sobre el estudio de determinación de los niveles de peligrosidad para la Enfermedad de Chikungunya, para fines didácticos, se han considerado como factor desencadenante a:

- **Nº huevos de Mosquito Aedes por ovitrampa por día (indicador de densidad de población de mosquitos vectores)**

Luego de la identificación del factor desencadenante, se procede a realizar la ponderación del mismo y sus descriptores.

Ponderación de factor desencadenante: densidad de población de Mosquito Aedes hembra en ovitrampas dentro del área geográfica

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES					
Densidad de Población de mosquitos Aedes (Nº huevos de Mosquito Aedes por ovitrampa por día)	Densidad de Población muy alta	Densidad de Población alta	Densidad de Población Media.	Densidad de Población Baja	Densidad de Población Muy Baja
Densidad de Población muy alta	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
Densidad de Población alta	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Densidad de Población Media.	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Densidad de Población Baja	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Densidad de Población Muy Baja	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	0,06	0,04



Fuente: CENEPRED

MATRIZ DE NORMALIZACION						
Densidad de Población de mosquitos Aedes (Nº huevos de Mosquito Aedes por ovitrampa por día)	Densidad de Población muy alta	Densidad de Población alta	Densidad de Población Media.	Densidad de Población Baja	Densidad de Población Muy Baja	Vector Priorización
Densidad de Población muy alta	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Densidad de Población alta	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Densidad de Población Media.	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Densidad de Población Baja	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Densidad de Población Muy Baja	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035
INDICE DE CONSISTENCIA				IC	0,061	
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)				RC	0,054	

Fuente: CENEPRED

FACTOR		Densidad de Población de Mosquito Aedes (Nº huevos de Mosquito Aedes por ovitrampa por día)	PESO PONDERADO : 1.00	
DESCRIPTORES	NHDP1	Densidad de Población muy alta	PNHDP1	0.503
	NHDP2	Densidad de Población alta	PNHDP2	0.260
	NHDP3	Densidad de Población Media.	PNHDP3	0.134
	NHDP4	Densidad de Población Baja	PNHDP4	0.068
	NHDP5	Densidad de Población Muy Baja	PNHDP5	0.035

Fuente: CENEPRED



3.5. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES

En esta etapa, es necesario analizar y cuantificar los probables elementos expuestos en tres dimensiones: Social, Económica y Ambiental.

Luego del análisis, se van a determinar elementos expuestos susceptibles y desestimados al peligro inducido por acción humana en tres dimensiones: Social, Económica y Ambiental.

Los elementos expuestos susceptibles determinados, asimismo serán evaluados posteriormente mediante el análisis de fragilidad y resiliencia correspondiente, para determinar la vulnerabilidad: social, económica y ambiental en el proceso de determinación de niveles de vulnerabilidad.

3.5.1. Análisis de los elementos expuestos por dimensión social

3.5.1.1. Determinación de elementos expuestos susceptibles a nivel social

Población

Se considera la población expuesta que se encuentra dentro del área de influencia del peligro inducido por acción humana, teniendo en cuenta:

- Número de integrantes por familias expuestas, edad, sexo, población por grupo Etario.
- Número de pobladores expuestos (información de censos de población llevadas a cabo por el Instituto de Estadística e Informática- INEI), o por levantamiento de información directa de campo mediante fichas previamente estructuradas.
- Para los peligros químicos de explosión e incendios y peligros físicos de exposición a accidentes de radiaciones ionizantes y/o nucleares, se consideran expuestos a la infraestructura y número de viviendas con su ubicación geográfica en coordenadas UTM.



Cuadro 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			

Fuente: CENEPRED

Cuadro 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										

Fuente: CENEPRED


Instituciones educativas

Para los peligros químicos en caso de explosión e incendios y peligros físicos de exposición a accidentes de radiaciones ionizantes y/o nucleares, se considera la infraestructura educativa población expuesta (cantidad, material predominante de construcción, área total, área construida, disponibilidad de servicios básicos) con su ubicación geográfica en coordenadas UTM

Población escolar, nivel educativo, profesores, personal administrativo y de servicio.

Cuadro Instituciones Educativas - Infraestructura

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

Fuente: CENEPRED

Cuadro 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									

Fuente: CENEPRED

Establecimiento de Salud



Para los peligros químicos en caso de explosión e incendios y peligros físicos de exposición a accidentes de radiaciones ionizantes y/o nucleares se considera como elementos expuestos a infraestructura de salud (cantidad, material predominante de construcción, área total, área construida, disponibilidad de servicios básicos) con su ubicación geográfica en coordenadas UTM

Cuadro: Establecimiento de Salud– Personal de salud

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

Fuente: CENEPRED

3.5.1.2. Determinación de elementos desestimados a nivel social

Son aquellos elementos a nivel social que supuestamente no estarían expuestos al peligro inducido por acción humana.

3.5.2. Análisis de los elementos expuestos por dimensión económica

3.5.2.1. Determinación de elementos expuestos susceptibles a nivel económico

Son aquellos elementos expuestos a nivel económico susceptibles al peligro inducido por acción humana:

i. Infraestructura de agua potable y alcantarillado

Para los peligros químicos de explosión e incendios y peligros físicos de exposición a accidentes de radiaciones ionizantes y/o nucleares, se consideran expuestos a represas, reservorios y tanques de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento, canales de riego, infraestructura de riego, camiones cisternas e instalaciones administrativas.

ii. Infraestructura vial

Para los peligros químicos de explosión e incendios y peligros físicos de exposición a accidentes de radiaciones ionizantes y/o nucleares, se consideran expuestos a la 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).



Cuadro: 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			

Fuente: CENEPRED

iii. Infraestructura pública

Aquellas edificaciones de carácter público en el ámbito geográfico de estudio.

Cuadro: Edificios públicos (ministerios, gobierno regional, gobiernos locales, etc.)

MATERIAL DE CONSTRUCCION DEL EDIFICIO PUBLICO	MATERIAL CONVENCIONAL (Cantidad)	AREA CONSTRUIDA (M ²)	MATERIAL NO CONVENCIONAL (Cantidad)	AREA CONSTRUIDA (M ²)	TOTAL	
					Cantidad	M ²
Material Noble						
Adobe						
Madera						
Quincha						
Otro						

Fuente: CENEPRED


iv. Actividad extractiva o actividad económica extractiva

Aquellas actividades que se dedican a la extracción de 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.

Cuadro. Actividad extractiva o actividad económica primaria

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

Fuente: CENEPRED

3.5.2.2. Determinación de elementos desestimados a nivel económico

Son aquellos elementos a nivel económico que supuestamente no estarían expuestos al peligro inducido por acción humana.

3.5.3. Análisis de elementos expuestos por dimensión ambiental.

3.5.3.1. Determinación de elementos susceptibles a nivel ambiental

Son los elementos expuestos a nivel ambiental como: suelos erosionados en una cuenca hidrográfica, detallando los kilómetros cuadrados o hectáreas expuestas, áreas verdes deforestadas, zonas intangibles, cuerpos de agua (lagunas, lagos, ríos, etc.) que estarían expuestos al peligro inducido por acción humana.



Cuadro: Recursos naturales

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

Fuente: CENEPRED

3.5.3.2. Determinación de elementos desestimados a nivel ambiental

Son aquellos elementos a nivel ambiental que supuestamente no estarían expuestos al peligro inducido por acción humana.

3.5.4. Definición de escenarios

Para la definición de escenarios, se establecerá:

Una hipótesis para determinar el nivel de probabilidad de riesgo ante un fenómeno inducido por acción humana.

Se debe determinar los parámetros del fenómeno inducido por acción humana, así como los factores condicionantes y factores desencadenantes para generar la hipótesis.

Ante un escenario de exposición:

- Se determina la probabilidad de Riesgo Social.
- Se determina la probabilidad de Riesgo Económico.
- Se determina la probabilidad de Riesgo Ambiental.



Para fines didácticos, procedemos a generar el escenario de riesgo para el caso de Chikungunya: "Ante el ingreso al Perú de un viajero turista de Guatemala o del Caribe infectado con virus de Chikungunya, este visita zonas cercanas a fuentes de agua y sufre picadura de mosquitos Aedes hembra en zonas de densidad de población alta de mosquitos hembras Aedes aegypti en el país (Caso Zona en el ámbito del distrito de San Juan de Lurigancho), magnifican la enfermedad y se contagia rápidamente, afectando con un daño irreparable a la salud de un alto porcentaje de la población ubicada con cercanía a fuentes de agua, de zona de variabilidad climática de lluvia: Muy húmeda".

3.5.5. Estratificación de los niveles de peligrosidad de acuerdo a umbrales o límites máximos permisibles

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.

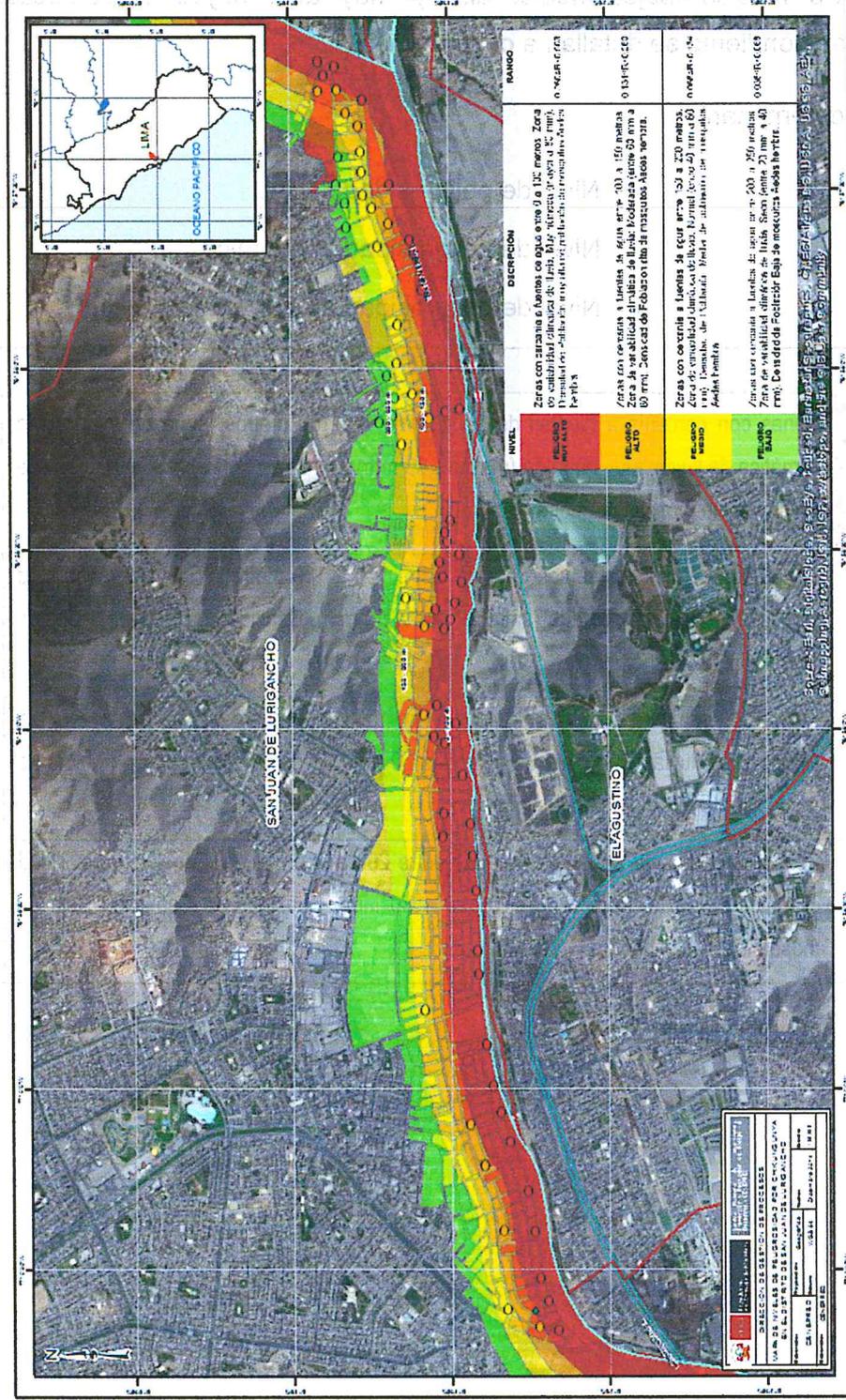
Se determinarán:

- Nivel de peligrosidad social.
- Nivel de peligrosidad económica.
- Nivel de peligrosidad ambiental.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 0 a 100 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Muy húmeda (mayor a 80 mm). Densidad de Población muy alta de población de mosquitos Aedes hembra.	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 100 a 150 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Moderada (entre 60 mm a 80 mm). Densidad de Población alta de mosquitos Aedes hembra.	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 150 a 200 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Normal (entre 40 mm a 60 mm). Densidad de Población Media de población de mosquitos Aedes hembra.	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 200 a 250 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Seco (entre 20 mm a 40 mm). Densidad de Población Baja de mosquitos Aedes hembra.	$0.035 \leq R < 0.068$

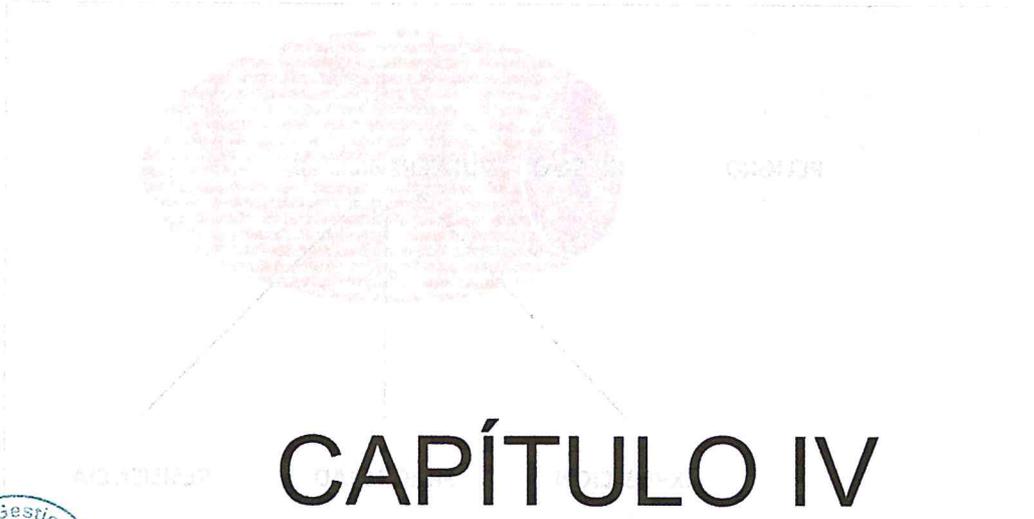


3.5.6. Mapa del nivel de peligrosidad
3.5.6.1. Elaboración del mapa de peligrosidad



La vulnerabilidad es la medida de la susceptibilidad de la población, de la estructura física y los sistemas socioeconómicos de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

GRÁFICO 13 : Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad, movilidad y resiliencia



CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

GRÁFICO 14: Flujo de trabajo para el análisis de vulnerabilidad

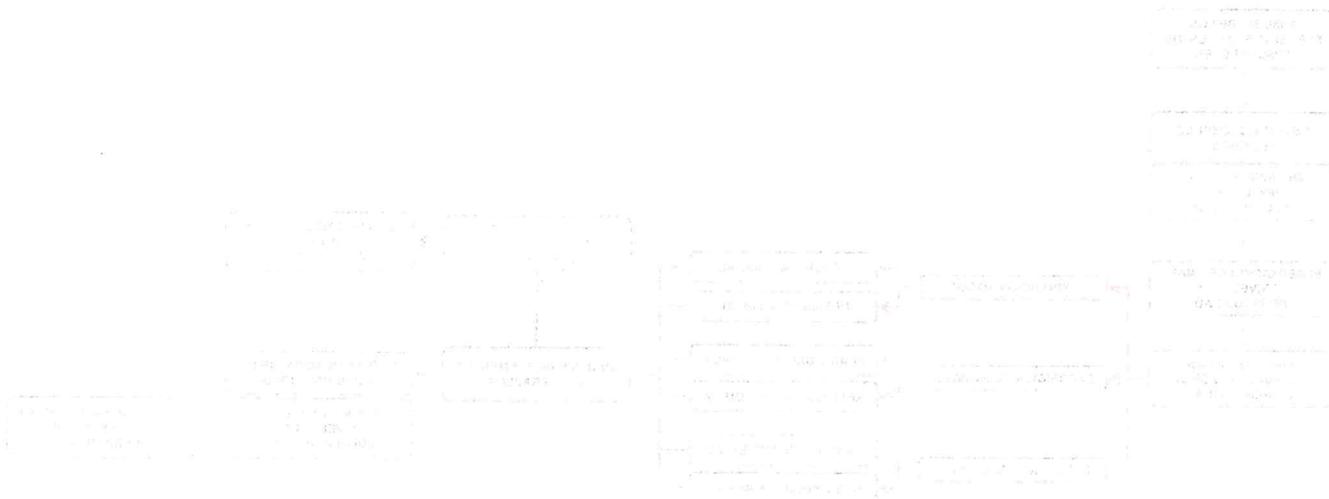
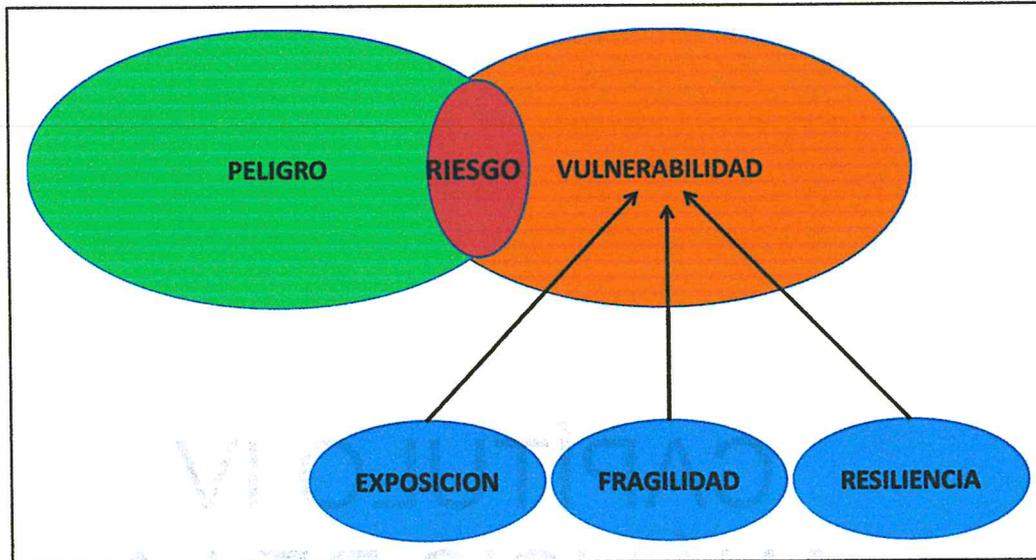


GRÁFICO 15: Flujo de trabajo

4. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad es la medida de la susceptibilidad de la población, de la estructura física de las actividades socioeconómicas de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (D.S. N° 048-2011-PCM)

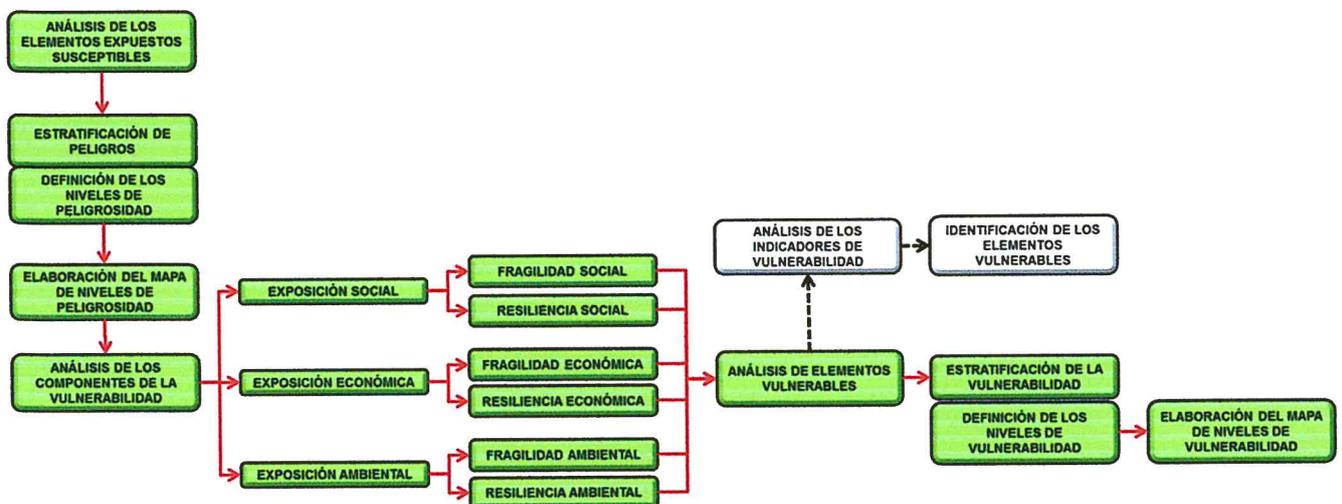
GRÁFICO 13 : Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia



Fuente: Marco de Acción de Hyogo - EIRD (2009).

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

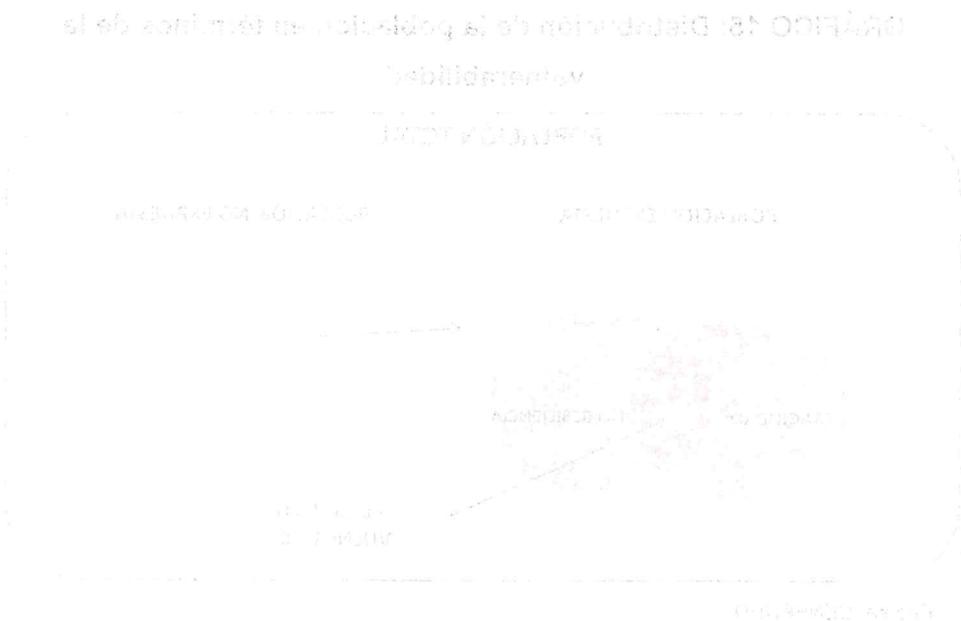
GRÁFICO 14: Flujograma general para la generación del mapa de niveles de vulnerabilidad



Fuente: CENEPRED

Pasos a realizar:

- Análisis de los componentes de la vulnerabilidad**
- Análisis de la Dimensión Social (exposición, fragilidad y resiliencia)**
- Análisis de la Dimensión Económica (exposición, fragilidad y resiliencia)**
- Análisis de la Dimensión Ambiental (exposición, fragilidad y resiliencia)**
- Análisis de los elementos vulnerables**
- Análisis de los indicadores de vulnerabilidad**
- Identificación de los elementos vulnerables**
- Estratificación de la vulnerabilidad**
- Definición de los niveles de vulnerabilidad**
- Elaboración del mapa de niveles de vulnerabilidad**



4.1. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA VULNERABILIDAD: EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA.

4.1.1.Exposición

Mediante el factor de exposición, se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros inducidos por acción humana identificados.

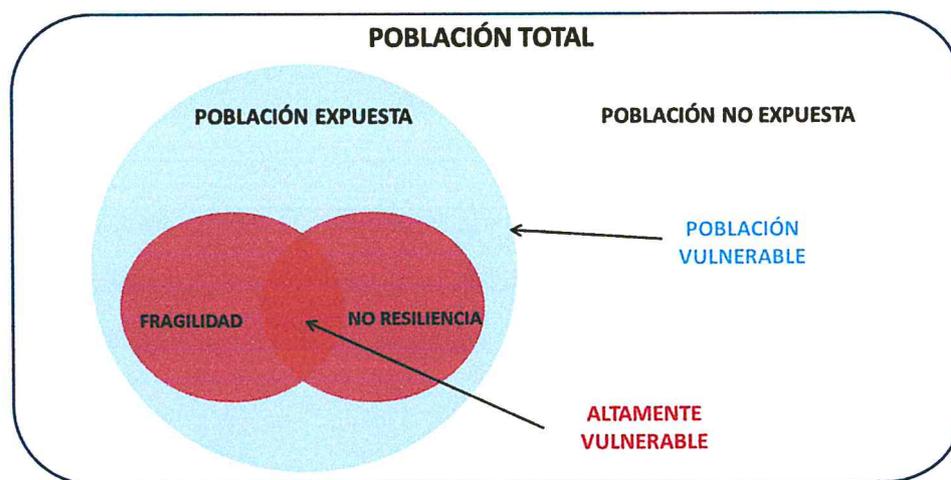
4.1.2.Fragilidad

Mediante el factor de fragilidad, se analizan las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro.

4.1.3.Resiliencia

Mediante el factor de fragilidad, se analizan la capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente la ocurrencia de un peligro, en su aspecto de condiciones sociales y de organización.

GRÁFICO 15: Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad



Fuente: CENEPRED

Para el análisis y estratificación de la vulnerabilidad, se debe considerar o incorporar la dimensión social, económica y ambiental. Ver procedimiento en Anexo C.

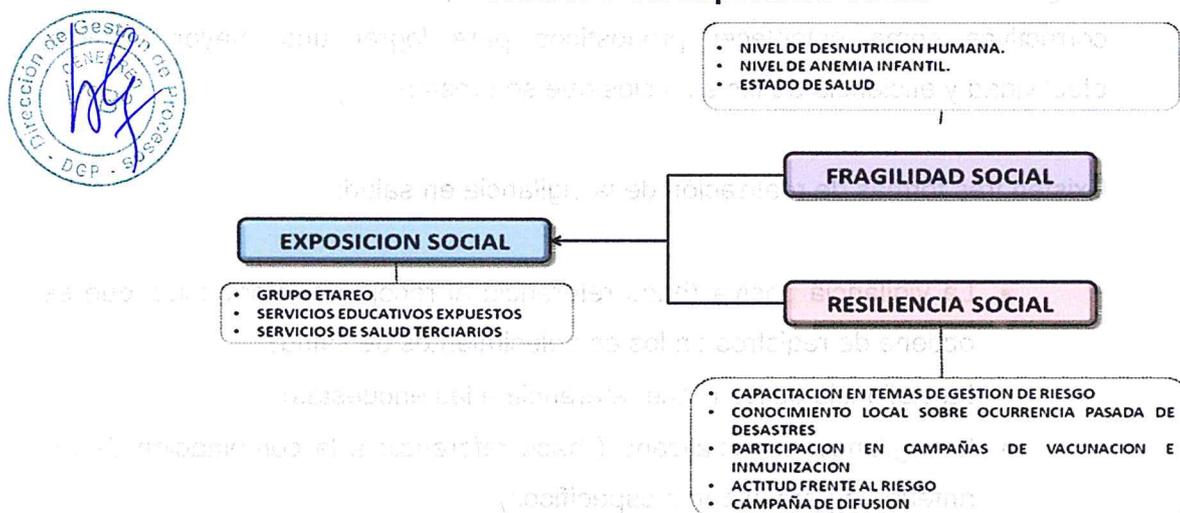
4.2. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES.

4.2.1. Análisis de la dimensión social

Se determina la cantidad de población expuesta dentro del área de influencia del peligro inducido por acción humana, para poder determinar, la población vulnerable y no vulnerable.

Luego se incorpora el análisis de fragilidad social y resiliencia social, para poder determinar la Vulnerabilidad Social.

GRÁFICO 16: Exposición Social



Fuente: CENEPRED

4.2.1.1. Exposición social

CUADRO: Grupo Etario

PARAMETRO	GRUPO ETARIO		PESO PONDERADO: 1	
DESCRIPTOR	GE1	0 a 5 años	GE1	0.503
	GE2	5 a 12 años	GE2	0.260
	GE3	12 a 30 años	GE3	0.134
	GE4	30 a 50 años	GE4	0.068
	GE5	mayor a 50 años	GE5	0.035

Fuente: CENEPRED

Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico. Para el caso de evaluación de vulnerabilidad en el caso de peligros biológicos, de acuerdo al Instituto Nacional de Salud, es importante usar información estadística proveniente de la vigilancia en salud.

La vigilancia en salud es esencial en los procesos de prevención de enfermedades y promoción de salud. Es una herramienta vital del sistema de salud, así como en la evaluación de la eficiencia de programas y servicios; nuestro país cuenta un sistema de vigilancia, el cual dispone de la recolección sistemática de información sobre problemas específicos de salud en poblaciones, su procesamiento y análisis, y su oportuna utilización por quienes deben tomar decisiones de intervención para la prevención y control de los riesgos o daños correspondientes. Este sistema permite adoptar tanto medidas correctivas como establecer pronósticos para lograr una mayor eficacia, efectividad y eficiencia de los servicios que se prestan.



Existen tres formas de realización de la vigilancia en salud:

- La vigilancia pasiva (hace referencia al recojo de información que se obtiene de registros en los establecimientos de salud).
- La vigilancia activa (hace referencia a las encuestas).
- La vigilancia especializada (hace referencia a la combinación de las anteriores para eventos específicos)

Para la correcta recolección de la información se emplea las técnicas del cuestionario estructurado, tanto para el niño como para la gestante.

Durante las atenciones del niño en el área de crecimiento y desarrollo y en la gestante durante los controles prenatales, se obtienen las variables que son registradas en los correspondientes carné de crecimiento y desarrollo del niño y carné perinatal de la gestante, y está información también es registrada en los formularios SIEN (Sistema de Información del Estado Nutricional) del Instituto Nacional de Salud del Ministerio de Salud.

4.2.1.2. Fragilidad social

A. Variables utilizadas para la fragilidad social en caso del ser humano (Fuente: Instituto Nacional de Salud con información de OMS) :

El monitoreo de los indicadores de importancia a la salud pública para este caso el Estado Nutricional, articula dos funciones esenciales de la salud pública, la evaluación de intervenciones y la vigilancia sobre la frecuencia y distribución de peligros tanto biológicos como otros relaciones de interés.

A1. Variables utilizadas para la vulnerabilidad social para

Niño/Niña:

Para los niños se genera información sobre los siguientes indicadores:

- Desnutrición crónica.
- Desnutrición aguda.
- Desnutrición global.
- Sobrepeso.
- Obesidad.
- Anemia.

De acuerdo a investigación del INS (Vigilancia de Indicadores Nutricionales) en el año 2012 en Perú, se realizó la regresión logística para determinar los factores asociados a la desnutrición crónica y se encontró que el sexo masculino (OR=2.00), la condición de pobre (OR=2.6), y el bajo peso al nacer (OR=4.27) están asociados a la desnutrición crónica en los niños de 6 a 36 meses.

Asimismo, de acuerdo a investigación del INS (Vigilancia de Indicadores Nutricionales) en el año 2012 en Perú se realizó la regresión logística para determinar los factores asociados a la anemia y se encontró que ser muy pobre (OR=1.77), ser pobre (OR=1.35), la falta de control prenatal durante el embarazo de la madre del niño (OR=1.36) y ser madre adolescente (OR=1.46) están asociados a la anemia en los niños de 6 a 36 meses.



A2. Variables utilizadas para la vulnerabilidad social para Madres Gestantes:

Para las mujeres gestantes se genera información sobre los siguientes indicadores:

- Déficit de peso.
- Sobrepeso.
- Anemia.

Los formularios SIEN contienen los siguientes datos para los niños:

DIRESA:

Corresponde a la identificación de las 33 Direcciones Regionales de Salud con que cuenta el sistema de salud del Ministerio de Salud.

RED:

Corresponde a la identificación de las 210 redes de salud con los que cuenta las Direcciones de Salud del Ministerio de Salud.

MICRORED:

Corresponde a las 955 Micro-Redes de salud con que cuentan las redes y Direcciones Regionales de Salud del Ministerio de Salud.

Establecimiento de salud:

Corresponde a la identificación de los 7796 establecimientos de salud que cuenta el Ministerio de Salud para las atenciones en niños y gestantes.

Fecha:

Se identifica la fecha en dd/mm/aaaa de la atención recibida por el niño menor de cinco años.

Historia Clínica:

Corresponde al número de historia clínica del niño que fue atendido en el establecimiento de salud.



Provincia:

Corresponde a la identificación de la provincia, de las 196 provincias, donde reside el niño, de acuerdo a lo señalado por el INEI.

Distrito:

Corresponde a la identificación del distrito, de los 1627 distritos, donde reside el niño, de acuerdo a lo señalado por el INEI.

Localidad:

Corresponde a la identificación de la localidad donde reside el niño.

Hemoglobina:

Corresponde al resultado de la hemoglobina (Hb) obtenido del análisis sanguíneo respectivo en el niño, expresado en g/dl.

Altitud:

Corresponde a la altitud de la localidad o distrito donde reside el niño, en metros sobre el nivel del mar (msnm) identificados por INEI.

Hemoglobina corregida:

Corresponde a la cifra de hemoglobina aplicando los factores de corrección de acuerdo a la altitud, y se expresa en g/dl.

Sexo:

Se identifica el sexo del niño, puede ser masculino o femenino.

Fecha de nacimiento:

Corresponde a la fecha del nacimiento del niño en dd/mm/aaaa.

Edad del niño:

Corresponde a la edad del niño en meses y fracción de mes.

Peso del niño:

Corresponde al peso del niño en kilogramos.

Talla del niño:

Corresponde a la talla del niño en centímetros.



Peso para la talla (P/T):

Este índice compara el peso del niño con el peso esperado para su talla y permite establecer si ha ocurrido una pérdida reciente de peso corporal. Identifica desnutrición aguda y en el patrón OMS son los niños menores de cinco años que se encuentran entre los z-Score P/T entre menor a -2 hasta -5. En caso de sobrepeso los z-Score P/T son mayor a +2 hasta +3 y en caso de obesidad son z-Score mayor a +3 (hasta +5).

Talla para la edad (T/E):

Este índice compara la longitud o talla del niño con la longitud o talla esperada para su edad y permite establecer si está ocurriendo un retraso en el crecimiento. Identifica el retardo de crecimiento (desnutrición crónica) y en el patrón OMS son los niños menores de cinco años que se encuentran entre los z-Score T/E menor a -2 a -3 y es severo si el z-Score es menor de -3.

**Peso para la edad (P/E):**

Este índice compara el peso del niño con el peso esperado para su edad y permite establecer si está ocurriendo desnutrición. Identifica la desnutrición global y en el patrón OMS son los niños menores de cinco años que se encuentran entre los z-Score P/E menor a -2. En caso de sobrepeso los z-Score son mayores a +2.

WHZ (Valor Z de peso para la talla):

Valor numérico del índice antropométrico de P/T como puntaje Z respecto de la media de referencia internacional recomendada por la OMS (o NCHS).

HAZ (Valor Z de talla para la edad):

Valor numérico del índice antropométrico de T/E como puntaje Z respecto de la media de referencia internacional recomendada por la OMS (o NCHS).

WAZ (Valor Z de peso para la edad):

Valor numérico del índice antropométrico como puntaje Z respecto de la media de referencia internacional recomendada por la OMS (o NCHS).

Diagnóstico de Anemia:

Es la clasificación en función de la cifra de hemoglobina, de acuerdo a lo establecido por la OMS, que considera anemia si la hemoglobina es menor de 11.0 g/dl, para los niños a partir de los 6 meses de edad; se clasifica en Normal (Hb \geq 11,0 g/dl), anemia leve (Hb entre 10,0 – 10,9 g/dl), anemia moderada (Hb entre 7,0 – 9,9 g/dl) y anemia severa (Hb < 7,0 g/dl).

Número de Controles CRED:

Es el número de controles de Crecimiento y Desarrollo (CRED) realizados al niño menor de cinco años, que tiene a la fecha de la atención, incluyendo el control que se realiza en ese momento.

Número de Sachets consumidos:

Es el número de sachets de multimicronutrientes consumidos por el niño menor de cinco años desde la consulta anterior a la fecha de la atención de ese momento.



Número de consejerías:

Es el número de consejerías nutricionales recibidas por las madres de los niños menores de cinco años desde la consulta anterior a la fecha de atención de ese momento.

Número de Sesiones:

Es el número de sesiones demostrativas recibidas por las madres de los niños menores de cinco años desde la consulta anterior a la fecha de atención de ese momento.

Número de visitas domiciliarias:

Es el número de visitas domiciliarias recibidas por las familias con niños menores de cinco años desde la consulta anterior a la fecha de atención de ese momento.

Procedimientos de registro de información de acuerdo al Instituto Nacional de Salud:

Para el caso de Autorizaciones.

Desde el año 2004, los establecimientos de salud y las Direcciones de salud respectivas, registran información sobre el niño y la gestante, generándose indicadores nutricionales. Este procedimiento viene realizándose en forma regular y continua, siendo apoyada por las Diresa/Geresa/DISA a través de sus responsables de la Estrategia.

Para el Registro.

Inicialmente los datos del niño, gestante son registradas manualmente en los formatos SIEN, en formatos para 20 registros cada uno, en cada Puesto o Centro de Salud (considerados como Centros de Generación y Registro de Datos).

El formato SIEN de niño tiene incorporado variables para el registro de los multimicronutrientes y actualizado para el recojo del dato de hemoglobina.

Para la Digitación.

La digitación de datos consignados en los formatos de niños y gestantes se realiza en los denominados "Puntos de digitación" pudiendo ser estos los propios establecimientos de salud, Micro-Redes, Redes y/o Direcciones Regionales de Salud, la digitación se realiza en un aplicativo específico, en cada punto de digitación.

Para el Control de calidad.

La digitación es evaluada por personal del establecimiento y coordinada constantemente con el personal del INS para el adecuado registro. El sistema tiene un aplicativo que realiza la revisión y control de calidad de los registros y la determinación de los datos considerados fuera de rango en la gestante y del niño.

Para la Consolidación.

La información es consolidada de forma secuencial. La primera se inicia en el punto de digitación; luego en la Micro-Red, que consolida la información de los establecimientos de salud a su cargo; posteriormente se envía la información a las Redes, las cuales consolidan la información de las Micro-Redes; y finalmente, a nivel regional, se remite a las Direcciones de Salud.



Esta a su vez la envía directamente al Centro Nacional de Alimentación y Nutrición para la consolidación nacional.

Para los Reportes e informes.

Los Centros de Generación y Registro de Datos (Puestos y Centro de Salud), generan información a nivel local, y la consolidación por Micro-Redes, Redes y a nivel de Direcciones Regionales y Direcciones de Salud, producto de la información digitada, permite obtener información a nivel distrital, provincial y regional. Para ello el aplicativo SIEN, con el apoyo de aplicativos y herramientas adicionales, emite reportes preestablecidos y, además, para reportes secundarios permite exportar la información a una base de datos en Excel.



Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

Para fines de ponderación de los parámetros de evaluación de la fragilidad social en el caso Humano por peligros biológicos principalmente, se proponen los siguientes parámetros de evaluación para el análisis de la fragilidad social:

CUADRO: Estado Nutricional de la Niñez

ESTADO NUTRICIONAL NIÑEZ		PESO PONDERADO: 0.5	
EEN1	Z-score P/T -5 (Desnutrición aguda - Relación Peso/Talla)	PEEN1	0,503
EEN2	Z-score P/T -4 (Desnutrición moderada - Relación Peso/Talla)	PEEN2	0,26
EEN3	Z-score P/T -3 (Desnutrición leve - Relación Peso/Talla)	PEEN3	0,134
EEN4	Z-score P/T -2 (Desnutrición mínima - Relación Peso/Talla)	PEEN4	0,068
EEN5	Z-score P/T -1 (Desnutrición inicial - Relación Peso/Talla)	PEEN5	0,035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de Anemia en Niñez

ESTADO DE ANEMIA EN NIÑEZ		PESO PONDERADO: 0.5	
ANE1	Con Anemia Severa (Hemoglobina Hb menor a 7 g/d)	PANE1	0,503
ANE2	Con Anemia Moderada (Hemoglobina Hb entre 7 y 9.9 g/d)	PANE2	0,26
ANE3	Con Anemia Mínima (Hemoglobina Hb entre 10 y 10.5 g/d)	PANE3	0,134
ANE4	Con Anemia Leve (Hemoglobina Hb entre 10.5 y 11 g/d)	PANE4	0,068
ANE5	Sin Anemia (Hemoglobina Hb \geq a 11g/d)	PANE5	0,035

Fuente: CENEPRED

Para fines de ponderación de los parámetros de evaluación de la vulnerabilidad social en el caso de servicios sociales expuestos a peligros químicos y peligros físicos, se analizan el siguiente parámetro de evaluación:

CUADRO Servicios educativos expuestos

PARAMETRO		SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	SEE1	> 75% del servicio educativo expuesto	PENN1	0.503
	SEE2	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PENN2	0.260
	SEE3	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PENN3	0.134
	SEE4	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PENN4	0.068
	SEE5	≤ 10% del servicio educativo expuesto	PENN5	0.035

Fuente: CENEPRED



Para fines de ponderación de los parámetros de evaluación de la fragilidad social en el caso de infraestructura tanto pública como privada expuesta a peligros químicos y peligros físicos, se proponen analizar los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Ambientes con manipulación, transporte y/ o almacenamiento de Materiales y Residuos peligrosos

PARAMETRO		AMBIENTES CON MANIPULACION, TRANSPORTE Y/ O ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS	PESO PONDERADO: 0.430	
DESCRIPTORES	AMRP1	Ambiente almacén con material radiactivo	PAMRP1	0.503
	AMRP2	Ambiente almacén con material explosivo	PAMRP2	0.260
	AMRP3	Ambiente con tanque de gases tóxicos	PAMRP3	0.134
	AMRP4	Ambiente con sustancias químicas líquidas	PAMRP4	0.068
	AMRP5	Ambiente con sustancias químicas sólidas o polvo	PAMRP5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Material de construcción de la edificación

PARAMETRO		MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION	PESO PONDERADO: 0.253	
DESCRIPTORES	MCE1	Estera/ cartón	PMCE1	0.503
	MCE2	Madera	PMCE2	0.260
	MCE3	Quincha (cancha con barro)	PMCE3	0.134
	MCE4	Adobe o tapia	PMCE4	0.068
	MCE5	Ladrillo o bloque de cemento	PMCE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de conservación de la edificación

PARAMETRO		ESTADO DE CONSERVACION DE EDIFICACION	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	ECE1	Muy Malo: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso	PECE1	0.503
	ECE2	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.	PECE2	0.260
	ECE3	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.	PECE3	0.134
	ECE4	Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PECE4	0.068
	ECE5	Muy Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PECE5	0.035

Fuente: CENEPRED


4.2.1.3. Resiliencia social

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación.

CUADRO: Campaña de inmunización y vacunación

PARAMETRO		CAMPAÑAS DE INMUNIZACION O VACUNACION	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	CIV1	No ha recibido vacunación en los últimos 5 años	PCIV1	0.503
	CIV2	Ha recibido vacunación en los últimos 4 años	PCIV2	0.260
	CIV3	Ha recibido vacunación en los últimos 3 años	PCIV3	0.134
	CIV4	Ha recibido vacunación en los últimos 2 años	PCIV4	0.068
	CIV5	Ha recibido vacunación en el último 1 año	PCIV5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Capacitación en temas de Gestión del Riesgo

PARAMETRO		CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	CTR1	La población no cuenta ni desarrolla ningún tipo de programa de capacitación en temas concerniente a Gestión del Riesgo.	PCTR1	0.503
	CTR2	La población está escasamente capacitada en temas concerniente a Gestión del Riesgo.	PCTR2	0.260
	CTR3	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión del Riesgo, sienda su difusión y cobertura mayoritaria.	PCTR3	0.134
	CTR4	La población se capacita constantemente en temas concerniente a Gestión del Riesgo, sienda su difusión y cobertura total.	PCTR4	0.068
	CTR5	La población se capacita constantemente en temas concerniente a Gestión del Riesgo, actualizandose, participando en simulacros, sienda su difusión y cobertura total.	PCTR5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres

PARAMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152	
DESCRIPTORES	CLOD1	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PCLOD1	0.503
	CLOD2	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PCLOD2	0.260
	CLOD3	Existe un regular conocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PCLOD3	0.134
	CLOD4	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PCLOD4	0.068
	CLOD5	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PCLOD5	0.035

Fuente: CENEPRED


CUADRO: Actitud frente al riesgo

PARAMETRO		ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.421	
DESCRIPTORES	AFR1	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.	PAFR1	0.503
	AFR2	Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población.	PAFR2	0.260
	AFR3	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.	PAFR3	0.134
	AFR4	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementación escasas medidas para prevenir el riesgo.	PAFR4	0.068
	AFR5	Actitud previsora de toda la población, implementación diversas medidas para prevenir el riesgo.	PAFR5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Campaña de difusión

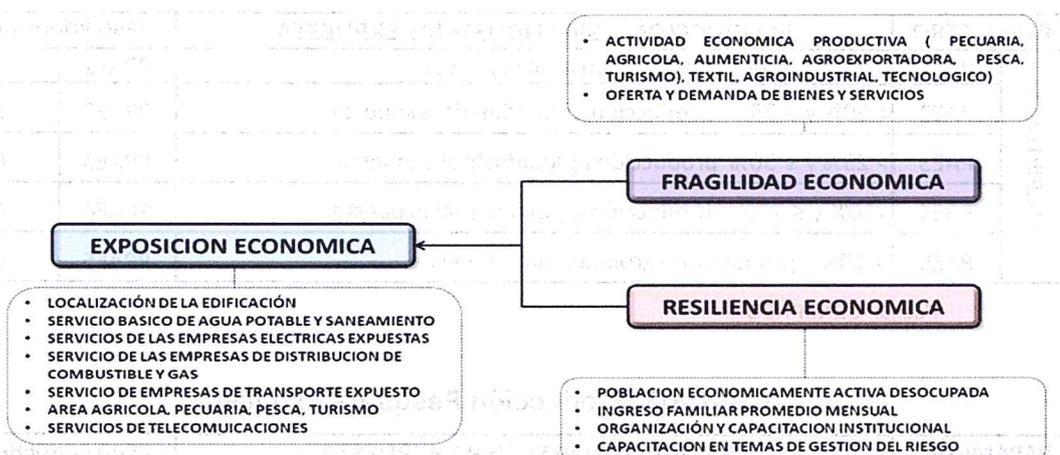
PARAMETRO		CAMPAÑA DE DIFUSION	PESO PONDERADO: 0.162	
DESCRIPTORES	CLOD1	No hay difusión en diversos medios de comunicación	PCLOD1	0.503
	CLOD2	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión de Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población	PCLOD2	0.260
	CLOD3	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión de Riesgo, existiendo el desconocimiento de un gran sector de la población	PCLOD3	0.134
	CLOD4	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión de Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población	PCLOD4	0.068
	CLOD5	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	PCLOD5	0.035

Fuente: CENEPRED

4.2.2. 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.

GRÁFICO 17: Exposición económica



Fuente: CENEPRED

4.2.2.1. Exposición económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Producción Agrícola Expuesta

PARAMETRO	PRODUCCION AGRICOLA EXPUESTA	PESO PONDERADO: 0.20	
DESCRIPTORES	P AE1 > 75 % área agrícola expuesta	PPAE1	0.503
	P AE2 > 50% y ≤ 75% área agrícola expuesta	PPAE2	0.260
	P AE3 > 25% y ≤ 50% área agrícola expuesta	PPAE3	0.134
	P AE4 >10% y ≤ 25% área agrícola expuesta	PPAE4	0.068
	P AE5 ≤ 10% área agrícola expuesta	PPAE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Producción Pecuaria Expuesta

PARAMETRO	PRODUCCION PECUARIA EXPUESTA	PESO PONDERADO: 0.15	
DESCRIPTORES	PAE1 > 75 % población pecuaria expuesta	PPAE1	0.503
	PAE2 > 50% y ≤ 75% población pecuaria expuesta	PPAE2	0.260
	PAE3 > 25% y ≤ 50% población pecuaria expuesta	PPAE3	0.134
	PAE4 >10% y ≤ 25% población pecuaria expuesta	PPAE4	0.068
	PAE5 ≤ 10% población pecuaria expuesta	PPAE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Producción agroindustrial expuesta

PARAMETRO	PRODUCCION AGROINDUSTRIAL EXPUESTA	PESO PONDERADO: 0.15	
DESCRIPTORES	PAE1 > 75 % producción agroindustrial expuesta	PPAE1	0.503
	PAE2 > 50% y ≤ 75% producción agroindustrial expuesta	PPAE2	0.260
	PAE3 > 25% y ≤ 50% producción agroindustrial expuesta	PPAE3	0.134
	PAE4 >10% y ≤ 25% producción agroindustrial expuesta	PPAE4	0.068
	PAE5 ≤ 10% producción agroindustrial expuesta	PPAE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Producción Pesquera Expuesta

PARAMETRO	PRODUCCION PESQUERA EXPUESTA	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	PAE1 > 75 % de producción pesquera expuesta	PPAE1	0.503
	PAE2 > 50% y ≤ 75% producción producción pesquera expuesta	PPAE2	0.260
	PAE3 > 25% y ≤ 50% producción producción pesquera expuesta	PPAE3	0.134
	PAE4 >10% y ≤ 25% producción agroindustrial expuesta	PPAE4	0.068
	PAE5 ≤ 10% producción agroindustrial expuesta	PPAE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Servicio de empresas de turismo, gastronomía, artesanía y hostelería expuestos

PARAMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TURISMO, GASTRONOMIA, ARTESANIA Y HOSTELERIA EXPUESTOS	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SETE1 > 75 % servicio expuesto	PSETE1	0.503
	SETE2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSETE2	0.260
	SETE3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSETE3	0.134
	SETE4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSETE4	0.068
	SETE5 ≤ 10% servicio expuesto	PSETE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Servicio de empresas de transportes expuesto

PARAMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTES EXPUESTO	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SETE1 > 75 % servicio expuesto	PSETE1	0.503
	SETE2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSETE2	0.260
	SETE3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSETE3	0.134
	SETE4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSETE4	0.068
	SETE5 ≤ 10% servicio expuesto	PSETE5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Servicio de empresas de distribución de combustible y gas

PARAMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE Y GAS	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SEDC1 > 75 % servicio expuesto	PSEDC1	0.503
	SEDC2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSEDC2	0.260
	SEDC3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSEDC3	0.134
	SEDC4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSEDC4	0.068
	SEDC5 ≤ 10% servicio expuesto	PSEDC5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Servicio básico de agua potable y saneamiento

PARAMETRO	SERVICIO BASICO DE AGUA POTABLE Y	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SBAP1 > 75 % servicio expuesto	PSBAP1	0.503
	SBAP2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSBAP2	0.260
	SBAP3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSBAP3	0.134
	SBAP4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSBAP4	0.068
	SBAP5 ≤ 10% servicio expuesto	PSBAP5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Servicios de las empresas eléctricas expuestas

PARAMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS ELECTRICAS EXPUESTAS	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SEE1 > 75 % servicio expuesto	PSEE1	0.503
	SEE2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSEE2	0.260
	SEE3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSEE3	0.134
	SEE4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSEE4	0.068
	SEE5 ≤ 10% servicio expuesto	PSEE5	0.035

Fuente: CENEPRED



CUADRO: Servicios de telecomunicaciones

PARAMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	SETE1 > 75 % servicio expuesto	PSETE1	0.503
	SETE2 > 50% y ≤ 75% servicio expuesto	PSETE2	0.260
	SETE3 > 25% y ≤ 50% servicio expuesto	PSETE3	0.134
	SETE4 >10% y ≤ 25% servicio expuesto	PSETE4	0.068
	SETE5 ≤ 10% servicio expuesto	PSETE5	0.035

Fuente: CENEPRED

4.2.2.2. Fragilidad económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:



CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de infraestructura hidráulica para uso humano, energético y riego

PARAMETRO	Estado de conservación y mantenimiento de infraestructura hidráulica para uso humano, energético y riego	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECH1 > 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECH1	0.503
	ECH2 > 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECH2	0.260
	ECH3 > 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECH3	0.134
	ECH4 >10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECH4	0.068
	ECH5 ≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECH5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de equipos de transporte de materiales y residuos peligrosos

PARAMETRO	Estado de conservación y mantenimiento de equipos de transporte de materiales y residuos peligrosos	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECRP1 > 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECRP1	0.503
	ECRP2 > 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECRP2	0.260
	ECRP3 > 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECRP3	0.134
	ECRP4 >10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECRP4	0.068
	ECRP5 ≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECRP5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de equipos de almacenaje de materiales y residuos peligrosos

PARAMETRO		Estado de conservación y mantenimiento de equipos de almacenaje de materiales y residuos peligrosos	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECARP1	> 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECARP1	0.503
	ECARP2	> 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECARP2	0.260
	ECARP3	> 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECARP3	0.134
	ECARP4	>10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECARP4	0.068
	ECARP5	≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECARP5	0.035

Fuente: CENEPRED



CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de equipos de eliminación de Residuos biológicos peligrosos

PARAMETRO		Estado de conservación y mantenimiento de equipos de eliminación de residuos biológicos peligrosos	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECERB1	> 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECERB1	0.503
	ECERB2	> 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECERB2	0.260
	ECERB3	> 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECERB3	0.134
	ECERB4	>10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECERB4	0.068
	ECERB5	≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECERB5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de equipos de producción industrial usando agentes químicos

PARAMETRO		Estado de conservación y mantenimiento de equipos de producción industrial usando agentes químicos	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECEQ1	> 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECEQ1	0.503
	ECEQ2	> 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECEQ2	0.260
	ECEQ3	> 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECEQ3	0.134
	ECEQ4	>10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECEQ4	0.068
	ECEQ5	≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECEQ5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Estado de conservación y mantenimiento de equipos de producción industrial usando agentes físicos ionizantes, no ionizantes y/o reacción nuclear

PARAMETRO		Estado de conservación y mantenimiento de equipos de producción industrial usando agentes físicos ionizantes, no ionizantes y/o reacción nuclear	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	ECMF1	> 75 % con excelente conservación y mantenimiento	PECMF1	0.503
	ECMF2	> 50% y ≤ 75% excelente conservación y mantenimiento	PECMF2	0.260
	ECMF3	> 25% y ≤ 50% excelente conservación y mantenimiento	PECMF3	0.134
	ECMF4	>10% y ≤ 25% excelente conservación y mantenimiento	PECMF4	0.068
	ECMF5	≤ 10% excelente conservación y mantenimiento	PECMF5	0.035

Fuente: CENEPRED


4.2.2.3. Resiliencia económica

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Población económicamente activa desocupada

PARAMETRO		Población económicamente activa desocupada	PESO PONDERADO: 0.10	
DESCRIPTORES	PEAD1	Escaso acceso y no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para actividades económicas. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	PPEAD1	0.503
	PEAD2	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para actividades económicas. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	PPEAD2	0.260
	PEAD3	Regular acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	PPEAD3	0.134
	PEAD4	Acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.	PPEAD4	0.068
	PEAD5	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para actividades económicas. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.	PPEAD5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Ingreso familiar promedio mensual

PARAMETRO		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles)	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	IFM1	Mas de S/. 3000.00	PIFM1	0.503
	IFM2	Entre S/. 3000.00 y S/. 1200.00	PIFM2	0.260
	IFM3	Entre S/. 1200.00 y S/. 264.00	PIFM3	0.134
	IFM4	Entre S/. 149.00 y S/. 264.00	PIFM4	0.068
	IFM5	Menor a S/.149.00	PIFM5	0.035

Fuente: INEI adaptado por CENEPRED

CUADRO: Organización y capacitación institucional

PARAMETRO	Organización y capacitación institucional	PESO PONDERADO: 0.10		
DESCRIPTORES	PEAD1	Poca efectividad en organización y capacitación institucional.	PPEAD1	0.503
	PEAD2	Baja efectividad en organización y capacitación institucional.	PPEAD2	0.260
	PEAD3	Moderada efectividad en organización y capacitación institucional. Bajo apoyo de población y sociedad civil y privada.	PPEAD3	0.134
	PEAD4	Alta efectividad en organización y capacitación institucional. Apoyo de población y sociedad civil y privada.	PPEAD4	0.068
	PEAD5	Excelente efectividad en organización y capacitación institucional. Apoyo total de población y sociedad civil y privada.	PPEAD5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Capacitación en temas de Gestión del Riesgo

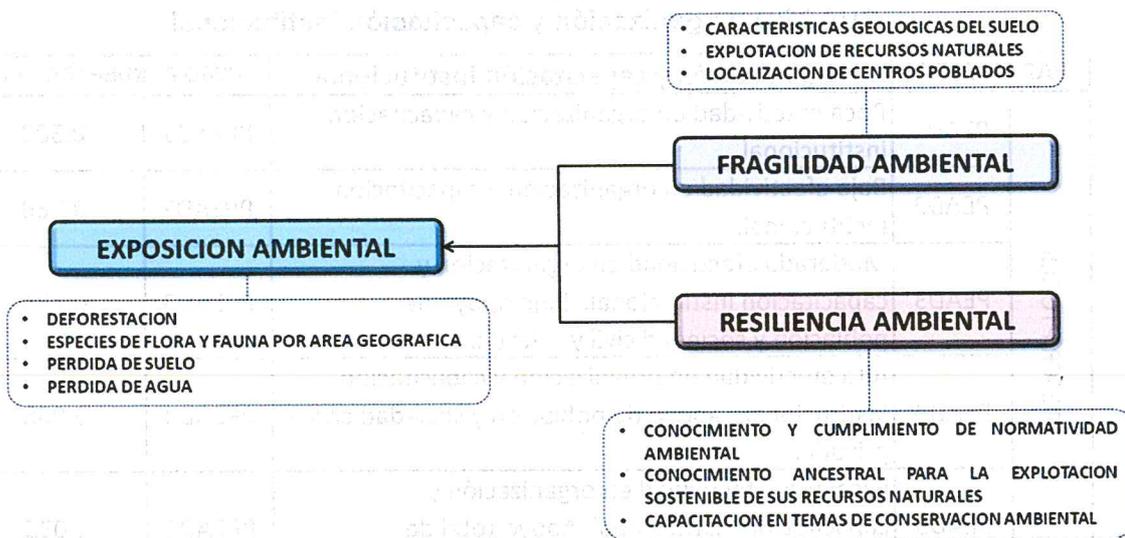
PARAMETRO	CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.300		
DESCRIPTORES	CTR1	La población no cuenta ni desarrolla ningún tipo de programa de capacitación en temas concerniente a Gestión del Riesgo.	PCTR1	0.503
	CTR2	La población está escasamente capacitada en temas concerniente a Gestión del Riesgo.	PCTR2	0.260
	CTR3	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión del Riesgo, sienda su difusión y cobertura mayoritaria.	PCTR3	0.134
	CTR4	La población se capacita constantemente en temas concerniente a Gestión del Riesgo, sienda su difusión y cobertura total.	PCTR4	0.068
	CTR5	La población se capacita constantemente en temas concerniente a Gestión del Riesgo, actualizandose, participando en simulacros, sienda su difusión y cobertura total.	PCTR5	0.035

Fuente: CENEPRED

4.2.3. 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.

GRÁFICO 18: Exposición Ambiental



Fuente: CENEPRED



4.2.3.1. Exposición ambiental

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Deforestación

PARAMETRO		DEFORESTACION	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRIPTORES	D1	Areas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura.	PD1	0.503
	D2	Areas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivo de pan llevar.	PD2	0.260
	D3	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganadería extensiva y semi-intensiva.	PD3	0.134
	D4	Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como "otras tierras" que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel de más de 10 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 metros en madurez.	PD4	0.068
	D5	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	PD5	0.035

Fuente: MINAGRI modificado por CENEPRED

CUADRO: Especies de flora y fauna por área geográfica

PARAMETRO		ESPECIES DE FLORA Y FAUNA POR AREA GEOGRAFICA	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRIPTORES	D1	76-100% del total del ámbito de estudio	PD1	0.503
	D2	75-50% del total del ámbito de estudio	PD2	0.260
	D3	25-50% del total del ámbito de estudio	PD3	0.134
	D4	5-25% del total del ámbito de estudio	PD4	0.068
	D5	Menor a 5% del total del ámbito de estudio	PD5	0.035

Fuente: Instituto de investigación de la Amazonía Peruana modificado por CENEPRED

CUADRO: Pérdida de suelo

PARAMETRO		PERDIDA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.263	
DESCRIPTORES	D1	Erosión provocada por lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales.	PD1	0.503
	D2	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo	PD2	0.260
	D3	Protección inadecuada en márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PD3	0.134
	D4	Longitud de pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PD4	0.068
	D5	Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificación.	PD5	0.035

Fuente: UNCED-ONU modificado: CENEPRED

CUADRO: Pérdida de agua

PARAMETRO		PERDIDA DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	PA1	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PPA1	0.503
	PA2	Prácticas de consumo poblacional/ fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de cultivos.	PPA2	0.260
	PA3	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PPA3	0.134
	PA4	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales subterráneos.	PPA4	0.068
	PA5	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PPA5	0.035

Fuente: Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos-ANA adaptado por CENEPRED



4.2.3.2. Fragilidad ambiental

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Explotación de recursos naturales

PARAMETRO		EXPLORACION DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.074	
DESCRIPTORES	ERN1	Prácticas negligentes e intensas de degradación de cauce y márgenes de río u otro continente de agua (deterioro en consumo/uso indiscriminado de suelos, recursos forestales) entre otros considerados básicos del lugar de estudio.	PERN1	0.503
	ERN2	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación de cauce y márgenes de río u otro continente de agua (deterioro en consumo/uso indiscriminado de suelos, recursos forestales).	PERN2	0.260
	ERN3	Prácticas de degradación de cauce y márgenes de río u otro continente de agua (deterioro en consumo/uso indiscriminado de suelos, recursos forestales), sin asesoramiento técnico calificado. Actividades de baja intensidad.	PERN3	0.134
	ERN4	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes de río u otro continente de agua (deterioro en consumo/uso indiscriminado de suelos, recursos forestales), con asesoramiento técnico calificado bajo criterios de sostenibilidad.	PERN4	0.068
	ERN5	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes de río u otro continente de agua (deterioro en consumo/uso indiscriminado de suelos, recursos forestales), con asesoramiento técnico permanente calificado bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PERN5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Ambientes con manipulación, transporte y/ o almacenamiento de Residuos peligrosos biológicos

PARAMETRO		AMBIENTES CON MANIPULACION, TRANSPORTE Y/ O ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOS	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	ARPB1	Ambiente sin eliminación de residuos hospitalarios.	PARPB1	0.503
	ARPB2	Ambiente con eliminación de residuos hospitalarios al desagüe	PARPB2	0.260
	ARPB3	Ambiente con eliminación residuos hospitalarios fuera del ámbito sanitario	PARPB3	0.134
	ARPB4	Ambiente con eliminación residuos hospitalarios dentro del ámbito sanitario	PARPB4	0.068
	ARPB5	Ambiente con eliminación residuos hospitalarios en cámaras de incineración	PARPB5	0.035

Fuente: CENEPRED

4.2.3.3. Resiliencia ambiental

Se consideran los siguientes parámetros de evaluación:

CUADRO: Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental

PARAMETRO		EXPLORACION DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	ERN1	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental.	PERN1	0.503
	ERN2	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No se cumplen las mismas.	PERN2	0.260
	ERN3	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Se cumplen las mismas en forma parcial.	PERN3	0.134
	ERN4	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumplimiento mayoritario.	PERN4	0.068
	ERN5	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumplimiento total.	PERN5	0.035

Fuente: CENEPRED

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

PARAMETRO		EXPLORACION DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	ERN1	La población en su totalidad ha perdido conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales.	PERN1	0.503
	ERN2	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales.	PERN2	0.260
	ERN3	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales.	PERN3	0.134
	ERN4	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales.	PERN4	0.068
	ERN5	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenibles sus recursos naturales.	PERN5	0.035

Fuente: CENEPRED

CUADRO: Capacitación en temas de conservación ambiental

PARAMETRO		CAPACITACION EN TEMAS DE CONSERVACION AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	CTA1	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PCTA1	0.503
	CTA2	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PCTA2	0.260
	CTA3	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PCTA3	0.134
	CTA4	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PCTA4	0.068
	CTA5	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PCTA5	0.035

Fuente: CENEPRED



4.2.4. Determinación de los niveles de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	
MUY ALTA	$0.317 \leq R < 0.378$
ALTA	$0.269 \leq R < 0.317$
MEDIA	$0.253 \leq R < 0.269$
BAJA	$0.001 \leq R < 0.253$

4.2.5. 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.

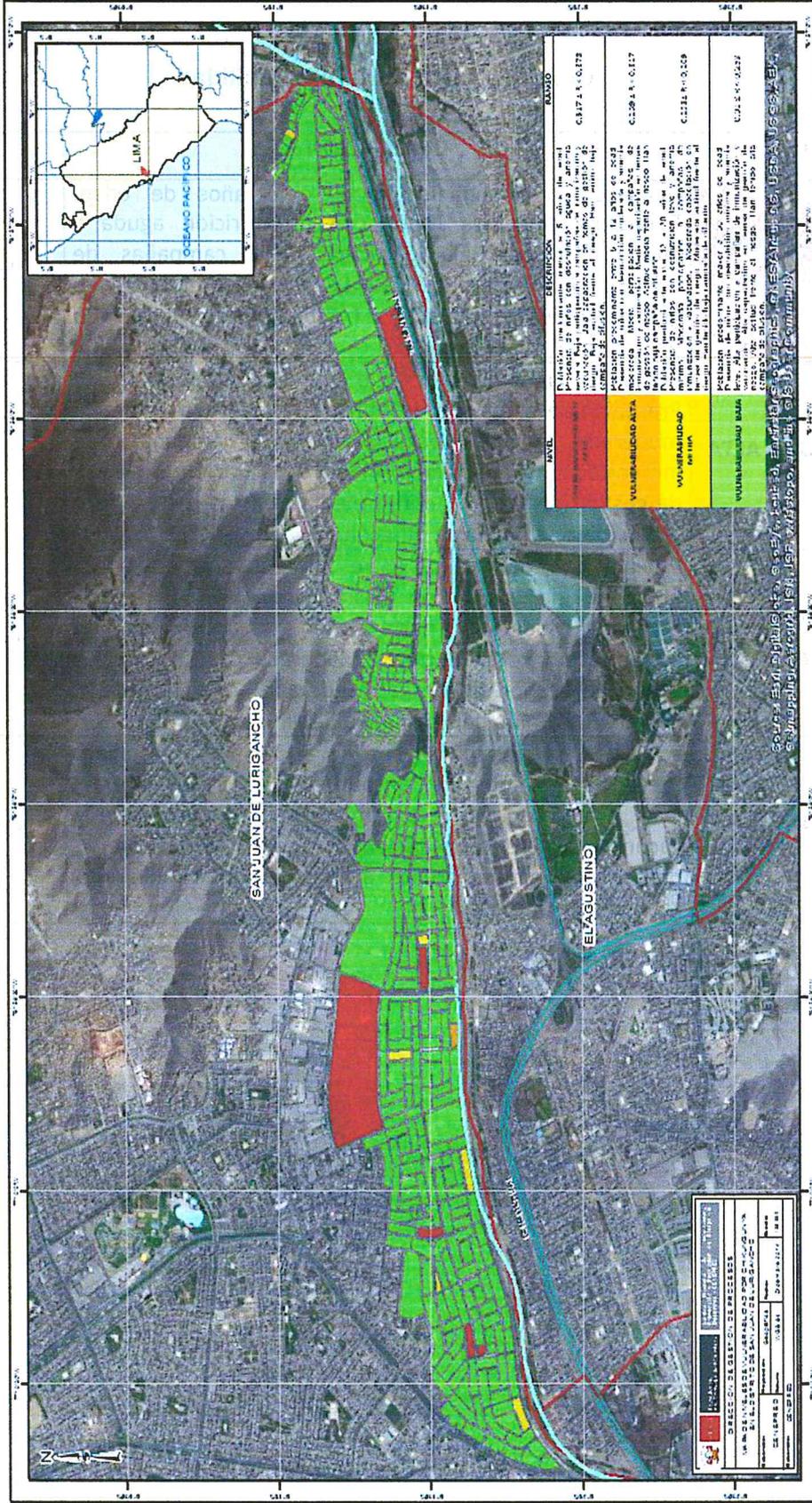
CUADRO: Matriz de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Población predominante menor a 5 años de edad. Presencia de niños Niños con desnutrición aguda y anemia severa. Baja participación a campañas de inmunización y vacunación. Baja capacitación en temas de gestión de riesgo. Baja actitud frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.	$0.317 \leq R < 0.378$
VULNERABILIDAD ALTA	Población predominante entre 5 a 12 años de edad. Presencia de niños con desnutrición moderada y anemia moderada. Media participación a campañas de inmunización y vacunación. Media capacitación en temas de gestión de riesgo. Actitud media frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.	$0.269 \leq R < 0.317$
VULNERABILIDAD MEDIA	Población predominante entre 12 a 30 años de edad. Presencia de niños con desnutrición leve y anemia mínima. Moderada participación a campañas de inmunización y vacunación. Moderada capacitación en temas de gestión de riesgo. Moderada actitud frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.	$0.253 \leq R < 0.269$
VULNERABILIDAD BAJA	Población predominante mayor a 30 años de edad. Presencia de niños con desnutrición mínima y anemia leve. Alta participación a campañas de inmunización y vacunación. Alta capacitación en temas de gestión de riesgo. Alta actitud frente al riesgo. Han tenido alta campaña de difusión.	$0.001 \leq R < 0.253$





4.2.6. Elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad



CAPÍTULO V ESTIMACIÓN O CÁLCULO DEL RIESGO



5. ESTIMACIÓN O CÁLCULO DEL RIESGO.

5.1. ANÁLISIS DE LOS DESCRIPTORES DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD.

5.1.1. Aplicación de la fórmula de riesgos

Una vez identificados y analizados los peligros inducidos por acción humana a lo que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación del tipo de agente: físico, químico, biológico, grado de severidad, mecanismo de transmisión, recurrencia o periodicidad, duración de la exposición y el nivel de susceptibilidad ante los peligros inducidos por acción humana 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 eventos 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_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a **i** durante un período de exposición **t**

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto.

Para el análisis de peligros se identifican y caracterizan los peligros inducidos por acción humana mediante el análisis de la tipo de agente: físico, químico, biológico; a sus factores de evaluación: grado de severidad, mecanismo de transmisión, recurrencia o periodicidad, duración de la exposición 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 inducido por acción humana y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente. Ver procedimiento en Anexo C.



5.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS O TRAMOS DE RIESGO POTENCIAL

5.2.1. 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.

5.2.2. 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.

5.2.2.1. 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.

5.2.2.2. 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 cuya tratamiento debe ser homogéneo.

5.2.2.3. 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.

5.2.3. Conclusiones. Zonas clasificadas según nivel de riesgos

Una vez identificados los riesgos constatados se establece una clasificación de zonas de riesgos en categorías.

5.2.4. 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.



5.3. 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.

5.3.1. 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.



5.4. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y LAS CONSECUENCIAS NEGATIVAS POTENCIALES.

5.4.1. Cuantificación de las pérdidas

Para cuantificar los efectos económicos por ocurrencia y/o recurrencia de peligros inducidos por acción humana 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 peligros inducidos por acción humana, 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.



5.5. 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 de peligros inducidos por acción humana designado por la entidad técnico-científica competente.

5.6. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO.

5.6.1. Elaboración de la 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.

Cuadro: Método simplificado para la determinación del riesgo

PMA	0.503	0.127	0.135	0.159	0.190
PA	0.260	0.066	0.070	0.082	0.098
PM	0.134	0.034	0.036	0.042	0.051
PB	0.068	0.017	0.018	0.022	0.026
		0.253	0.269	0.317	0.378
		VB	VM	VA	VMA



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

Cuadro: Niveles de riesgo

NIVELES DE RIESGO	
Riesgo Muy Alto	0.159 ≤ R ≤ 0.190
Riesgo Alto	0.066 ≤ R < 0.159
Riesgo Medio	0.017 ≤ R < 0.066
Riesgo Bajo	0.001 ≤ R < 0.017

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.

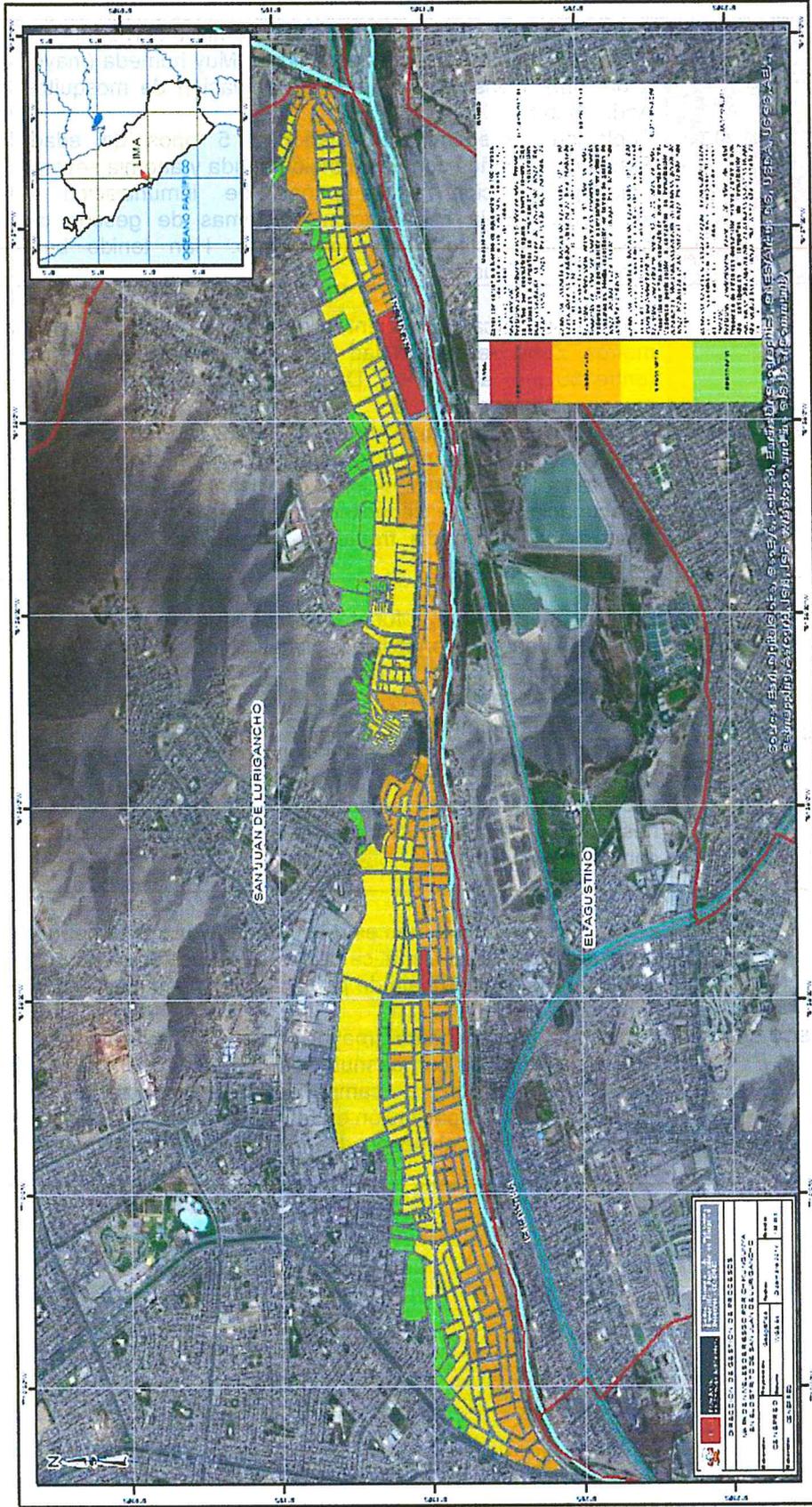
MATRIZ DE RIESGO

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 0 a 100 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Muy húmeda (mayor a 80 mm). Densidad muy alta de población de mosquitos Aedes hembra). Población predominante menor a 5 años de edad. Presencia de niños con desnutrición aguda y anemia severa. Baja participación a campañas de inmunización y vacunación. Baja capacitación en temas de gestión de riesgo. Baja actitud frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.</p>	0.159≤R≤0.190
RIESGO ALTO	<p>Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 101 a 150 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Moderada (entre 60 mm a 80 mm). Densidad alta de población de mosquitos Aedes hembra. Población predominante entre 5 a 12 años de edad. Presencia de niños con desnutrición moderada y anemia moderada. Media participación a campañas de inmunización y vacunación. Media capacitación en temas de gestión de riesgo. Actitud media frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.</p>	0.066≤R<0.159
RIESGO MEDIO	<p>Zonas con cercanía a fuentes de agua entre 151 a 200 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia: Normal (entre 40 mm a 60 mm). (Densidad media de población de mosquitos Aedes hembra). Población predominante entre 12 a 30 años de edad. Presencia de niños con desnutrición leve y anemia mínima. Moderada participación a campañas de inmunización y vacunación. Moderada capacitación en temas de gestión de riesgo. Moderada actitud frente al riesgo. Han tenido baja campaña de difusión.</p>	0.017≤R<0.066
RIESGO BAJO	<p>Zonas con cercanía a fuentes de agua mayor a 200 metros. Zona de variabilidad climática de lluvia : Seco (entre 20 mm a 40 mm). (Densidad baja de población de mosquitos Aedes hembra). Población predominante mayor a 30 años de edad. Presencia de niños con desnutrición mínima y anemia leve. Alta participación a campañas de inmunización y vacunación. Alta capacitación en temas de gestión de riesgo. Alta actitud frente al riesgo. Han tenido alta campaña de difusión.</p>	0.001≤R<0.017





5.7. ELABORACIÓN DEL MAPA DE LOS NIVELES DE RIESGOS



5.8. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

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.



5.9. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESASTRES

Se reconocen, en general, como medidas de prevención y reducción del riesgo, 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*).

5.9.1. 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.

5.9.2. 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 el proceso de reducción del riesgo en los países en desarrollo.



El valor del riesgo se obtiene al multiplicar el nivel de la amenaza por el nivel de vulnerabilidad. El nivel de vulnerabilidad se define como el grado de exposición de un elemento a un tipo de amenaza. El nivel de amenaza se define como el grado de exposición de un elemento a un tipo de amenaza. El nivel de vulnerabilidad se define como el grado de exposición de un elemento a un tipo de amenaza. El nivel de amenaza se define como el grado de exposición de un elemento a un tipo de amenaza.



CAPÍTULO VI CONTROL DE RIESGO

El control de riesgo es el conjunto de acciones que se toman para reducir el nivel de riesgo a un nivel aceptable. El control de riesgo se puede realizar a través de diferentes estrategias, como la reducción de la vulnerabilidad, la reducción de la amenaza o la transferencia del riesgo. El control de riesgo es un proceso continuo que debe ser revisado y actualizado regularmente.

El control de riesgo es un proceso continuo que debe ser revisado y actualizado regularmente. El control de riesgo es un proceso continuo que debe ser revisado y actualizado regularmente. El control de riesgo es un proceso continuo que debe ser revisado y actualizado regularmente. El control de riesgo es un proceso continuo que debe ser revisado y actualizado regularmente.

6. CONTROL DE RIESGOS.

El valor del riesgo aceptable o tolerable es aquel que la comunidad estaría dispuesta a asumir a cambio de determinada tasa o nivel de beneficios.

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).

Para el caso de la decisión de una comunidad, una vez conocido el mapa de riesgos inducidos por acción humana en un ámbito geográfico, 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 los eventos inducidos por acción humana son hechos atribuibles al error humano, las pérdidas promedio para este tipo de eventos, no 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 inducidos por acción humana, cualquier aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la reducción en los costos causados por daños.

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.



TABLA 1. Niveles de riesgo de acción humana

Nivel de riesgo	Niveles de riesgo	
	Alto	Bajo
Alto	Alto	Bajo
Bajo	Bajo	Alto
Alto	Bajo	Alto
Bajo	Alto	Bajo

6.1. 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 siguientes cuadros describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de ocurrencia de un peligro inducido por acción humana, 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: Niveles de consecuencias

VALOR	NIVELES DE CONSECUENCIA	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un peligro inducido por acción humana son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un peligro inducido por acción humana pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un peligro inducido por acción humana son gestionadas con recursos disponibles.
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un peligro inducido por acción humana pueden ser gestionadas sin dificultad.



CUADRO : Niveles de frecuencia de ocurrencia

VALOR	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
4	MUY ALTA	Pueden ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTA	Pueden ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias..
2	MEDIA	Pueden ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias.
1	BAJO	Pueden ocurrir en situaciones excepcionales.

CUADRO : 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

CUADRO : 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.

CUADRO : Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
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 debe actividades para el manejo de riesgos.
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo.

CUADRO : Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile
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 **Inadmisibile**, 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.

CUADRO : Nivel de priorización

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

6.1.1. Análisis costo/beneficio.

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.



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:

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

6.1.2. Análisis 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.



6.1.3. 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 estados 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 C0 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.



Bibliografía

- Enterovirus-d68-cases-now-being-investigated-in-12-states. CNN, 2014.
<http://fox6now.com/2014/09/09/enterovirus-d68-cases-now-being-investigated-in-12-states/>
- Alerta mundial con el coronavirus MERS. El Fortín de Guyana. 2014.
<http://elfortindeguyana.com/36871-alerta-mundial-con-el-coronavirus-mers/>
- Casos de D68 Enterovirus siendo investigados en 12 estados. Dr. Christine Nyquist. COLORADO.EEUU. Set 2014.
<http://fox6now.com/2014/09/09/enterovirus-d68-cases-now-being-investigated-in-12-states/>
- Chikungunya. 2014. OMS
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/en/>
- José Fernando Ortiz, epidemiólogo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Santa Rosa declara alerta ante virus chikungunya. Hospital de Cuilapa. Guatemala. Jul 2014.
http://www.prensalibre.com/noticias/comunitario/Santa-Rosa-declara-alerta-virus_0_1166883309.html
- Fiebre Hemorrágica del Ebola, 2014. OMS
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs103/en/>
- Influenza en la interfaz humano-animal, 2014. OMS.
http://www.who.int/influenza/human_animal_interface/en/
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.
<http://www.ifrc.org/es/>
- Puigvert, 2008. La plaga de la langosta. Permanencia de un riesgo biológico milenario. Diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales, 1999-2008. Universidad de Barcelona. España.
<http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/427.htm>
- "Foodborne illnesses Acquired in the United States – Major Pathogens". E. Scallan, et. Al. Emerg.Infect.Dis. Vol.17 No.1, January 2011, 7-15.
- "Foodborne illnesses Acquired in the United States – Unspecified Agents". E. Scallan, et. Al. Emerg.Infect.Dis. Vol.17 No.1, January 2011, 16-22.
- Edward Broughton (Environmental Health, 2005; 4: 6-6. Columbia University, Mailman School of Public Health, 600 W 168th St. New York, NY 10032 USA.
- Union Carbide en India. Tropósfera. Portal temático de contaminación atmosférica.
<http://www.troposfera.org/conceptos/tropoestudios/bhopal-historia-de-un-desastre-humanitario-y-medioambiental>.
- Valeria Culasso. Prof. Adscripta Cátedra de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales
Facultad de Ciencia Jurídicas y Sociales – Universidad de Mendoza. Abril 2011
<http://www.um.edu.ar/web/documentos/Culasso.pdf>
- Estudios realizados sobre los efectos del accidente de Chernóbil. Informe del Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica-UNSCEAR 2000.
- Javier Lillo Ramos. Balsas de residuos: Bombas de tiempo ambientales. 2010. Grupo de Geología. Universidad Rey Juan Carlos. Grupo de Estudios en Minería y Medioambiente. Instituto Imdea Agua.
http://www.escet.urjc.es/~jlillo/Balsas%20Bombas%20v3.0_web.pdf



- Cuaderno preventivo: Radiaciones no ionizantes. 2001. Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral de la Unió General de Treballadors de Catalunya. UGT Catalunya.
www.ugt.cat/download/salut.../quadern_radiaciones_no_ionizantes.pdf
- Ricardo Santiago Netto. FISICANET. 2014.
http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap04_ondas_electromagneticas.php
- Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. Nota descriptiva N°371. Noviembre de 2012. Organización Mundial de la Salud.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
- American Cancer Society (2,014).
<http://www.cancer.org/espanol/cancer/cancerdepiel-celulasbasalesycelulasescamosas/recursosadicionales/fragmentado/prevencion-y-deteccion-temprana-del-cancer-de-piel-what-is-u-v-radiation>.
- Edwin Thomas. Peligros de la energía nuclear.
http://www.ehowenespanol.com/peligros-energia-nuclear-sobre_37454/.
- Agentes químicos peligrosos
<http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3444>
- Clasificación de sustancias químicas según las Naciones Unidas:
http://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=47
- Gestión integral de residuos químicos peligrosos.
Loayza Pérez, J. Sociedad Química del Perú, 2007. Rev. Soc. Quím. Perú v.73 n.4 Lima oct./dic. 2007
- Ley 28256; ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos y su reglamento en el Perú.
- Centers for Disease Control - National Institutes of Health (CDC-NIH).
Departamento de Salud y Servicios Humanos. Bioseguridad en los laboratorios de microbiología y biomedicina. 4th. ed; Atlanta; 1999. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004.] URL disponible en:
www.cdc.gov/od/ohs/pdf/files/bmb14_spanish.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. Cabinas de seguridad biológica: uso, desinfección y mantenimiento. Washington: DC; 2002. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004]. URL disponible en: www.paho.org/Spanish/AD/THS/EV/LAB-Cabinas_bioseguridad.pdf
- Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Reglamentación sobre mercancías peligrosas. 45.ª edición; 2003.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Salud y Trabajo. Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Barcelona; 1997.
- Instituto Nacional de Salud. Manual de Normas de Bioseguridad. Serie de Normas Técnicas N° 18, 2.ª edición, Lima; 2002.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, INDECOPI. Norma Técnica Peruana, Norma ISO/FDIS 15189. Laboratorios médicos. Requisitos particulares para la calidad y la competencia. Lima; 2004.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, INDECOPI. Norma Técnica Peruana, NTP 399.011. Símbolos, medidas y disposición (arreglo, presentación) de las señales de seguridad. Lima; 1974. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004.] URL disponible en: www.bvindecopi.gob.pe/normas/399.011.pdf
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, INDECOPI. Norma Técnica Peruana, NTP-ISO/IEC 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Lima; 2001.



- Santich, Ileana R. Organización Panamericana de la Salud. Colombia. Pautas sobre Buenas Prácticas de Laboratorio. Programa de medicamentos esenciales. Washington D.C.; 1989.
- Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. Seguridad en el Laboratorio de Microbiología Clínica. Madrid; 2000.
- World Health Organization (WHO). Laboratory Biosafety Manual. 2nd. ed. Ginebra; 1993.
- Organización de los Estados Americanos. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias. Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas; Cartagena de Indias; 1999. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004] URL disponible en: www.science.oas.org/Simbio/bioseg/*.pdf
- Minister of Health. Canada. The Laboratory Biosafety Guidelines. 3th edition. 2004.
- Laboratory Biosafety Guidelines. 2nd ed. 1996. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004] URL disponible en: www.hc-sc.gc.ca/hpb-lcdc/biosafety/docs/lbg5_e.html
- Material Safety Data Sheet. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004] URL disponible en: www.hc-sc.gc.ca/hpb-lcdc/biosafety/msds/msds
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, INDECOPI. Norma Técnica Peruana, NTP 399.009. Colores patrones utilizados en señales y colores de seguridad. Lima; 1974. [fecha de acceso 01 de diciembre de 2004.] URL disponible en: www.bvindecopi.gob.pe/normas/399.009.pdf
- Manejo de residuos sólidos hospitalarios (DIGESA). URL disponible en: www.digesa.minsa.gob.pe
- Evidence on regulations for the transport of infectious substance 2005. World Health Organization. Communicable disease surveillance and response.
- Curso ARIA .FAO, 2011. Introducción al análisis de riesgos en la inocuidad de los alimentos. Unidad 5. URL disponible en: www.cursoariafao.modelo/aria 201105 introducciones al análisis de riesgos en la inocuidad de los alimentos.
- Salud Ambiental Básica.PNUMA-OMS. INHEM. 2002. Annalee Yassi • Tord Kjellström • Theo de Kok •Tee L. Guidotti. Instituto nacional de higiene, epidemiología y microbiología ministerio de salud pública de Cuba <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/yassi01.pdf>
- IFRC. Peligros biológicos:Epidemias. <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion--de-peligro/tipologia-del-peligro/>
- Manual de bioseguridad. 2014. DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SANIDAD PNP RD N°1014-2014-DIRGEN/EMG-PNP Lima, 04NOV2014.
- <https://www.pnp.gob.pe/interes/documentos/MANUAL%20DE%20BIOSEGURIDAD%20DE%20LA%20DIRECCI%C3%93N%20EJECUTIVA%20DE%20SANIDAD.pdf>
- Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention. CDC, NIH 4th Edition. 2014. Bioseguridad en laboratorios de Microbiología y Biomedicina. http://www.ins.gob.pe/CBS/PDF/bmb14_spanish.pdf.
- Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Año. 2013. Centro Nacional de Prevención, Estimación y Reducción de Riesgos de Desastres.



A 01/07/2014

ANEXOS



ANEXO A

CLASIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS POR GRUPO DE RIESGO

Grupo de riesgo	Microorganismos	Observaciones
I	<i>Acanthamoeba</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. cereus</i>	
	<p>BACTERIAS, CHLAMYDIAS, MYCOPLASMAS Y RICKETTSIAS <i>Actinobacillus</i> spp., <i>Actinomadura pelletieri</i>, <i>Actinomyces</i> spp. <i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacteroides</i> spp., <i>Bartonella</i> spp., <i>Bordetella pertussis</i> (V), <i>B. parapertussis</i>, <i>B. bronchiseptica</i>, <i>Borrelia</i> spp., <i>Campylobacter</i> spp., <i>Cardiobacterium hominis</i>, <i>Chlamydia pneumoniae</i>, <i>C. psittaci</i> (cepas no aviares), <i>C. trachomatis</i>, <i>Clostridium botulinum</i> (T), <i>C. chauvoei</i>, <i>C. difficile</i>, <i>C. haemolyticum</i>, <i>C. histolyticum</i>, <i>C. novyi</i>, <i>C. perfringens</i>, <i>C. septicum</i>, <i>C. sordellii</i>, <i>C. tetani</i> (T,V) <i>Corynebacterium diphtheriae</i> (T,V), <i>C. minutissimum</i>, <i>C. pseudotuberculosis</i>, <i>Edwardsiella tarda</i>, <i>Ehrlichia</i> spp., <i>Eikenella corrodens</i>, <i>Enterobacter</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp., <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>, <i>Escherichia coli</i> (excepto las cepas no patógenas) <i>Flavobacterium</i> spp., <i>Francisella tularensis</i> (tipo B), <i>F. novicida</i>, <i>Fusobacterium</i> spp., <i>Gardnerella vaginalis</i>, <i>Haemophilus</i> spp., <i>Helicobacter pylori</i>, <i>Klebsiella</i> spp., <i>Legionella</i> spp., <i>Leptospira interrogans</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>Mycobacterium</i> spp. (excepto <i>Mycobacterium tuberculosis</i>), <i>M. bovis</i> (no BCG), <i>M. africanum</i>, <i>M. leprae</i>, <i>M. microti</i> y <i>M. ulcerans</i>) II <i>Mycoplasma</i> spp., <i>N. gonorrhoeae</i>, <i>N. meningitidis</i> (V), <i>Nocardia asteroides</i>, <i>N. brasiliensis</i>, <i>N. farcinica</i>, <i>Pasteurella</i> spp., <i>Peptostreptococcus</i> spp., <i>Plesiomonas shigelloides</i>, <i>Porphyromonas</i> spp., <i>Prevotella</i> spp., <i>Proteus</i> spp., <i>Providencia</i> spp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Rhodococcus equi</i>, <i>Rickettsia</i> spp., <i>Salmonella paratyphi</i> A, B, C (V), <i>Salmonella</i> spp. (excepto <i>S. typhi</i>), <i>Serpulina</i> spp., <i>Shigella boydii</i>, <i>S. Dysenteriae</i> (excepto tipo 1), <i>S. flexneri</i>, <i>S. sonnei</i>, <i>S. aureus</i>, <i>Streptobacillus moniliformis</i>, <i>Streptococcus</i> spp., <i>Treponema carateum</i>, <i>T. pallidum</i>, <i>T. Vincentii</i>, <i>Ureaplasma urealyticum</i>, <i>Vibrio cholerae</i>, <i>V. parahaemolyticus</i>, <i>V. vulnificus</i>, <i>Vibrio</i> spp., <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>Y. pseudotuberculosis</i></p>	<p>V: vacuna eficaz disponible. T: producción de toxinas.</p>
	<p>HONGOS <i>Aspergillus fumigatus</i> (A) <i>Candida albicans</i> (A), <i>Candida</i> spp., <i>Cryptococcus neoformans</i> (A) <i>Emmonsia parva</i>, <i>Epidermophyton floccosum</i> (A) <i>Fonsecaea</i> spp., <i>Madurella</i> spp., <i>Microsporium</i> spp. (A), <i>Penicillium marseillei</i> (A) <i>Scedosporium apiospermum</i>, <i>S. prolificans</i>, <i>Sporothrix schenckii</i>, <i>Trichophyton</i> spp.</p>	<p>A: Posibles efectos alérgicos.</p>



Fuente: Instituto Nacional de Salud. Manual de Bioseguridad en laboratorios de ensayo, biomédicos y clínicos. 2005.

riesgo Grupo de	Microorganismos	Observaciones
	<p>BACTERIAS, CHLAMYDIAS Y RICKETTSIAS <i>Bacillus anthracis</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>Burkholderia mallei</i>, <i>B. pseudomallei</i>, <i>Chlamydia psittaci</i> (cepas aviarias) <i>Coxiella burnetii</i>, <i>Escherichia coli</i> (cepas verocitotóxicas como O157:H7 uO103) (T), <i>Francisella tularensis</i> tipo A, <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (V), <i>M. africanum</i> (V), <i>M. bovis</i> (excepto la cepa BCG) (V), <i>M. leprae</i>, <i>M. microti</i> (*), <i>M. ulcerans</i> (*) <i>Rickettsia akari</i> (*), <i>R. canada</i> (*), <i>R. montana</i> (*), <i>R. conorii</i>, <i>R. mooseri</i>, <i>R. prowazekii</i>, <i>R. rickettsii</i>, <i>R. tsutsugamushi</i>, <i>Salmonella typhi</i> [V (*)], <i>Shigella dysenteriae</i> (tipo 1) [T (*)] <i>Yersinia pestis</i> (V)</p>	<p>V: vacuna eficaz disponible. T: producción de toxinas. (*): Normalmente no infecciosos a través del aire.</p>
	<p>HONGOS <i>Blastomyces dermatitidis</i>, <i>Cladophialophora bantiana</i>. <i>Coccidioides immitis</i> (A), <i>Histoplasma capsulatum</i>, <i>Paracoccidioides brasiliensis</i>.</p>	<p>A: Posibles efectos alérgicos.</p>
III	<p>VIRUS Arenaviridae: Complejos virales LCM-Lassa: virus de la coriomeningitis linfocítica (cepas neurotrópicas), Complejos virales Tacaribe: virus Flexal Bunyaviridae: Virus Oropouche, Virus de la encefalitis de California, Virus Belgrade Virus sin nombre (Muerto Canyon), Hantavirus, Virus Hantaan (fiebre hemorrágica de Corea), Virus Seoul, Flebovirus, Virus de la fiebre del valle Rift (V) Caliciviridae: Virus de la hepatitis E (*) Flaviviridae: Virus de la encefalitis del valle Murray, Virus de la encefalitis de las garrapatas de Europa Central [V (*)], Virus Absettarov, Virus Hanzalova, Virus Hypr Virus Kumlinge, Virus del Dengue tipos 1-4, Virus de la hepatitis C [D (*)], Virus de la hepatitis G [D (*)], Virus de la encefalitis B japonesa (V), Virus del bosque de Kyasamur (V), Virus del mal de Louping (*), Virus Omsk [V (a)], Virus Powassan, Virus Rocio, Virus de la encefalitis de primavera-verano rusa [V (a)], Virus de la encefalitis de St. Louis Virus Wesselsbron (*), Virus del Nilo occidental, Virus de la fiebre amarilla (V) Hepadnaviridae: Virus de la hepatitis B [V, D (*)] Virus de la hepatitis D [V, D (b) (*)] Herpesviridae: Herpesvirus simiae (virus B) Poxviridae: Monkeypox virus (V) Retroviridae: Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) [D (*)], Virus de las leucemias humanas de células T (HTLV) tipos 1 y 2 [D (*)] Virus SIV [(h) (*)] Rhabdoviridae: Virus de la rabia [V (*)] Togaviridae: Alfavirus, Virus de la encefalomielitís equina americana oriental (V), Virus de la encefalomielitís equina americana occidental (V), Virus Chikungunya (*), Virus Everglades (*), Virus Mayaro, Virus Mucambo (*), Virus Ndumu, Virus Tonate (*), Virus de la encefalomielitís equina venezolana (V), Virus no clasificados, Virus de la hepatitis todavía no identificados [D (*)]</p> <p>Agentes no clasificados asociados a encefalopatías espongiiformes transmisibles (TSE): Enfermedad de Creutzfeldt - Jakob [D(d) (*)] Variante de la enfermedad de Creutzfeldt - Jakob (CJD) [D (d) (*)] Encefalopatía espongiiforme bovina (BSE) y otras TSE de origen animal afines [D (d,i) (*)] Síndrome de Gerstmann Sträussler-Scheinker [D (d) (*)] Kuru [D (d) (*)]</p>	<p>(*): Normalmente no infecciosos a través del aire. V: vacuna eficaz disponible. D: La lista de los trabajadores al agente debe conservarse durante mas de 10 años después de la última exposición. (a): Encefalitis transmitida por la garrapata. (b): El virus de la hepatitis D precisa de otra infección simultánea o secundaria a la provocada por el virus de hepatitis B, para poder ejercer su poder patógeno en los trabajadores. La vacuna contra el virus de la hepatitis B protegerá por lo tanto, a los trabajadores no afectados por el virus de la hepatitis B contra el virus de la hepatitis D (Delta). (c) Sólo por lo que se refiere a los tipos A y B. (d): Recomendado para los trabajos de investigación. (h): No existe actualmente ninguna prueba de enfermedad humana provocada por otro retrovirus de origen símico. Como medida de precaución, se recomienda un nivel 3.</p>

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Manual de Bioseguridad en laboratorios de ensayo, biomédicos y clínicos. 2005.



Grupo de riesgo	Microorganismos	Observaciones
III	PARÁSITOS Echinococcus granulosus (*), E. multilocularis (*), E. vogeli (*), Leishmania brasiliensis (*), L. donovani (*), Plasmodium falciparum (*), Taenia solium (*), Trypanosoma brucei rhodesiense (*), T. cruzi	(*) Normalmente no infecciosos a través del aire.
IV	BACTERIAS, CHLAMYDIAS, MYCOPLASMAS Y RICKETTSIAS Ninguno.	
	HONGOS Ninguno.	
	PARÁSITOS Ninguno.	
	VIRUS Arenaviridae: <i>Complejos virales LCM-Lassa: virus de Lassa</i> Complejos virales Tacaribe: <i>virus Junin, virus Machupo, virus Sabia, virus Guanarito</i> Bunyaviridae: <i>Nairovirus, Virus de la fiebre hemorrágica de Crimea/Congo</i> Filoviridae: <i>Virus Marburg, Virus Ebola</i> Flaviviridae: <i>Virus Kyasanur</i> Poxviridae: <i>Variola (major & minor), virus "Whitepox", virus (variola virus), Virus no clasificados</i> <i>Morbillivirus equino</i>	

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Manual de Bioseguridad en laboratorios de ensayo, biomédicos y clínicos. 2005.



ANEXO B

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 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 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).

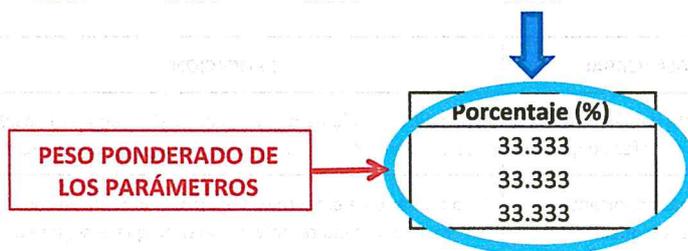
MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

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 λ_{max}

	Vector Suma Ponderado/Vector Priorización
	3.000
	3.000
	3.000
SUMA	9.000
PROMEDIO	3.000



CRITERIO	A1	A2	A3	VECTOR PRIORIZACION
CR1	0.333	0.333	0.333	0.333
CR2	0.333	0.333	0.333	0.333
CR3	0.333	0.333	0.333	0.333
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.000
RC	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
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



ANEXO C

DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL RIESGO

Para el análisis 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 inducido por acción humana).

Paso 01: Para el caso de una epidemia. Se determinan los parámetros a evaluar y sus correspondientes descriptores. Luego se calcula el valor del peligro (pesos ponderados).



$$\sum_{i=1}^{n} Fenomeno_i \times Descriptor_i = Valor$$

FENOMENO						
Frecuencia		Severidad		Duración		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).

$$\sum_{i=1}^{n} Factor_i \times Descriptor_i = Valor$$

FACTOR CONDICIONANTES								
Cercanía a fuentes de agua		Variabilidad climática		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						
Densidad de población de mosquitos Aedes hembra		Ingreso de turistas de zonas endémicas		Densidad de Criaderos de Mosquitos		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
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).

$$Fact. Condicionante. Peso + Fact. Desencadenante. Peso = Valor$$

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESENCADENANTE		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.

$$Fenomeno. Peso + Susceptibilidad. Peso = Valor$$

FENOMENO		SUSCEPTIBILIDAD		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

$$\sum_{i=1}^n Exposicion Social_i \times Descriptor_i = Valor$$

EXPOSICION SOCIAL						
Grupo etario		Población escolar		Población sin servicios de agua potable		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.260	0.503	0.106	0.260	0.633	0.134	0.243

$$\sum_{i=1}^n Fragilidad Social_i \times Descriptor_i = Valor$$

FRAGILIDAD SOCIAL										
Nivel de desnutrición		Nivel de anemia		Estado de lactancia		Estado de gestación		Nivel de inmunidad		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	0.206

$$\sum_{i=1}^n Resiliencia Social_i \times Descriptor_i = Valor$$

RESILIENCIA SOCIAL										
Capacit. en temas de Gestión del Riesgo		Conoc. Local sobre ocurrencia pasada de desastres		Existencia de normatividad política 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	0.270

Exposicion Social.Peso + Fragilidad Social.Peso + Resiliencia Social = Valor

EXPOSICION SOCIAL	PESO	FRAGILIDAD SOCIAL	PESO	RESILIENCIA SOCIAL	PESO	Valor
0.243	0.503	0.206	0.106	0.270	0.260	0.246

ECONOMICA

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Economica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICION ECONOMICA														
Empleo		Servicio de agua y saneamiento		Cadena alimentaria		Servicio. Educativo		Servicio de turismo		Área agrícola		Área pecuaria		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	0.296



$$\sum_{i=1}^n \text{Fragilidad Economica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FRAGILIDAD ECONOMICA												
Disminución de consumo		Salubridad en agua		Inocuidad alimentaria		Ausencia escolar		Escasez mano de obra agrícola y turismo		Escasez mano de obra para actividad pecuaria		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	0.382

$$\sum_{i=1}^n \text{Resiliencia Economica}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

RESILIENCIA ECONOMICA								
Pobl. Econo. Activa. Desocupada		Ingres. Familiar Prom. Mensual		Organización. y Capacitación. Institucional		Capacitación 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	0.159

Exposicion Economica.Peso + Fragilidad Economica.Peso + Resiliencia Economica = Valor

EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	VALOR
0.296	0.633	0.382	0.106
			0.159
			0.260
			0.269

AMBIENTAL

$$\sum_{i=1}^n \text{Exposicion Ambiental}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

EXPOSICION 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		Capacit. 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

Exposicion Ambiental.Peso + Fragilidad Ambiental.Peso + Resiliencia Ambiental = Valor

EXPOSICION 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 + Economica.Peso + Ambiental = Valor

SOCIAL	PESO	ECONOMICA	PESO	AMBIENTAL	PESO	VALOR
0.246	0.633	0.269	0.260	0.305	0.106	0.258

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.

