



PERÚ

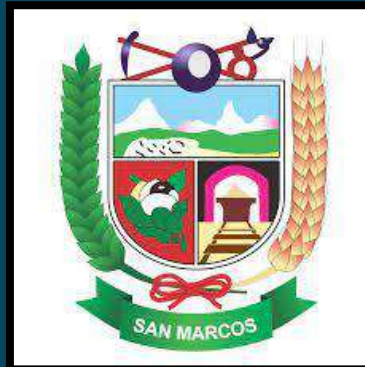
Ministerio de Defensa



CENEPRED

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

"Promoviendo Cultura de Prevención"



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO A PELIGRO POR CAIDA DE ROCAS, CORRESPONDIENTE AL SECTOR CHACUAYONGA, DISTRITO DE SAN MARCOS, DE LA PROVINCIA DE HUARI DEL DEPARTAMENTO DE ANCASH



DICIEMBRE 2021

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO:

Municipalidad Distrital de San Marcos – Sector Chacuayonga, Provincia de Huari del Departamento de Ancash.

ASISTENCIA TÉCNICA Y ACOMPAÑAMIENTO DEL CENEPRED:

Sr. Federico Gerardo Bouroncle Díaz
Responsable de la Dirección de Gestión de Procesos

Coordinador Técnico del CENEPRED

Ing. Juan Carlos Montero Chirito

Evaluador de Riesgos

Ing. Geóg. Eddy Charlie Condezo Chuquijajas.

Equipo Técnico:

Profesional de Apoyo SIG Ruth J. Ramos Ochoa

Profesional de Geología Hugo Labra.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	6
1.1 Objetivo general	6
1.2 Objetivos específicos	6
1.3 Finalidad.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Antecedentes	6
1.6 Marco normativo	8
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
2.1 Ubicación geográfica.....	9
2.1.1 Límites geopolíticos.....	9
2.1.2 Vías de acceso	9
2.1.3 Área de estudio	9
2.2 Características sociales	11
2.2.1 Población.....	11
2.2.2 Vivienda.....	12
2.2.3 Servicios básicos	12
2.2.4 Nivel educativo de la población	13
2.2.5 Salud	14
2.3 Características económicas	14
2.3.1 Actividades económicas	14
2.4 Características físicas	15
2.4.1 Condiciones geológicas.....	15
2.4.2 Condiciones geomorfológicas.....	18
2.4.3 Pendiente	20
2.4.4 Condiciones Climatológicas.....	22
CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	27
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad	27
3.2 Recopilación y análisis de la información.....	27
3.3 Identificación del peligro.....	28
3.4 Caracterización del peligro.....	29
3.5 Ponderación de los parámetros de evaluación de los peligros	29
3.5.1 Parámetro: Distancia alcanzada por caída de rocas	30
3.6 Susceptibilidad del territorio	33
3.6.1 Análisis del factor desencadenante	33
3.6.2 Análisis de los factores condicionantes	34
3.7 Análisis de elementos expuestos.....	37
3.7.1 Población.....	37
3.7.2 Vivienda.....	38
3.7.3 Institución educativa	38
3.7.4 Centro de Salud.....	38
3.7.5 Reservorio y planta de tratamiento.....	38
3.8 Definición de escenario de riesgo	40
3.9 Niveles de peligro.....	40
3.10 Estratificación del nivel de peligro	40

3.11	Mapa de peligro	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....		42
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad.....	42
4.2	Análisis de la dimensión social	42
4.2.1	Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad.....	43
4.2.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión social de la vulnerabilidad	43
4.2.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad.....	47
4.3	Análisis de la dimensión económica	48
4.3.1	Análisis de la exposición en la dimensión económica de la vulnerabilidad	48
4.3.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la vulnerabilidad.....	49
4.3.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión económica de la vulnerabilidad	52
4.4	Nivel de vulnerabilidad	53
4.5	Estratificación de la vulnerabilidad	53
4.6	Mapa de Vulnerabilidad	55
CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO		56
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo.....	56
5.2	Determinación de los niveles de riesgos.....	57
5.2.1	Niveles del riesgo	57
5.2.2	Matriz del riesgo	57
5.2.3	Estratificación del riesgo.....	58
5.2.4	Mapa del Riesgo.....	60
5.3	Cálculo de efectos probables.....	61
5.4	Medidas de prevención del riesgo.....	61
5.4.1	De orden estructural	61
5.4.2	De orden no estructural	62
5.5	Medidas de reducción del riesgo	63
5.5.1	De orden estructural	63
5.5.2	De orden no estructural	63
CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO		64
6.1	De la evaluación de las medidas.....	64
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	64
6.1.2	Control de riesgos.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....		67
ANEXO		68
LISTA DE CUADROS		68
LISTA DE GRÁFICOS.....		69
LISTA DE FIGURAS		70
ANEXO		71

PRESENTACIÓN

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su condición de organismo público adscrito al Ministerio de Defensa y en cumplimiento de sus funciones conferidas por la Ley N° 29664 – Ley que crea el SINAGERD, como ente responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención, reducción y reconstrucción.

Mediante la Ley N° 31084 Ley de Presupuesto del sector público para el Año Fiscal 2021, establece los recursos para financiar estudios para la prevención del riesgo de desastres, autoriza que durante el Año Fiscal 2021, a los Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, realizar transferencias financieras a favor del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y otras instituciones, con cargo a los recursos de su presupuesto institucional por las fuentes de financiamiento Recursos Ordinarios, Recursos Determinados en el rubro Canon y sobrecanon, regalías, rentas de aduanas y participaciones, y Recursos Directamente Recaudados, para financiar la elaboración de estudios en campos relacionados a peligros generados por fenómenos de origen natural, comportamiento de los glaciares y ecosistemas de montaña; en relación con sus circunscripciones territoriales. Los recursos autorizados por el **Artículo 56 de la Ley N° 31084 “Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2021”** (en adelante Ley de Presupuesto) se ejecutan en el Programa Presupuestal 0068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres.

Al respecto, la Municipalidad distrital de San Marcos solicitó mediante Acuerdo de Consejo Municipal N° 285-2021-MDSM/HRI/A en el marco del Artículo 56 de la Ley N° 31084 de la Ley de Presupuesto, aprobar la transferencia a favor del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres para la ejecución de cinco (05) evaluaciones de Riesgo de Desastres en el distrito de San Marcos – Provincia de Huari – Departamento de Ancash, correspondientes a las Zonas de Chacuayonga, Vista Alegre, Millhuish, Quinuaragra, y la zona urbana de San Marcos.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED firmó convenio específico con el Gobierno Local a través del cual esta entidad transfiere los recursos para que el CENEPRED elabore Estudios relacionados a peligros generados por fenómenos de origen natural. Para los fines del Artículo 56 de la Ley de Presupuesto, se entenderá por Estudios los Informes de Evaluaciones de Riesgos.

Para el desarrollo del presente informe se realizaron las coordinaciones con los funcionarios de la Municipalidad (Alcalde y el responsable de la Unidad de Gestión del riesgo de Desastres), para el reconocimiento de campo así como para el levantamiento de la información, y productos elaborados y/o disponibles: como Plano Catastral del centro poblado y proyectos de inversión presentados; insumos principales para la elaboración del respectivo Informe EVAR, asimismo, con la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) e Instituto de Estadística e Informática (INEI).

En el presente informe se aplica la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la fragilidad y resiliencia y determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Evaluación del Riesgo permite analizar el impacto potencial del área de influencia del peligro por caída de rocas correspondiente al Sector Chacuayonga distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.

En este contexto, el distrito de San Marcos registra una precipitación diaria mayor a 20.6 mm. El cual ha sido considerado extremadamente lluvioso durante los tres primeros meses correspondientes al Fenómeno de El Niño 2017. Las lluvias extremas o prolongadas provocan erosión de material circundante en ladera del cerro activando el flujo de tierra y caída de rocas.

La ocurrencia de los desastres es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su hábitat.

En el primer capítulo del informe, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la Evaluación del Riesgo del centro poblado y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dos dimensiones, el social y el económico. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: Exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por caída de rocas del centro poblado y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo general

Determinar el nivel del riesgo a **Peligro por Caída de Rocas, correspondiente al Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.**

1.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro del área de influencia correspondiente.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo y determinando las medidas de control.
- Estimar los efectos probables.

1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda adopte las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en el marco de lo estipulado según la normativa vigente.

1.4 Justificación

Con el presente documento desarrollado en el marco del Artículo 56 de la Ley N° 31084, se sustenta la aprobación del presupuesto para la implementación de las acciones de prevención y/o reducción de riesgos por caída de rocas en el Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash.

1.5 Antecedentes

En épocas de lluvias intensas se incrementan los agrietamientos, así como los deslizamientos. El fenómeno de El Niño Costero 2017 intensificó la erosión en la parte alta del cerro el cual provocó la caída de rocas a las viviendas asentadas colindantes, y afectación en las vías hacia la zona urbana del distrito de San Marcos.

Según los datos recogidos en campo por los habitantes en la zona refiere que, las caídas de las rocas se producen en días de lluvias y viene acompañadas de deslizamientos que obstruyen las vías y causan daños a las viviendas.

Según registro de emergencias de INDECI, se presentaron precipitaciones de fuerte intensidad, las cuales afectaron viviendas, vías de acceso. A continuación, se presenta un listado de emergencias durante el presente año.

Cuadro 01. Listado de emergencias ocurridas por lluvias intensas

Fecha	Fenómeno	Departamento	Provincia	Distrito
05/11 /2021	Lluvias intensas	Ancash	Huari	San Marcos
12/09 /2021	Lluvias intensas	Ancash	Huari	San Marcos
15/06 /2021	Lluvias intensas	Ancash	Huari	San Marcos
12/06 /2021	Lluvias intensas	Ancash	Huari	San Marcos
12/06 /2021	Lluvias intensas	Ancash	Huari	San Marcos

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil - SINPAD

1.6 Marco normativo

- Ley N° 31084 Ley de Presupuesto del sector público para el Año Fiscal 2021.
- Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, segunda versión".

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio geográficamente está ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, en el departamento de Ancash. Fue creada según ley el 19 de mayo de 1828. Se ubica sobre el margen derecho del río Mosna y en la parte baja del cerro. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática - 2017, en relación al meridiano de Greenwich está entre los 76°45'27" de longitud oeste y a 09°31'15" de latitud sur.

2.1.1 Límites geopolíticos

En El distrito de San Marcos limita:

- Norte: Distrito de Huachis y Huari.
- Sur: Distrito de Huallanca y Aquia
- Este: Distrito de San Pedro de Chana y Llata
- Oeste: Distrito de Chavin de Huantar y Huantar.

2.1.2 Vías de acceso

Para acceder desde Huaraz a San Marcos sigue con dirección a Av. Confraternidad Internacional Oeste/Carretera 3N (Huaraz – Recuay- Catac), gira a la izquierda en la primera intersección hacia carretera AN- 110 (Chavin de Huántar) hasta llegar a San Marcos. El recorrido es un total 119 km. aproximadamente 2 horas 51 min. en camioneta.

2.1.3 Área de estudio

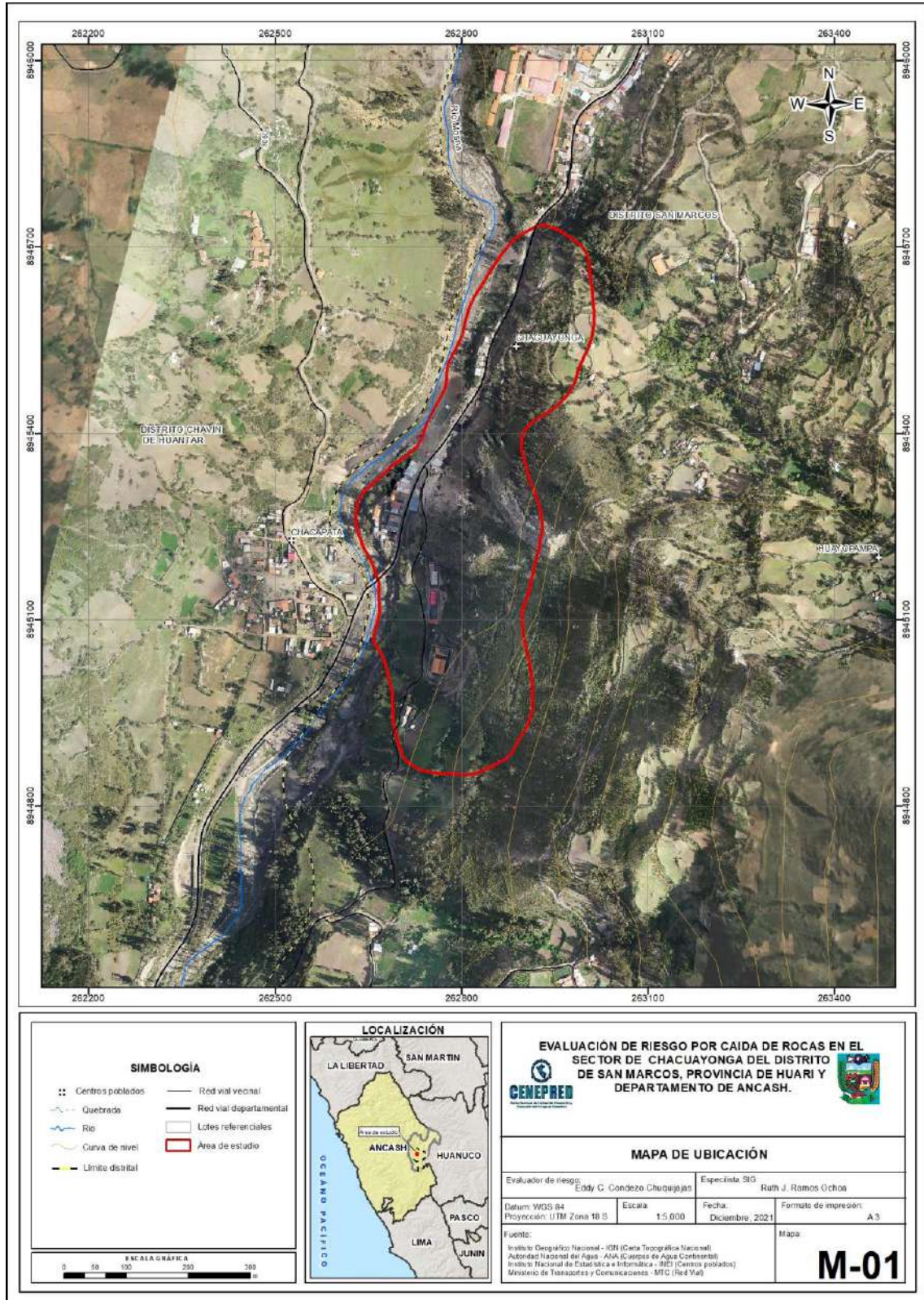
El área de estudio corresponde al **Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, provincia de Huari del departamento de Ancash**; el cual comprende:

Cuadro 02. Coordenadas UTM de los barrios que comprende al sector Chacuayonga

Centro poblado	Coordenadas UTM – WGS 84		Altitud
	Este	Norte	(msnm)
Chacuayonga	262740	8945271	3003

Fuente: Elaboración propia

Figura 01. Mapa de ubicación del Sector Chacuayonga, distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.2 Características sociales

Para el desarrollo de las características sociales se utilizó la información obtenida del aplicativo "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros fenómenos naturales", del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del año 2017.

2.2.1 Población

a) Población total

El distrito de San Marcos cuenta con 17033 habitantes, (población rural y urbana). En el Cuadro N°3 se observa que la población por sexo de acuerdo al Censo 2017 por INEI. Para el presente estudio se ha considerado la población rural y urbana del distrito de San Marcos.

Cuadro 03. Población según sexo en el distrito de San Marcos

Sexo	Población total	%
Hombres	10372	60.89
Mujeres	6661	39.11
Población total	17033	100.00

Fuente: INEI 2017

Gráfico 01. Características de la población según sexo en el distrito de San Marcos



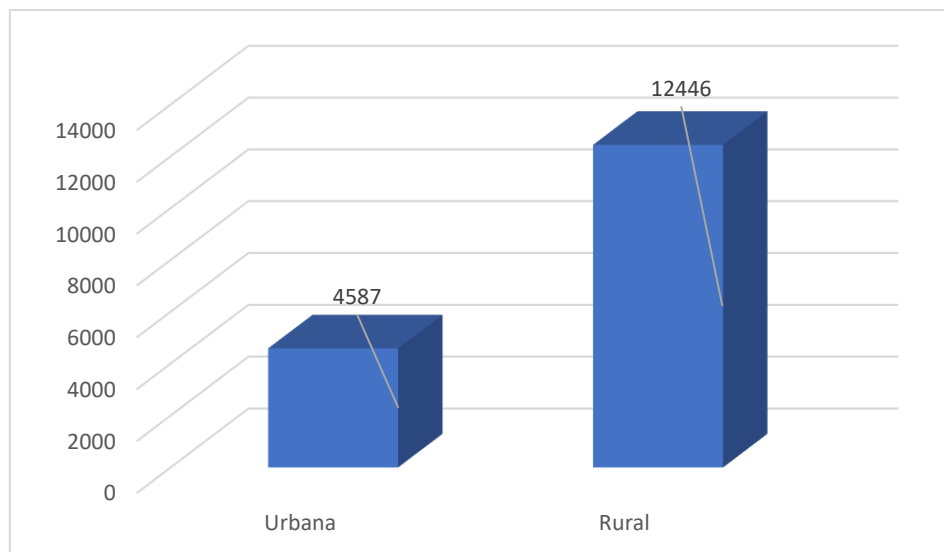
Fuente: INEI 2017

Cuadro 04. Población rural y urbana en el distrito de San Marcos

Población por área	Población total	%
Urbana	4587	26.93
Rural	12446	73.07
Población total	17033	100.00

Fuente: INEI 2017

Gráfico 02. Población urbana y rural en el distrito de San Marcos



Fuente: INEI 2017

2.2.2 Vivienda

Según el “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, señala que:

En el sector Chacuayonga existen 11 viviendas ocupadas, 6 de ellas son de material ladrillo o bloque de cemento; 2 viviendas son de material tapia; 2 viviendas son de material madera; y 1 vivienda es de material triplay, calamina o estera.

2.2.3 Servicios básicos

2.2.3.1 Abastecimiento de agua

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

En el sector de Chacuayonga existen 11 viviendas; las 11 cuentan con red pública dentro de la vivienda.

2.2.3.2 Servicios higiénicos

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

En el sector Chacuayonga existen 11 viviendas; 8 viviendas cuentan con red pública de desagüe dentro de la vivienda; 2 viviendas lo hacen al aire libre; 1 vivienda utiliza otro tipo.

2.2.3.3 Tipo de alumbrado

El “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, se tiene que:

De las 11 vivienda; 5 cuentan con el servicio de alumbrado eléctrico por red pública y 6 viviendas no cuentan con alumbrado eléctrico por red pública.

2.2.4 Nivel educativo de la población

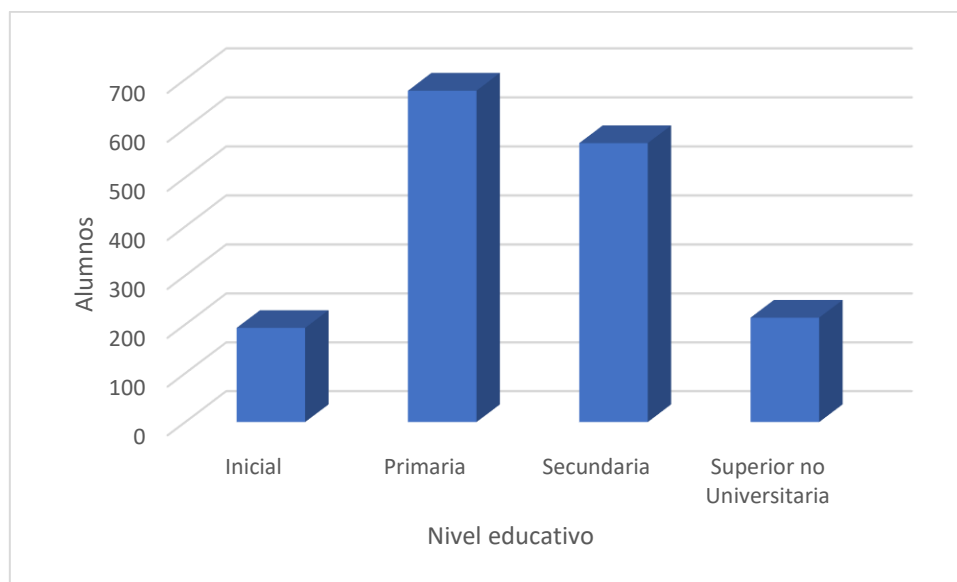
De acuerdo a la Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) 2021, en el distrito de San Marcos se tiene los siguientes datos:

Cuadro 05. Población según nivel educativo

Nivel Educativo	Cantidad	%
Inicial	193	11.67
Primaria	677	40.93
Secundaria	570	34.46
Superior no Universitaria	214	12.94
Total	1654	100

Fuente: Escale 2021

Gráfico 03. Población según nivel educativo



Fuente: Escale 2021

2.2.5 Salud

No se ha identificado Ningún Centro de Salud en el Sector Chacuayonga sin embargo ellos llegan hasta la zona urbana de San Marcos en el Centro de salud San Marcos de categoría I -3 con horario de atención de 8:00 am a 20:00 pm, donde se atienden.

2.3 Características económicas

2.3.1 Actividades económicas

De acuerdo al “Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención de los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales” del INEI 2017, en el Sector urbano se presentan las siguientes actividades económicas de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 06 actividades económicas en el distrito de San Marcos

Actividad económica	Habitantes	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1222	17.23
Explotación de minas y canteras	1869	26.35
Industrias manufactureras	270	3.80
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	13	0.18
Construcción	1545	21.78
Comercialización, reparación de vehículos.	109	1.54
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos.	128	1.80
Comercio al por mayor y menor	281	3.96
Transporte y almacenamiento	396	5.58
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	479	6.75
Información y comunicaciones	16	0.22
Actividades financieras y de seguros	2	0.05
Actividades profesionales, científicas y técnicas	172	2.42
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	235	3.31
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	110	1.55
Enseñanza	152	2.14
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	46	0.65
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	16	0.22
Otras actividades de servicios	112	1.58
Act. de los hogares	11	0.15
Total	7093	100

Fuente: INEI 2017

2.4 Características físicas

2.4.1 Condiciones geológicas

El reconocimiento de las unidades geológicas en las inmediaciones del sector de la zona urbana de San Marcos, se desarrolló en base a información disponible en el Mapa Geológico del Cuadrángulo (20i), a escala 1: 100,000 que fue elaborado INGENMET (1999) y fue mejorado mediante el cartografiado geológico realizado en la zona de estudio y alrededores, entre las cuales se tienen las siguientes unidades geológicas:

a.) Depósitos fluviales (Qh-fl)

Esta unidad se encuentra a lo largo del río actual del ámbito de estudio, se caracteriza por presentar bloques, gravas, arenas y limos, con glastos redondeadas a subredondeadas, periódicamente son acarreadas por el curso del río con avenidas. Esta unidad se encuentra adyacente a las zonas del deslizamiento.

b.) Depósitos coluviales (Qh-co)

Estos depósitos cubren las bajas de laderas o denominadas piedemontes, constituido por fragmentos de areniscas y limolitas que han sido transportados por la gravedad, sus clastos varían aproximadamente de 0.30 a 1m de diámetro, con glastos angulares a subangulosas, inmersos en matriz arcillo limosa. Son materiales transportados por la gravedad, deslizamientos antiguos y recientes.

c.) Depósito aluvial (Qh-al)

Se encuentran formando la parte baja de ámbito de estudio, denominada geomorfológicamente como terrazas, presentan pendientes suaves a moderada, se consideran como las mejores áreas para el asentamiento urbano, debido al material que presenta que están constituidos mayormente con cantos y gravas heterométricos, en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos subangulosos a subredondeados con presencia de bloques de roca, los glastos son redondeados debido al transporte que han sufrido el material, envueltos en una matriz limo arcilloso de composición heterogénea de diversas proporciones, con estratificación difusa donde destaca la lenticularidad, y donde se emplazado el casco urbano de San Marcos.

d.) Formación Chimú (Ki-chi)

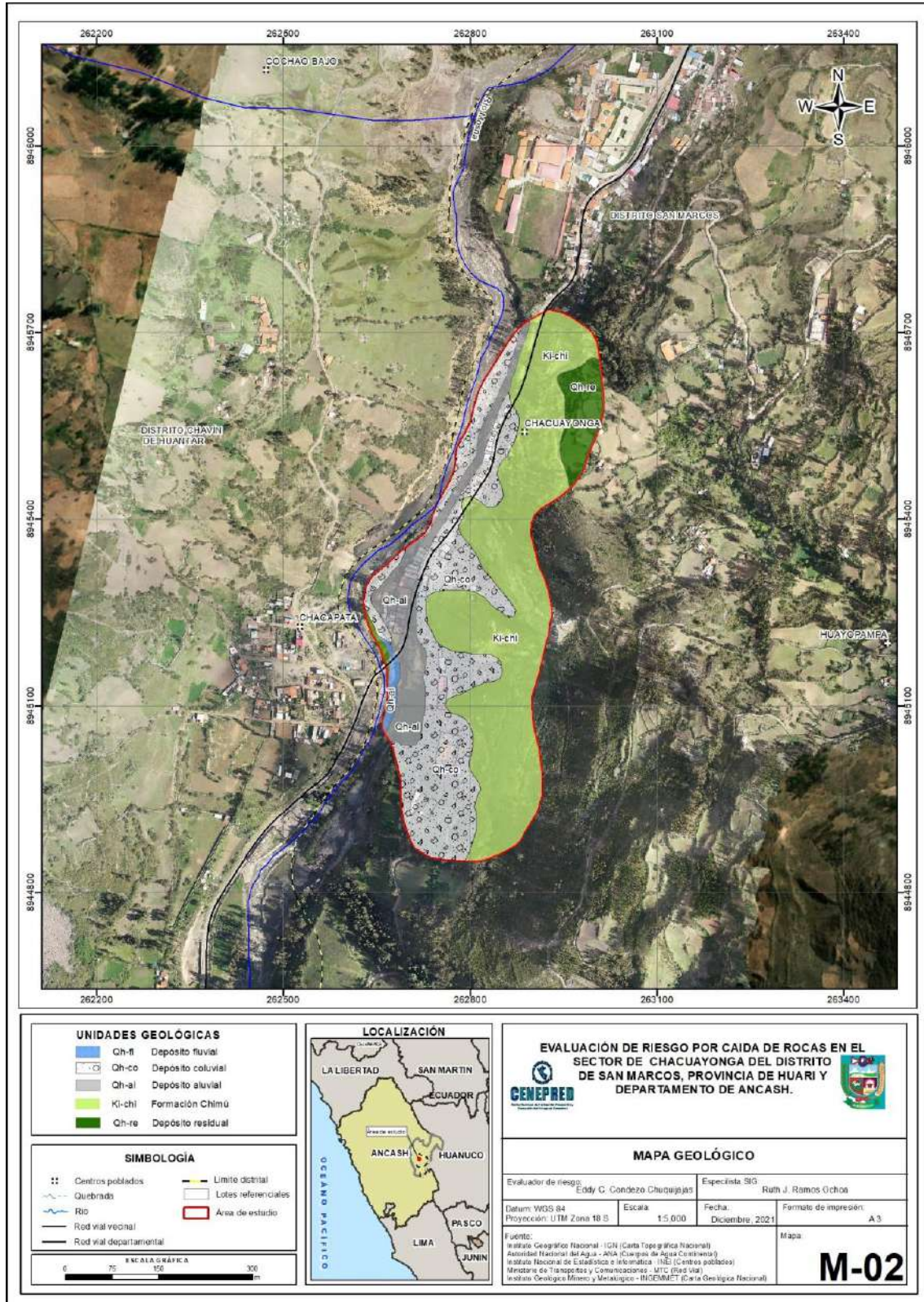
La formación Chimú está formada litológicamente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y con intercalaciones de lutitas gris oscuras y carbón. Las lutitas contienen abundantes fragmentos de plantas, las que se consideran como indicadores de una edad cretácea.

La formación Chimú aflora en la margen derecha del río que atraviesa el ámbito de estudio, donde se observan las areniscas y lutitas fracturados por la presencia de plegamientos y fallas al Este del ámbito de estudio.

e.) Depósitos residuales (Qh-re)

Son depósitos que se han formación por los agentes externos como la erosión, meteorización y otros, depositados IN SITU no han sufrido transporte alguno, compuesto por glastos angulosos y heterogéneos, depósitos inestables.

Figura 02. Mapa geológico del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Condiciones geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas identificadas en las inmediaciones del Sector de la zona urbana del distrito de San Marcos han sido cartografiadas en base al reconocimiento realizado en campo, que consistió en identificar los relieves característicos del área en mención, entre las cuales se tienen:

a.) Terraza fluvial inundable (Tfl -i)

Las terrazas fluviales inundables constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas a lo largo del río del ámbito de estudio por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor.

b.) Talud coluvial (Ta - co)

Son Superficies inclinadas del terreno que se extiende de la base del río al borde de las terrazas, son geoformas inestables o susceptibles a movimientos de masas o caídas de rocas, estas zonas se encuentran en ambos márgenes del río que atraviesa el ámbito de estudio.

c.) Terraza aluvial (T-al)

Esta geoforma se ubica sobre los depósitos aluvial, a 400 - 500 metros aproximadamente del cauce del río compuestas de materia heterogéneo con clastos redondeados a subredondeados en matriz limo arcilloso, con pendientes que no superan fuertemente inclinado, $\leq 15\%$. Sobre esta unidad se encuentra asentada el casco urbano de San Marcos. Son geoformas formados por antiguos torrentes, depositados en las partes bajas del ámbito de estudio.

d.) Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)

Las vertientes montañosas coluviales se encuentran concentrados en las laderas de los cerros adyacentes al casco urbano de San Marcos, generalmente después de que éstas han sufrido un paroxismo tectónico. Así como un relieve es tanto menos sensible a la erosión cuanto más desgastado ha sido ya por ella, un relieve rejuvenecido por algún movimiento tectónico se presta de nuevo a una intensa actividad erosiva. Pero en la formación de los piedemontes el clima representa también un papel esencial. Son geoformas inestables acarreados por una acción combinada del agua y la gravedad, malos para el asentamiento de las viviendas.

e.) Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)

presenta un relieve ligeramente accidentado en rocas sedimentarias con pendientes que varían de fuertemente empinado desde 25 % hasta 50%, pocos accidentes topográficos, litológicamente está constituida por areniscas cuarzosas blancas, limoarcillitas grises y niveles de carbón. Las unidades de vertiente en rocas sedimentarias se encuentran en ambos márgenes del río que pasa por el ámbito de estudio, son zonas muy susceptibles a movimientos en masa como a caídas de rocas.

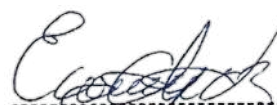
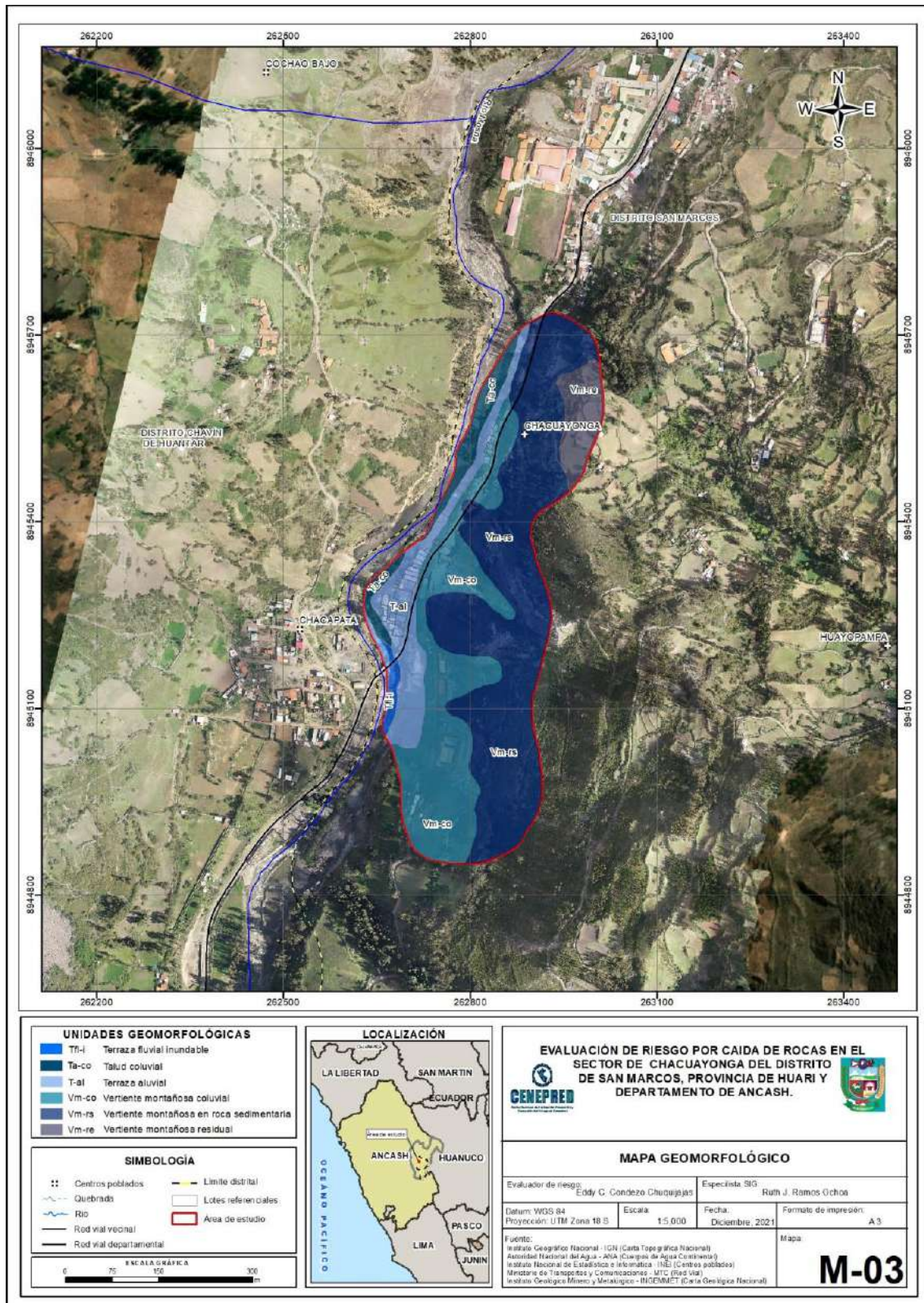

ING. EDDY C. CONDEZO CHUQUIAGUAS
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 017-2019-CENEPRED/J
CIP N°160735

Figura 03. Mapa geomorfológico del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

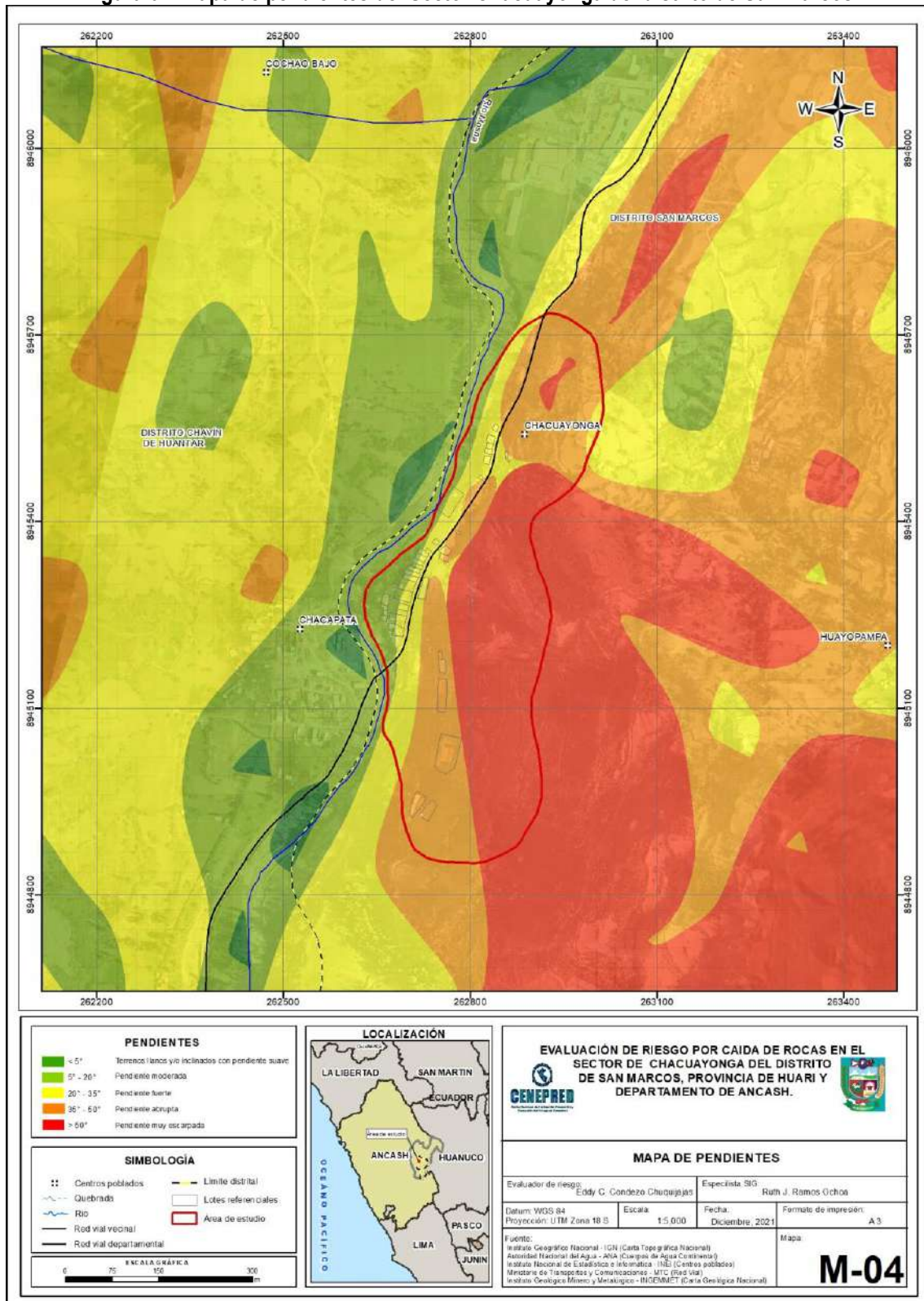
2.4.3 Pendiente

En el Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, se logró clasificar las pendientes en 5 rangos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 07. Rango de pendientes

Rangos	Descripción
<5°	Terreno llano y/o inclinados con pendiente suave
5° - 20°	Pendiente moderada
20° - 35°	Pendiente fuerte
35° - 50°	Pendiente abrupta
>50°	Pendiente muy escarpada

Figura 04. Mapa de pendientes del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos



Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Condiciones Climatológicas

2.4.4.1 Clasificación Climática

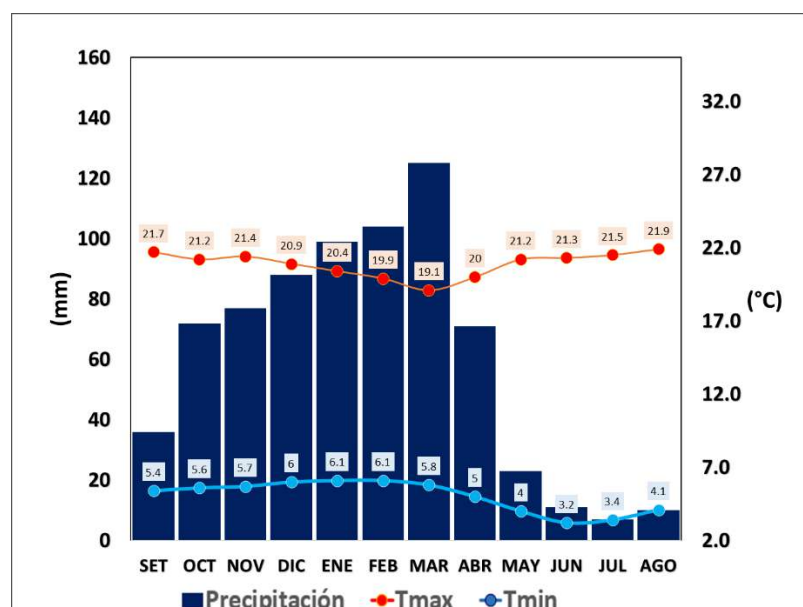
base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2020), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, los dos sectores superiores, ubicado en el distrito San Marcos, provincia de Huari, se caracteriza por presentar un clima semiseco y templado, con humedad abundante en todas las estaciones del año (C (r) B'). Mientras que el sector inferior, se caracteriza por tener un clima lluvioso y frío, con otoño e invierno seco.

2.4.4.2 Clima

La temperatura máxima promedio del aire presenta un comportamiento distinto durante la temporada lluviosa y seca, oscilando sus valores entre 19,1 a 21,9°C, con menores valores durante los meses de verano debido a la abundante cobertura nubosa propia de la temporada lluviosa, mientras que los meses de invierno (época seca) presenta mayores valores producto de los cielos despejados que permiten ingresar mayor radiación solar. En cuanto a la temperatura mínima promedio del aire, presenta un comportamiento opuesto a la temperatura máxima, con valores promedio que fluctúan entre 3,2 a 6,1°C, disminuyendo principalmente durante los meses de junio a agosto.

Respecto al comportamiento de las lluvias, comprende una temporada lluviosa y otra seca. El primero predomina entre los meses de octubre y abril, siendo más intensas durante el primer trimestre del año totalizando en promedio aproximadamente 450,0 mm. La temporada seca se presenta principalmente entre los meses de junio a agosto. Anualmente acumula en promedio 723,0 mm.

Gráfico 04. Comportamiento temporal de la temperatura y precipitación promedio en la estación meteorológica Chavín



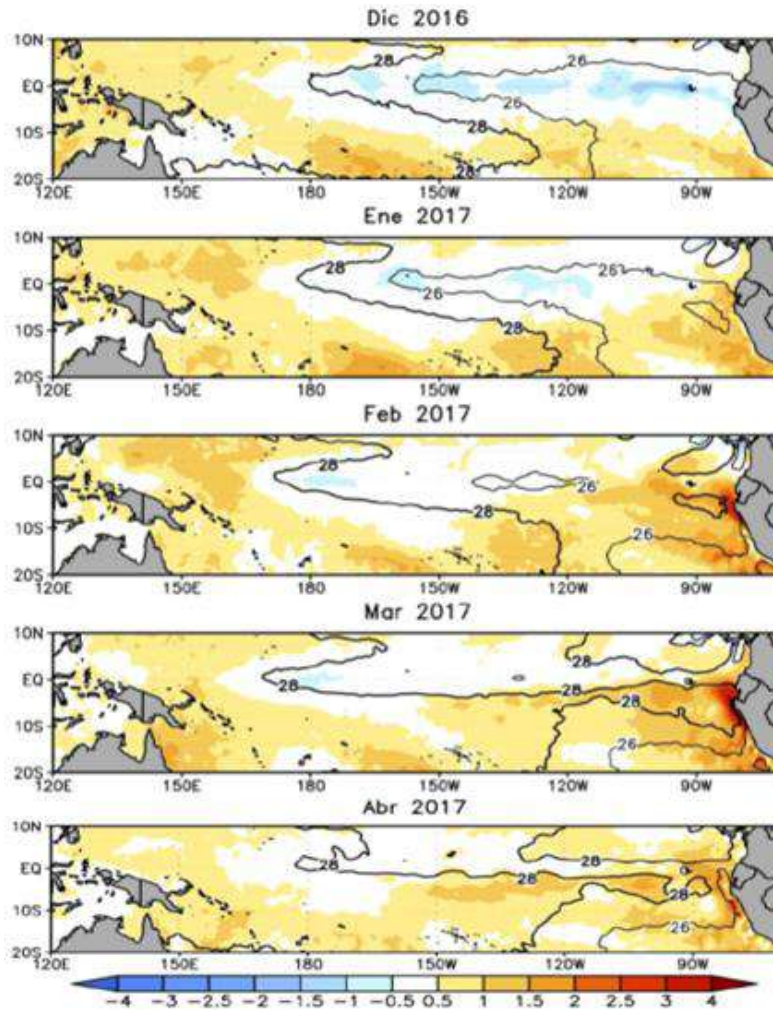
Fuente: Atlas de temperatura del aire y precipitación del Perú (SENAMHI, 2021)

2.4.4.3 Precipitaciones Extremas

En el verano 2017, se presentaron condiciones océano-atmosféricas anómalas, que establecieron la presencia de “El Niño Costero 2017”, con el incremento abrupto de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) cuyos valores superaron los 26°C en varios puntos de la zona norte del mar peruano (ENFEN, 2017).

Asimismo, la TSM presentó valores sobre su normal histórica, siendo más intensas los meses de febrero y marzo 2017 (figura N°01); situación que complementado a la presencia de los vientos del norte y la Zona de Convergencia Intertropical favorecieron una alta concentración de humedad atmosférica, propiciando un comportamiento anómalo de las lluvias, afectando éstas gran parte de la franja costera peruana. A su vez, la persistencia de un sistema atmosférico (Alta de Bolivia) configurado y **posicionado en el sur de Perú propició condiciones favorables para la ocurrencia de lluvias fuertes y significativas en los Andes occidentales.**

Gráfico 05. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017



Fuente: ENFEN, 2017

El Niño Costero 2017, calificada de magnitud moderada, fue bastante similar al evento El Niño del año 1925. Sin embargo, presentó mecanismos locales y características diferentes a los eventos extraordinarios El Niño de 1982-1983 y 1997-1998 (ENFEN, 2017).

En este contexto, el SEMAHI estimó los umbrales para caracterizar las lluvias extremas, las cuales se muestran en la siguiente tabla para la estación meteorológica Chavín.

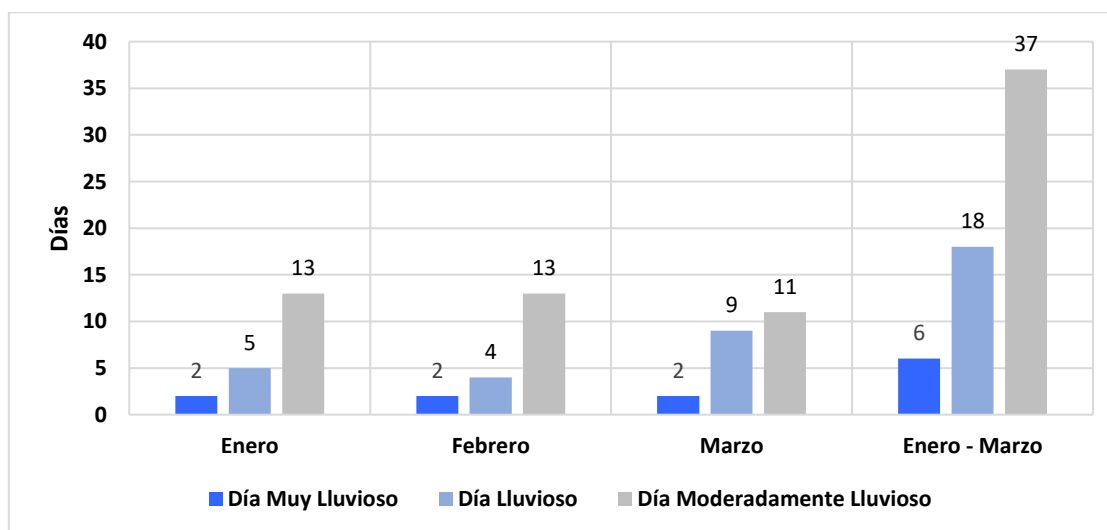
Cuadro 08. Caracterización de extremos de precipitación – Estación meteorológica Chavín

Umbrales de Precipitación	Caracterización de Lluvias Extremas	Umbrales calculados
Precipitación acumulada diaria > Percentil 99	Extremadamente Lluvioso	PP > 20.6 mm
Percentil 95 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 99	Muy Lluvioso	13.7 mm < PP ≤ 20.6 mm
Percentil 90 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 95	Lluvioso	10.6 mm < PP ≤ 13.7 mm
Percentil 75 < Precipitación acumulada diaria ≤ Percentil 90	Moderadamente Lluvioso	6.8 mm < PP ≤ 10.6 mm
Precipitación Acumulada diaria ≤ Percentil 75	Lluvia Usual	6.8 mm ≤ PP

Fuente: Umbrales y precipitaciones absolutas (SENAMHI, 2017).

A nivel distrital, la frecuencia promedio areal de lluvias extremas (gráfico N° 06) muestra que durante el verano 2017 los días catalogados como “Extremadamente lluvioso” no se presentaron en este ámbito, sin embargo, se presentaron días “Muy lluviosos”, “lluviosos” y “moderadamente lluvioso” durante los tres meses.

Gráfico 06. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante El Niño Costero 2017 en el distrito San Marcos.

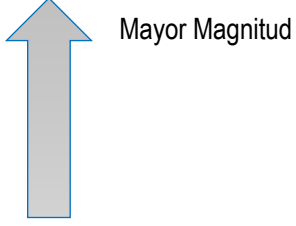


Fuente: SENAMHI, 2017.

a) Descriptores del factor desencadenante

Para el mes de enero, durante el Niño Costero 2017, las lluvias superaron sus cantidades normales, presentándose un exceso significativo de lluvias. En el **cuadro N°9, se muestra los descriptores clasificados en cinco niveles**, los cuales se asocia a los **rangos de anomalías de las precipitaciones** expresados en forma gradual. Estos rangos nos **representan cuanto se ha desviado la precipitación, durante este evento extremo, en términos porcentuales con relación a la precipitación usual** de la zona (precipitación media). En los rangos con mayores valores porcentuales, las lluvias anómalas fueron mayores.

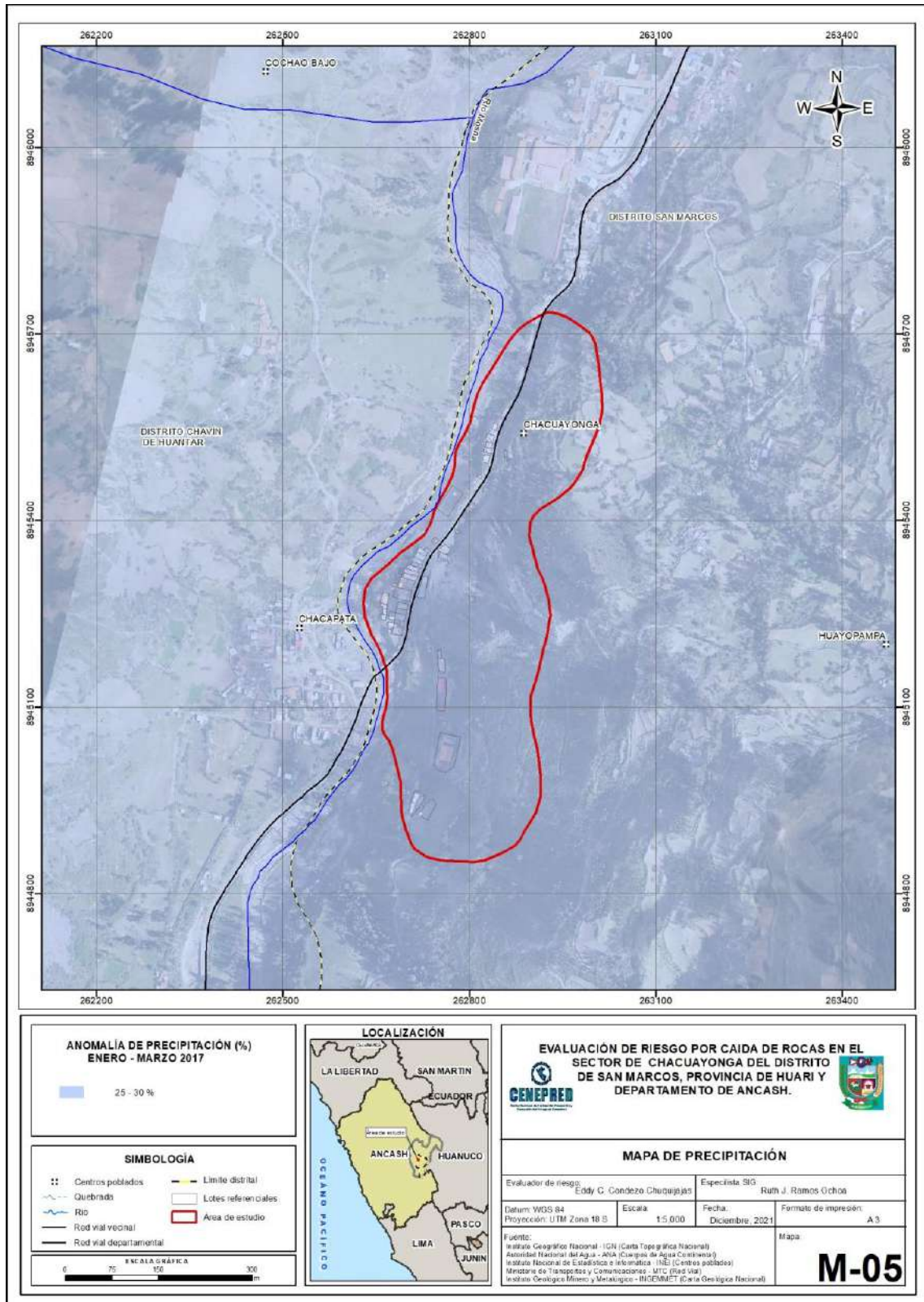
Cuadro 9. Anomalía de precipitación durante el mes de enero 2017 para la zona de estudio

Porcentaje de anomalía	
> 35 % superior a su normal climática	
30 - 35 % superior a su normal climática	
25 - 30 % superior a su normal climática	
20 -25 % superior a su normal climática	
10 - 20 % superior a su normal climática	

Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2019

En la figura N°5, se observa que el área donde se encuentra la zona de estudio ubicado en el distrito San Marcos, predominaron lluvias sobre lo normal alcanzando anomalías entre 25 y 30% durante el trimestre enero, febrero y marzo del 2017.

Figura 05. Mapa de precipitación del sector Chacuayonga, distrito de San Marcos



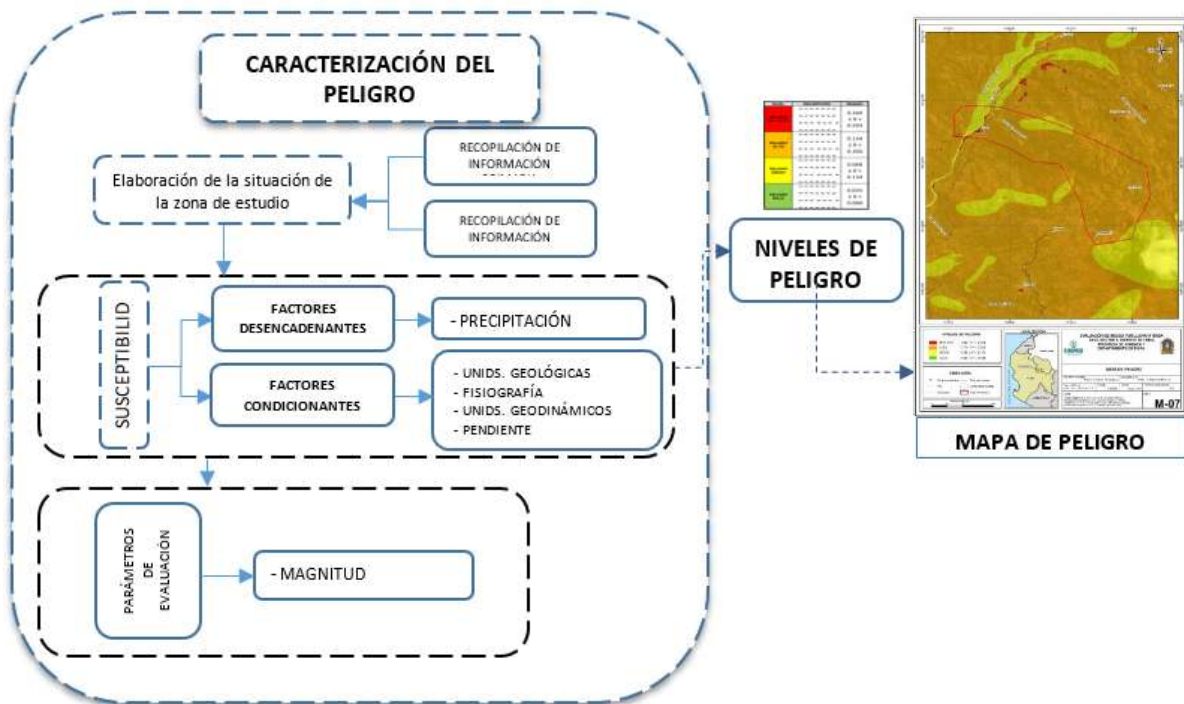
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

Para determinar los niveles de peligrosidad, se tomó en cuenta los procedimientos establecidos en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales — 2da versión, realizándose los siguientes pasos:

Gráfico 07. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



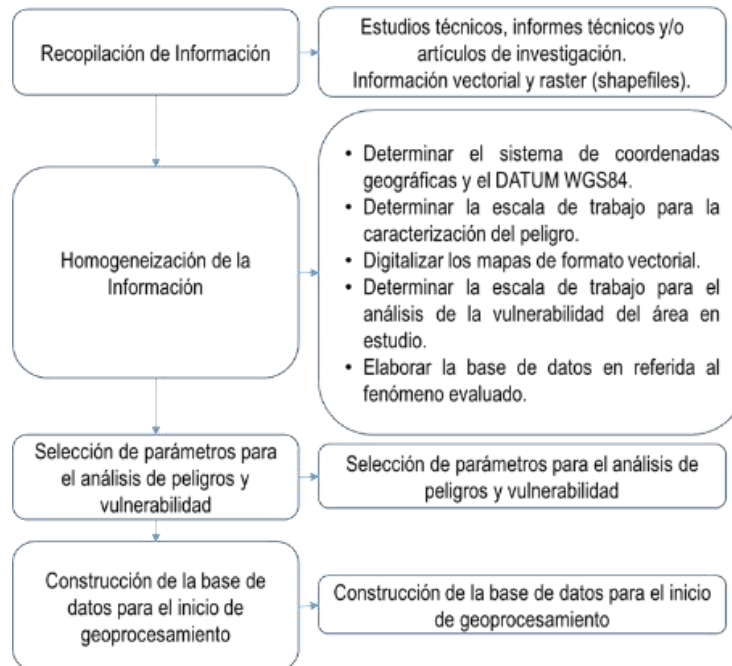
Fuente: Elaboración propia

3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI), informe geotécnico y geofísico realizado por empresas privadas, información histórica, estudio de peligros, cartografía, climatología, geología y geomorfología del distrito de San Marcos, para el fenómeno de caída de rocas

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico 08. Flujograma general del proceso de análisis de información

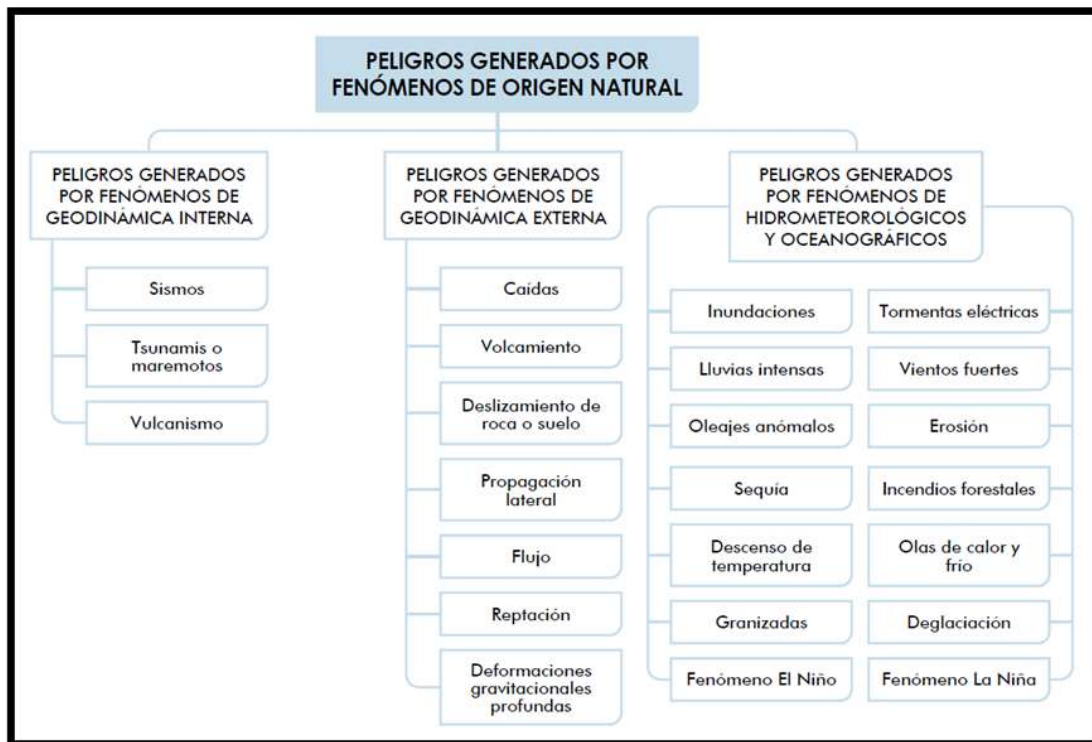


Fuente: Elaboración propia

3.3 Identificación del peligro

En base a la información recopilada en la etapa de gabinete inicial y durante los trabajos de campo se ha identificado que el peligro de origen natural que afecta el área de estudio es la caída de rocas por lluvias anómalas positivas.

Gráfico 9. Identificación de Peligros por caída de rocas correspondiente al sector Chacuayonga



Fuente: Elaboración propia

3.4 Caracterización del peligro

Las lluvias intensas se producen por la ocurrencia de precipitaciones pluviales en un determinado lugar o área geográfica, estas lluvias provocan inundaciones, intensifican los agrietamientos, provocando la saturación del suelo y deslizamientos. Geomorfológicamente el sector Chacuayonga está asentado sobre una terraza aluvial, colindante con el cerro cuyas pendientes son mayores a 45°.

La inundación pluvial se da por la acumulación de lluvias persistentes, es decir por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio periodo de tiempo sobre un suelo poco permeable y erosionable provocando los deslizamientos y caída de rocas.

3.5 Ponderación de los parámetros de evaluación de los peligros

Para el presente estudio del peligro por caída de rocas, estas son originadas de forma recurrente por lluvias intensas que se producen en el sector; estas causan un cambio en las fuerzas que actúan sobre una roca, siendo las más comunes:

- El aumento de la presión de poro debido a la infiltración de la lluvia en la pendiente.
- La erosión de material circundante durante las lluvias fuerte.
- La degradación química meteorización de la roca.

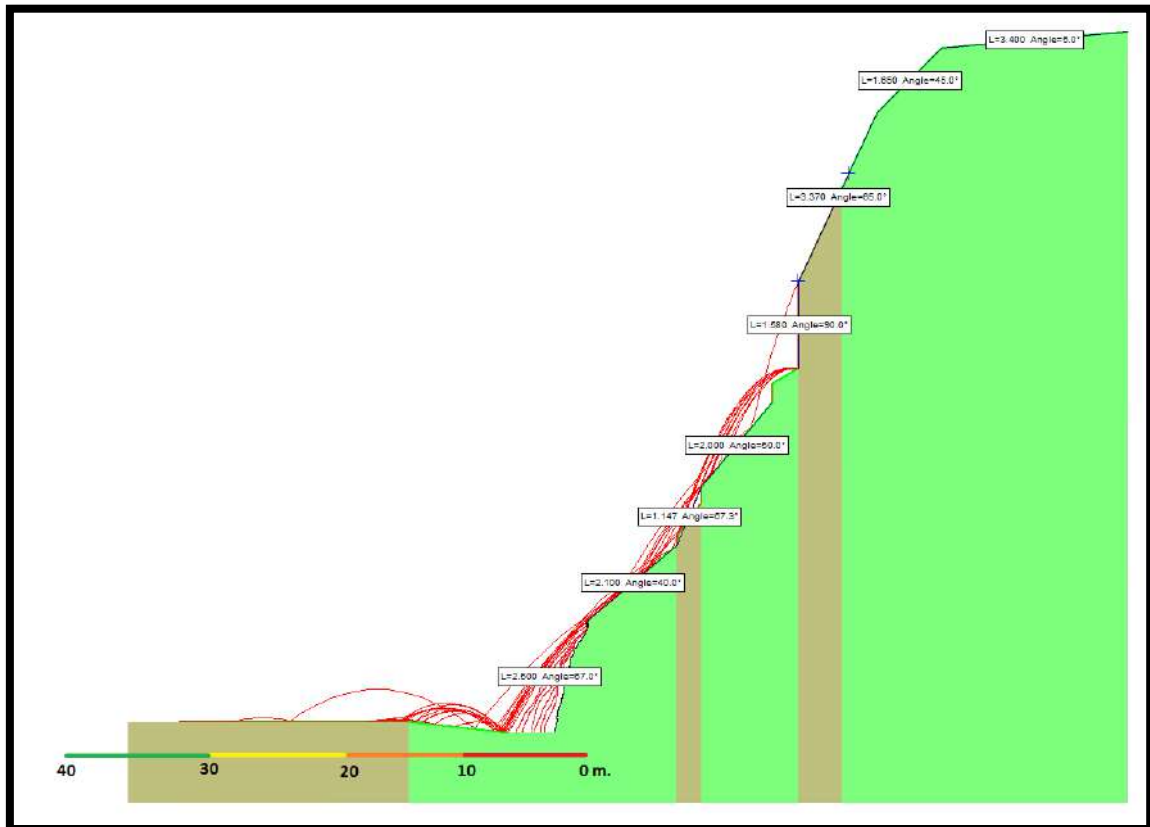
Se ha considerado el parámetro de **distancia alcanzada por caída de rocas**, este análisis es un proceso que permite obtener una probable trayectoria de la roca desde su desprendimiento hasta su ubicación final. Utilizando un software (RocFall) de simulación de caída de rocas para el sector Chacuayonga.

Durante el proceso de la caída se han considerado dos opciones:

La primera: si la roca en su trayecto cae sobre superficie de roca dura inalterable y limpia o sobre concreto (vías), son más peligrosas porque no existe nada que retarde su caída en algún grado significativo, estas alcanzan mayores trayectorias horizontales.

Segundo: si las rocas caen en la superficie del talud cubierta de material coluvial, grava o arena, estas absorben una gran cantidad considerable de la energía de las rocas y en muchos casos se detiene por completo.

Gráfico 10. Simulación de la trayectoria de la roca en el sector Chacuayonga utilizando RocFall



Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

3.5.1 Parámetro: Distancia alcanzada por caída de rocas

Cuadro 010. Matriz de comparación de pares

Distancia alcanzada por caída de rocas	Menor a 10 m.	Entre 10 a 20 m.	Entre 21 a 30 m.	Entre 31 a 40 m.	Mayor a 40 m.
Menor a 10 m.	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Entre 10 a 20 m.	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Entre 21 a 30 m.	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 31 a 40 m.	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 40 m.	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Matriz de normalización

Distancia alcanzada por caída de rocas	Menor a 10 m.	Entre 10 a 20 m.	Entre 21 a 30 m.	Entre 31 a 40 m.	Mayor a 40 m.	Vector Priorización
Menor a 10 m.	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Entre 10 a 20 m.	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Entre 21 a 30 m.	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Entre 31 a 40 m.	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Mayor a 40 m.	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

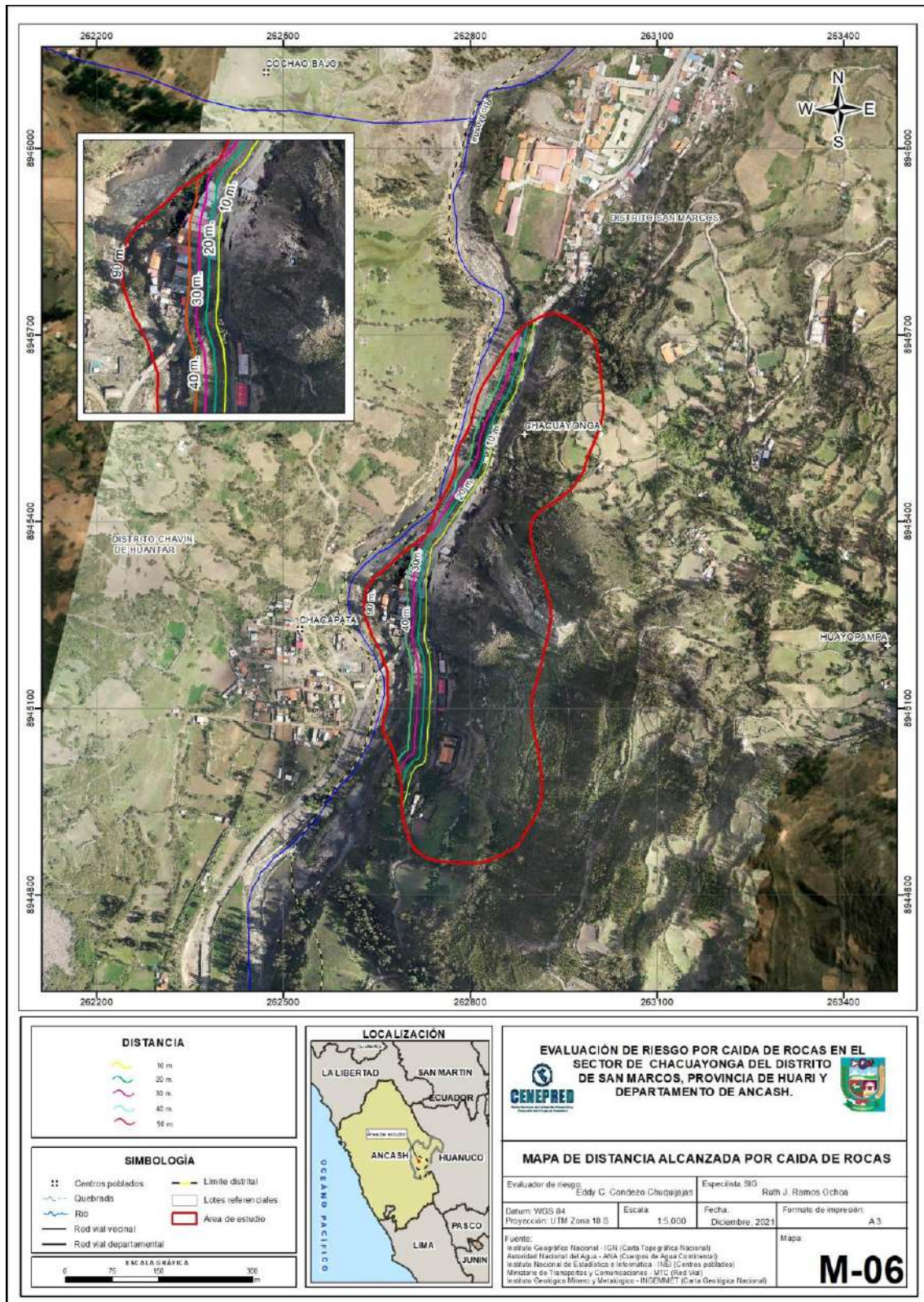
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

Figura 06. Mapa de distancias alcanzada por caída de rocas del sector Chacuayonga



Fuente: Elaboración propia

3.6 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio por caída de rocas del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Cuadro 13. Parámetros para considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Precipitaciones anómalas positivas	Pendiente
	Unidades geológicas
	Unidades geomorfológicas

Fuente: Elaboración propia

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

3.6.1 Análisis del factor desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico.

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 el mismo parámetro. Se introducen valores en las celdas con texto en rojo (de acuerdo a la escala numérica de propuesta por saaty, según priorización de descriptores o parámetros en función al tipo de peligro a evaluar) y automáticamente se muestran los valores inversos de las celdas de texto en azul (debido a que el análisis es inverso). Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Porcentaje de anomalía por lluvias intensas

Cuadro 14. Matriz de comparación de pares del parámetro porcentaje de lluvias anómalas

Porcentaje de lluvia anómalas	> 35 % superior a su normal climática	30 - 35 % superior a su normal climática	25 - 30 % superior a su normal climática	20 -25 % superior a su normal climática	10 - 20 % superior a su normal climática
Porcentaje de Anomalía	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
> 35 % superior a su normal climática	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
30 - 35 % superior a su normal climática	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
25 - 30 % superior a su normal climática	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
20 -25 % superior a su normal climática	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Matriz de normalización del parámetro porcentaje de anomalía

Porcentaje de anomalía	> 35 % superior a su normal climática	30 - 35 % superior a su normal climática	25 - 30 % superior a su normal climática	20 -25 % superior a su normal climática	10 - 20 % superior a su normal climática	Vector Priorización
Porcentaje de Anomalía	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
> 35 % superior a su normal climática	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
30 - 35 % superior a su normal climática	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
25 - 30 % superior a su normal climática	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
20 -25 % superior a su normal climática	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud sísmica

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes: geología, geomorfología y pendiente se utilizó el proceso de análisis jerárquico para la determinación de la importancia relativa entre ellos usando la escala Saaty. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 17. Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes.

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas
Pendiente	1.00	2.00	3.00
Unidades geológicas	0.50	1.00	2.00
Unidades geomorfológicas	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Matriz de normalización de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Vector Priorización
Pendiente	0.545	0.571	0.500	0.539
Unidades geológicas	0.273	0.286	0.333	0.297
Unidades geomorfológicas	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades de factores condicionantes

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

a) Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro 20. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales (Qh-fl)	Depósitos coluviales (Qh-co)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos residuales (Qh-re)
Depósitos fluviales (Qh-fl)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depósitos coluviales (Qh-co)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Formación Chimú (Ki-chi)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Depósitos residuales (Qh-re)	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: Elaboración propia

Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro Unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos fluviales (Qh-fl)	Depósitos coluviales (Qh-co)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos residuales (Qh-re)	Vector Priorización
Depósitos fluviales (Qh-fl)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Depósitos coluviales (Qh-co)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Formación Chimú (Ki-chi)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Depósitos residuales (Qh-re)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geológicas

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	Talud coluvial (Ta - co)	Terraza aluvial (T-al)	Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)
Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Talud coluvial (Ta - co)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Terraza aluvial (T-al)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24. Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	Talud coluvial (Ta - co)	Terraza aluvial (T-al)	Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	Vector Priorización
Terraza fluvial inundable (Tfl -i)	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Talud coluvial (Ta - co)	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Terraza aluvial (T-al)	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Vertiente Montañosa en roca sedimentaria (Vm-rs)	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Vertiente Montañosa coluvial (Vm-co)	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geomorfología

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

c) **Parámetro: Pendientes**

Cuadro 26. Matriz de comparación de pares del parámetro pendientes

Pendiente	Mayor a 50°	Entre 35° - 50°	Entre 20° - 35°	Entre 5° - 20°	Menor a 5°
Mayor a 50°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Entre 35° - 50°	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Entre 20° - 35°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 5° - 20°	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Menor a 5°	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27. Matriz de normalización del parámetro pendientes

Pendiente	Mayor a 50°	Entre 35° - 50°	Entre 20° - 35°	Entre 5° - 20°	Menor a 5°	Vector priorización
Mayor a 50°	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Entre 35° - 50°	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Entre 20° - 35°	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Entre 5° - 20°	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Menor a 5°	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendientes

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

3.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el área de influencia han sido identificados con apoyo del "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del Instituto Nacional de Estadística e Informática – 2017, Sistema de Información Geográfica para la Gestión del Riesgo, y la información recopilada en campo, que se muestran a continuación.

3.7.1 Población

La población que se encuentra en el área de influencia correspondiente al Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, son considerados como elementos expuestos ante el impacto del peligro por caída de rocas.

Cuadro 29. Población Expuesta

Sector	Población total
Chacuayonga	41

Fuente: INEI 2017

3.7.2 Vivienda

El Sector Chacuayoga, cuenta con 11 viviendas según datos INEI y con 26 viviendas levantadas en campo, donde la mayoría de estas viviendas son independientes.

Cuadro 30. Viviendas expuestas

Sector	Total de viviendas
Zona urbana / rural	37

Fuente: INEI 2017

3.7.3 Institución educativa

El Sector Chacuayonga, no cuenta con Instituciones educativas, todos reciben sus clases en la zona urbana de San Marcos.

Cuadro 31. Instituciones educativas en la Zona urbana de San Marcos

Nivel	Nombre
Superior tecnológica	San Marcos
Técnico superior	Virgen Niña
Inicial jardín	380-1
Secundaria	Pachacútec
Inicial – cuna jardín particular	Ventanita del saber
Primaria - particular	Monseñor Santiago Márquez Zorrilla
Inicial - jardín	231
Primaria	86380

Fuente: ESCALE

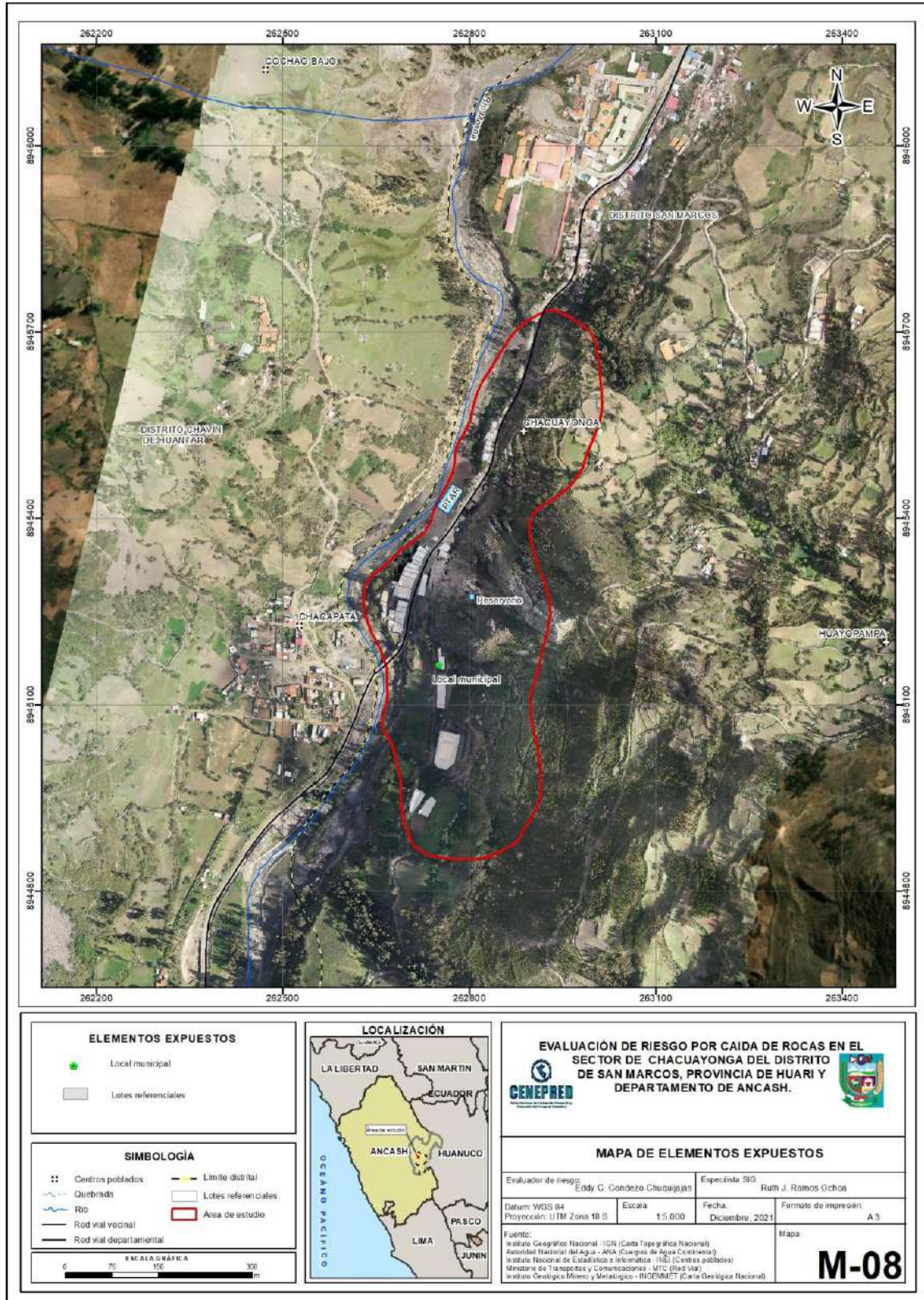
3.7.4 Centro de Salud

El sector de Chacuayonga, no cuenta con un centro de salud todos se entienden en el centro de salud de la zona urbana de San Marcos.

3.7.5 Reservorio y planta de tratamiento

El Sector de Chacuayonga cuenta con un tanque de reservorio en la parte alta y una planta de tratamiento en la parte baja colíndate con el río.

Figura 07. Mapa de elementos expuestos por caída de rocas en el sector Chacuayonga



Fuente: Elaboración propia

3.8 Definición de escenario de riesgo

Se ha considerado el siguiente escenario de riesgo: caída de rocas por anomalías mayor a 35 % superior a su normal climática, en las inmediaciones del Sector Chacuayonga, que tiene una geología de depósitos aluviales, coluviales y fluviales y caída de rocas hasta una distancia de 20 m. Dichas condiciones ocasionarían daños totales dentro de los 10 metros y daños parciales hasta los 20 metros, en las estructuras de los elementos expuestos ubicados en el Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos.

3.9 Niveles de peligro

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro por caída de rocas correspondiente al sector Chacuayonga, del distrito de San Marcos y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 32. Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.262 < P ≤ 0.439
ALTO	0.154 < P ≤ 0.262
MEDIO	0.091 < P ≤ 0.154
BAJO	0.055 ≤ P ≤ 0.091

Fuente: Elaboración propia

3.10 Estratificación del nivel de peligro

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenido:

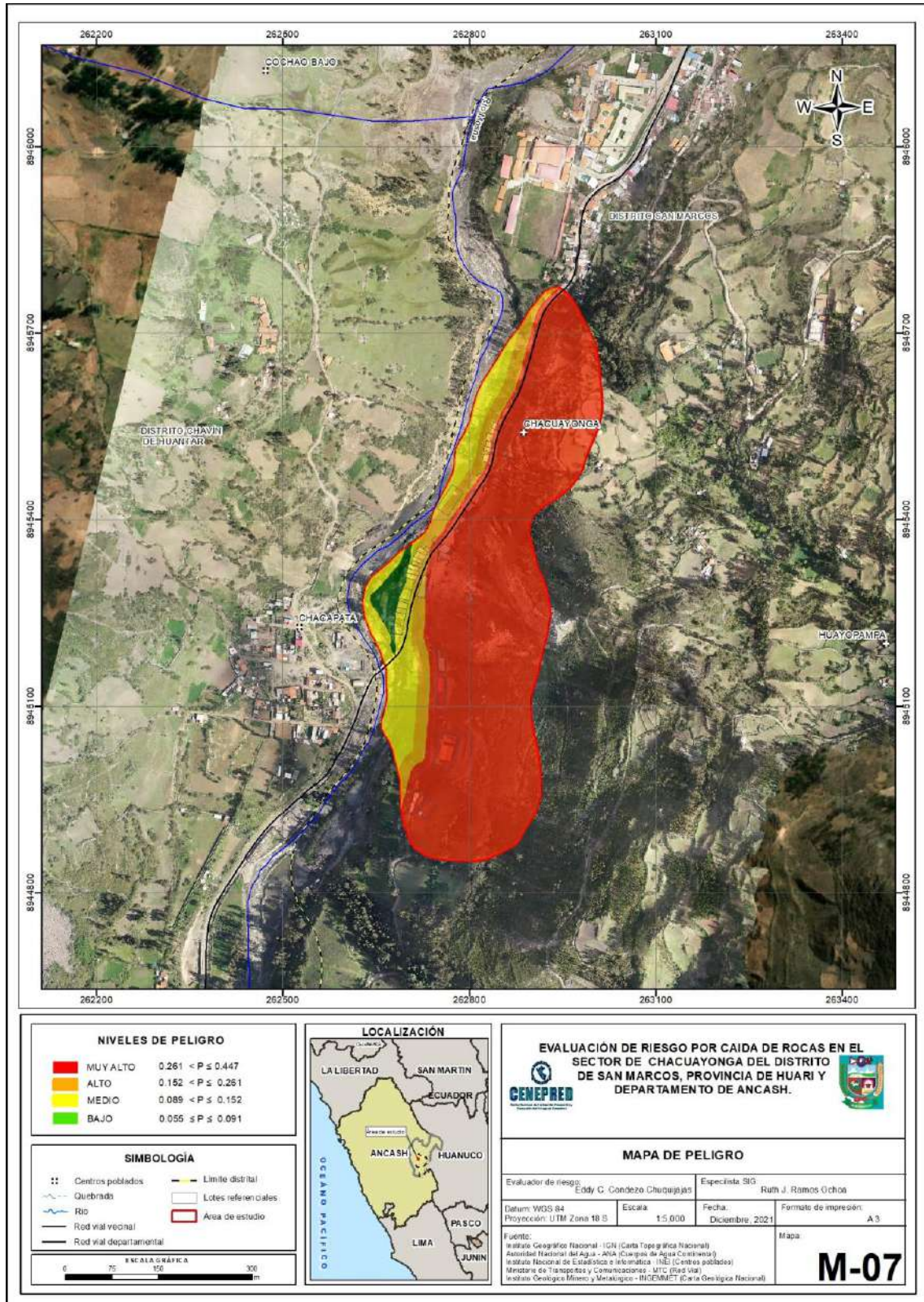
Cuadro 33. Matriz de estratificación por caída de rocas del Sector Chacuayonga

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
PELIGRO MUY ALTO	Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito fluvial o depósitos coluviales, predomina la unidad geomorfológica de terraza fluvial o talud coluvial, con pendiente mayor a 35°, caída de roca a una distancia menor a 20 metros.	0.262 < P ≤ 0.439
PELIGRO ALTO	Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito coluviales o depósitos aluviales, predomina la unidad geomorfológica de talud coluvial o terraza aluvial, con pendiente de 35° - 50° o de 20° - 35°, caída de roca a una distancia entre 21 a 30 metros o de 10 a 20 metros.	0.154 < P ≤ 0.262
PELIGRO MEDIO	Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito aluvial o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de terraza aluvial o vertiente montañosa coluvial, con pendiente entre 20° - 35° metros o de 5° - 20° metros, caída de roca a una distancia entre 21 a 30 metros o de 31 a 40 metros.	0.091 < P ≤ 0.154
PELIGRO BAJO	Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica formación chimú o depósitos residuales, predomina la unidad geomorfológica vertiente montañosa coluvial o vertiente montañosa en roca sedimentaria, con pendientes menor a 20°, caída de roca a una distancia mayor a 31 metros.	0.055 ≤ P ≤ 0.091

Fuente: Elaboración propia

3.11 Mapa de peligro

Figura 08. Mapa de Peligro por caída de rocas en el sector Chacuayonga



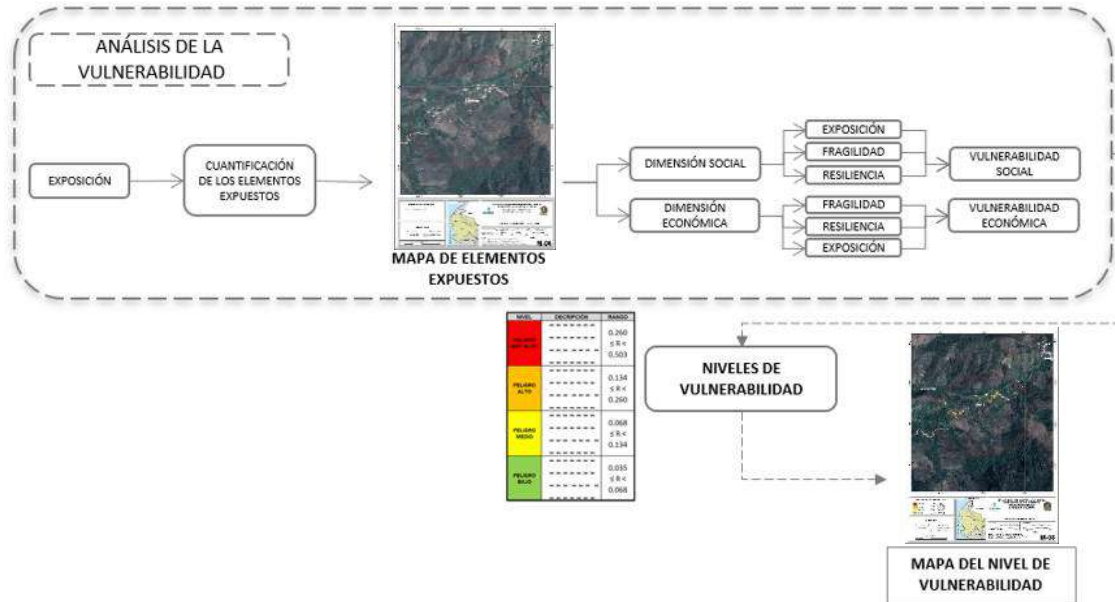
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el Gráfico 11.

Gráfico 11. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Para determinar los niveles de vulnerabilidad correspondientes al sector Chacuayonga, se ha considerado realizar el análisis de los factores (exposición, fragilidad y resiliencia) de la dimensión social y económica, por ser los temas más relacionados al estudio sobre las afectaciones por el Fenómeno El Niño Costero y considerando toda la población expuesta. Se ha utilizado el método de Saaty.

4.2 Análisis de la dimensión social

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro 34. Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Habitante por vivienda	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimiento de agua - Servicios higiénicos - Tipo de alumbrado 	- Capacitación en GRD

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Población residente

Cuadro 35. Matriz de comparación de pares del parámetro población residente

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	2 hab. por vivienda	1 hab. por vivienda
Mayor a 4 hab. por vivienda	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
4 hab. por vivienda	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
3 hab. por vivienda	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
2 hab. por vivienda	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
1 hab. por vivienda	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36. Matriz de normalización del parámetro población residente

Habitante por vivienda	Mayor a 4 hab. por vivienda	4 hab. por vivienda	3 hab. por vivienda	2 hab. por vivienda	1 hab. por vivienda	Vector de priorización
Mayor a 4 hab. por vivienda	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350	0.467
4 hab. por vivienda	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250	0.256
3 hab. por vivienda	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200	0.148
2 hab. por vivienda	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150	0.084
1 hab. por vivienda	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 37. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro población residente

IC	0.072
RC	0.064

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Abastecimiento de agua

Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de Agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón	Red pública
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Río, acequia, manantial o similar	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Camión cisterna u otro similar	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Pilón	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua

Abastecimiento de Agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna u otro similar	Pilón	Red pública	Vector Priorización
No tiene	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Río, acequia, manantial o similar	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Camión cisterna u otro similar	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Pilón	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Red pública	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro abastecimiento de agua

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Servicios higiénicos

Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios higiénicos

Servicio Higiénico	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego/negro	Letrina	Red pública de desagüe
No tiene	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Río, acequia o canal	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Pozo ciego/negro	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
letrina	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Red pública de desagüe	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro servicios higiénicos

Servicios Higiénicos	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego/negro	letrina	Red pública de desagüe	Vector Priorización
No tiene	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Río, acequia o canal	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Pozo ciego/negro	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
letrina	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Red pública de desagüe	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de servicios higiénicos

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Tipo de alumbrado

Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado	No tiene	Vela y Otro	Petróleo, gas, lámpara	Panel Solar	Electricidad
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Vela y Otro	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Petróleo, gas, lámpara	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Panel Solar	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Electricidad	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado	No tiene	Vela y Otro	Petróleo, gas, lámpara	Panel Solar	Electricidad	Vector Priorización
No tiene	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Vela y Otro	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Petróleo, gas, lámpara	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Panel Solar	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Electricidad	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de tipo de alumbrado

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad en la dimensión social

Cuadro 47. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad

Fragilidad Social	Acceso a red de agua	Acceso a red de alcantarillado	Tipo de alumbrado
Abastecimiento de agua	1.00	3.00	5.00
Acceso a red de alcantarillado	0.33	1.00	3.00
Tipo de alumbrado	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 48. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad

Fragilidad Social	Acceso a red de agua	Acceso a red de alcantarillado	Tipo de alumbrado	Vector Priorización
Abastecimiento de agua	0.652	0.692	0.556	0.633
Acceso a red de alcantarillado	0.217	0.231	0.333	0.260
Tipo de alumbrado	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social

IC	0.019
RC	0.017

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Capacitación en temas de riesgo de desastres

Cuadro 50. Matriz de comparación del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres

Capacitación en temas de GRD	No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	Se capacita con regular frecuencia	Se capacita constantemente
No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
No ha sido capacitado pero tiene conocimiento de eventos anteriores	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Se capacita con regular frecuencia	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Se capacita constantemente	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 51. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres

Capacitación en temas de GRD	No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	Se capacita con regular frecuencia	Se capacita constantemente	Vector Priorización
No ha sido capacitado y no tiene conocimiento de eventos anteriores	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Se capacita con regular frecuencia	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Se capacita constantemente	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas gestión de riesgo de desastres

IC	0.047
RC	0.042

Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro 53. Parámetros de Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Distancia de las viviendas al área de caída de rocas	- Estado de conservación - Material predominante de las paredes - Material predominante de los techos	- Actividad laboral

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Viviendas ubicadas en el Sector Chacuayonga

Cuadro 54. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al área de caída de rocas

Distancia de las viviendas al área de caída de rocas	Menor a 10 m.	Entre 10 a 20 m.	Entre 21 a 30 m.	Entre 31 a 40 m.	Mayor a 41 m.
Menor a 10 m.	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Entre 10 a 20 m.	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Entre 21 a 30 m.	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 31 a 40 m.	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 41 m.	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.08	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 55. Matriz de normalización del parámetro distancia al área de caída de rocas

Distancia de las viviendas al área de caída de rocas	Menor a 10 m.	Entre 10 a 20 m.	Entre 21 a 30 m.	Entre 31 a 40 m.	Mayor a 41 m.	Vector priorización
Menor a 10 m.	0.449	0.490	0.439	0.381	0.412	0.434
Entre 10 a 20 m.	0.225	0.245	0.293	0.286	0.235	0.257
Entre 21 a 30 m.	0.150	0.122	0.146	0.190	0.176	0.157
Entre 31 a 40 m.	0.112	0.082	0.073	0.095	0.118	0.096
Mayor a 41 m.	0.064	0.061	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 56. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia al área de caída de rocas

IC	0.010
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Material predominante de las paredes

Cuadro 57. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante en las paredes	Adobe o tapia	Piedra con Barro	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto
Adobe o tapia	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Piedra con Barro	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
Madera	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Ladrillo	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Bloque de concreto	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.73	8.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 58. Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante en las paredes	Adobe o tapia	Piedra con Barro	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto	Vector Priorización
Adobe o tapia	0.54	0.63	0.47	0.46	0.38	0.495
Piedra con Barro	0.18	0.21	0.35	0.26	0.29	0.259
Madera	0.14	0.07	0.12	0.20	0.17	0.137
Ladrillo	0.08	0.05	0.04	0.07	0.13	0.072
Bloque de concreto	0.06	0.03	0.03	0.02	0.04	0.037

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 59. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de las paredes

IC	0.050
RC	0.045

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Material predominante de techos

Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos

Material Predominante en los Techos	Otros	Madera y/o Caña o estera con torta de barro	Plancha de Calamina y/o Tejas	Ladrillo	Concreto Armado
Otros	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Madera y/o Caña o estera con torta de barro	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Plancha de Calamina y/o Tejas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Ladrillo	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Concreto Armado	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro material predominante de techos

Material Predominante en los Techos	Otros	Madera y/o Caña o estera con torta de barro	Plancha de Calamina y/o Tejas	Ladrillo	Concreto Armado	Vector Priorización
Otros	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Madera y/o Caña o estera con torta de barro	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Plancha de Calamina y/o Tejas	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Ladrillo	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Concreto Armado	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de techos

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Estado de conservación

Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Malo	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Bueno	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bueno	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Malo	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Regular	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Bueno	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Muy bueno	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica

Cuadro 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica

Fragilidad económica	Material predominante en paredes	Material predominante en techo	Estado de conservación
Material predominante en paredes	1.00	2.00	3.00
Material predominante en techo	0.50	1.00	2.00
Estado de conservación	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 67. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica

Fragilidad económica	Material predominante en paredes	Material predominante en techo	Estado de conservación	Vector Priorización
Material predominante en paredes	0.545	0.571	0.500	0.539
Material predominante en techo	0.273	0.286	0.333	0.297
Estado de conservación	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica de la vulnerabilidad

a) Parámetro: Actividad laboral

Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral

Actividad laboral	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes	Otros
Agricultura, ganadería y pesca	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Empresas de servicios	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Comercio al por mayor y menor	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Hospedajes y restaurantes	0.20	0.25	0.50	1.00	1.00
Otros	0.14	0.20	0.25	1.00	1.00
SUMA	2.09	3.95	7.75	13.00	18.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.08	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro actividad laboral

Actividad laboral	Agricultura, ganadería y pesca	Empresas de servicios	Comercio al por mayor y menor	Hospedajes y restaurantes	Otros	Vector priorización
Agricultura, ganadería y pesca	0.478	0.506	0.516	0.385	0.389	0.455
Empresas de servicios	0.239	0.253	0.258	0.308	0.278	0.267
Comercio al por mayor y menor	0.119	0.127	0.129	0.154	0.222	0.150
Hospedajes y restaurantes	0.096	0.063	0.065	0.077	0.056	0.071
Otros	0.068	0.051	0.032	0.077	0.056	0.057

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro actividad laboral

IC	0.022
RC	0.019

Fuente: Elaboración propia

4.4 Nivel de vulnerabilidad

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 72. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO
MUY ALTA	0.259 < V ≤ 0.448
ALTA	0.153 < V ≤ 0.259
MEDIA	0.088 < V ≤ 0.153
BAJA	0.052 ≤ V ≤ 0.088

Fuente: Elaboración propia

4.5 Estratificación de la vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de vulnerabilidad obtenido:

Cuadro 73. Estratificación de la Vulnerabilidad

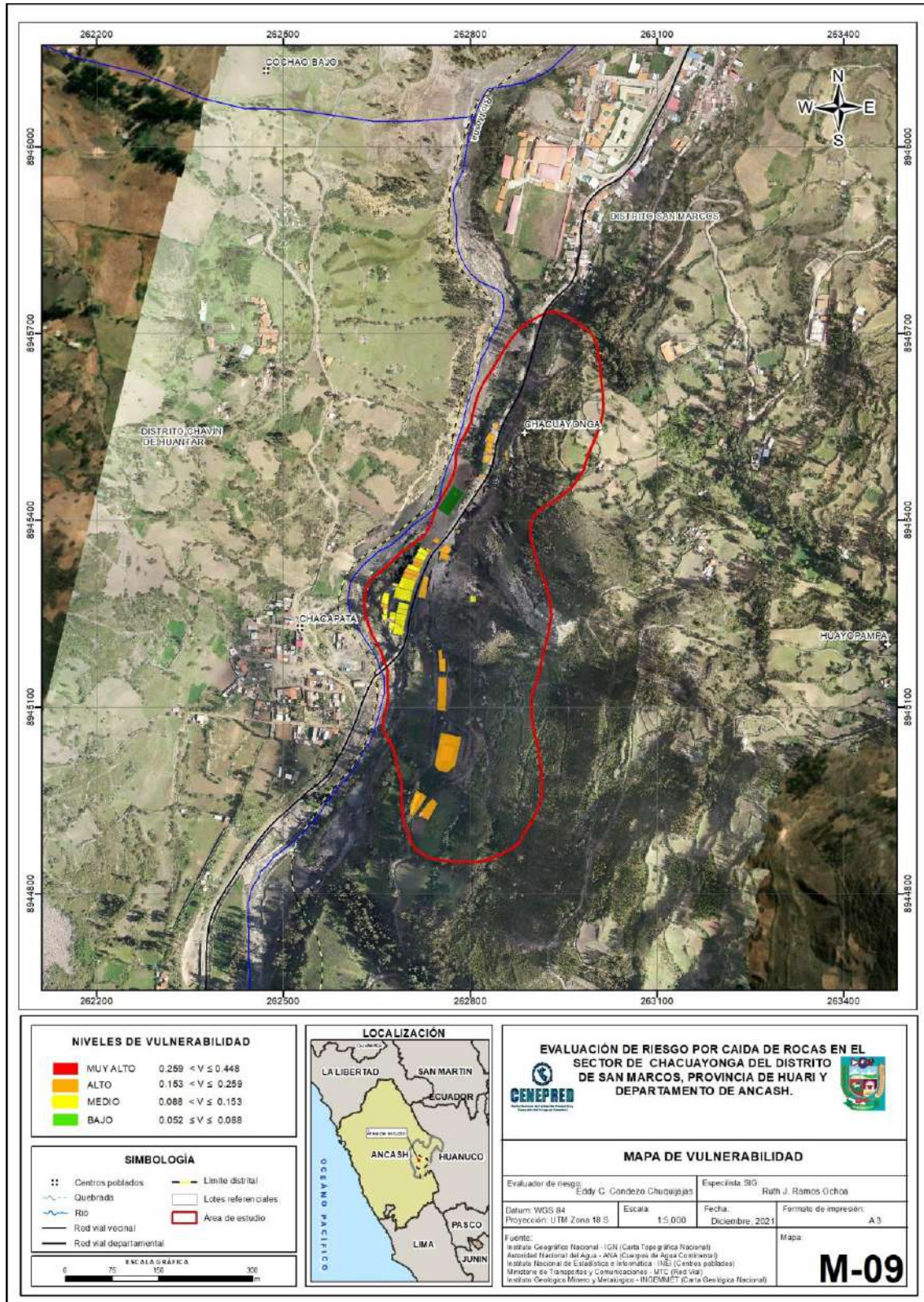
Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>Mayor de 4 habitantes por vivienda. Población que se abastece del río, acequia, manantial o camión cisterna u otro similar, tipo de alumbrado no tiene o usa velas y servicios higiénicos al aire libre o pozo ciego. Población que no ha recibido capacitaciones en temas gestión del riesgo de desastres o No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas es menor a 20 metros, estado de conservación muy malo o malo, presentan como material predominante en sus paredes adobe, tapia o piedra con barro, del mismo modo presentan como material predominante en los techos Madera y/o Caña o estera con torta de barro u otros.</p> <p>Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca u otros por temporadas.</p>	0.259 < V ≤ 0.448
Vulnerabilidad Alta	<p>4 o 3 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua a través de camión cisterna o pilón, que emplea pozo ciego o letrina como servicios higiénicos, y que utilizan como fuente de energía vela, petróleo, gas o lampara. Población que no ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores o Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas entre 10 a 20 metros o 21 a 30 metros, estado de conservación malo o regular, que presentan material predominante en sus paredes piedra con barro o madera, del mismo modo presentan como material predominante en los techos madera y/o caña o estera con torta de barro o plancha de calamina y tejas, Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca o empresas de servicios.</p>	0.153 < V ≤ 0.259
Vulnerabilidad Media	<p>De 2 a 3 habitantes por vivienda. Población que se abastece del servicio de agua mediante pilón o red pública fuera de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de letrina o red pública de desagüe fuera de la vivienda, y emplean como tipo de alumbrado petróleo, gas, lampara o panel solar. Población que ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores o se capacita con regular frecuencia.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas entre 21 a 30 metros o 31 a 40 metros, de estado de conservación regular o bueno, que presentan material predominante en sus paredes es madera o ladrillo, del mismo modo presentan como material predominante en los techos calamina, tejas o ladrillo. su actividad laboral se basa en comercio al por mayor y menor o empresa de servicios.</p>	0.088 < V ≤ 0.153

Vulnerabilidad Baja	<p>Menor igual a 2 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua por la red pública de agua potable fuera o dentro de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda, y emplean tipo de alumbrado panel solar o servicio eléctrico. Población que se capacita con regular frecuencia o se capacita constantemente en temas gestión del riesgo de desastre.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas mayor a 31 metros, que presentan material predominante en sus paredes es ladrillo o bloque de cemento, del mismo modo presentan como material predominante en los techos ladrillo o concreto armado, su actividad laboral es comercio al por mayor y menor o hospedajes y restaurantes.</p>	$0.052 \leq V \leq 0.088$
---------------------	---	---------------------------

Fuente: Elaboración propia

4.6 Mapa de Vulnerabilidad

Figura 09. Mapa de vulnerabilidad del sector Chacuayonga



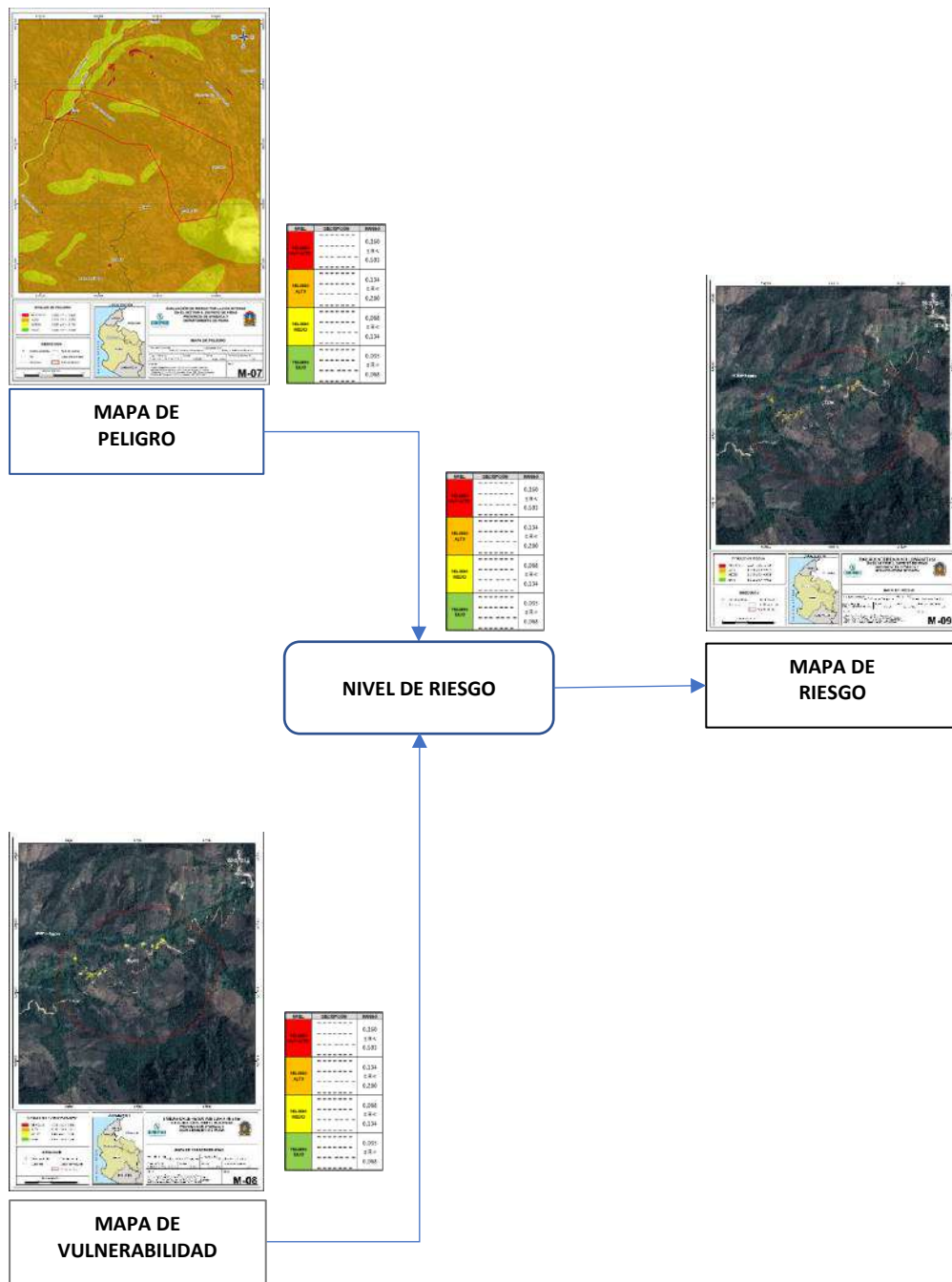
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

5.1 Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico 12. Flujoograma para estimar los niveles del riesgo



Fuente: Elaboración propia

5.2 Determinación de los niveles de riesgos

5.2.1 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo por caída de rocas del área de influencia del Sector Chacuayonga se detallan a continuación:

Cuadro 74. Niveles del riesgo

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.068 < R ≤ 0.197
ALTO	0.024 < R ≤ 0.068
MEDIO	0.008 < R ≤ 0.024
BAJO	0.003 ≤ R ≤ 0.008

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Matriz del riesgo

La matriz de riesgos originado por caída de rocas del Sector Chacuayonga es el siguiente:

Cuadro 75. Matriz del riesgo

PMA	0.439	0.039	0.067	0.114	0.197
PA	0.262	0.023	0.040	0.068	0.117
PM	0.154	0.014	0.024	0.040	0.069
PB	0.091	0.008	0.014	0.024	0.041
		0.088	0.153	0.259	0.448
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia


5.2.3 Estratificación del riesgo

Cuadro 76. Estratificación del Riesgo

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito fluvial o depósitos coluviales, predomina la unidad geomorfológica de terraza fluvial o talud coluvial, con pendiente mayor a 35°, caída de roca a una distancia menor a 20 metros.</p> <p>Mayor de 4 habitantes por vivienda. Población que se abastece del río, acequia, manantial o camión cisterna u otro similar, tipo de alumbrado no tiene o usa velas y servicios higiénicos al aire libre o pozo ciego. Población que no ha recibido capacitaciones en temas gestión del riesgo de desastres o No ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas es menor a 20 metros, estado de conservación muy malo o malo, presentan como material predominante en sus paredes adobe, tapia o piedra con barro, del mismo modo presentan como material predominante en los techos Madera y/o Caña o estera con torta de barro u otros.</p> <p>Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca u otros por temporadas.</p>	0.068 < R ≤ 0.197
Riesgo Alto	<p>Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito coluviales o depósitos aluviales, predomina la unidad geomorfológica de talud coluvial o terraza aluvial, con pendiente de 35° - 50 o de 20° - 35°, caída de roca a una distancia entre 21 a 30 metros o de 10 a 20 metros.</p> <p>4 o 3 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua a través de camión cisterna o pilón, que emplea pozo ciego o letrina como servicios higiénicos, y que utilizan como fuente de energía vela, petróleo, gas o lampara. Población que no ha sido capacitado, pero tiene conocimiento de eventos anteriores o Ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas entre 10 a 20 metros o 21 a 30 metros, estado de conservación malo o regular, que presentan material predominante en sus paredes piedra con barro o madera, del mismo modo presentan como material predominante en los techos madera y/o caña o estera con torta de barro o plancha de calamina y tejas, Su actividad laboral está relacionada a la agricultura, ganadería y pesca o empresas de servicios.</p>	0.024 < R ≤ 0.068
Riesgo Medio	<p>Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica depósito aluvial o formación Chimú, predomina la unidad geomorfológica de terraza aluvial o vertiente montañosa coluvial, con pendiente entre 20° - 35° metros o de 5° - 20° metros, caída de roca a una distancia entre 21 a 30 metros o de 31 a 40 metros.</p> <p>De 2 a 3 habitantes por vivienda. Población que se abastece del servicio de agua mediante pilón o red pública fuera de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de letrina o red pública de desagüe fuera de la vivienda, y emplean como tipo de alumbrado petróleo, gas, lampara o panel solar. Población que ha sido capacitado y tiene conocimiento de eventos anteriores o se capacita con regular frecuencia.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas entre 21 a 30 metros o 31 a 40 metros, de estado de conservación regular o bueno, que presentan material predominante en sus paredes es madera o ladrillo, del mismo modo presentan como material predominante en los techos calamina, tejas o ladrillo. su actividad laboral se basa en comercio al por mayor y menor o empresa de servicios.</p>	0.008 < R ≤ 0.024
Riesgo Bajo	<p>Mayor a 35 % superior a su normal climática, predomina la unidad geológica formación chimú o depósitos residuales, predomina la unidad geomorfológica vertiente montañosa coluvial o vertiente montañosa en roca sedimentaria, con pendientes menor a 20°, caída de roca a una distancia mayor a 31 metros.</p> <p>Menor igual a 2 habitantes por vivienda. Población que se abastecen del servicio de agua por la red pública de agua potable fuera o dentro de la vivienda, que utilizan los servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe fuera o dentro de la vivienda, y emplean tipo de alumbrado panel solar o servicio eléctrico. Población que se capacita con regular frecuencia o se capacita constantemente en temas gestión del riesgo de desastre.</p> <p>Distancia de la vivienda al área de caída de rocas mayor a 31 metros, que presentan material predominante en sus paredes es ladrillo o bloque de cemento, del mismo modo presentan como</p>	0.003 ≤ R ≤ 0.008

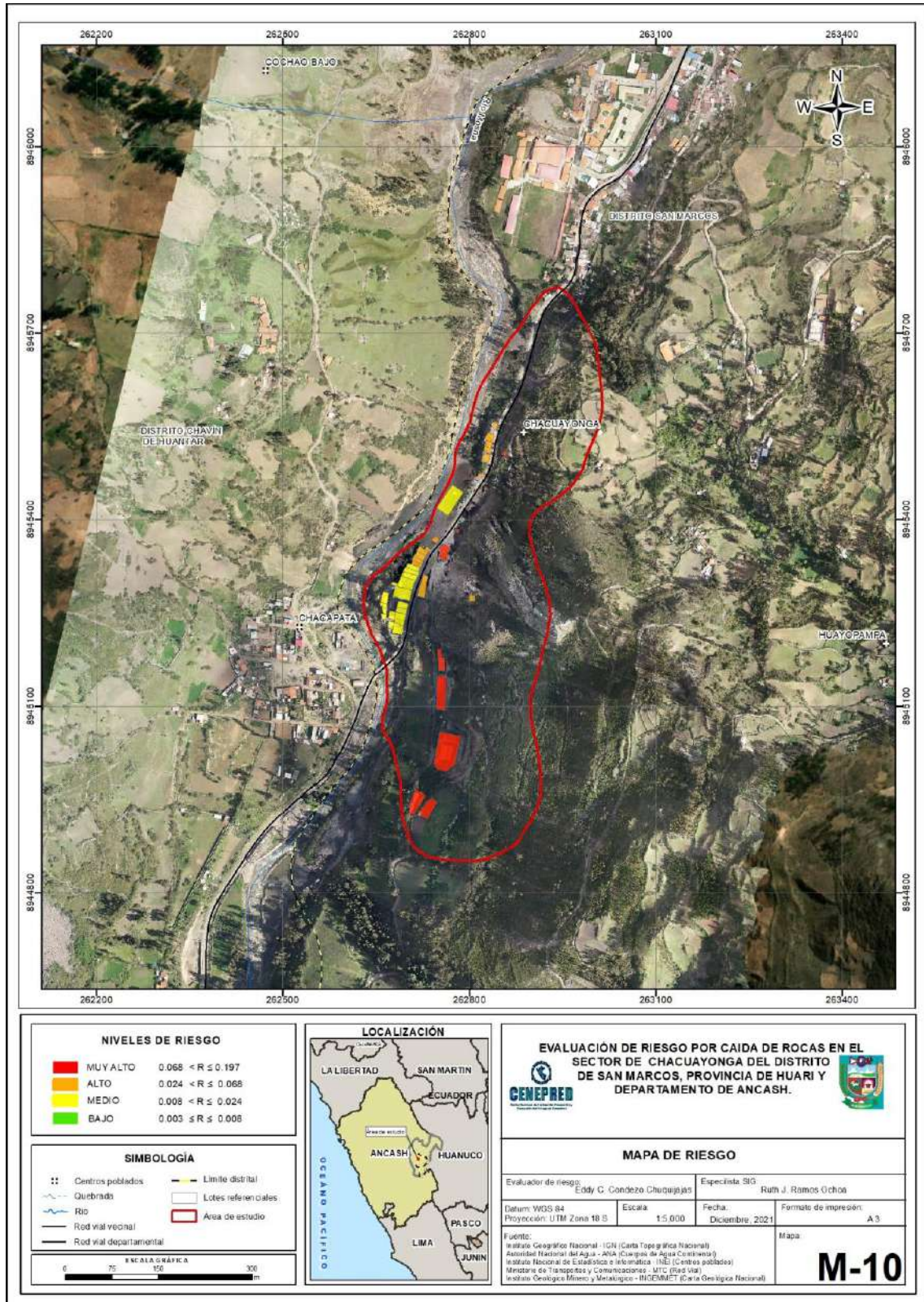
	material predominante en los techos ladrillo o concreto armado, su actividad laboral es comercio al por mayor y menor o hospedajes y restaurantes.	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia


ING. EDDY C. CONDEZO CHUQUIJAS
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 017-2019-CENEPRED/J
CIP N°160735

5.2.4 Mapa del Riesgo

Figura 10. Mapa de riesgo por caída de rocas en el sector Chacuayonga



Fuente: Elaboración propia

5.3 Cálculo de efectos probables

En este punto de la evaluación de riesgo, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, a consecuencia del impacto del peligro por caída de rocas. Se muestra a continuación los efectos probables del área de influencia del Sector Chacuayonga, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto total ascendería a S/. 545,000 de los cuales S/. 410,000 corresponde a los daños probables y S/. 135,000 corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro 77. Efectos probables del Sector Chacuayonga

Efectos probables	Cantidad	Costo unitario S/.	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables					
Viviendas construidas	41	10 000	410 000	410 000	
Pérdidas probables					
Costo de adquisición de carpas	20	500	10 000		10 000
Costo de adquisición de módulos de viviendas	11	10 000	110 000		110 000
Gastos de atención de emergencia	30	500	15 000		15 000
Total S/.			545 000	410 000	135 000

Fuente: Elaboración propia

5.4 Medidas de prevención del riesgo

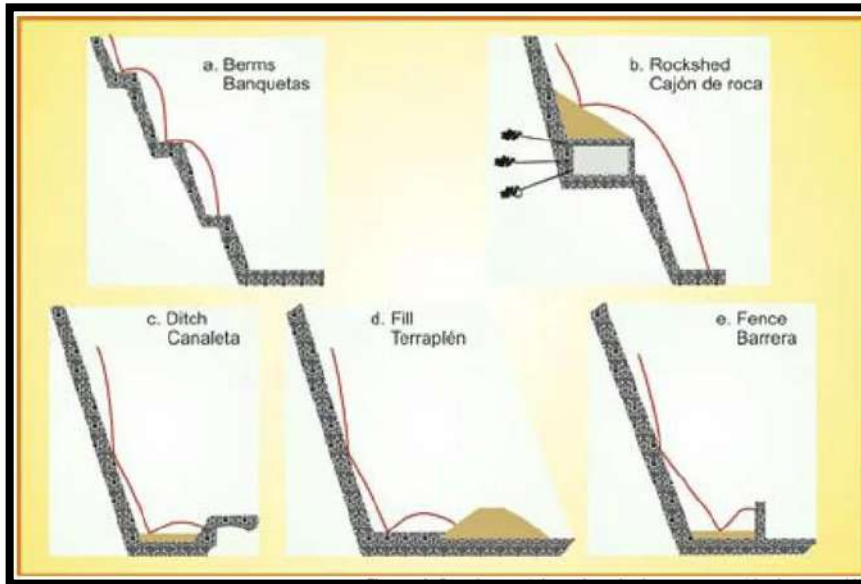
La autoridad competente, deberá utilizar el presente informe de evaluación de riesgo, según lo estipulado en la normatividad vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo:

5.4.1 De orden estructural

El nivel de riesgo a peligros por caída de rocas al sector Chacuayonga, del distrito de San Marcos es Alto y Muy Alto, considerado no mitigables aquellos que se encuentra dentro del riesgo Muy Alto. Deberá considerar realizar de manera oportuna un estudio geotécnico de estabilización de talud, además de las siguientes medidas estructurales en la zona:

- Se debe reubicar las viviendas en el área de amortiguamiento de caída rocas, esta área se encuentran a una distancia menor a los 10 metros colindante con la ladera del cerro.
- La municipalidad de San Marcos deberá prohibir la construcción de viviendas colindantes con la ladera del cerro en el sector Chacuayonga.
- la Municipalidad de San Marcos deberá construir sistemas de protección estáticas pasivas de caída de rocas como se muestra a continuación:

Gráfico 13. Sistemas de protección Estáticas - pasivas



- La municipalidad de San Marcos debe capacitar a la población para evitar la socavación de la ladera del cerro, para evitar deslizamientos y caídas de rocas.
- La municipalidad de San Marcos deberá implementar una reforestación intensiva de laderas para evitar erosión; control de filtración de aguas en los taludes con drenajes y estabilización de taludes.
- La municipalidad de San Marcos se deberá realizar el desquinche de bloques, perfilado y construcción de banquetas; así como colocar mallas dinámicas de protección.

5.4.2 De orden no estructural

- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
- Capacitar a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción como medida de seguridad en las futuras construcciones de sus viviendas.
- La municipalidad de San Marcos deberá realizar el Plan de Uso de Suelos y zonas intangibles con la finalidad reglamentar las áreas para una adecuada construcción.
- Realizar el estudio geotécnico de estabilización de taludes en el sector de Chacuayonga.

5.5 Medidas de reducción del riesgo

5.5.1 De orden estructural

Construcción de obras de protección de las viviendas expuestas. De acuerdo a las observaciones realizadas en campo se recomienda lo siguiente:

- Las edificaciones existentes deberán reforzar las ventanas y puertas con reja de metal para evitar el ingreso de rocas de gran tamaño.
- Se han identificado 8 viviendas con riesgo Muy Alto colindantes con el cerro en el sector Chacuayonga, estas deberán reubicarse por parte de la municipalidad de San Marcos
- Las viviendas deberán considerar de forma obligatoria la construcción y cimentación de sus viviendas en base a la normativa vigente E 030 del ministerio de vivienda.
- Se debe realizar la limpieza inmediata en las vías, para evitar el fracturamiento con otras rocas que puedan volver a caer.

5.5.2 De orden no estructural

- La municipalidad de San Marco deberá realizar los estudios técnicos a nivel de detalle donde se incluya Estudios Geotécnico e Hidrológico.
- Implementar el Plan de Prevención de Riesgos de desastres del distrito de san Marcos, mediante los proyectos priorizados en el plan, para reducir los riesgos identificados.
- La municipalidad de San Marcos con el apoyo de las entidades técnicas deberá elaborar e implementar un programa de capacitación dirigido a la población en materia de prevención de riesgos ante este fenómeno (las campañas que deben ser parte del programa).
- Elaborar e implementar un programa de capacitación para el fortalecimiento de capacidades del personal de la municipalidad del distrito de San Marcos y capacidades locales.

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1 De la evaluación de las medidas

6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

a) Valoración de consecuencias

Cuadro 78. Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, y en función al mapa de riesgo obtenido, se obtiene un nivel 4 Muy Alta.

b) Valoración de frecuencia

Cuadro 79. Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento por caída de rocas puede ocurrir en la mayoría de circunstancias, es decir, posee el nivel 4 – Muy Alta.

c) Nivel de consecuencia y daños

Cuadro 80. Nivel de consecuencia y daños

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño nivel 4 – Muy Alta.

d) **Aceptabilidad y/o Tolerancia:**

Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por caída de rocas del sector Chacuayonga del distrito de San Marcos, es de nivel 4 – Inadmisible.

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Control de riesgos

a) Prioridad de Intervención

Cuadro 83. Prioridad de Intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de I, del cual constituye se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos, tomando en consideración que:

b) Priorización de las medidas de prevención y/o reducción del riesgo

Construcción de obras de protección de las viviendas definidas como medidas estructurales preventivas en las localidades del Sector Chacuayonga.

- La Municipalidad de San Marcos debería utilizar el presente informe de evaluación de riesgo, según lo estipulado en la normativa vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo.
- Se debe reubicar las ocho (08) viviendas de riesgo Muy Alto en el área de amortiguamiento de caída rocas, esta área se encuentran a una distancia menor a los 10 metros colindante con la ladera del cerro.
- La Municipalidad de San Marcos deberá implementar una reforestación intensiva de laderas para evitar erosión; control de filtración de aguas en los taludes con drenajes y estabilización de taludes.
- La municipalidad de San Marcos deberá realizar el desquinche de bloques; así como colocar mallas dinámicas de protección.
- La Municipalidad de San Marcos deberá capacitar a la población, para evitar la socavación de cerro en el sector Chacuayonga.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”
- plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-de-san-marcos-
- -SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
- -SENAMHI, 2021. Atlas de temperatura del aire y precipitación del Perú. Subdirección de Predicción Climática.
- -SENAMHI, 2014. Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos, 11pp.
- - SENAMHI-DHI, 2017. Nota Técnica 001: Uso del producto grillado PISCO de precipitación en estudios, investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronóstico hidrometeorológico, 21pp.
- - ENFEN, 2017. Informe Técnico Extraordinario N° 001- 2017/ENFEN. El Niño Costero 2017, 31pp.
- -SENAMHI, 2019. Estimación de anomalías de precipitación para el periodo Enero – Marzo del 2017, con información de PISCO a nivel nacional.
- -SENAMHI, 2017. Umbrales y precipitaciones absolutas. Subdirección de Predicción Climática.

ANEXO

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01. Listado de emergencias ocurridas por lluvias intensas	7
Cuadro 02. Coordenadas UTM de los barrios que comprende al sector Chacuayonga	9
Cuadro 03. Población según sexo en el distrito de San Marcos	11
Cuadro 04. Población rural y urbana en el distrito de San Marcos	11
Cuadro 05. Población según nivel educativo	13
Cuadro 06 actividades económicas en el distrito de San Marcos	14
Cuadro 07. Rango de pendientes	20
Cuadro 08. Caracterización de extremos de precipitación – Estación meteorológica Chavín	24
Cuadro 9. Anomalía de precipitación durante el mes de enero 2017 para la zona de estudio	25
Cuadro 010. Matriz de comparación de pares	30
Cuadro 11. Matriz de normalización	31
Cuadro 12. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)	31
Cuadro 13. Parámetros para considerar en la evaluación de la susceptibilidad	33
Cuadro 14. Matriz de comparación de pares del parámetro porcentaje de anomalía	33
Cuadro 15. Matriz de normalización del parámetro porcentaje de anomalía	34
Cuadro 16. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud sísmica	34
Cuadro 17. Matriz de comparación de pares para los factores condicionantes	34
Cuadro 18. Matriz de normalización de factores condicionantes	35
Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades de factores condicionantes	35
Cuadro 20. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geológicas	35
Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro Unidades geológicas	35
Cuadro 22. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geológicas	35
Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas	36
Cuadro 24. Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas	36
Cuadro 25. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidades geomorfología	36
Cuadro 26. Matriz de comparación de pares del parámetro pendientes	37
Cuadro 27. Matriz de normalización del parámetro pendientes	37
Cuadro 28. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendientes	37
Cuadro 29. Población Expuesta	37
Cuadro 30. Viviendas expuestas	38
Cuadro 31. Instituciones educativas en la Zona urbana de San Marcos	38
Cuadro 32. Niveles de Peligro	40
Cuadro 33. Matriz de estratificación por caída de rocas del Sector Chacuayonga	40
Cuadro 34. Parámetros para utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social	42
Cuadro 35. Matriz de comparación de pares del parámetro población residente	43
Cuadro 36. Matriz de normalización del parámetro población residente	43
Cuadro 37. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro población residente	43
Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro abastecimiento de agua	43
Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro abastecimiento de agua	44
Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro abastecimiento de agua	44
Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro servicios higiénicos	44
Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro servicios higiénicos	44
Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de servicios higiénicos	45
Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de alumbrado	45
Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro tipo de alumbrado	45
Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de tipo de alumbrado	45
Cuadro 47. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad	46
Cuadro 48. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad	46
Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social	46
Cuadro 50. Matriz de comparación del parámetro Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	47

Cuadro 51. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	47
Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas gestión de riesgo de desastres.....	48
Cuadro 53. Parámetros de Dimensión Económica	48
Cuadro 54. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al área de caída de rocas	48
Cuadro 55. Matriz de normalización del parámetro distancia al área de caída de rocas	48
Cuadro 56. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia al área de caída de rocas.....	48
Cuadro 57. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes	49
Cuadro 58. Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes	49
Cuadro 59. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de las paredes ..	49
Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos	49
Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro material predominante de techos.....	50
Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante de techos	50
Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación	50
Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación	50
Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación	51
Cuadro 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica.....	51
Cuadro 67. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión económica	51
Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica.....	51
Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral.....	52
Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro actividad laboral	52
Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro actividad laboral.....	52
Cuadro 72. Niveles de vulnerabilidad	53
Cuadro 73. Estratificación de la Vulnerabilidad	53
Cuadro 74. Niveles del riesgo	57
Cuadro 75. Matriz del riesgo	57
Cuadro 76. Estratificación del Riesgo	58
Cuadro 77. Efectos probables del Sector Chacuayonga	61
Cuadro 78. Valoración de consecuencias.....	64
Cuadro 79. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	64
Cuadro 80. Nivel de consecuencia y daños.....	64
Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños.....	65
Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños.....	65
Cuadro 83. Prioridad de Intervención	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Características de la población según sexo en el distrito de San Marcos	11
Gráfico 02. Población urbana y rural en el distrito de San Marcos	12
Gráfico 03. Población según nivel educativo	13
Gráfico 04. Comportamiento temporal de la temperatura y precipitación promedio en la estación meteorológica Chavín.....	22
Gráfico 05. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017	23
Gráfico 06. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante El Niño Costero 2017 en el <i>distrito San Marcos</i>	24
Gráfico 07. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	27
Gráfico 08. Flujograma general del proceso de análisis de información	28
Gráfico 9. Identificación de Peligros por caída de rocas correspondiente al sector Chacuayonga	28
Gráfico 10. Simulación de la trayectoria de la roca en el sector Chacuayonga utilizando RocFall	30
Gráfico 11. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	42
Gráfico 12. Flujograma para estimar los niveles del riesgo	56
Gráfico 13. Sistemas de protección Estáticas - pasivas	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de ubicación del Sector Chacuayonga, distrito de San Marcos.....	10
Figura 02. Mapa geológico del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos.....	17
Figura 03. Mapa geomorfológico del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos	19
Figura 04. Mapa de pendientes del Sector Chacuayonga del distrito de San Marcos	21
Figura 05. Mapa de precipitación del sector Chacuayonga, distrito de San Marcos	26
Figura 06. Mapa de distancias alcanzada por caída de rocas del sector Chacuayonga	32
Figura 07. Mapa de elementos expuestos por caída de rocas en el sector Chacuayonga	39
Figura 08. Mapa de Peligro por caída de rocas en el sector Chacuayonga	41
Figura 09. Mapa de vulnerabilidad del sector Chacuayonga	55
Figura 10. Mapa de riesgo por caída de rocas en el sector Chacuayonga.....	60

ANEXO

Foto 01. Viviendas ubicadas colindantes con el cerro lado izquierdo de la vía



Foto 02. Nuevas construcción viviendas ubicadas colindantes con el cerro



Foto 03. Nuevas construcción viviendas ubicadas colindantes con el cerro



Foto 04. Caída de rocas y desprendimiento del material



Foto 05. Área colíndate con el cerro donde se producen los deslizamientos



Foto 06. Socavación del cerro para la construcción del local



Foto 07. Socavación del cerro para la construcción del local, vista del corte



Foto 08. Socavación del cerro para la construcción del local comercial

