

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DEL SECTOR CERRO CRUZ DE SHALLAPA, DISTRITO DECHAVÍN DE HUANTAR, PROVINCIA DE HUARI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH





ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DEL SECTOR CERRO CRUZ DE SHALLAPA, DISTRITO DE CHAVÍN DE HUANTAR, PROVINCIA DE HUARI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH

GRUPO DE TRABAJO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – CHAVÍN DE HUANTAR

Alcalde la Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar	Sr. Oswaldo Monter Albornos	Presidente
Comisión de Regidores	Sra. Edith Ramírez Melgarejo	Miembro
Gerencia Municipal	Ing. Fernando Blanco Berrospi	Miembro
Procuraduría Pública Municipal	Abog. Edwar Silva Medina	Miembro
Secretaría General	Lic. Ismael Sandon Fernández	Miembro
Gerencia de Administración y Finanzas	C.P.C Berzeluis Ortiz Villanueva	Miembro
Gerencia de Planeamiento y Presupuesto	C.P.C Crystiam Dextre Caururu	Miembro
Gerencia de Asesoría Jurídica	Abog. Ernesto Castro Sánchez	Miembro
Gerencia de Desarrollo Económico y Social	Ing. Edgar Huanca Cadillo	Miembro
Gerencia de Turismo	Lic. Abel Palacios Laurente (e)	Miembro
Gerencia de Servicios Públicos	Lic. Juan Meza Gallardo	Miembro
Gerencia de Desarrollo Urbano y Local	Ing. Rómulo Gallegos Ordoñez	Miembro

EQUIPO TÉCNICO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES – CHAVÍN DE HUANTAR

Responsable de la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto	C.P.C Crystiam Dextre Caururu
Responsable de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural	Ing. Rómulo Gallegos Ordoñez
Responsable de la Gerencia de Programas Sociales	Ing. Edgar Huanca Cadillo (e)
Responsable de la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental	Ing. Bach. Yajaira Bailón Giraldo
Responsable de la Subgerencia de Limpieza Pública y Tratamiento de Residuos Sólidos	Ing. Bach. Maritza Blas Melgarejo
Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres	Ing. Vaneza Meza Nieto

PROFESIONAL EVALUADOR:

Ing. Geóg. Marilia Mercedes Benavides Carranza – Evaluador de Riesgo de Desastres – Resolución N°019-2019-CENEPRED/J

PROFESIONALES ESPECIALISTAS DEL EQUIPO TECNICO

Geóg. Jhon Kevin Chavez Rojas – Especialista en Gestión del Riesgo de Desastres
Ing. Carlos L. Caro Silvera - Especialista en Hidrología
Ing. Juan Carlos Chire Cerpa – Especialista en Geotecnia
Topógrafo Denis Baldomero Gonzales Chávez - Especialista en Topografía
Bach. Arq. Antony Christian Huamán Azaña - Apoyo en recojo de información a través de encuestas



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
I. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	5
1.1. Objetivo general	5
1.2. Objetivos específicos	5
1.3. Importancia.....	5
1.4. Antecedentes	6
1.4.1. Eventos ocurridos	6
1.4.2. Estudio Técnicos Realizados.....	6
1.5. Marco normativo.....	7
2. CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
2.1. Ubicación geográfica	8
2.2. Ubicación Hidrográfica	10
2.3. Vías de Acceso	11
2.4. Características Socioeconómicas	12
2.4.1. Población.....	12
2.4.2. Actividades Económicas.....	13
2.4.3. Instituciones Educativas	13
2.4.4. Establecimientos de Salud	13
2.4.5. Infraestructura afectada.....	13
2.5. Condiciones Físicas del Territorio	14
2.5.1. Condiciones Geológicas	14
2.5.2. Condiciones Geomorfológicas	16
2.5.3. Índice Topográfico de Humedad.....	19
2.5.4. Pendientes.....	21
2.5.5. Clima	24
3. CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS ESPECIALIZADOS	25
3.1. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO	25
3.1.1. Metodología y trabajos de campo.....	25
3.1.2. Resultados y Hallazgos Clave	25
3.1.3. Conclusiones y recomendaciones el estudio de prospección geofísica	29
3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO	29
3.2.1. Metodología y trabajos de campo.....	29
3.2.2. Resultados y Hallazgos Clave	29
3.2.3. Conclusiones y recomendaciones el estudio geotécnico	30
4. CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL PELIGRO	31
4.1. Metodología para la determinación del Peligro	31
4.2. Recopilación y análisis de información.....	31
4.3. Identificación de los Peligros	32
4.4. Determinación del nivel de peligro	36
4.4.1. Caracterización de las lluvias intensas	36
4.4.2. Caracterización del peligro por deslizamientos	38
4.4.3. Parámetro de Evaluación del Peligro – ponderación del parámetro.....	40
4.4.4. Susceptibilidad del Territorio	42
4.4.5. Análisis del factor desencadenante	43
4.4.6. Análisis de los factores condicionantes – ponderación de parámetros	45
4.4.7. Niveles de Peligro.....	50
4.4.8. Estratificación del nivel de Peligro	50
4.4.9. Mapa de Peligro por deslizamientos.....	52
4.5. Elementos Expuestos.....	53
5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	55
5.1. Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad.....	55
5.2. Análisis de la Dimensión Social.....	56
5.2.1. Exposición en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros.....	56



5.2.2.	Fragilidad en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros	57
5.2.3.	Resiliencia en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros.....	59
5.3.	Análisis de la Dimensión Económica.....	62
5.3.1.	Exposición en la Dimensión Económica – ponderación de parámetro.....	62
5.3.2.	Fragilidad en la Dimensión Económica – ponderación de los parámetros.....	64
5.3.3.	Resiliencia en la Dimensión Económica – ponderación del parámetro.....	68
5.4.	Análisis de la Dimensión Ambiental	71
5.4.1.	Exposición en la Dimensión Ambiental – ponderación de parámetro.....	71
5.4.2.	Fragilidad en la Dimensión Ambiental – ponderación de los parámetros.....	72
5.4.3.	Resiliencia en la Dimensión Ambiental – ponderación del parámetro.....	73
5.5.	Nivel de Vulnerabilidad.....	73
5.6.	Estratificación de la Vulnerabilidad.....	74
5.7.	Mapa de Vulnerabilidad.....	75
6.	CAPÍTULO VI: CÁLCULO DEL RIESGO.....	76
6.1.	Metodología para la determinación de los niveles de riesgo.....	76
6.2.	Determinación de los niveles de riesgo.....	76
6.3.	Estratificación del Riesgo	77
6.4.	Mapa de Riesgo	78
6.5.	Cálculo de Posibles Pérdidas.....	79
6.5.1.	Cálculo de daños probables	79
6.5.2.	Cálculo de pérdidas probables	79
7.	CAPÍTULO VII: CONTROL DE RIESGOS.....	80
7.1.	Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo	80
7.2.	Medidas de Prevención y Reducción del Riesgo	82
8.	CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
8.1.	Conclusiones.....	83
8.2.	Recomendaciones.....	89
9.	CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA.....	90
10.	CAPÍTULO XI: GLOSARIO	91
11.	CAPÍTULO XII: ANEXOS	92
	LISTA DE FIGURAS	92
	LISTA DE TABLAS	92
	LISTA DE MAPAS	94
	LISTA DE GRÁFICOS	94
11.1.	Registro fotográfico	95



INTRODUCCIÓN

Actualmente, de acuerdo al INGEMMET en el área del Cerro Cruz de Shallapa se observan dos áreas diferenciadas, en primera instancia el área de derrumbe del Cerro Cruz de Shallapa (derrumbe ocurrido el 30 de junio de 2022) y en segunda instancia una zona de deslizamiento ubicado al norte del derrumbe y que de acuerdo a los monitoreos realizados se encuentra en estado de reactivado y con alta probabilidad de deslizarse cuesta abajo¹.

Es por ello que, la municipalidad distrital de Chavín de Huántar, en cumplimiento de sus competencias y amparado en el Decreto Supremo 089-2023-PCM, viene gestionando un conjunto de acciones orientadas a la prevención y preparación ante peligros inminentes, entre esta, la existente en el cerro Cruz de Shallapa, el cual dejó una situación crítica posterior al evento de derrumbe ocurrido el pasado 30 de junio del 2022, bajo aquella premisa, el presente estudio técnico detalla aspectos de sustento de las actividades de intervención sobre el punto mencionado.

Este estudio técnico tiene como finalidad describir de manera detallada el contexto, las características físicas y socioeconómicas del área de estudio, la identificación y caracterización de peligros, el análisis de vulnerabilidad, la determinación del nivel de riesgo y las medidas necesarias para su reducción y control.

En el primer capítulo del estudio, 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 por Deslizamientos del sector Cerro Cruz de Shallapa y el marco normativo.

En el segundo capítulo, se describe las características generales del ámbito de estudio, como ubicación geográfica, características sociales, económicas, físicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro generado por deslizamiento en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la determinación de los niveles de peligro representándose en el mapa de peligro respectivo.

El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones el social, económico y el ambiental. 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 de vulnerabilidad.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por deslizamiento del sector Cerro Cruz de Shallapa y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad, determinando y zonificando los niveles de riesgo y las medidas estructurales y no estructurales en el área geográfica del ámbito de estudio.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo por deslizamientos, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

¹ https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//17852_inspeccion-tecnica-del-estado-actual-del-derrumbe-en-el-cerro-cruz-de-shallapa.pdf



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivo general

Identificar y determinar los niveles de riesgo por deslizamiento del Sector Cerro Cruz de Shallapa, y con esto coadyuvar a la ejecución de la intervención de emergencia en la ladera Cerro Cruz de Shallapa.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar el peligro, determinar los niveles y elaborar el mapa de peligro del ámbito de estudio.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos, realizar el cálculo de las posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa), determinando las medidas de prevención y reducción del riesgo de orden estructural y no estructural.

1.3. Importancia

La evaluación de riesgo por deslizamiento en el área de acogida para el reasentamiento poblacional del cerro Cruz de Shallapa es de importancia crítica y prioridad fundamental por las siguientes razones:

- El objetivo principal es asegurar que el nuevo asentamiento no replique las condiciones de riesgo que hacen inviable la permanencia de la población en el área del Cerro Cruz de Shallapa. La evaluación determina si el terreno de acogida presenta una estabilidad geológica suficiente para albergar a la población sin exponerla a un riesgo muy alto o inaceptable de desastre. Esto es esencial para salvaguardar la vida y la integridad física de los reasentados ante futuros eventos de deslizamiento.
- El proceso de reasentamiento implica una significativa inversión pública en infraestructura (viviendas, servicios básicos, vías). Realizar una evaluación de riesgo asegura de que estas nuevas estructuras no sean destruidas o afectadas por un deslizamiento u otro peligro, lo que llevaría a la pérdida de la inversión y la necesidad de futuros reasentamientos costosos, esto asegura que la inversión sea sostenible a largo plazo.
- Los resultados de la evaluación de riesgo proporcionan la información técnica necesaria para la zonificación adecuada del área de acogida. Permiten identificar las zonas aptas para la construcción, las zonas de amenaza alta que no deben ser ocupadas o destinadas a usos de bajo riesgo, y establecer los parámetros de diseño para la infraestructura. Esto incluye la necesidad de obras de mitigación (drenajes, muros de contención, estabilización de taludes) que deben ser planificadas e incorporadas al proyecto.



1.4. Antecedentes

1.4.1. Eventos ocurridos

- Con fecha 30 de junio del 2022, se suscitó el derrumbe en la ladera noreste del cerro Cruz de Shállapa, el cual movilizó suelo y rocas involucrando un volumen de 58 mil m³, afectó un área de 2.5 ha; 42 viviendas destruidas, 2.07 ha de pérdida de terrenos de cultivo, 450 m del canal de riego, entre otros daños a la propiedad, considerándose a la actualidad como Zona Crítica.
- A la fecha, se logró intervenir en la emergencia descrita con trabajos de rehabilitación los cuales contemplaron el retiro del material geológico desprendido, conformación de banquetas, la aplicación de shotcrete para la estabilización de la parte rocosa. y adicionalmente la colocación de geomembrana sobre las zonas escarpadas y expuestas a la erosión.

1.4.2. Estudio Técnicos Realizados

- Informe Técnico N° A7276 - INGEMMET (2022):**
Inspección Geológica del derrumbe ocurrido el 30 de junio 2022 en el cerro cruz de Shallapa², determina como zona crítica y de Peligro Muy Alto las viviendas asentadas al pie de la ladera del Cerro Cruz de Shallapa, hasta el Jr. 17 de enero, recomendado la reubicación de estas viviendas expuestas a Muy Alto Peligro.
- Informe Técnico N° A7280 - INGEMMET (2022):**
Evaluación de Peligros Geológicos en el Cerro Cruz de Shallapa y su influencia en la localidad de Chavín de Huantar³, recomienda la reubicación de las viviendas expuestas a muy alto peligro, recomienda del mismo modo inhabilitar la calle Wiracocha hacia el talud o ladera para asentamientos urbanos.
- Informe Técnico N° A7371 – INGEMMET (2023)**
Evaluación Ingeniero – Geológica en el Cerro de Shallapa⁴, se determina que el cerro Cruz de Shallapa presenta una probabilidad de 60% de rotura tipo cuña con respecto al talud: familias de discontinuidades 2 y 3 y la estratificación (S) como límite de tracción entre los bloques a caer. Del mismo modo indica que según el análisis del modelamiento de caídas de rocas, muestra que los bloques desprendidos desde la parte alta del cerro Shallapa, pueden sobrepasar el muro de contención (arrimado de rocas) de aproximadamente 5 m de altura, lo que afectaría alrededor de 10 viviendas ubicadas en la calle Wiracocha. Así mismo, la trayectoria de algunos bloques llegaría a impactar en los Jr. Tupac Yupanqui y Mayta Cápac, sin afectación directa al Centro Arqueológico de Chavín de Huántar.
- Opinión Técnica N° 15-2024 - INGEMMET (2024)**
Inspección Técnica del Estado Actual del Derrumbe en el Cerro Cruz de Shallapa⁵, que determina que existe una alta probabilidad de desplazamiento del deslizamiento antiguo colindante al área del derrumbe.

² https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14387_informe-tecnico-n0-a7276-primer-reporte-inspeccion-geologica-del-derrumbe-ocurrido-el-30-de-junio-2022-en-el-cerro-cruz-shallapa.pdf

³ https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14411_informe-tecnico-n0-a7280-evaluacion-de-peligros-geologicos-en-el-cerro-cruz-de-shallapa-y-su-influencia-en-la-localidad-de-chavin-de-huantar-distrito-.pdf

⁴ https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/16320_informe-tecnico-n0-a7371-evaluacion-ingeniero-geologica-en-el-cerro-azul-de-shallapa-distrito-chavin-de-huantar-provincia-huari-departamento-ancash.pdf

⁵ https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/17852_inspeccion-tecnica-del-estado-actual-del-derrumbe-en-el-cerro-cruz-de-shallapa.pdf



1.5. Marco normativo

- Constitución Política del Perú, 1993. En el art. N° 44 establece que son deberes primordiales del Estado, entre otros: Defender la soberanía nacional, garantizar la plena vigencia de los derechos humanos y proteger a la población de las amenazas contra su seguridad.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 060-2024-PCM, que modifica el Reglamento de la Ley N° 29664 aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM.
- Decreto Supremo N° 036-2021-PCM aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022 – 2030.
- Decreto Supremo N° 046-2012-PCM, que aprueba los "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 de Secretaría N° 009-2025-PCM/SGRD, aprueban Lineamientos técnicos del proceso de estimación 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, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

2. CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

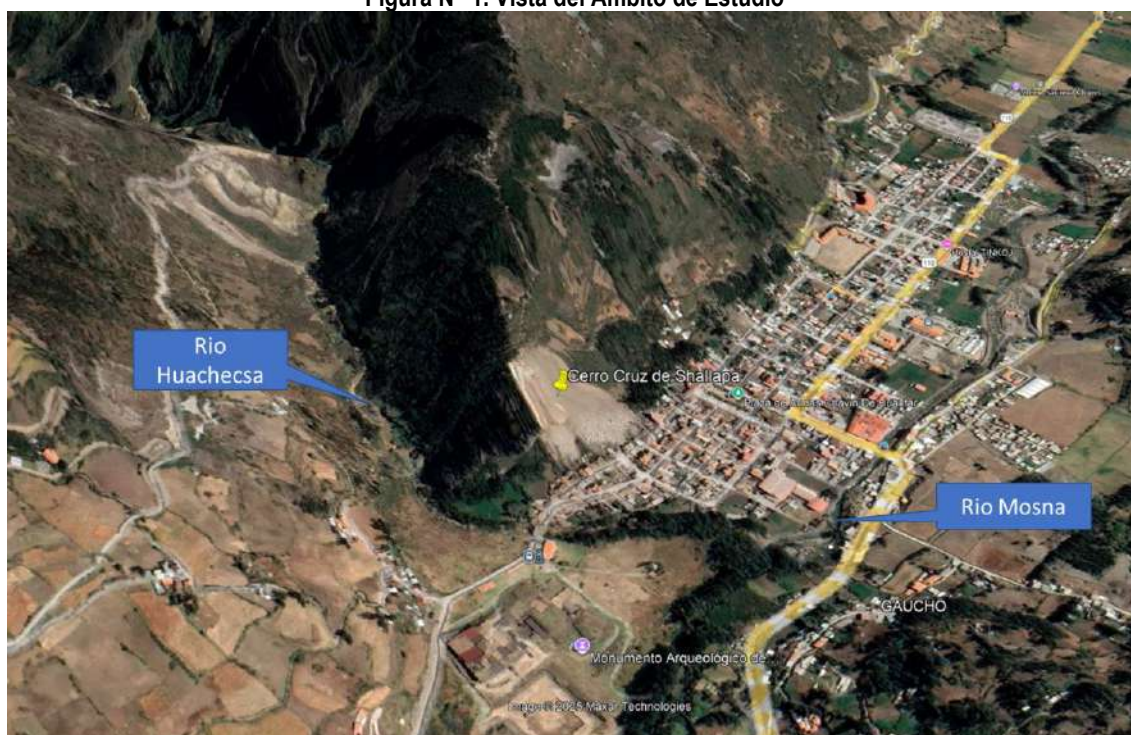
El área a estudio se encuentra en el cerro Cruz de Shállapa, en el margen izquierdo de los ríos Mosna y Huachecsa, a 9.5 km, al suroeste del distrito de San Marcos. Políticamente, pertenece al distrito de Chavín de Huántar, provincia de Huari, departamento de Áncash; en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s):

Tabla N° 1. Coordenadas del Ámbito de Estudio

Universal Transversal de Mercator (UTM-WGS84-18S)		Coordenadas Geográficas	
Este	Norte	Latitud Sur	Longitud Oeste
260693.00 m E	8939299.00 m S	9°35'19.45"S	77°10'49.30"O

Fuente: Equipo Técnico

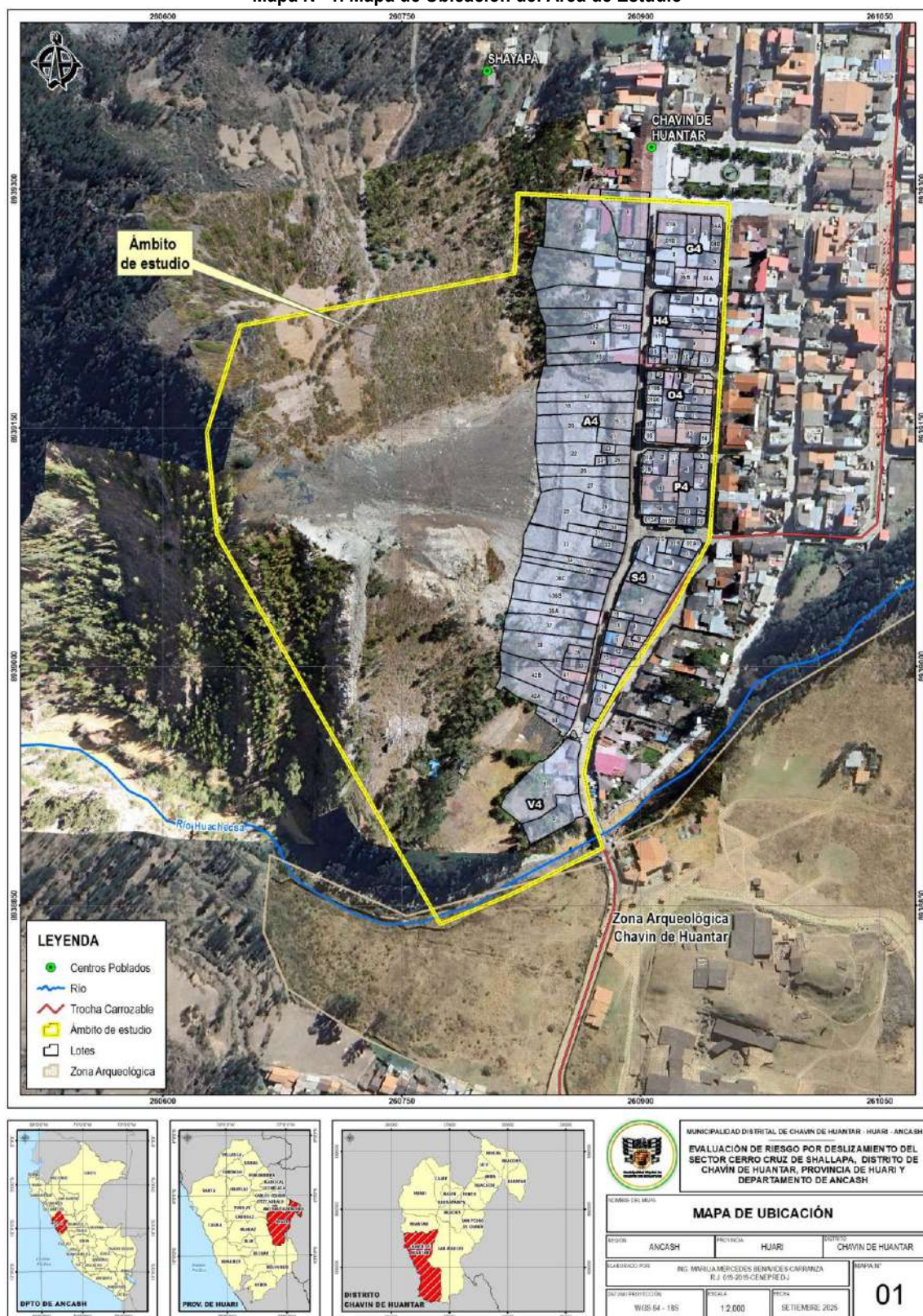
Figura N° 1. Vista del Ámbito de Estudio



Fuente: Equipo Técnico



Mapa N° 1. Mapa de Ubicación del Área de Estudio



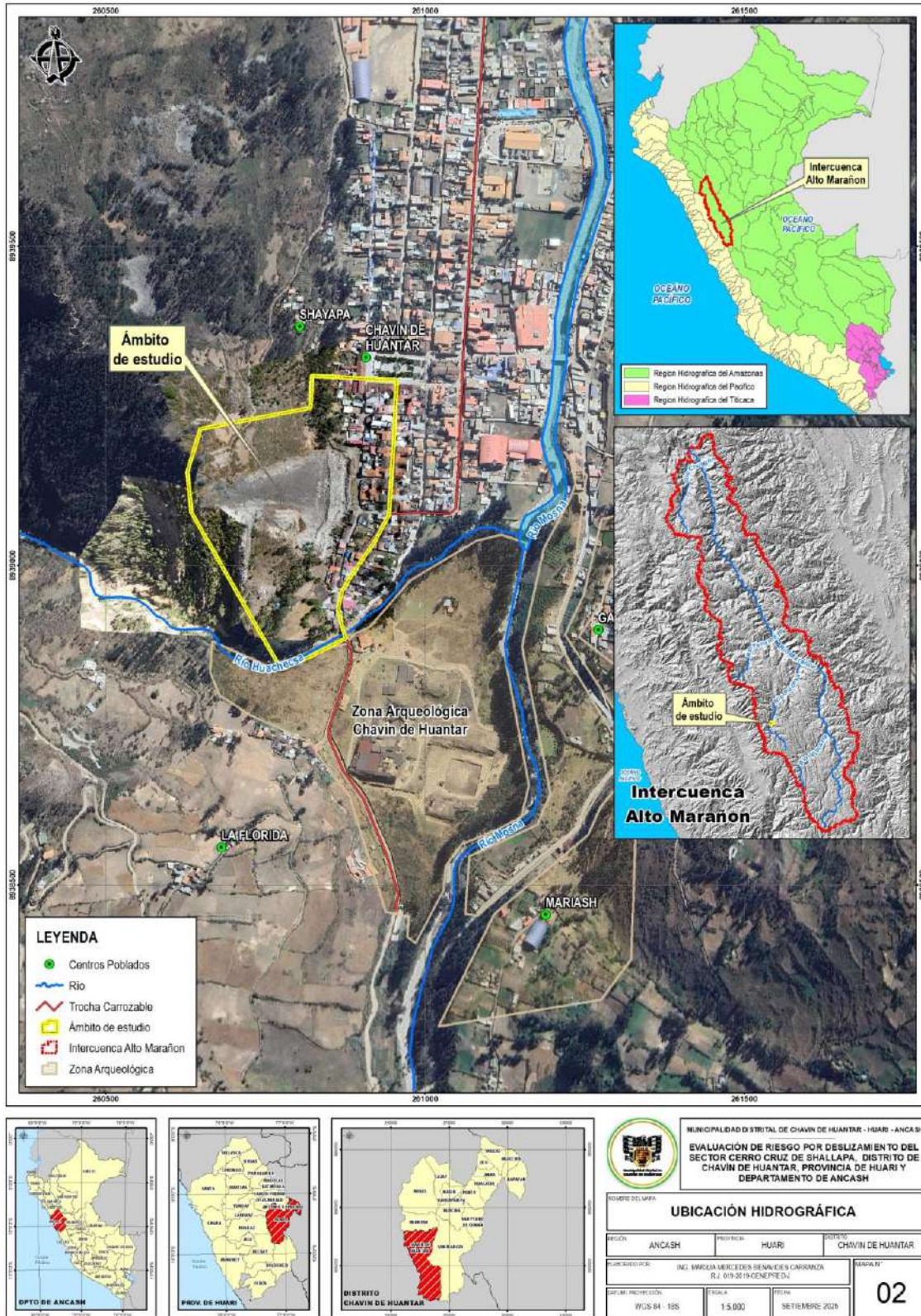
Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

2.2. Ubicación Hidrográfica

El ámbito de estudio se ubica en la Intercuenca Alto Marañón V, el cual pertenece a la región hidrográfica del Amazonas, como se observa en el siguiente mapa:

Mapa N° 2. Ubicación Hidrográfica



Fuente: Equipo técnico con datos de Autoridad Nacional del Agua (ANA)

2.3. Vías de Acceso

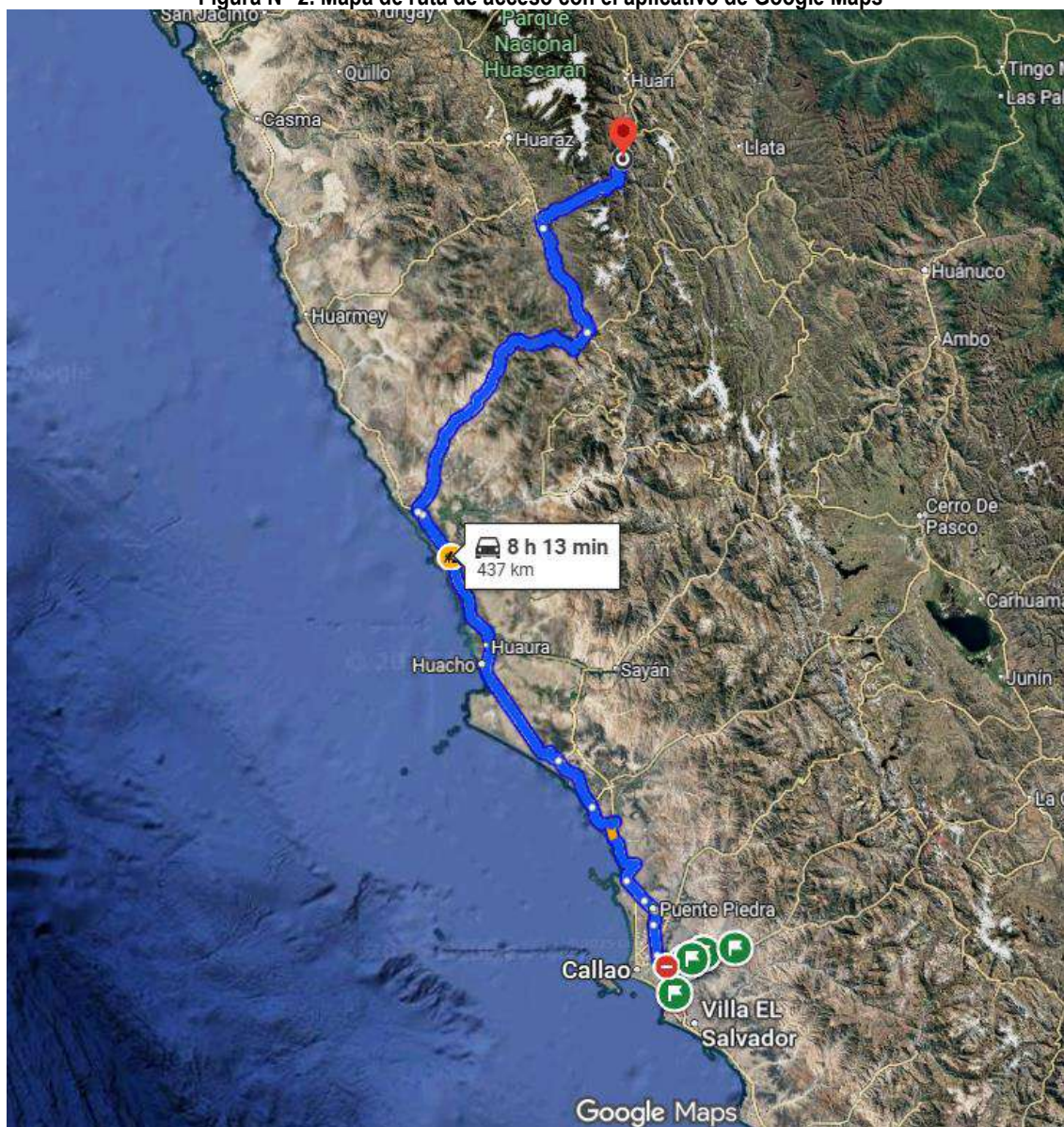
El acceso al área de estudio correspondiente al Sector Cerro Cruz de Shallapa se realiza mediante vía terrestre, partiendo desde la ciudad de Lima se sigue la siguiente ruta:

Tabla N° 2. Rutas y vías de acceso al Ámbito de Estudio

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Catac	Asfaltada	367	6 h 20 min
Catac – Chavín de Huántar	Asfaltada	67	1h 20 min

Fuente: Equipo técnico

Figura N° 2. Mapa de ruta de acceso con el aplicativo de Google Maps



Fuente: Google Maps 2025

2.4. Características Socioeconómicas

Se describen a continuación las características socioeconómicas del ámbito de estudio.

2.4.1. Población

El distrito de Chavín de Huántar cuenta con una población de 7 971 habitantes según Censo 2017 - INEI, la distribución poblacional en el distrito de Chavín de Huántar asciende a 7971 habitantes y 3 337 viviendas censadas. En lo que respecta el casco urbano del distrito (lugar donde está ubicado la zona de intervención) alberga una población de 2 384 habitantes y 881 viviendas.

Por otro, de acuerdo a la información levantada en campo en el marco de la elaboración del presente estudio, se registraron un total de 164 personas (7 manzanas levantadas), en cuanto a los grupos de edades la población está mayoritariamente en el rango de 20 a 50 años, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1. Población por Grupo Etario del Ámbito de Estudio

Grupo Etario	Cantidad	Porcentaje
De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	3	1.83
De 6 a 12 años	8	4.88
De 13 a 19 años	15	9.15
De 20 a 50 años	103	62.80
De 51 a 64 años	35	21.34
Total	164	100

Fuente: Levantamiento de información en campo, equipo técnico

Figura N° 3. Vista de las manzanas evaluadas del Ámbito de estudio





Del mismo modo se han identificado 133 viviendas, de las cuales se levantó la información que sirvió de insumo para el análisis de vulnerabilidad posterior. En cuanto al material predominante de paredes, se constató que predominantemente se constituye de adobe o tapia con el 78.2% como se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 3. Material Predominante de Paredes en el Ámbito de Estudio

Material Predominante de Pared	Cantidad	Porcentaje
Drywall	0	0.0
Adobe o tapia	104	78.2
Madera	0	0.0
Ladrillo	25	18.8
Muro de concreto armado	4	3.01
Total	133	100

Fuente: Levantamiento de información en campo, equipo técnico

2.4.2. Actividades Económicas

Está centrada en la agricultura de subsistencia, complementada por un dinámico comercio local y un creciente turismo cultural vinculado al importante patrimonio arqueológico de la zona.

2.4.3. Instituciones Educativas

Dentro del ámbito de estudio no se registran instituciones educativas, por otro lado específicamente el centro poblado de Chavín de Huántar en donde se ubica el ámbito de estudio de acuerdo al ESCALE del MINEDU registra 8 instituciones educativas.

2.4.4. Establecimientos de Salud

Dentro del ámbito de estudio no se registran establecimientos de salud, por otro lado específicamente el centro poblado de Chavín de Huántar en donde se ubica el ámbito de estudio de acuerdo al RENIPRESS del Ministerio de Salud como establecimiento de Salud mas cercano se registra el "Centro de Salud Chavín".

2.4.5. Infraestructura afectada

Afectada por riesgos geológicos en la ladera del Cerro Cruz de Shállapa, destacan el canal de riego "Tuna Sequia", vital para la agricultura, las vías de acceso principales, y el reservorio de agua potable, que suministra este servicio básico a las comunidades. La protección de estos elementos es crucial para garantizar la seguridad económica y la calidad de vida de la población local.



2.5. Condiciones Físicas del Territorio

Para la caracterización física del área de análisis correspondiente al Sector Cerro Cruz de Shallapa se ha realizado la verificación de fuentes de información como el INGEMMET, para la identificación de la geología, geomorfología e Hidrogeología, para la determinación de las pendientes se ha utilizado información radar del Satélite ALOS y su sensor PALSAR obtenido de la plataforma EARTHDATA⁶ de la NASA del mismo modo se ha generado un Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de un vuelo de drone realizado en el marco de la elaboración del presente estudio.

2.5.1. Condiciones Geológicas⁷

En el área de análisis afloran grupos y formaciones geológicas cuyas edades van del Cretácico (rocas sedimentarias) al Cuaternario (depósitos), se ha tomado como referencia la identificación de unidades geológicas en el área del Sector Cerro Cruz de Shallpa realizada en el Informe Técnico N° A7371 denominado “Evaluación Ingeniero Geológica en el El Cerro Cruz de Shallapa” elaborado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET.

- **Depósitos de deslizamientos (Q-dd)**

Es un depósito superficial, compuesto por fragmentos líticos de origen sedimentario, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.17 m (15%) envueltos en una matriz de arenas medias a gruesas (35%) con contenidos de limos (45 %) y ligero contenido de arcillas (5%). Son producto de la meteorización de las rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa. Estos depósitos se han originado por meteorización y destrucción mecánica de las rocas preexistentes, así como por depositación gravitacional y acción de las aguas de escorrentía superficial.

- **Depósitos coluviales (Q-co):**

Los depósitos coluviales corresponden a agregados de fragmentos angulosos de roca, transportados por acción de la gravedad y que se acumulan regularmente en los taludes adyacentes a los macizos rocosos.

En la zona de estudio, estos depósitos se encuentran en la zona media y baja del derrumbe, transportados por acción de la gravedad. Están compuestos por bloques angulosos de hasta 2.5 m, gravas, arenas, limos -arcillas

- **Formación Chimú (Ki-chi):**

Aflora en la parte alta del cerro Cruz de Shallapa, suprayace a las areniscas cuarzosas de la Formación Oyón. Así mismo, aflora ampliamente al este del sitio arqueológico de Chavín de Huántar, donde resalta por su accidentada morfología. Esta unidad está conformada por estratos de areniscas cuarzosas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor que se han depositado en un ambiente deltaico en el Cretácico inferior.

- **Formación Oyón (Ki-oy):**

Aflora ampliamente al oeste de Chavín de Huántar, particularmente en la margen izquierda del valle del río Mosna. Conformada por areniscas cuarzosas, de color blanquecinas, intercaladas con capas de limoarcillitas y lutitas negras (fotografía 2), con espesor variable entre 100 a 400 m. Localmente, se observó intercalación con potencias de 1.2 m. En el área de estudio es frecuente encontrar mantos de carbón que son explotados artesanalmente.

⁶ <https://search.asf.alaska.edu/>

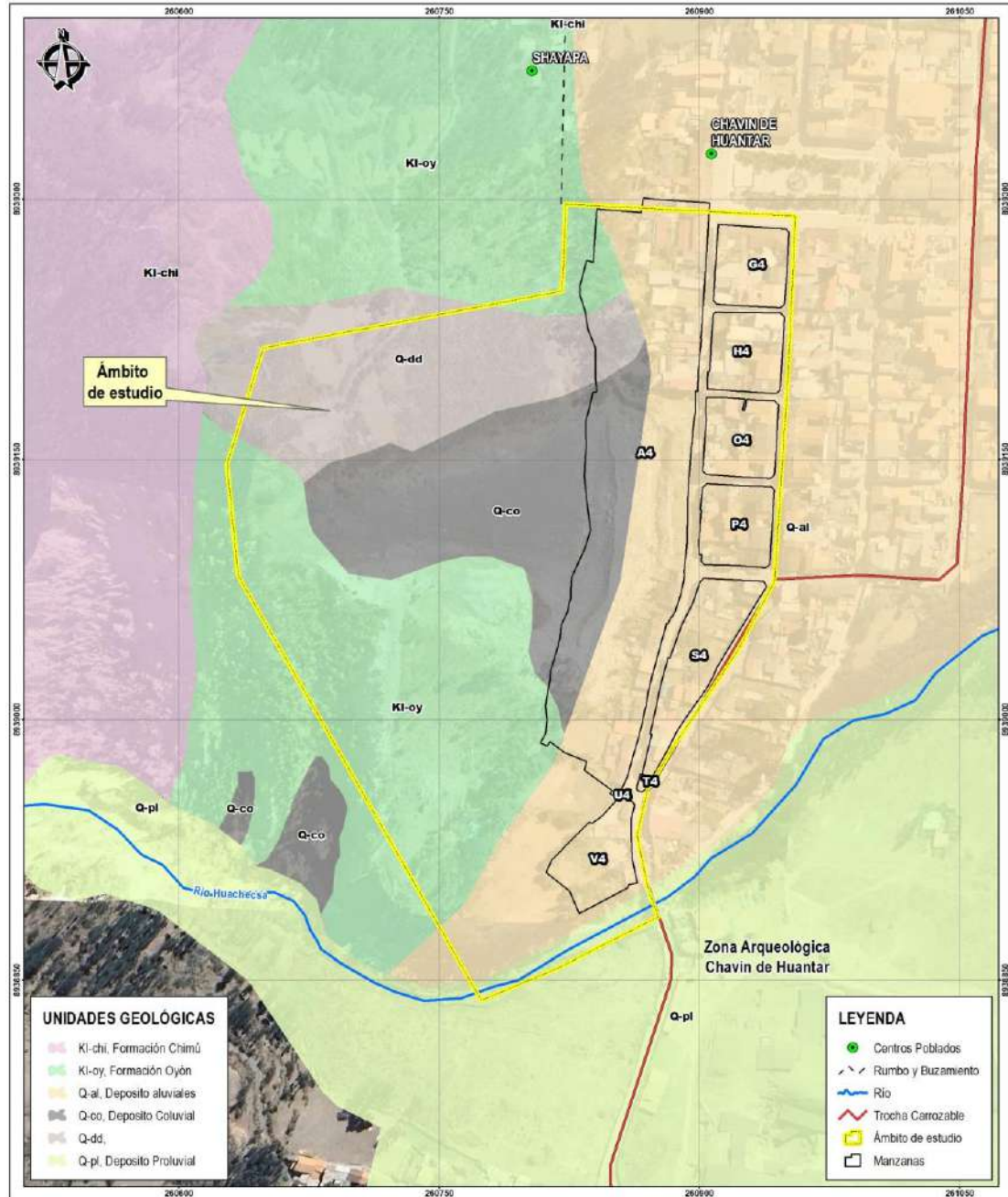
⁷ Geología de los Cuadrantes de Lima, Lurín, Chancay y Chosica - INGEMMET



• Depósitos aluviales (Q-al):

Depósitos conformados por bloques de roca y gravas subangulosas a subredondeadas, medianamente consolidado, envueltos en una matriz areno-limosa.

Mapa N° 3. Mapa de Unidades Geológicas



Fuente: Equipo técnico a partir de los datos de INGEMMET

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/J



2.5.2. Condiciones Geomorfológicas

RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la delimitación de las unidades geomorfológicas del área de estudio, se ha usado como referencia el Informe Técnico N° A7371 denominado “Evaluación Ingeniero Geológica en el Cerro Cruz de Shallapa” elaborado por el INGEMMET en el 2023. El mencionado informe señala que Sector Cerro Cruz de Shallapa se encuentra en la margen derecha de un valle estrecho, en forma de “V”, con laderas de pendiente fuertes a escarpada, donde existe la posibilidad de que algunos movimientos en masa puedan generar importantes cierres del valle; con consecuencias de afectación a viviendas, infraestructuras y medios de vida, ubicados aguas abajo.

Del mismo modo se menciona que para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación a la erosión, denudación y sedimentación o acumulación. Se agrupan en tres tipos generales: 1) Montaña, 2) piedemonte y 3) Terraza.

Tabla N° 4. Unidades Geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montaña estructural en rocas sedimentarias (ME-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Sub unidad
Piedemonte	Vertiente con depósitos de deslizamientos (V-dd)
	Vertiente coluvial (V-co)
	Piedemonte aluvio torrencial (P-at)
Unidad	Sub unidad
Terraza	Terraza aluvial (T-al)

Fuente: Equipo técnico a partir de los datos de INGEMMET

GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Están representadas por las formas de terreno, resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

UNIDADES DE MONTAÑA

- **Montaña Estructural en Rocas Sedimentarias (ME-rs):** Relieve modelado en secuencias de las formaciones Oyón y Chimú, conformada por areniscas cuarzosas, intercaladas con lutitas y limo arcillitas de color negro. Las montañas que cubren gran parte de la zona de estudio, presentan cimas subredondeadas y alargadas, cuyas laderas naturales poseen pendientes que varían de 25° a 85°. La ladera noreste del cerro Cruz de Shallapa, presenta una morfología accidentada debido a la presencia de eventos antiguos, que configuraron el actual relieve.


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por agentes de transporte tales como: agua de escorrentía y vientos; tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados, estas geoformas ubicadas en el área de estudio son las siguientes:

UNIDADES DE PIEDEMONTE

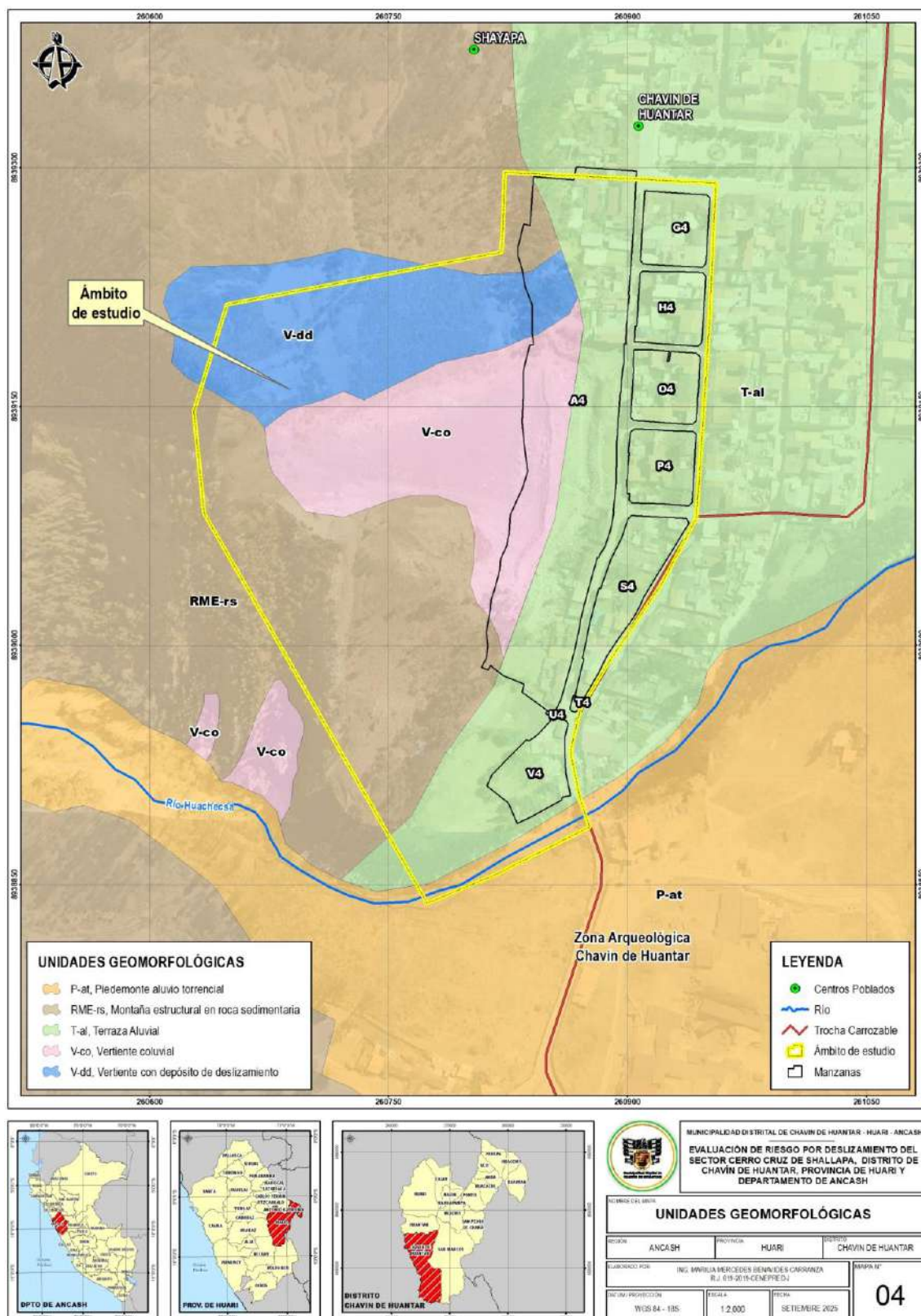
- **Vertiente con depósitos de deslizamientos (V-dd):** Son relieves originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes, de pendientes que varían de fuerte a muy fuerte (15° - 45°). Su composición litológica es homogénea; con materiales medianamente inconsolidados, están compuestos de bolos, cantos, gravas, arena, limos, de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.
- **Vertiente Coluvial (V-co):** Son depósitos inconsolidados, se encuentran localizados al pie de las laderas, en este caso puntual, al pie del derrumbe del cerro Cruz de Shallapa, resultantes de la acumulación de material caído desde las partes altas, por acción de la gravedad.
- **Piedemonte aluvio torrencial (P-at):** En la desembocadura de la quebrada Huachecsa, se ha formado un abanico, producto de la acumulación de material acarreado por aluviones históricos que han discurrido sobre esta quebrada, se caracteriza por presentar una pendiente menor a 5° .

UNIDADES DE TERRAZA

- **Terraza aluvial (T-al):** Son depósitos acumulados por material de aporte proveniente de los ríos Huachecsa y Monas, se encuentran compactados y consolidados, poseen pendientes bajas. Sobre esta unidad se encuentra asentado la localidad de Chavín de Huántar.



Mapa N° 4. Mapa de Unidades Geomorfológicas



Fuente: Equipo técnico a partir de los datos de INGEMMET

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/I

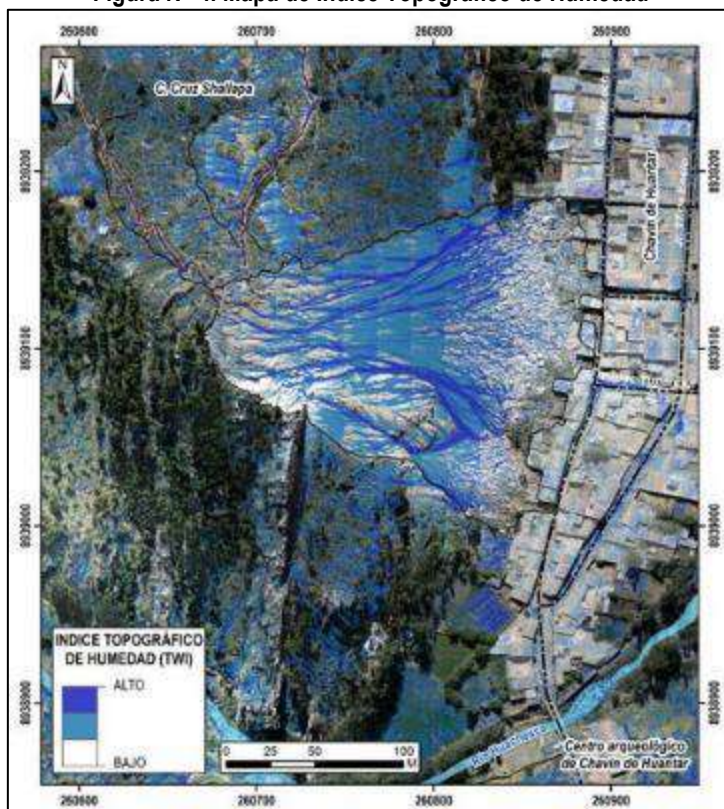
2.5.3. Índice Topográfico de Humedad

El Índice Topográfico de Humedad (ITH) es una medida de la distribución espacial de la humedad del suelo en una cuenca o ladera. Se calcula a partir del área de contribución o área de captación (A) y la pendiente local ($\tan\beta$) en cada punto de la superficie.

Un valor alto de ITH indica una zona de la ladera que recibe una gran cantidad de agua de escorrentía superficial de su área aguas arriba y tiene una pendiente baja, lo que favorece la acumulación de humedad. Por el contrario, un valor bajo de ITH representa un área con una pendiente pronunciada y una pequeña área de captación, por lo que el agua se drena rápidamente. El agua es un factor clave en la mayoría de los deslizamientos de tierra. La saturación del suelo reduce su resistencia al corte, aumenta la presión de poros, y disminuye la fricción entre las partículas. Por lo tanto, las zonas con un ITH alto son más propensas a fallas por deslizamiento, especialmente durante eventos de lluvia intensa.

Se ha tomado como referencia Informe Técnico N° A7371 denominado “Evaluación Ingeniero Geológica en el Cerro Cruz de Shallapa” elaborado por el INGEMMET en el 2023 para la determinación del ITH en el área de análisis. En el mencionado informe se indica que, en gran parte del área de estudio, se observa la mayor cantidad de acumulación de agua, que discurren desde la zona de arranque y en varias direcciones, hasta el cuerpo del derrumbe; lo que sugiere que, en incrementos de precipitaciones pluviales, la posibilidad de un incremento de la inestabilidad y producirse nuevos desprendimientos es alta. El mencionado informe menciona también que las zonas de deslizamientos antiguos (margen izquierdo del derrumbe), muestran una importante cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas. Esta área es muy importante ya que se presentan grietas tensionales debido al movimiento lento del deslizamiento producto de la gravedad.

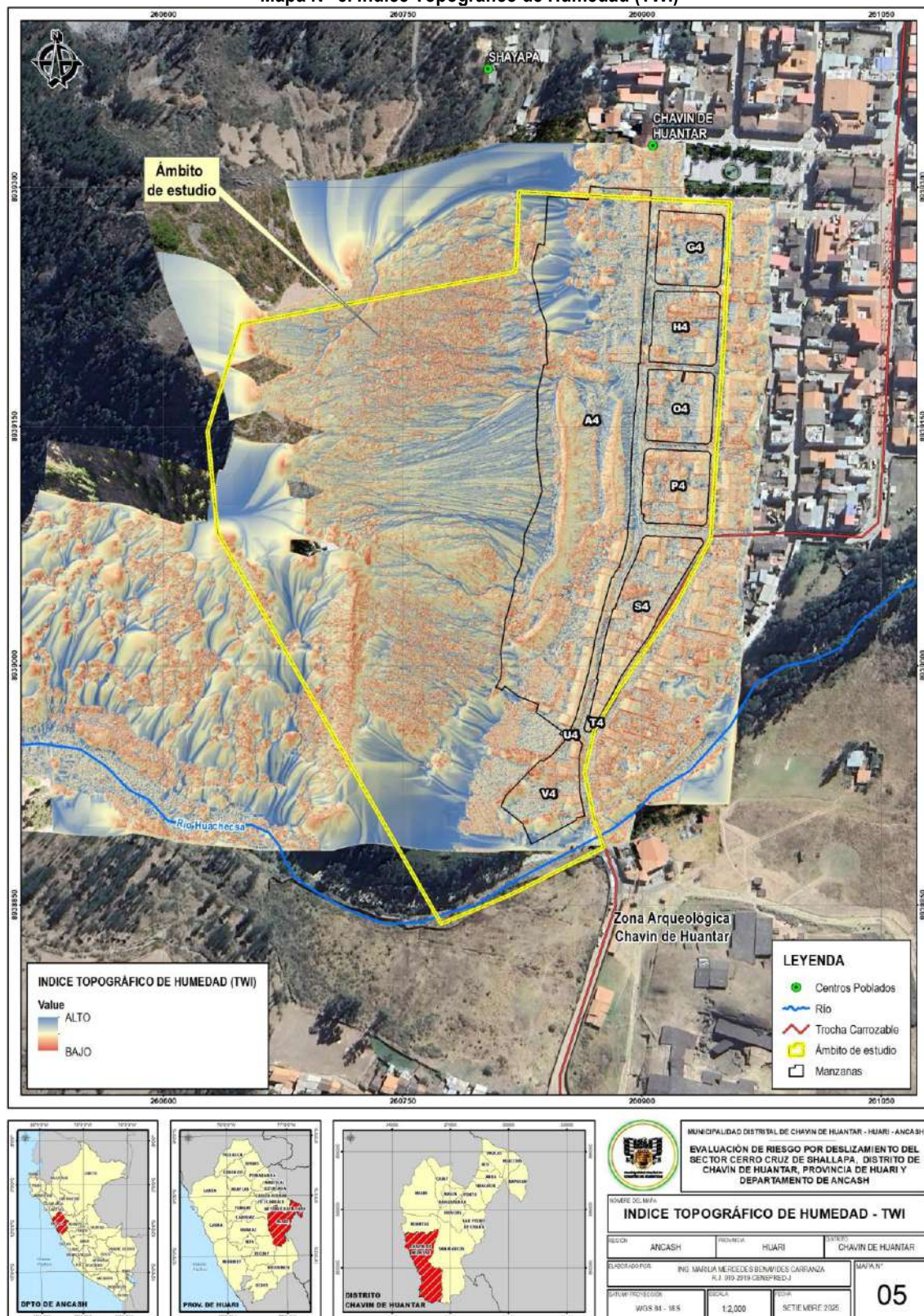
Figura N° 4. Mapa de Índice Topográfico de Humedad



Fuente: INGEMMET 2023



Mapa N° 5. Índice Topográfico de Humedad (TWI)



Fuente: Equipo técnico a partir del DEM de alta resolución generado del vuelo drone

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

2.5.4. Pendientes

La pendiente del terreno constituye uno de los factores condicionantes más relevantes en la ocurrencia de deslizamientos, dado que controla directamente la fuerza desestabilizadora de la gravedad sobre los materiales que conforman la ladera. En el caso del Sector Cerro Cruz de Shallapa se elaboró un mapa de pendientes a partir del Modelo Digital de Superficie (MDS) de alta resolución generado a partir del vuelo de dron realizado en el marco de la elaboración del presente estudio, clasificando el relieve en cinco rangos: 0–5°, 5–15°, 15–25°, 25–45° y >45°.

Tabla N° 5. Rangos de Pendiente del Terreno

Clasificación	Rango
Llanuras o pendientes muy suaves	0°-5°
Pendientes suaves a moderadas	5°-15°
Pendientes moderadas a fuertes	15°- 25°
Pendientes fuertes a muy fuertes	25°- 45°
Pendientes escarpadas o acantilados	>45°

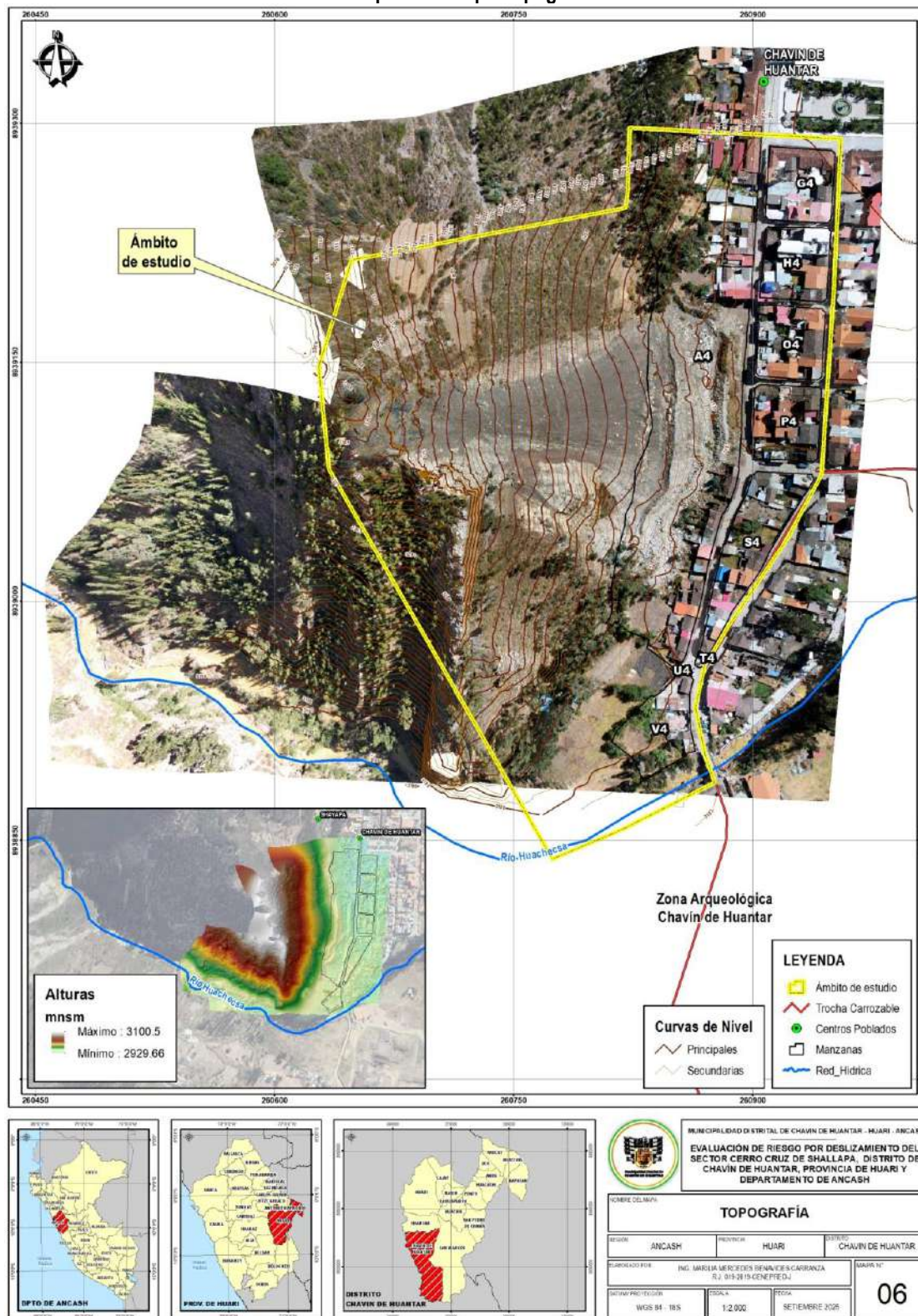
Fuente: Gómez et al. (2020)

- **Llanuras o pendientes muy suaves (0° - 5°)**
Relieve casi plano, con baja energía gravitacional. En general la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos es muy baja o nula, suelen actuar como zonas de acumulación o depósito de materiales provenientes de laderas más inclinadas.
- **Pendientes suaves a moderadas (entre 5° a 15°)**
Relieve ondulado, generalmente asociado a terrazas o colinas. De manera general se puede señalar que la susceptibilidad a deslizamientos es aún baja, aunque pueden ocurrir movimientos superficiales como reptación o erosión laminar.
- **Pendientes moderadas a fuertes (entre 15° a 25°)**
Laderas con mayor energía de pendiente. De manera general se puede indicar que comienzan a aparecer condiciones propicias para deslizamientos superficiales, sobre todo en suelos poco consolidados y saturados.
- **Pendientes fuertes a muy fuertes (entre 25° a 45°)**
Rango crítico en el que la fuerza desestabilizadora supera con facilidad la resistencia del material. De manera general se puede indicar que existe una alta susceptibilidad a deslizamientos, en particular si se presentan factores desencadenantes como lluvias intensas, deforestación o sismos.
- **Pendientes escarpadas o acantilados (mayor a 45°)**
Corresponden a laderas muy abruptas, cercanas a ángulos de reposo de materiales sueltos o al límite de estabilidad de macizos rocosos, de manera general se puede indicar que los deslizamientos y caídas de rocas son altamente probables, pudiendo afectar directamente a viviendas, vías de comunicación o áreas agrícolas situadas en la parte baja.

Las pendientes se han calculado usando como insumo el Modelo Digital de Superficie generado a partir del vuelo fotogramétrico realizado con dron en el ámbito de estudio en el marco de la elaboración del presente estudio de evaluación de riesgo, generándose el mapa topográfico y el de pendientes del área de estudio.



Mapa N° 6. Mapa Topográfico

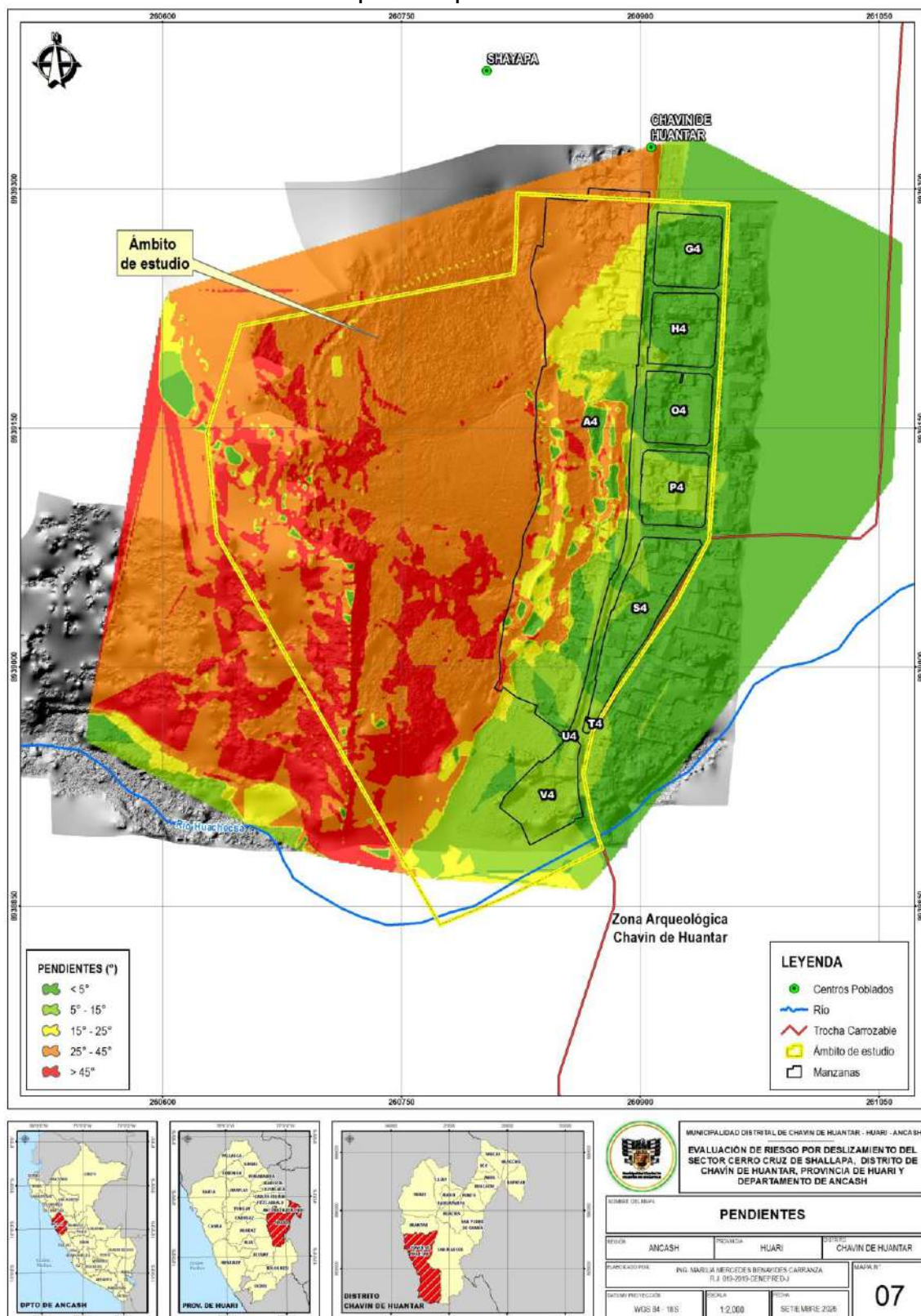


Fuente: Equipo técnico a partir de Modelo Digital de Superficie de alta resolución

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



Mapa N° 7. Mapa de Pendientes



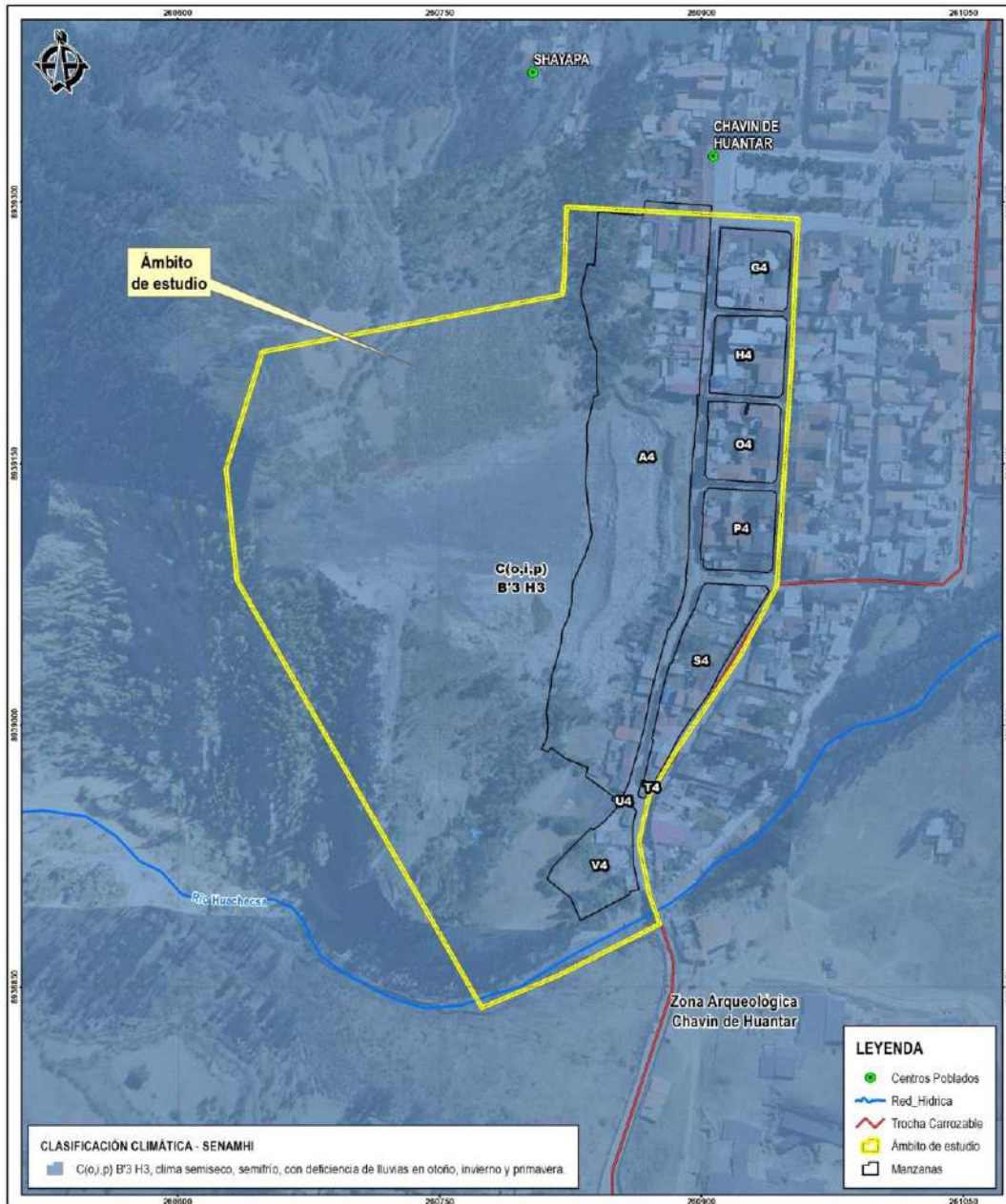
Fuente: Equipo técnico a partir de Modelo Digital de Superficie de alta resolución


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

2.5.5. Clima

En base al mapa de Clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), desarrollado a través del sistema de clasificación de climas de Warren Thornthwaite, el Sector Cerro Cruz de Shallapá, se caracteriza por presentar un clima semiseco, semifrío, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda (C (o,i,p) B'3 H3).

Mapa N° 8. Clasificación Climática



			
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAVIN DE HUANTAR - HUARI - ANCASH			
EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DEL SECTOR CERRO CRUZ DE SHALLAPA, DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR, PROVINCIA DE HUARI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH			
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA			
REGION	ANCASH	PROVINCIA	HUARI
DISTRITO	CHAVIN DE HUANTAR		
COORDINADOR	ING. WILSON ARTEAGA SOTOMAYOR CARRANZA		
FECHA	1.2.2009		
PROYECTO	EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DEL SECTOR CERRO CRUZ DE SHALLAPA, DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR, PROVINCIA DE HUARI Y DEPARTAMENTO DE ANCASH		
FECHA	1.2.2009		
FECHA	SEPTIEMBRE 2008		
			08

Fuente: Equipo técnico a partir de los datos de SENAMHI

3. CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS ESPECIALIZADOS

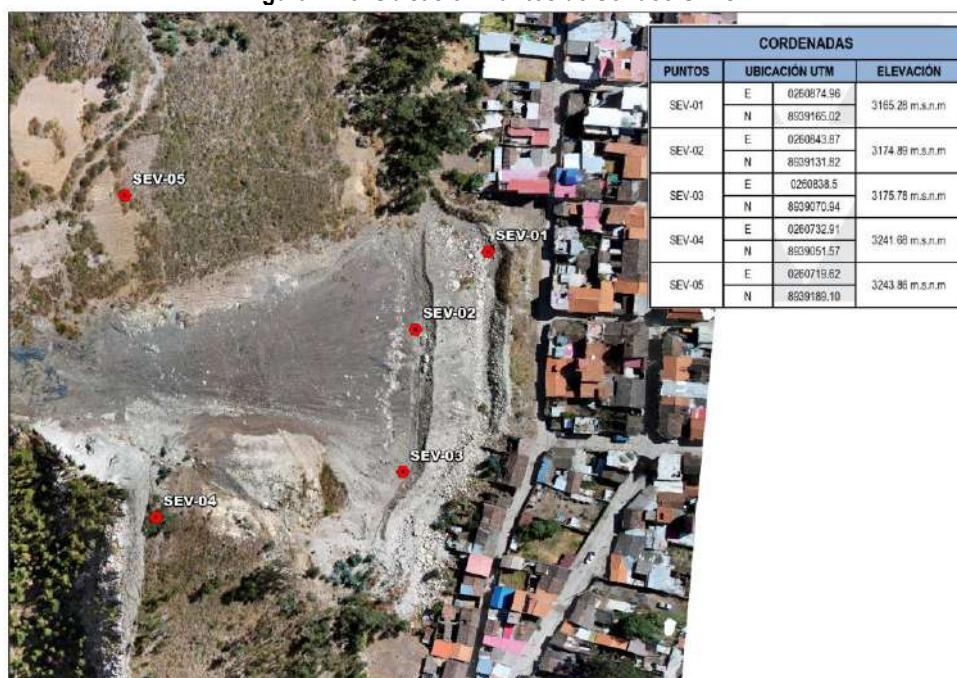
3.1. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

Para la caracterización hidrogeológica se ha tomado como referencia el estudio de Prospección Geofísica y Sondeo Eléctrico Vertical S.E.V realizado en el marco de la “Ejecución de estudios de prospección geofísica para la determinación de la capa freática y otros elementos” en el Sector Cerro Cruz de Shallapa en agosto del año en curso. El mencionado estudio fue realizado por PERFORACIONES & SERVICIOS AGUA DULCE y ha tenido como objetivo la identificación de los estratos del suelo y localización de aguas subterránea, para lo cual se ha realizado un estudio geofísico empleando el método de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E Vs).

3.1.1. Metodología y trabajos de campo

Para lograr los objetivos, se utilizó el método de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). Los trabajos de campo se llevaron a cabo el 22 de julio de 2025, donde se realizaron cinco sondeos (SEV-01, SEV-02, SEV-03, SEV-04 y SEV-05) usando un equipo georesistivimetro de código G1124.

Figura N° 5. Ubicación Puntos de Sondeo SEVs

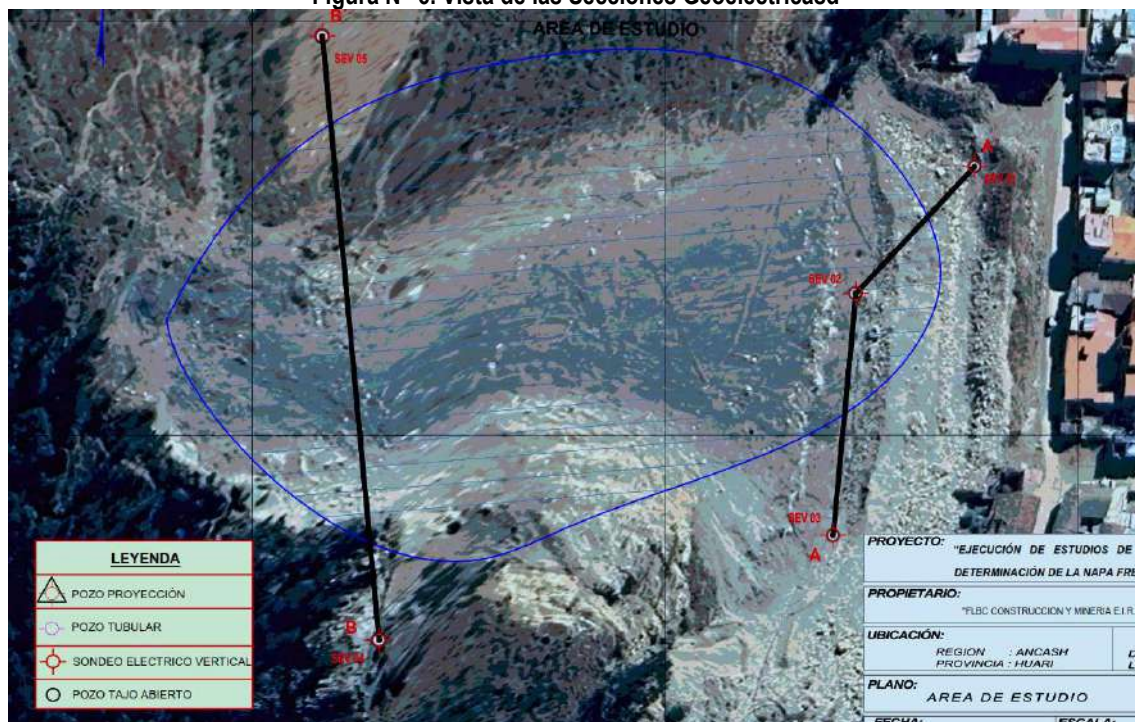


La metodología consistió en inyectar corriente eléctrica al subsuelo para medir la resistividad de las capas geológicas, lo que permite inferir la composición y las características del terreno. La interpretación de los datos se realizó con el software IPI2WIN.

3.1.2. Resultados y Hallazgos Clave

La interpretación de los datos de los cinco sondeos (SEV) permitió establecer 02 secciones geoelectricas y en cada una hasta cinco capas u horizontes geoelectricos:

Figura N° 6. Vista de las Secciones Geoelectricas



Fuente: Equipo técnico

A. SECCIÓN GEOELÉCTRICA A-A

Capa u Horizonte N° 01: Capa superficial de relleno con intercalación de areniscas cuarzosas, clastos redondeados, limo arenoso, depósito de terrazas de gravillas y areniscas, elementos mal consolidados, la resistividad varía entre 177 Ω -m a 358 Ω -m.

Capa y Horizonte N° 02: Constituido por rocas sedimentarias blandas, Conglomerado arenoso, Limos con clastos blandos, matriz arcillosos, gravillas, bloques de fragmentos, la resistividad varía entre 192 Ω -m a 299 Ω -m, se localiza Humedad.

Capa y Horizonte N° 03: Compuesta por matriz de gravas y limos intercalado con rocas sedimentarias blandas, areniscas cuarzosas, lodolitas, la resistividad varía entre 28.4 Ω -m a 44.2 Ω -m, se localiza la napa freática.

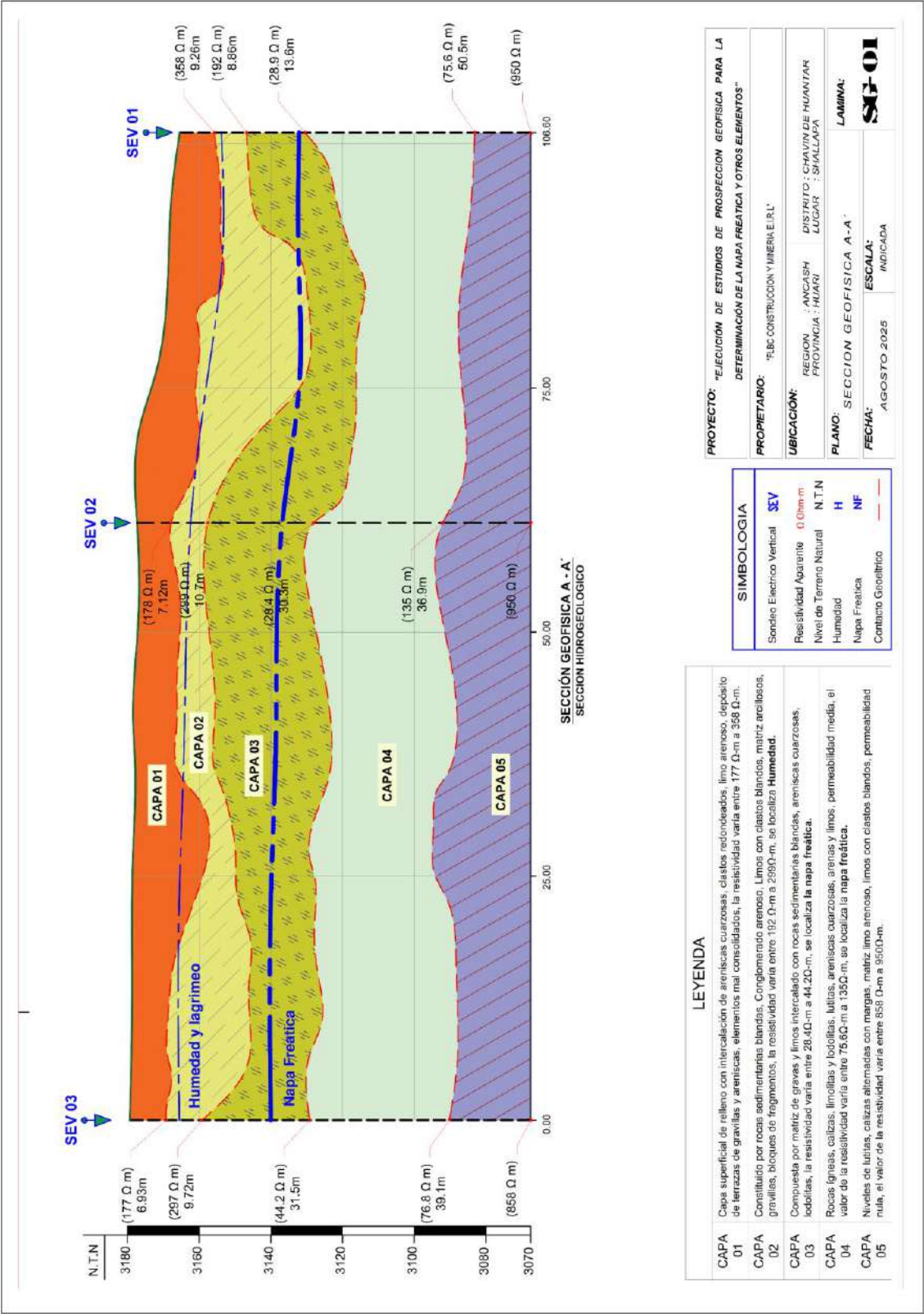
Capa y Horizonte N° 04: Rocas ígneas, calizas, limolitas y lodolitas, lutitas, areniscas cuarzosas, arenas y limos, permeabilidad media, el valor de la resistividad varía entre 75.6 Ω -m a 135 Ω -m, se localiza la napa freática.

Capa y Horizonte N° 05: Niveles de lutitas, calizas alternadas con margas, matriz limo arenoso, limos con clastos blandos, permeabilidad Napa Freatica Contacto Geoelectrico NF nula, el valor de la resistividad varía entre 858 Ω -m a 950 Ω -m.


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



Figura N° 7. Horizontes o capas de la Sección Geofísica A-A



Fuente: Estudio de prospección Geofísica 2025


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/I



B. SECCIÓN GEOELÉCTRICA B-B

Capa u Horizonte N° 01: Capa superficial de vegetación con terrazas de calizas color grisáceas, areniscas cuarzosas, rocas sedimentarias blandas, matriz limo arenoso, el valor de la resistividad varía entre 119 Ω -m a 586 Ω -m.

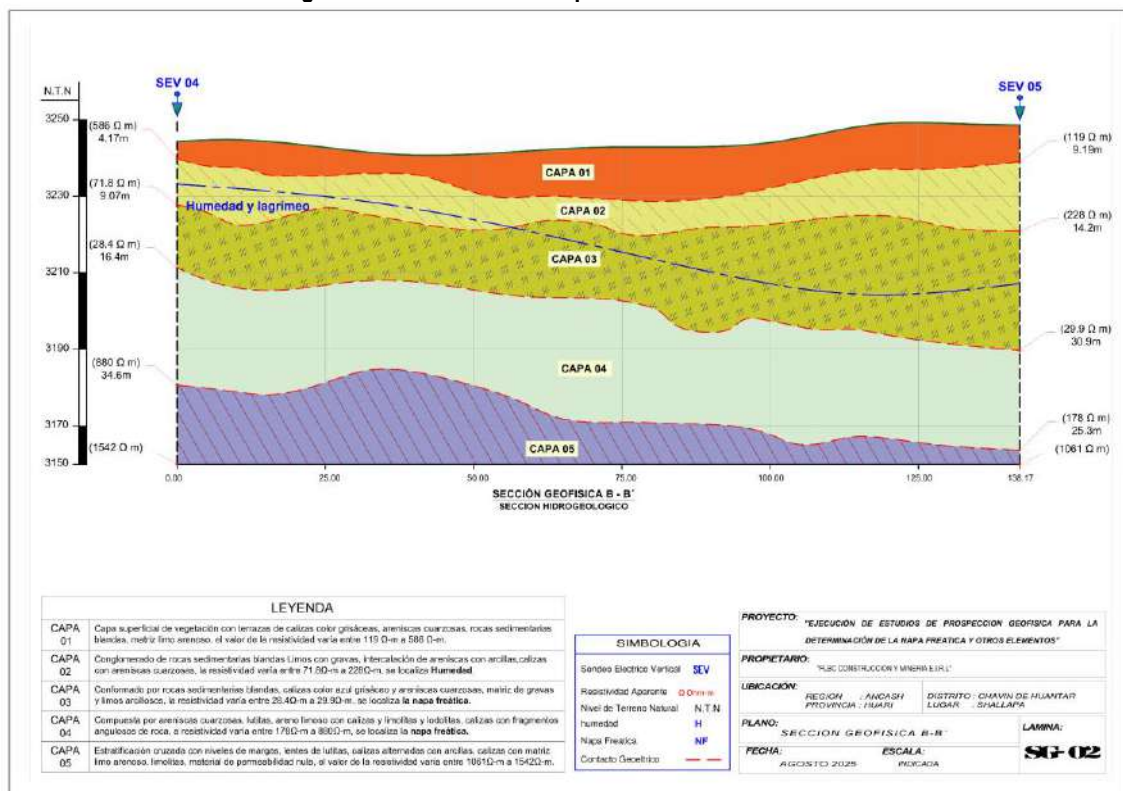
Capa y Horizonte N° 02: Conglomerado de rocas sedimentarias blandas Limos con gravas, intercalación de areniscas con arcillas, calizas con areniscas cuarzosas, la resistividad varía entre 71.8 Ω -m a 228 Ω -m, se localiza Humedad.

Capa y Horizonte N° 03: Conformado por rocas sedimentarias blandas, calizas color azul grisáceo y areniscas cuarzosas, matriz de gravas y limos arcillosos, la resistividad varía entre 28.4 Ω -m a 29.9 Ω -m, se localiza la napa freática.

Capa y Horizonte N° 04: Compuesta por areniscas cuarzosas, lutitas, areno limoso con calizas y limolitas y lodolitas, calizas con fragmentos angulosos de roca, a resistividad varía entre 178 Ω -m a 880 Ω -m, se localiza la napa freática.

Capa y Horizonte N° 05: Estratificación cruzada con niveles de margas, lentes de lutitas, calizas alternadas con arcillas, calizas con matriz NF limo arenoso, limolitas, material de permeabilidad nula, el valor de la resistividad varía entre 1061 Ω -m a 1542 Ω -m

Figura N° 8. Horizontes o capas de selección Geofísica



Fuente: Estudio de prospección Geofísica 2025

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/J



En general, el análisis hidrogeológico, permitió identificar condiciones de humedad incipiente a una profundidad cercana a los 12.60 m aproximadamente, evidenciándose exudación o lagrimeo hacia los 18.10 m aproximadamente y la localización del nivel freático alrededor de los 35.40m aproximadamente. El subsuelo está conformado en su mayoría por depósitos de baja consolidación y reducida cohesión.

3.1.3. Conclusiones y recomendaciones el estudio de prospección geofísica

Del estudio de prospección geofísica se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Conservar y fortalecer la cobertura vegetal del área como mecanismo de protección superficial, dado que esta incrementa la cohesión de los suelos y reduce los procesos erosivos. De forma complementaria, debe controlarse las actividades antrópicas en sectores con pendientes potencialmente inestables, a fin de garantizar la estabilidad integral.
- Recomienda implementar un programa de control geotécnico e hidrogeológico periódico para el SEV-05, orientado a la verificación del comportamiento de las rocas sedimentarias blandas (lutitas y margas) frente a la humedad. Este programa deberá incluir ensayos de laboratorio y campo para evaluar la variación en la resistencia al corte y la plasticidad con el aumento de humedad, así como monitoreo de precipitaciones, nivel freático y contenido hídrico del suelo. Adicionalmente, se sugiere la ejecución de inspecciones estacionales (antes, durante y después de la temporada de lluvias) con el propósito de detectar tempranamente procesos de reblandecimiento, erosión o inicio de inestabilidades y adoptar medidas correctivas oportunas.
- Recomienda la implementación de sistemas de drenaje, proyectados conforme a los criterios técnicos de la entidad competente y en función de las condiciones hidrogeológicas específicas del área, tales como conductividad hidráulica, profundidad de la napa freática y morfología del terreno. Estos drenajes deberán estar orientados a interceptar y conducir de manera controlada los flujos subterráneos, minimizar la acumulación de presiones intersticiales y favorecer la estabilidad geotécnica del subsuelo.

3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para la caracterización de las condiciones geotécnicas del área de estudio se ha tomado como referencia el “Estudio Geotécnico – Cerro Cruz Shallapa” realizado mediante contrato N° 046-2025-MDCHH-CPA 01/GM” por la Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar.

El mencionado estudio geotécnico tuvo como objetivo la evaluación geológica geotécnica de la zona donde ocurrió el evento del 30 de junio de 2022, Cerro Cruz de Shallapa para la determinación del Factor de Riesgo y posibles alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo.

3.2.1. Metodología y trabajos de campo

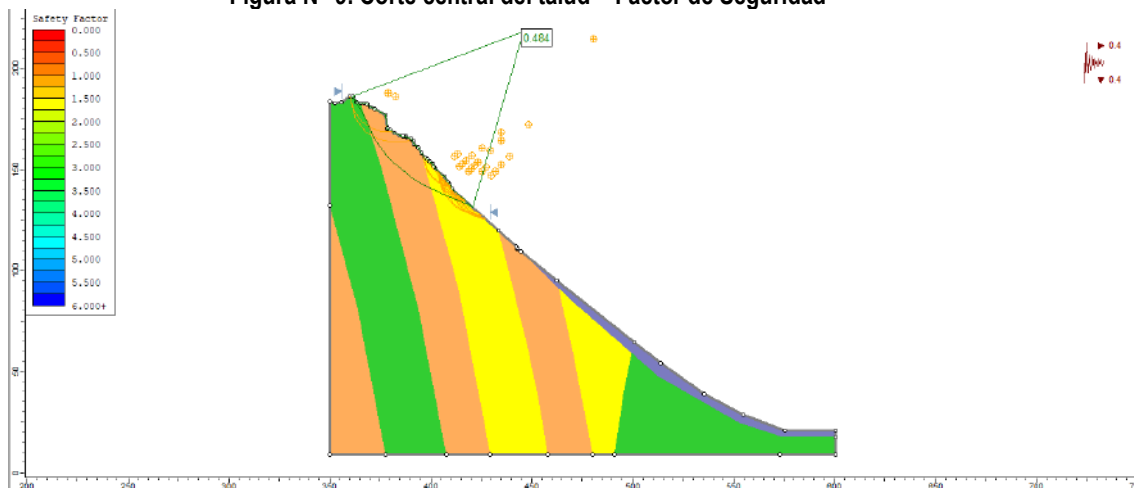
Se realizó estudio de análisis geomecánico y análisis numérico de límites finitos para la determinación del factor de seguridad en el Cerro Cruz de Shallapa.

3.2.2. Resultados y Hallazgos Clave

- El análisis numérico de límites finitos realizado determinó un Factor de Seguridad de 0.484 en el terreno natural, lo que indica que el talud en su estado natural es críticamente inestable, como se observa en la siguiente figura:


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

Figura N° 9. Corte central del talud – Factor de Seguridad



Fuente: Estudio Geotécnico – 2025

3.2.3. Conclusiones y recomendaciones el estudio geotécnico

Del estudio geotécnico se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Recomienda implementar monitoreo en la ladera del cerro Shallapa para identificar desplazamientos, grietas o eventos que contribuyan al colapso del macizo rocoso. De la misma forma se recomienda monitorear el deslizamiento adyacente al derrumbe, este puede ser mediante imágenes Insar, topográfico, u otros métodos.
- Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, con el fin de que, la intervención antrópica no acelere los procesos activación y/o reactivación de movimientos en masa. Así mismo, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos.
- Realizar la estabilización definitiva del talud cerro cruz de shallapa, una primera etapa debe realizarse la parte alta de la cota 3330 – 3260 msnm, posterior la parte baja.
- La estabilización definitiva del talud cerro cruz de shallapa, se debe realizar un soil nailing desde la cabecera hasta el pie del talud – Jiron Wiracocha , realizando un lanzado preventivo de shotcrete 2", anclajes de 3" de perforación con autoperforantes de R38 de 500KN de resistencia, una longitud de 10 m en la cabecera distribuidos 6x6m (zona de areniscas con estratos abiertos), malla electrosoldada y shotcrete definitivo, en la parte media baja un sistema de banquetas con concreto ciclópeo con una inclinación 10° para efecto de volteo (Coriolis) anclados con pernos de 25 metros y culminar con una viga de apoyo de 50x50cm, drenes distribuidos uniformemente.

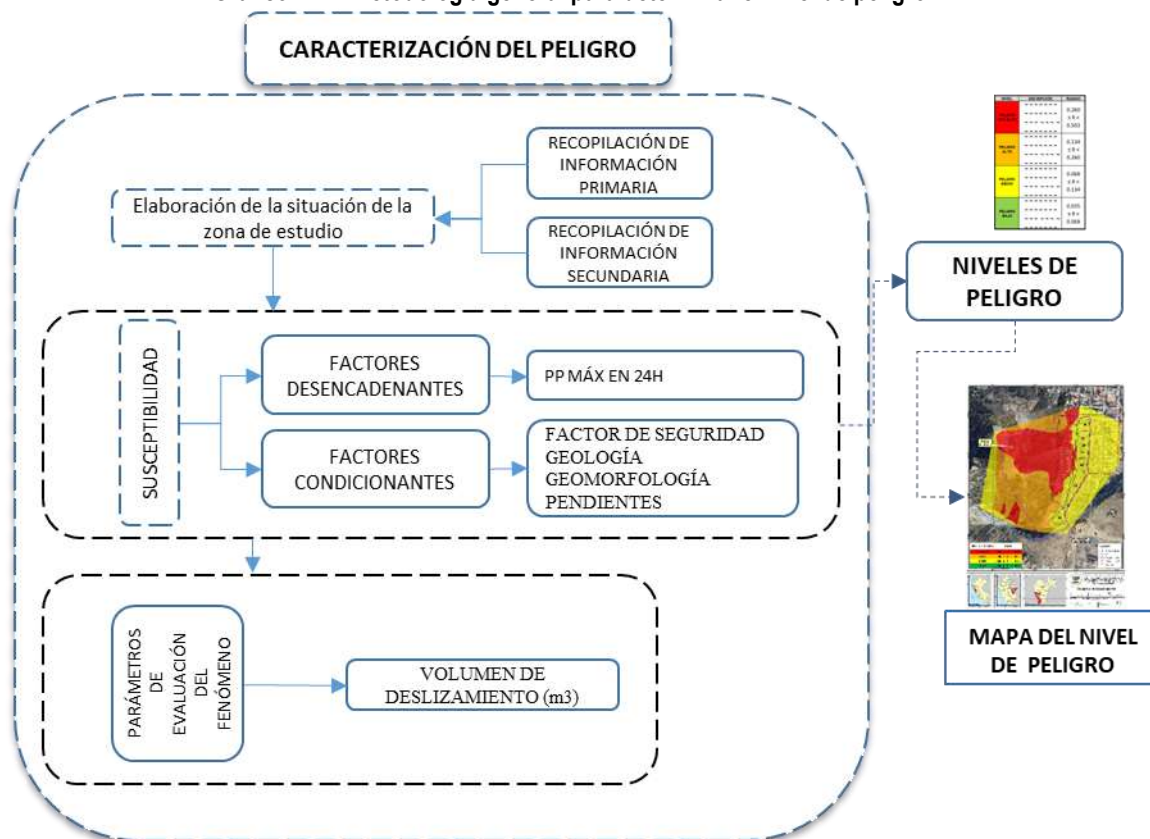
4. CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL PELIGRO

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

4.1. Metodología para la determinación del Peligro

Para determinar el nivel de peligro por deslizamientos, se recurrió a los alcances establecidos en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión siguiendo la siguiente metodología descrita en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 1. Metodología general para determinar el nivel de peligro

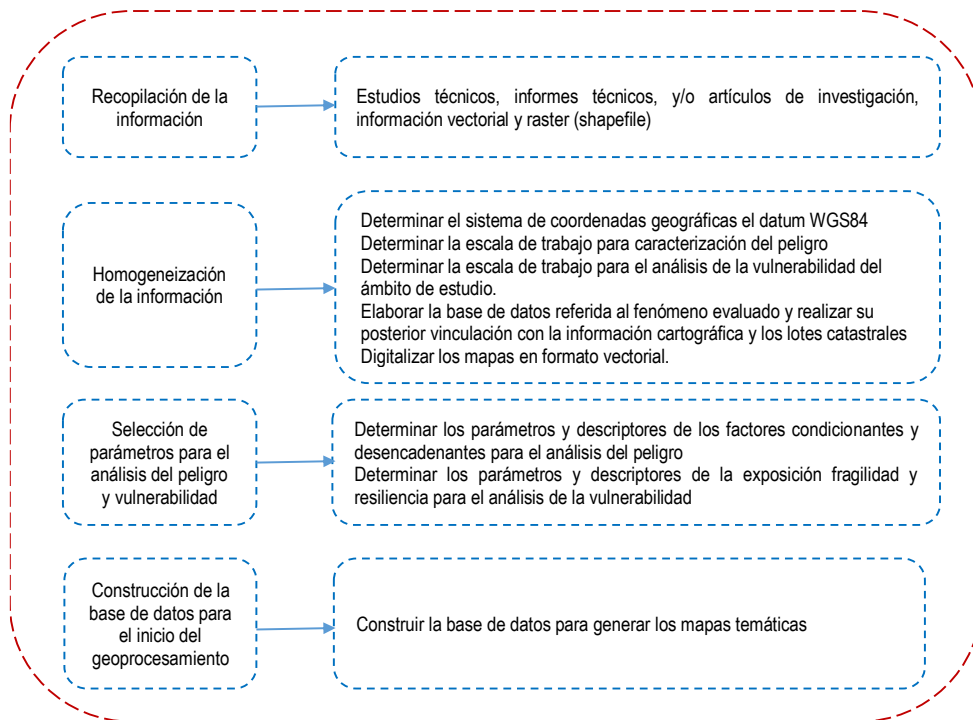


Fuente: Equipo técnico

4.2. Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, SENAMHI, entre otros), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, suelos, geotecnia, geología y geomorfología del Ámbito de estudio, que forma parte de dicho distrito de Chavín de Huántar, para el fenómeno correspondiente a deslizamientos.

Gráfico N° 2. Esquema de Recopilación y Análisis de Información



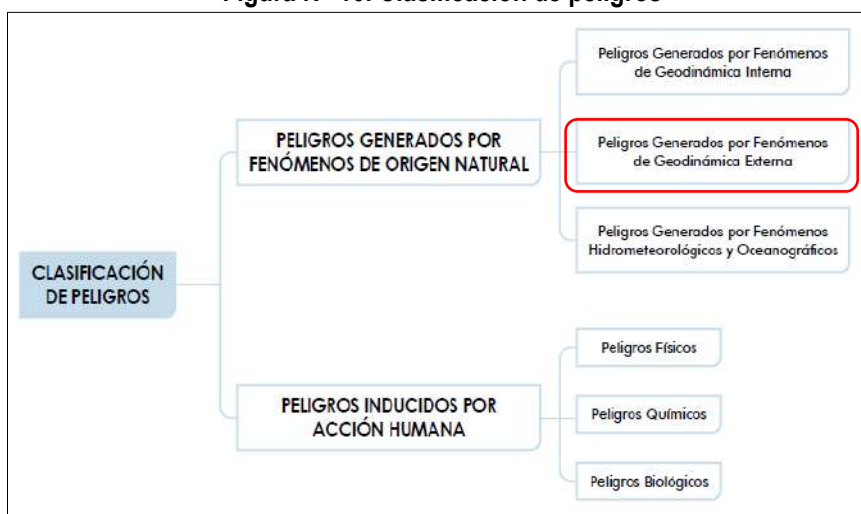
Elaboración: Equipo técnico

4.3. Identificación de los Peligros

El peligro es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

De acuerdo con la normativa nacional, los peligros según su origen, pueden ser de dos clases: generados por fenómenos de origen natural y los inducidos por la acción humana o antrópicos, tal como se puede visualizar en el cuadro a continuación:

Figura N° 10. Clasificación de peligros



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 2da Version - CENEPRED

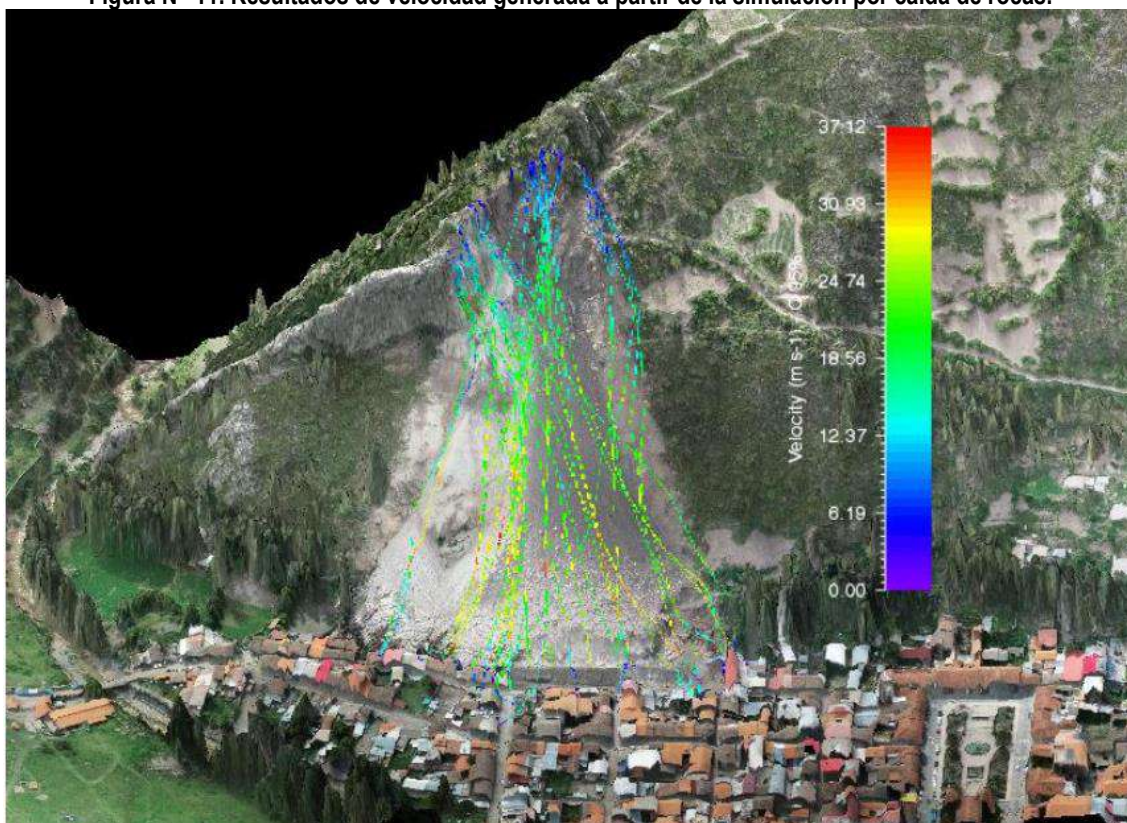
Para identificar y caracterizar el peligro, previa a la visita de campo se recopiló información generada por las entidades técnico-científicas, para luego con el levantamiento de información en campo, contrastarla en gabinete de las investigaciones y estudios técnicos realizados por el INGEMMET principalmente.

En la ladera del Cerro Cruz de Shállapa se han identificado peligros geológicos asociados principalmente a movimientos en masa, tales como deslizamientos y caída de rocas, cuya activación está relacionada con la presencia de lluvias intensas y condiciones geológicas desfavorables, como rocas sedimentarias altamente fracturadas, materiales meteorizados, pendientes escarpadas y escasa cobertura vegetal. Estas condiciones generan un peligro inminente, ya que existe una alta probabilidad de nuevos eventos de remoción en masa, que comprometen directamente a la población y a sus medios de vida.

MODELAMIENTO DE CAÍDA DE ROCAS

Se ha usado de referencia los resultados del modelamiento de caída de rocas realizado en el cerro Cruz de Shallapa por INGEMMET y publicados en el Informe Técnico N° A7371 “Evaluación Ingeniero – Geológica en el Cerro Cruz de Shallapa” del 2023. En este estudio se menciona que los resultados obtenidos de la simulación con el Rockfall muestran que los bloques desprendidos desde la parte alta del cerro Shallapa, analizando el escenario más crítico, pueden sobrepasar el muro de contención que actualmente existe (arrimado de rocas) de aproximadamente 5 m, lo que afectaría alrededor de 10 viviendas ubicadas en la calle Wiracocha, así mismo, la trayectoria de algunos bloques llegaría a impactar en los Jr. Tupac Yupanqui y Mayta Cápac; mas no tendría impacto directamente al centro arqueológico de Chavín de Huántar.

Figura N° 11. Resultados de velocidad generada a partir de la simulación por caída de rocas.



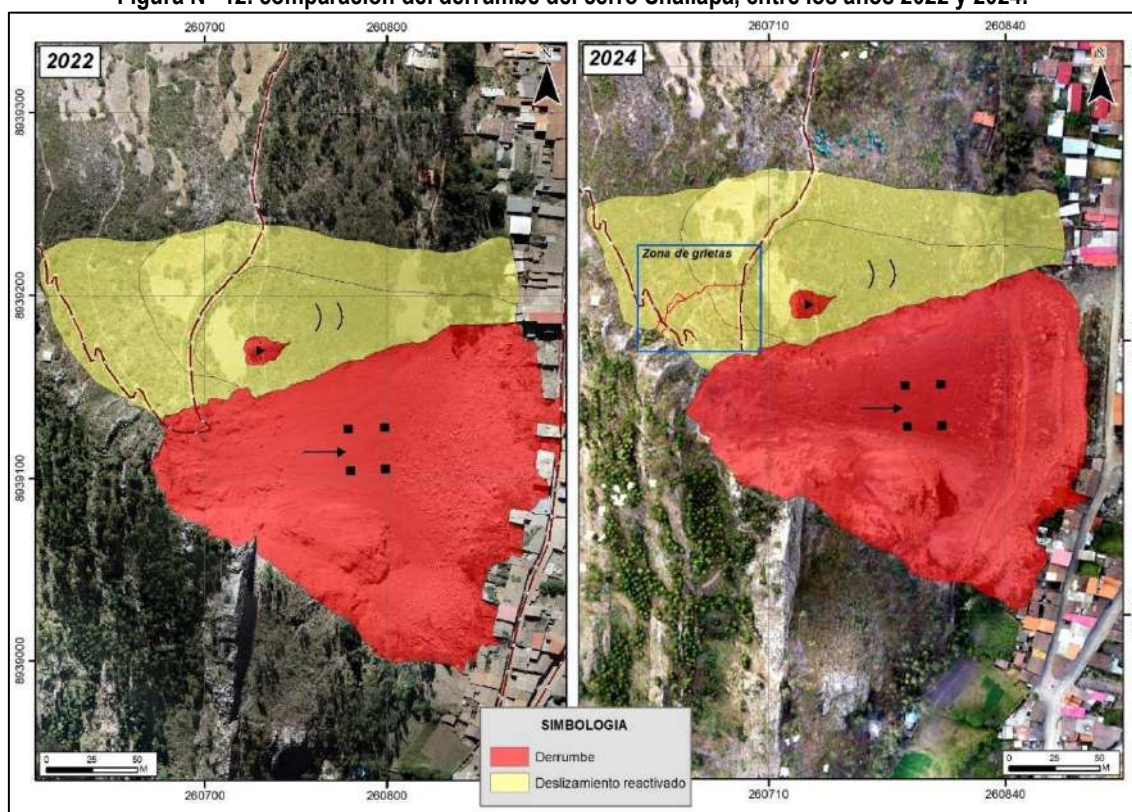
Elaboración: INGEMMET 2023

SITUACIÓN ACTUAL DEL DERRUMBE DEL CERRO CRUZ DE SHALLAPA

De acuerdo la Opinión Técnica N° 015-2024 “Inspección Técnica del Estado Actual del Derrumbe en el Cerro Cruz de Shallapa” publicada por INGEMMET, en el 2022, en la corona del derrumbe se apreciaba material suelto inestable, compuesto por bloques de hasta 1.4 m, los cuales continuaron cayendo cuesta abajo después ocurrido el evento. Así también, parte del material dispuesto en el flanco izquierdo se desprendió; sin embargo, aún se evidenciaba bloques, con diámetros de hasta 1.6 m.

Durante la inspección técnica hecha por INGEMMET del 10 de junio del 2024, evidenciaron que gran parte del material suelto ubicado en la zona de arraque ha sido desquinchado, quedando aun material suelto con bloques de menor dimensión, y bloques de aproximadamente 80 cm en el flanco izquierdo del derrumbe, ambos están sostenidos por una malla estabilizadora, tendida hasta media ladera, acompañados con pernos de anclaje. En la parte superior del derrumbe se observó cierto movimiento de los estratos de areniscas a favor de la pendiente, con aperturas de aproximadamente 20 cm, con el tiempo este puede incrementar en tamaño y generar caída de rocas y/o derrumbe. En la zona de arranque (contacto suelo - roca) se observa agrietamiento longitudinal, posiblemente provocado por la escorrentía de agua de lluvia, que discurre por la cara del talud, generando mayor infiltración en esa zona, acompañada de la pendiente fuerte del talud.

Figura N° 12. comparación del derrumbe del cerro Shallapa, entre los años 2022 y 2024.



Elaboración: INGEMMET 2024

DESLIZAMIENTO REACTIVADO EN EL CERRO CRUZ DE SHALLAPA

Por otro lado, el INGEMMET menciona que en el año 2022 en el deslizamiento adyacente al derrumbe se observó aperturas de hasta 60 cm producidos en el camino de herradura con un ancho de 1.5 m. El 2023 las grietas incrementaron en ancho y profundidad, observándose 1.10 m. Para el presente año 2024; según el monitoreo realizado por la Municipalidad de Chavín de Huántar, entre enero y febrero hubo un desplazamiento vertical de ~ 3 m y 12 m de manera horizontal.

Actualmente, el deslizamiento presenta una corona definida, de forma semicircular, con 80 cm de desplazamiento a favor de la pendiente. Así mismo, se observó la formación de nuevos agrietamientos longitudinales y transversales (figura 7), esto indica que el deslizamiento presenta una evolución continua y corresponde a un proceso activo y latente, con alta probabilidad de deslizar parte de la ladera cuesta abajo, apoyado por la pendiente del terreno que es muy empinada. De ocurrir este evento, afectaría directamente a las viviendas asentadas al pie del cerro Cruz de Shallapa.

Figura N° 13. Deslizamiento en el cerro Cruz de Shallapa, ubicado al norte del derrumbe



Elaboración: INGEMMET 2024



4.4. Determinación del nivel de peligro

4.4.1. Caracterización de las lluvias intensas

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN EXTREMAS

De acuerdo al documento denominado “*Estimación de Umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos*”⁸ realizada por el SENAMHI, en donde se establecen los valores de precipitaciones extremas en 24 horas para una estación meteorológica en función al análisis de datos de precipitaciones diarias con control de calidad básico realizado por la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica del SENAMHI para el periodo base 1964 – 2014.

De acuerdo al documento mencionado se caracterizaron los extremos de precipitación estableciendo los siguientes umbrales en función a análisis de percentiles como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2. Caracterización de extremos de precipitación

Umbrales de precipitación ⁹	Caracterización de lluvias extremas
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso

Fuente: SENAMHI

Específicamente para la estación meteorológica “Chavín” ubicada en El distrito de Chavín de Huántar se determinaron los siguientes umbrales de precipitación:

Tabla 3. Umbrales de Precipitación para la Estación Meteorológica “Chavín”

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación : Chavín
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 20,6 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	13,7 mm < RR ≤ 20,6 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	10,6 mm < RR ≤ 13,7 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	6,8 mm < RR ≤ 10,6 mm

Fuente: SENAMHI⁹

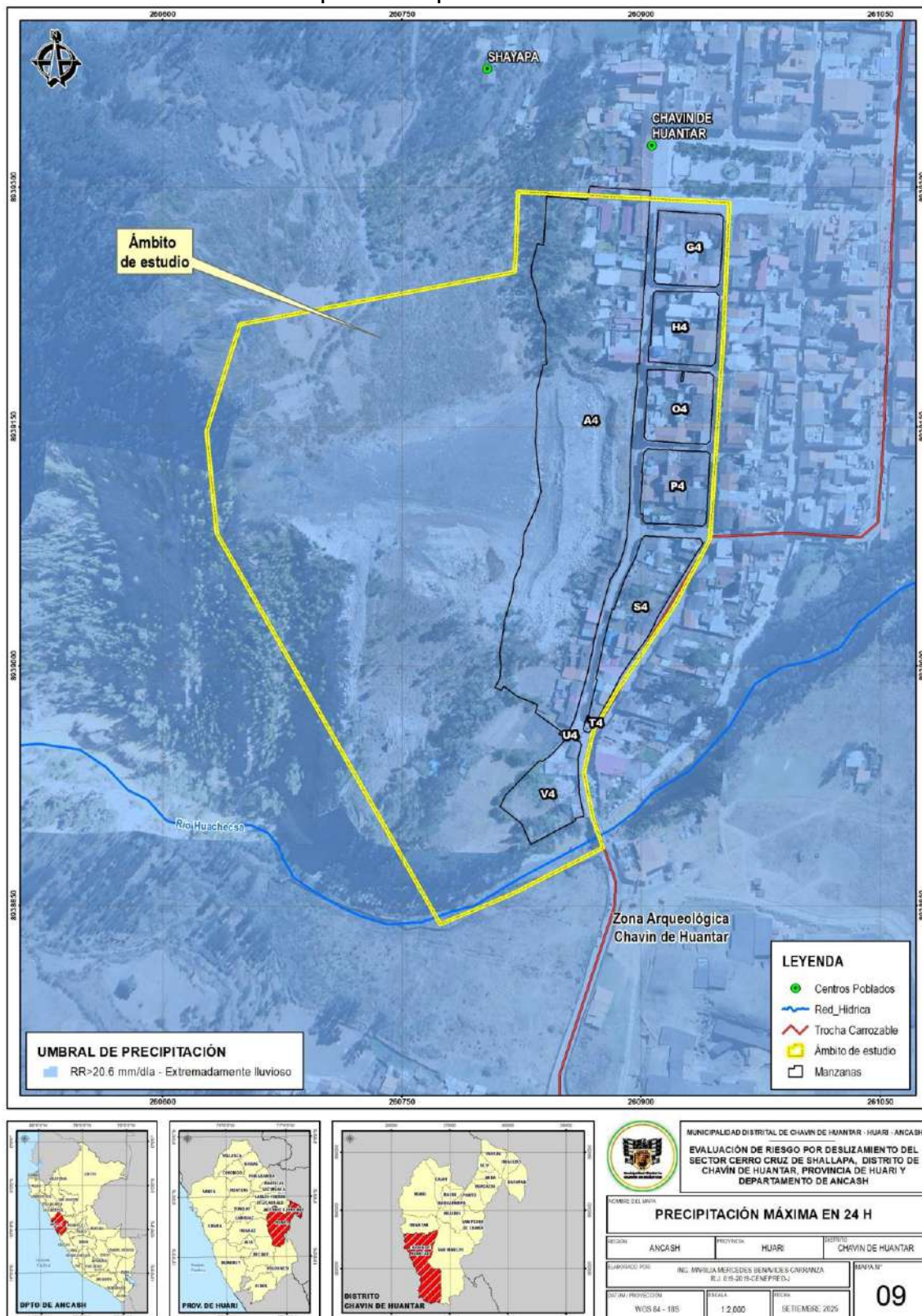
Del mismo modo, el documento muestra la máxima precipitación de su serie histórica, correspondiéndole para la estación Chavín 32.6 mm/día, registrados en el 16/11/1998.

⁸ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>

⁹ <https://www.senamhi.gob.pe/pdf/clim/umbrales-precipitaciones-absol.pdf>



Mapa N° 9. Precipitación máxima en 24h



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de SENAMHI

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/J

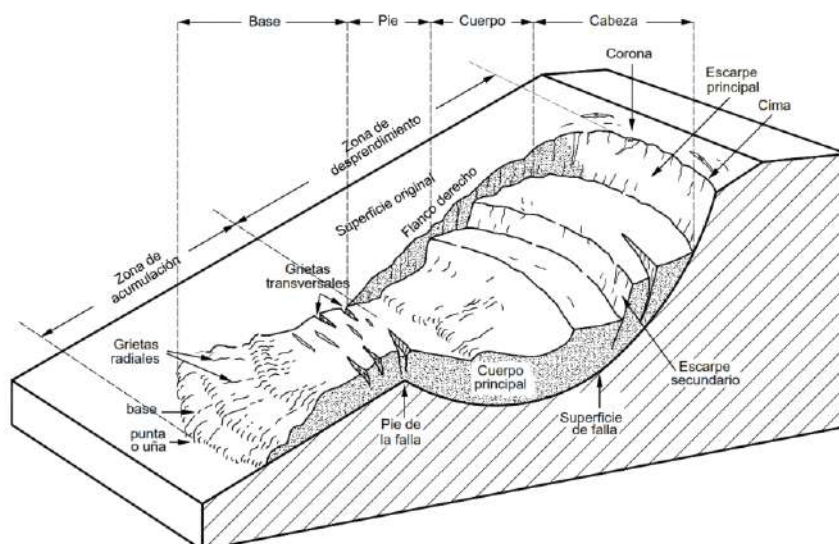
4.4.2. Caracterización del peligro por deslizamientos

Los movimientos en masa son proceso de la Geodinámica Externa, los cuales modifican las diferentes formas de terreno. Los deslizamientos a su vez, son la principal manifestación de los movimientos en masa.

Los deslizamientos consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia debajo de un talud” (Cruden 1991). En el término “deslizamiento” se incluyen tanto los procesos de erosión como los procesos denudacionales. La naturaleza precisa del proceso no está incluida en la definición e incluye procesos que son producto de la acción de las fuerzas gravitacionales, hidráulicas, etc.

Partes de un deslizamiento

- a. **Cabeza.** Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud.
- b. **Cima.** El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- c. **Corona.** El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.
- d. **Escarpe principal.** Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.
- e. **Escarpe secundario.** Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.
- f. **Superficie de falla.** Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.
- g. **Pie de la Superficie de falla.** La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- h. **Base.** El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- i. **Punta o uña.** El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.
- j. **Cuerpo principal del deslizamiento.** El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento.



DESLIZAMIENTOS EN MASA

El deslizamiento en masa consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. Los deslizamientos en masa pueden ser de una sola masa coherente que se mueve, o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes.

El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda la que sería la superficie de falla, sino que se va generando en un proceso gradual. La superficie de falla es una zona de determinado espesor, en la cual se producen cambios volumétricos y desplazamientos relacionados con la falla o rotura, al cortante de los materiales.

Los desplazamientos en masa se pueden subdividir en subtipos denominados deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales o planares y deslizamientos compuestos de rotación y traslación. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y el tipo de estabilización que se va a emplear.

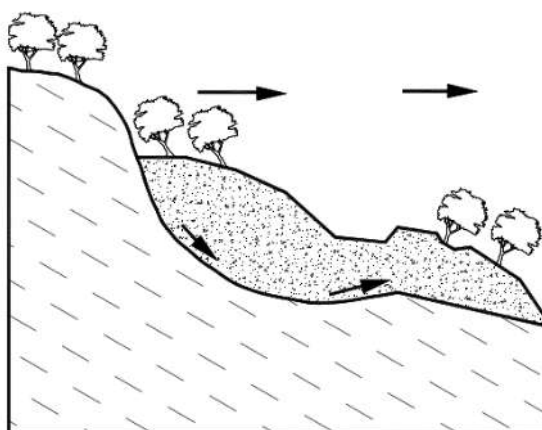
A. Deslizamiento rotacional

En un deslizamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento. El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Visto en planta, el deslizamiento de rotación posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento.

El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, lo cual genera, comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento. La cabeza del movimiento bascula hacia atrás y los árboles se inclinan, de forma diferente, en la cabeza y en el pie del deslizamiento.

Es de este tipo de deslizamiento el que se encuentra reactivado en el Cerro Cruz de Shallapa.

Figura N° 14. Deslizamiento rotacional típico



Fuente: Deslizamientos, análisis geotécnico, Jaime Suarez

B. Deslizamientos traslacionales

También conocidos como deslizamientos de bloque, estos ocurren cuando la masa de suelo se mueve a lo largo de una superficie de falla plana o ligeramente ondulada. La superficie de deslizamiento suele ser una capa de roca o un estrato de suelo débil. A diferencia de los



deslizamientos rotacionales, el material se mueve como un bloque coherente sin mucha deformación interna.

C. Deslizamientos complejos

Estos deslizamientos son una combinación de dos o más tipos de movimiento. Por ejemplo, una parte de la masa puede deslizarse rotacionalmente, mientras que otra parte se mueve de forma traslacional. Estos deslizamientos suelen ocurrir en pendientes con geología compleja y múltiples superficies de falla.

CAÍDA DE ROCAS

El peligro por caída de rocas se define como la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos de bloques rocosos desde laderas, taludes naturales o taludes artificiales (carreteras, canteras, cortes), que se movilizan bajo la acción de la gravedad, con trayectorias generalmente de caída libre, rebote, rodadura o deslizamiento superficial, y que pueden impactar en la base de la pendiente o zonas adyacentes.

Origen: Asociado a procesos de meteorización, fracturamiento de la roca, cambios térmicos, infiltración de agua, actividad sísmica o vibraciones antrópicas.

Dinámica del movimiento: Rápida y de alta energía; los bloques pueden saltar, rodar o fragmentarse en el trayecto.

Material involucrado: Fragmentos de roca de diferentes dimensiones (desde decímetros hasta varios metros).

Zona de impacto: Generalmente en la base de la ladera o en infraestructura ubicada en la trayectoria (viviendas, carreteras, ríos).

Factores condicionantes: Pendiente pronunciada, presencia de discontinuidades (diaclasas, fallas, planos de estratificación), baja cohesión entre bloques.

4.4.3. Parámetro de Evaluación del Peligro – ponderación del parámetro

Se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad por deslizamientos en el ámbito de estudio del Sector Cerro Cruz de Shallapa.

PESO PONDERADO DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO

Se va a utilizar el parámetro: Volumen del deslizamiento (m³), los valores numéricos (pesos) de sus descriptores fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico.

Para el análisis de los peligros, se utilizó el análisis multicriterio, denominado proceso jerárquico, que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros que caracterizan el peligro (Saaty, 1980) cuyo resultado busca indicar la importancia relativa de comparación de parámetros. Seguidamente se muestra la tabla 5, la misma que será utilizada para el cálculo de los ponderados de los demás peligros objeto del análisis de la presente evaluación de peligros.



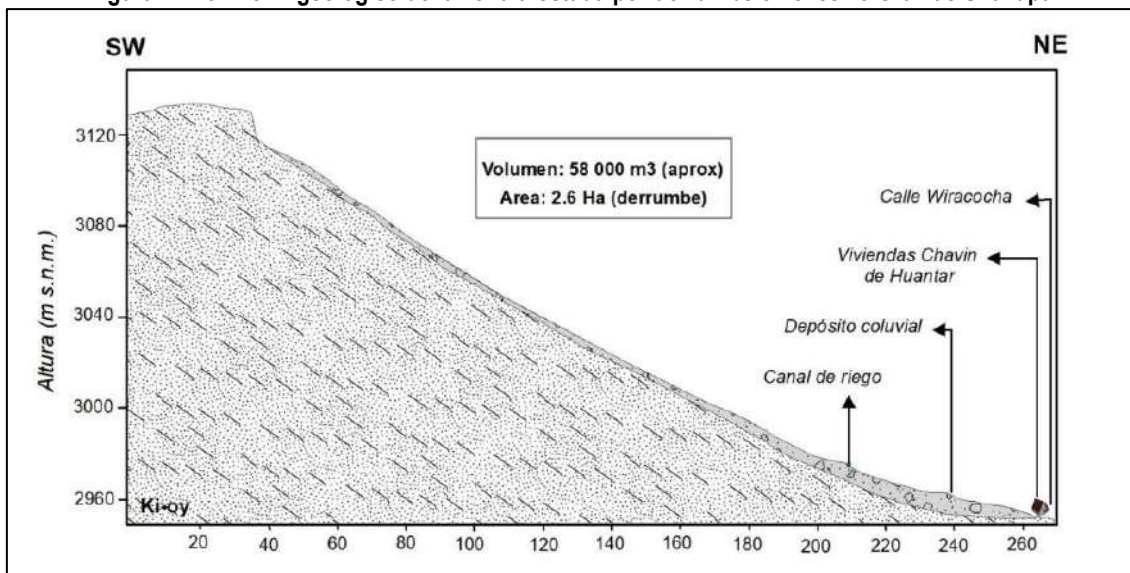
Tabla N° 6. Escala numérica y verbal para la comparación de pares

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: CENEPRED

Para la caracterización del volumen del material se va utilizar como referencia el Informe Técnico N° A7280 “Evaluación de Peligros Geológicos en el Cerro Cruz de Shallapa y su Influencia en la Localidad de Chavín de Huántar” publicado por INGEMMET en 2022. En el mencionado estudio calculan de manera aproximada un volumen de 58 000 m³.

Figura N° 15. Perfil geológico de la zona afectada por derrumbe en el cerro Cruz de Shallapa



Fuente: INGEMMET 2022


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



a) Parámetro: VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO (m3)

Tabla N° 7. Matriz de comparación de pares del parámetro Volumen del deslizamiento

VOLUMEN DEL DESLIZAMIENTO (M3)	> 100,000 m3	50,000 - 100,000 m3	5,000 - 50,000 m3	1,000 - 5,000 m3	< 1,000 m3
> 100,000 m3	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
50,000 - 100,000 m3	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
5,000 - 50,000 m3	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
1,000 - 5,000 m3	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
< 1,000 m3	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: Equipo técnico

Tabla N° 8. Matriz de normalización del parámetro Volumen del deslizamiento

VOLUMEN DEL DESLIZAMIENTO (M3)	> 100,000 m3	50,000 - 100,000 m3	5,000 - 50,000 m3	1,000 - 5,000 m3	< 1,000 m3	Vector Priorización
> 100,000 m3	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
50,000 - 100,000 m3	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
5,000 - 50,000 m3	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
1,000 - 5,000 m3	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
< 1,000 m3	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Volumen del deslizamiento

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Equipo técnico

4.4.4. Susceptibilidad del Territorio

Se entiende por susceptibilidad ante el peligro por deslizamientos, la predisposición a que un deslizamiento ocurra sobre un determinado ámbito geográfico y el grado de impacto que tendría en función a sus características físicas. Si en un punto geográfico se conocen las características geológicas, geomorfológicas, pendientes, climáticas, etc. y además se cuenta con información histórica de eventos de deslizamientos a los que motivan el estudio, entonces se puede determinar la mayor o menor susceptibilidad de la zona, lo que quiere decir que la susceptibilidad va a depender de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno.

Para la evaluación de la susceptibilidad del ámbito de estudio para deslizamientos, en el Sector Cerro Cruz de Shallapa se consideraron los siguientes factores desencadenantes y condicionantes:


 Marilia Mercedes Benavides Carranza
 Ingeniera Geógrafa
 Reg. CIP N° 173752
 R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



Tabla N° 9. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Precipitación Máxima en 24H	- Factor de Seguridad Geotécnico - Geología - Geomorfología - Pendientes

Fuente: Equipo técnico

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).

4.4.5. Análisis del factor desencadenante

La precipitación constituye uno de los principales factores desencadenantes de deslizamientos en zonas de ladera, debido a su influencia directa en el aumento de la presión intersticial, la reducción de la resistencia al corte de los suelos y la sobrecarga adicional que se genera en el talud. En particular, la precipitación máxima en 24 horas registrada en estaciones meteorológicas cercanas es un indicador crítico, dado que refleja eventos de lluvia intensa capaces de producir infiltración significativa en un corto periodo de tiempo, lo que a su vez puede conducir a condiciones de inestabilidad.

En el caso del ámbito de estudio, se emplea la información proveniente de la estación Chavín, al ser la estación más próxima y representativa de las condiciones climáticas de la zona. El valor de la precipitación máxima en 24 horas permite caracterizar escenarios de lluvias extremas que podrían actuar como disparadores del deslizamiento.

Este enfoque es consistente con estudios previos en geotecnia y gestión del riesgo de desastres, donde se reconoce que el umbral de lluvia diaria extrema es un parámetro determinante para modelar y evaluar la ocurrencia de movimientos en masa (Guzzetti et al., 2007; Crosta & Frattini, 2008). En zonas andinas del Perú, diversos eventos de deslizamientos se han vinculado a acumulaciones de precipitación en lapsos de 24 a 48 horas, lo que valida el uso de este indicador como variable desencadenante dentro del análisis de peligro.

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante correspondiente a la **Máxima Precipitación en 24 horas**, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:



a) **Parámetro: Máxima Precipitación en 24h**

Tabla N° 10. Matriz de comparación de pares del parámetro Máxima PP en 24h

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H - ESTACIÓN CHAVÍN	Extremadamente lluvioso, RR>20.6 mm (RR/día>99p)	Muy lluvioso, 13,7 mm<RR≤20,6 mm (95p<RR/día≤99p)	Lluvioso, 10,6 mm<RR≤13,7 mm (90p<RR/día≤95p)	Moderadamente lluvioso 6,8 mm<RR≤10,6 mm (75p<RR/día≤90p)	Escasamente lluvioso, RR<6.8mm (RR/día<75p)
Extremadamente lluvioso, RR>20.6 mm (RR/día>99p)	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Muy lluvioso, 13,7 mm<RR≤20,6 mm (95p<RR/día≤99p)	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
Lluvioso, 10,6 mm<RR≤13,7 mm (90p<RR/día≤95p)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Moderadamente lluvioso 6,8 mm<RR≤10,6 mm (75p<RR/día≤90p)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Escasamente lluvioso, RR<6.8mm (RR/día<75p)	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.98	6.83	11.50	22.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 11. Matriz de normalización del parámetro Máxima PP en 24h

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H - ESTACIÓN CHAVÍN	Extremadamente lluvioso, RR>20.6 mm (RR/día>99p)	Muy lluvioso, 13,7 mm<RR≤20,6 mm (95p<RR/día≤99p)	Lluvioso, 10,6 mm<RR≤13,7 mm (90p<RR/día≤95p)	Moderadamente lluvioso 6,8 mm<RR≤10,6 mm (75p<RR/día≤90p)	Escasamente lluvioso, RR<6.8mm (RR/día<75p)	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso, RR>20.6 mm (RR/día>99p)	0.466	0.503	0.439	0.435	0.409	0.450
Muy lluvioso, 13,7 mm<RR≤20,6 mm (95p<RR/día≤99p)	0.233	0.251	0.293	0.261	0.318	0.271
Lluvioso, 10,6 mm<RR≤13,7 mm (90p<RR/día≤95p)	0.155	0.126	0.146	0.174	0.136	0.148
Moderadamente lluvioso 6,8 mm<RR≤10,6 mm (75p<RR/día≤90p)	0.093	0.084	0.073	0.087	0.091	0.086
Escasamente lluvioso, RR<6.8mm (RR/día<75p)	0.052	0.036	0.049	0.043	0.045	0.045

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Máxima PP en 24h

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.006
RC	0.005

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/J



4.4.6. Análisis de los factores condicionantes – ponderación de parámetros

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno en estudio, en este caso los deslizamientos.

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetros: Factores Condicionantes

Tabla N° 12. Matriz de comparación de pares de los Factores Condicionantes

PARÁMETROS FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PENDIENTES
FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	1.00	2.00	4.00	7.00
UNIDADES GEOLÓGICAS	0.50	1.00	3.00	5.00
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	0.25	0.33	1.00	3.00
PENDIENTES	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.89	3.53	8.33	16.00
1/SUMA	0.53	0.28	0.12	0.06

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 13. Matriz de normalización del parámetro Factores Condicionantes

PARÁMETROS FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PENDIENTES	Vector Priorización
FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
UNIDADES GEOLÓGICAS	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
PENDIENTES	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores condicionantes

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.020
RC	0.022

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



b) Parámetro: Factor de Seguridad Geotécnico

El Factor de Seguridad (FS) es el indicador principal para evaluar si un talud es estable o inestable frente a deslizamientos. Se define como:

$$FS = \text{Esfuerzo cortante actuante} / \text{Resistencia al corte}$$

Resistencia al corte: depende de la cohesión, el ángulo de fricción interna y la presión efectiva.

Esfuerzo cortante actuante: proviene del peso propio del talud, la inclinación, sobrecargas externas y condiciones de saturación.

Para el presente análisis se han establecido los siguientes descriptores:

Tabla N° 14. Descriptores parámetro Factor de Seguridad Geotécnico

Descriptor	Descripción
$FS < 1.0$	Inestable, El talud está en falla; el deslizamiento es inminente o ya está ocurriendo.
$1.0 \leq FS < 1.3$	Crítico – Marginal, Equilibrio muy precario; pequeños detonantes (lluvia, sismo, excavación) pueden generar deslizamiento.
$1.3 \leq FS < 1.5$	Moderadamente estable, Talud relativamente estable, pero aún vulnerable a cambios en las condiciones (ej. saturación).
$1.5 \leq FS < 2.0$	Estable, Talud seguro en condiciones estáticas; bajo peligro de deslizamiento.
$FS \geq 2.0$	Muy estable, Margen de seguridad amplio; el peligro por deslizamiento es mínimo.

Fuente: Equipo técnico

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores del parámetro Factor de Seguridad Geotécnica se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 15. Matriz de comparación de pares del parámetro Factor de Seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	$FS < 1.0$ (Inestable)	$1.0 \leq FS < 1.3$ (crítico - marginal)	$1.3 \leq FS < 1.5$ (moderadamente estable)	$1.5 \leq FS < 2.0$ (estable)	$FS > 2.0$ (Muy estable)
$FS < 1.0$ (Inestable)	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
$1.0 \leq FS < 1.3$ (crítico - marginal)	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
$1.3 \leq FS < 1.5$ (moderadamente estable)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
$1.5 \leq FS < 2.0$ (estable)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
$FS > 2.0$ (Muy estable)	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.08	4.00	7.75	11.50	21.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.05

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.L. N° 019-2019-CENEPRED/J



Tabla N° 16. Matriz de normalización del parámetro Factor de Seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD GEOTÉCNICO (FS)	FS < 1.0 (Inestable)	1.0 ≤ FS < 1.3 (crítico - marginal)	1.3 ≤ FS < 1.5 (moderadamente estable)	1.5 ≤ FS < 2.0 (estable)	FS > 2.0 (Muy estable)	Vector Priorización
FS < 1.0 (Inestable)	0.482	0.500	0.516	0.435	0.381	0.463
1.0 ≤ FS < 1.3 (crítico - marginal)	0.241	0.250	0.258	0.261	0.286	0.259
1.3 ≤ FS < 1.5 (moderadamente estable)	0.120	0.125	0.129	0.174	0.190	0.148
1.5 ≤ FS < 2.0 (estable)	0.096	0.083	0.065	0.087	0.095	0.085
FS > 2.0 (Muy estable)	0.060	0.042	0.032	0.043	0.048	0.045

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Factor de Seguridad

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.011
RC	0.010

Fuente: Equipo técnico

c) Parámetro: Unidades Geológicas

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores determinados para el parámetro Unidades Geológicas se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 17. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas

UNIDADES GEOLÓGICAS	Depósitos coluviales (Q-co)	Depósitos de deslizamientos (Q-dd)	Formación Oyón (Ki-oy)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos proluviales y aluviales (Q-pl, Q-al)
Depósitos coluviales (Q-co)	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Depósitos de deslizamientos (Q-dd)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Formación Oyón (Ki-oy)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Formación Chimú (Ki-chi)	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Depósitos proluviales y aluviales (Q-pl, Q-al)	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 18. Matriz de normalización del parámetro Unidades Geológicas

UNIDADES GEOLÓGICAS	Depósitos coluviales (Q-co)	Depósitos de deslizamientos (Q-dd)	Formación Oyón (Ki-oy)	Formación Chimú (Ki-chi)	Depósitos proluviales y aluviales (Q-pl, Q-al)	Vector Priorización
Depósitos coluviales (Q-co)	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	0.461
Depósitos de deslizamientos (Q-dd)	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	0.270
Formación Oyón (Ki-oy)	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	0.145
Formación Chimú (Ki-chi)	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	0.077
Depósitos proluviales y aluviales (Q-pl, Q-al)	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	0.046

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Unidades Geológicas

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.016
RC	0.015

Fuente: Equipo técnico

d) Parámetro: Unidades Geomorfológicas

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores determinados para el parámetro unidades geomorfológicas se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 19. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geomorfológicas

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Vertiente coluvial (V-co)	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs)	Terraza Aluvial (T-al)	Piedemonte Aluvio - Torrencial (P-at)
Vertiente coluvial (V-co)	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Terraza Aluvial (T-al)	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Piedemonte Aluvio - Torrencial (P-at)	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 20. Matriz de normalización del parámetro Unidades Geomorfológicas

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Vertiente coluvial (V-co)	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs)	Terraza Aluvial (T-al)	Piedemonte Aluvio - Torrencial (P-at)	Vector Priorización
Vertiente coluvial (V-co)	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs)	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Terraza Aluvial (T-al)	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Piedemonte Aluvio - Torrencial (P-at)	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Unidades Geomorfológicas

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Equipo técnico

e) Parámetro: Pendientes

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores determinados para el parámetro pendientes se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 21. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendientes

PENDIENTES	> 45° (Pendientes escarpadas o acantilados)	25° - 45° (Pendientes fuertes a muy fuertes)	15° - 25° (Pendientes moderadas a fuertes)	5°-15° (Pendientes suaves a moderadas)	0°-5° (Llanuras o pendientes muy suaves)
> 45° (Pendientes escarpadas o acantilados)	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
25° - 45° (Pendientes fuertes a muy fuertes)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
15° - 25° (Pendientes moderadas a fuertes)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
5°-15° (Pendientes suaves a moderadas)	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
0°-5° (Llanuras o pendientes muy suaves)	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.08	3.92	7.75	12.50	21.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 22. Matriz de normalización del parámetro Pendientes

PENDIENTES	> 45° (Pendientes escarpadas o acantilados)	25° - 45° (Pendientes fuertes a muy fuertes)	15° - 25° (Pendientes moderadas a fuertes)	5°-15° (Pendientes suaves a moderadas)	0°-5° (Llanuras o pendientes muy suaves)	Vector Priorización
> 45° (Pendientes escarpadas o acantilados)	0.482	0.511	0.516	0.400	0.381	0.458
25° - 45° (Pendientes fuertes a muy fuertes)	0.241	0.255	0.258	0.320	0.286	0.272
15° - 25° (Pendientes moderadas a fuertes)	0.120	0.128	0.129	0.160	0.190	0.146
5°-15° (Pendientes suaves a moderadas)	0.096	0.064	0.065	0.080	0.095	0.080
0°-5° (Llanuras o pendientes muy suaves)	0.060	0.043	0.032	0.040	0.048	0.045

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Pendientes

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.013
RC	0.012

Fuente: Equipo técnico

4.4.7. Niveles de Peligro

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

Tabla N° 23. Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO DE PELIGRO
MUY ALTO	0.264 ≤ P ≤ 0.449
ALTO	0.150 ≤ P < 0.264
MEDIO	0.087 ≤ P < 0.150
BAJO	0.050 ≤ P < 0.087

Fuente: Equipo técnico

4.4.8. Estratificación del nivel de Peligro

En la siguiente tabla se muestra la matriz de estratificación de peligros obtenido:


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



Tabla N° 24. Matriz de Estratificación del Peligro

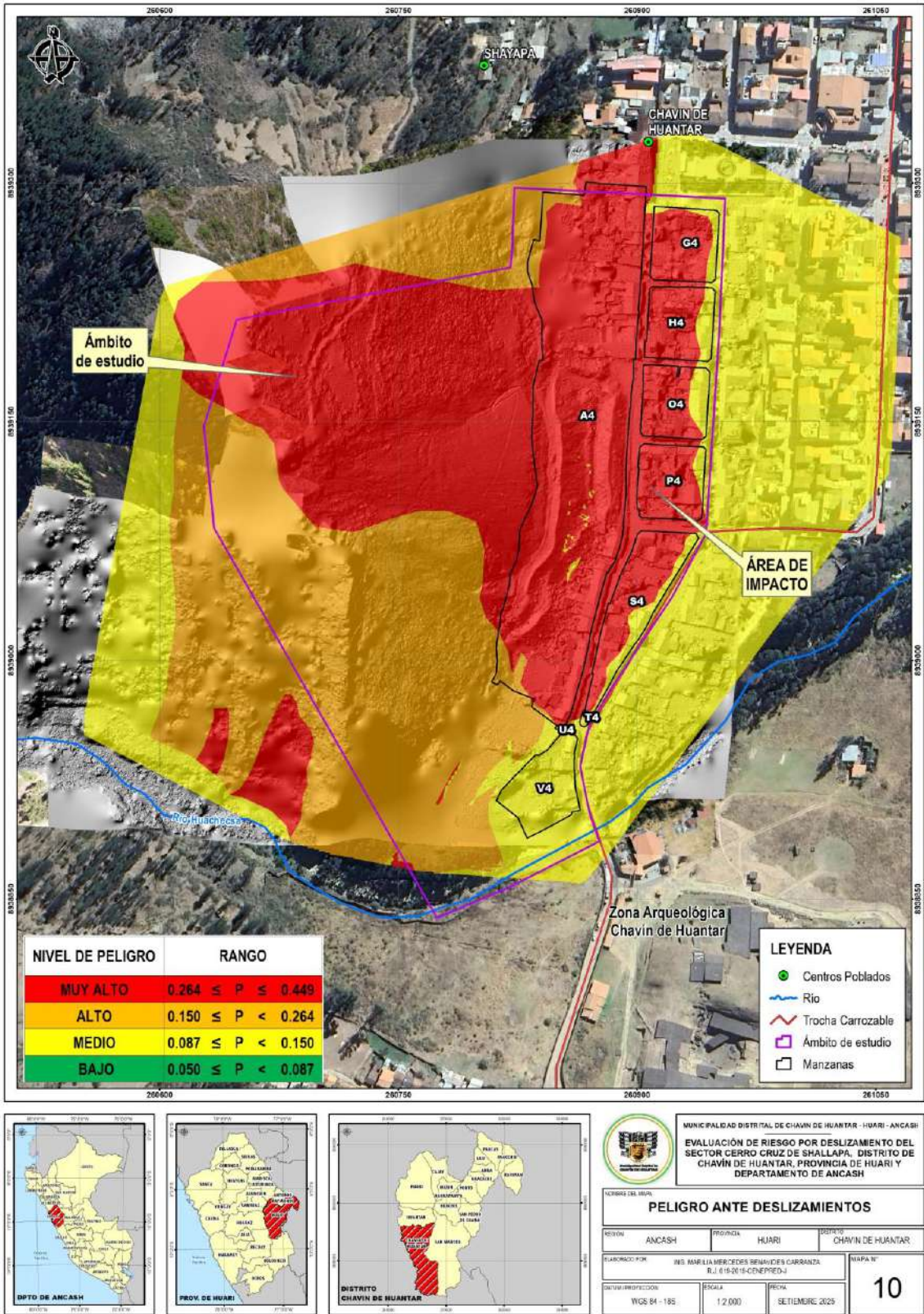
Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento superior a los 100,000 m ³ , pendientes catalogadas como escarpadas (superior a los 45°), geología de depósitos coluviales, geomorfología de vertiente coluvial, talud con un factor de seguridad inferior a 1.0 (inestable).	$0.264 \leq P < 0.449$
Peligro Alto	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento entre los 50,000 a 100,000 m ³ , pendientes catalogadas como fuertes a muy fuertes (25° a 45°), geología de depósitos coluviales y/o coluvio – deluviales, geomorfología de vertiente coluvial y/o vertiente con depósito de deslizamiento y/o piedemonte de detritos, talud con un factor de seguridad entre 1.0 y 1.3 (crítico – marginal).	$0.150 \leq P < 0.264$
Peligro Medio	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento entre los 5,000 a 50,000 m ³ , pendientes catalogadas como moderadas a fuertes (15° a 25°), geología de depósitos coluvio – deluviales y/o formación Carhuaz y/o formación Santa, geomorfología de piedemonte de detritos y/o Montaña en roca sedimentaria, talud con un factor de seguridad entre 1.3 y 1.5 (estable).	$0.087 \leq P < 0.150$
Peligro Bajo	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento inferior a los 5,000 m ³ , pendientes catalogadas como suaves a moderadas (inferiores a los 15°), geología de Formación Santa y/o depósitos fluviales, geomorfología de montaña estructural en roca sedimentaria y/o cauce de río, talud con un factor de seguridad entre superior al 1.5 (muy estable).	$0.050 \leq P < 0.087$

Fuente: Equipo técnico



4.4.9. Mapa de Peligro por deslizamientos

Mapa N° 10. Peligro por Deslizamientos



Fuente: Equipo técnico

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



4.5. Elementos Expuestos

Los elementos expuestos son todos aquellos elementos que se encuentren en las zonas de influencia del peligro inminente y pueden ser afectados ante la ocurrencia y manifestación de dicho peligro; tomando en cuenta a: personas, recursos, servicios, ecosistemas, entre otros.

En tal sentido, el cerro Cruz de Shállapa y su área de influencia alberga lo siguiente:

Tabla N° 25. Elementos expuestos

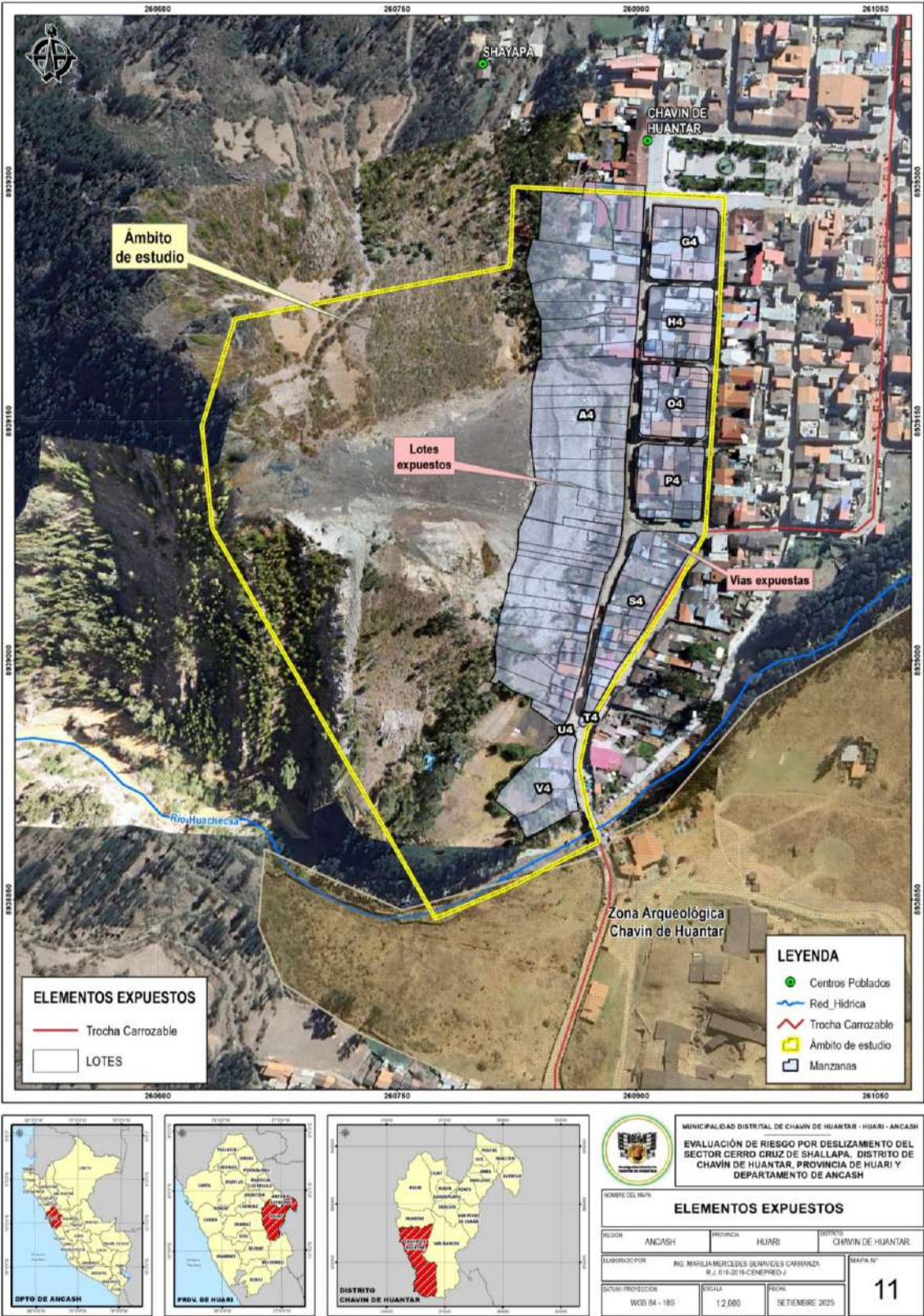
Dimensión Social
Población: >300 habitantes, comprendidos entre el Jr. Wiracocha y el Jr. 17 de Enero.
Viviendas: >200 viviendas, comprendidos entre el Jr. Wiracocha y el Jr. 17 de Enero.

Dimensión Económica
Canal de riego: 500 metros lineales de canal riego denominado “Tuna Sequia” el cual atraviesa la parte inferior de la ladera del Cerro Cruz de Shállapa. Dicha infraestructura hidráulica fue el primer elemento en ser afectado cuando se suscitó el derrumbe por lo que actualmente el tramo señalado fue reemplazado por tubos.
Agricultura: directamente se ve comprometido >0.7 ha de cultivos; indirectamente >20 ha.
Servicio de transitabilidad: >350 metros lineales de vía (tránsito peatonal y vehicular)
Servicio de agua potable: 01 tanque de agua potable que abastece parte de la población de la zona urbana del distrito.
Servicio eléctrico: >350 metros lineales de cableado eléctrico
Otros: Servicio de agua/desagüe

En el área específica de análisis no se ubican instituciones educativas o establecimientos de salud.



Mapa N° 11. Elementos Expuestos



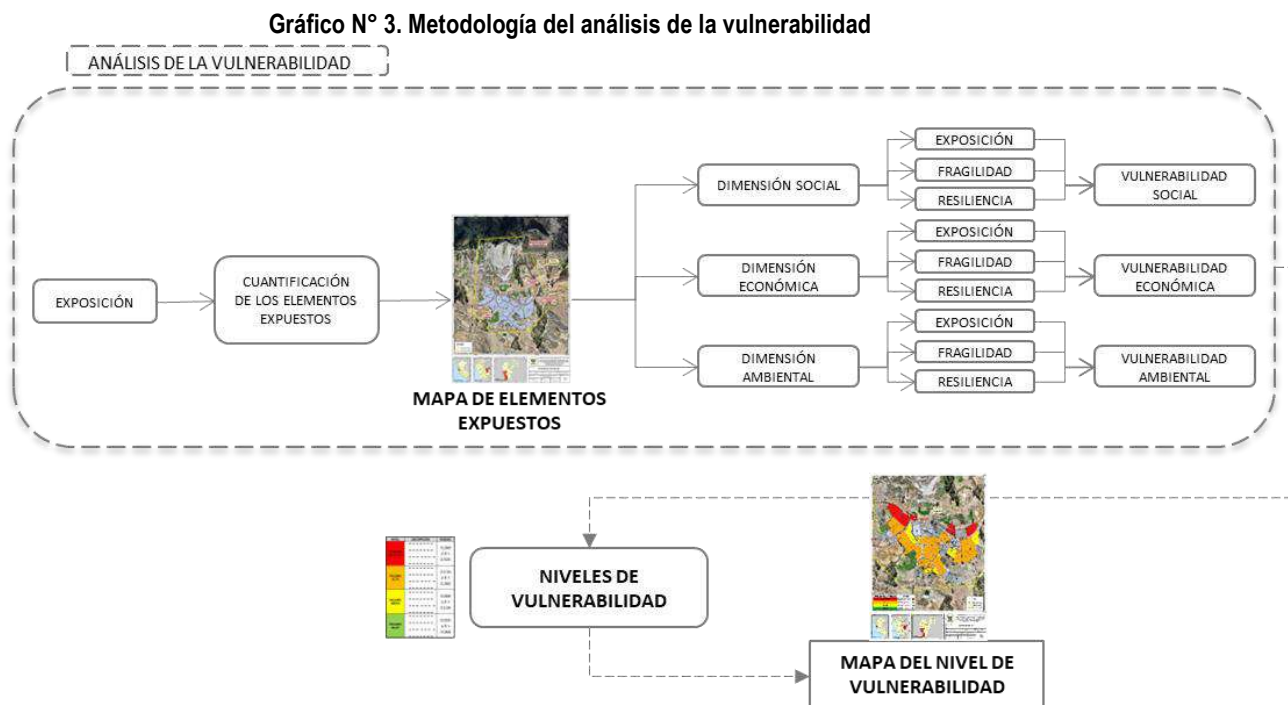
Fuente: Equipo técnico

Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

5.1. Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utilizó la metodología mostrada en el siguiente gráfico:



Fuente: Equipo técnico

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el ámbito de estudio del Sector Cerro Cruz de Shallapa, se ha considerado realizar el análisis de la vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental (de acuerdo al Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales v2), utilizando los factores de la exposición, fragilidad y la resiliencia.

Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro, se genera por una relación no apropiada con el ambiente que se puede deber a procesos no planificados de ocupación del territorio.

Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, la fragilidad reside en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno.

Resiliencia, está referida a la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, actividades económicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse del impacto de un peligro o amenaza, así como, de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.



5.2. Análisis de la Dimensión Social

La dimensión social está vinculado a variables como la concentración de personas, el grupo etario, capacitación de algún miembro de familia en temas de gestión del riesgo de desastres, actitud frente al riesgo, servicios básicos, tenencia de la propiedad, tipo de seguro, entre otros, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 26. Parámetros de la dimensión social por factores

EXPOSICIÓN SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL	
Parámetros	Peso	Parámetros	Peso	Parámetros	Peso
Concentración de personas por lote	1	Grupo etario	0.443	Tipo de Seguro	0.539
		Servicios básicos	0.387	Capacitación en temas de GRD	0.297
		Tenencia	0.170	Actitud frente al riesgo	0.164

Fuente: Equipo técnico

5.2.1. Exposición en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros.

a) Parámetro: Concentración de personas por lote

Tabla N° 27. Matriz de de comparación de pares del parámetro Concentración de personas por lote

CONCENTRACIÓN DE PERSONAS POR LOTE	Mayor a 35 personas	Entre 25 a 35 personas	Entre 10 a 25 personas	Entre 5 a 10 personas	5 personas o menos
Mayor a 35 personas	1.00	3.00	4.00	7.00	8.00
Entre 25 a 35 personas	1/3	1.00	3.00	5.00	6.00
Entre 10 a 25 personas	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Entre 5 a 10 personas	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
5 personas o menos	1/8	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.85	4.70	8.53	16.33	23.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 28. Matriz de normalización del parámetro Concentración de personas por lote

CONCENTRACIÓN DE PERSONAS POR LOTE	Mayor a 35 personas	Entre 25 a 35 personas	Entre 10 a 25 personas	Entre 5 a 10 personas	5 personas o menos	Vector Priorización
Mayor a 35 personas	0.540	0.638	0.469	0.429	0.348	0.485
Entre 25 a 35 personas	0.180	0.213	0.352	0.306	0.261	0.262
Entre 10 a 25 personas	0.135	0.071	0.117	0.184	0.217	0.145
Entre 5 a 10 personas	0.077	0.043	0.039	0.061	0.130	0.070
5 personas o menos	0.068	0.035	0.023	0.020	0.043	0.038

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Concentración de personas por lote

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.066
RC	0.059

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



5.2.2. Fragilidad en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros.

a) Parámetro: Grupo Etario

Tabla N° 29. Matriz de de comparación de pares del parámetro Grupo etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	De 6 a 12 años	De 13 a 19 años	De 20 a 50 años	De 51 a 64 años
De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
De 6 a 12 años	1/3	1.00	3.00	6.00	7.00
De 13 a 19 años	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
De 20 a 50 años	1/7	1/6	1/3	1.00	3.00
De 51 a 64 años	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.84	4.64	8.53	17.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.22	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 30. Matriz de normalización del parámetro Grupo etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	De 6 a 12 años	De 13 a 19 años	De 20 a 50 años	De 51 a 64 años	Vector Priorización
De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	0.544	0.646	0.469	0.404	0.360	0.485
De 6 a 12 años	0.181	0.215	0.352	0.346	0.280	0.275
De 13 a 19 años	0.136	0.072	0.117	0.173	0.200	0.140
De 20 a 50 años	0.078	0.036	0.039	0.058	0.120	0.066
De 51 a 64 años	0.060	0.031	0.023	0.019	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Grupo Etario

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.061
RC	0.055

Fuente: Equipo técnico

b) Parámetro: Servicios básicos

Tabla N° 31. Matriz de de comparación de pares del parámetro Servicios Básicos

SERVICIOS BÁSICOS	No tiene	Provisional	Sólo Luz	Sólo Agua	Servicios básicos completos
No tiene	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Provisional	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
Sólo Luz	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Sólo Agua	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Servicios básicos completos	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



Tabla N° 32. Matriz de de normalización de pares del parámetro Servicios Básicos

SERVICIOS BÁSICOS	No tiene	Provisional	Sólo Luz	Sólo Agua	Servicios básicos completos	Vector Priorización
No tiene	0.544	0.642	0.469	0.429	0.360	0.489
Provisional	0.181	0.214	0.352	0.306	0.280	0.267
Sólo Luz	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.142
Sólo Agua	0.078	0.043	0.039	0.061	0.120	0.068
Servicios básicos completos	0.060	0.031	0.023	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Servicios Básicos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.056
RC	0.050

Fuente: Equipo técnico

c) Parámetro: Tenencia

Tabla N° 33. Matriz de de comparación de pares del parámetro Tenencia

TENENCIA	Posesionario	Alquilado	Hipotecado	Compra venta	Propietario con título
Posesionario	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Alquilado	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
Hipotecado	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Compra venta	1/6	1/5	1/3	1.00	3.00
Propietario con título	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.88	4.68	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 34. Matriz de de normalización de pares del parámetro Tenencia

TENENCIA	Posesionario	Alquilado	Hipotecado	Compra venta	Propietario con título	Vector Priorización
Posesionario	0.533	0.642	0.469	0.391	0.333	0.474
Alquilado	0.178	0.214	0.352	0.326	0.292	0.272
Hipotecado	0.133	0.071	0.117	0.196	0.208	0.145
Compra venta	0.089	0.043	0.039	0.065	0.125	0.072
Propietario con título	0.067	0.031	0.023	0.022	0.042	0.037

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tenencia

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Equipo técnico


 Marilia Mercedes Benavides Carranza
 Ingeniera Geógrafa
 Reg. CIP N° 173752
 R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



d) Parámetros de la Fragilidad Social

Tabla N° 35. Matriz de de comparación de pares de los parámetros de la Fragilidad Social

PARÁMETROS FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Servicios básicos	Tenencia
Grupo Etario	1.00	1.00	3.00
Servicios básicos	1.00	1.00	2.00
Tenencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.33	2.50	6.00
1/SUMA	0.43	0.40	0.17

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 36. Matriz de de normalización de pares de los parámetros de la Fragilidad Social

PARÁMETROS FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Servicios básicos	Tenencia	Vector Priorización
Grupo Etario	0.429	0.400	0.500	0.443
Servicios básicos	0.429	0.400	0.333	0.387
Tenencia	0.143	0.200	0.167	0.170

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Fragilidad Social

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico

5.2.3. Resiliencia en la Dimensión Social – ponderación de los parámetros.

a) Parámetros: Tipo de Seguro

Tabla N° 37. Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Seguro

TIPO DE SEGURO	No tiene	SIS	Essalud	FFAA-PNP	Seguro Privado u Otro
No tiene	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
SIS	1/2	1.00	2.00	4.00	6.00
Essalud	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
FFAA-PNP	1/5	1/4	1/2	1.00	2.00
Seguro Privado u Otro	1/7	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.09	3.92	7.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 38. Matriz de normalización del parámetro Tipo de Seguro

TIPO DE SEGURO	No tiene	SIS	Essalud	FFAA-PNP	Seguro Privado u Otro	Vector Priorización
No tiene	0.478	0.511	0.516	0.400	0.350	0.451
SIS	0.239	0.255	0.258	0.320	0.300	0.274
Essalud	0.119	0.128	0.129	0.160	0.200	0.147
FFAA-PNP	0.096	0.064	0.065	0.080	0.100	0.081
Seguro Privado u Otro	0.068	0.043	0.032	0.040	0.050	0.047

Fuente: Equipo técnico



Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Tipo de Seguro

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Equipo técnico

b) Parámetro: Actitud frente al riesgo

Tabla N° 39. Matriz de comparación de pares del parámetro Actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Actitud fatalista	Actitud escasamente previsor	Actitud parcialmente previsor sin tomar medidas de preparación	Actitud parcialmente previsor tomando medidas de preparación	Actitud previsor
Actitud fatalista	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
Actitud escasamente previsor	1/2	1.00	2.00	4.00	6.00
Actitud parcialmente previsor sin tomar medidas de preparación	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
Actitud parcialmente previsor tomando medidas de preparación	1/5	1/4	1/2	1.00	2.00
Actitud previsor	1/8	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.08	3.92	7.75	12.50	21.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 40. Matriz de normalización del parámetro Actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Actitud fatalista	Actitud escasamente previsor	Actitud parcialmente previsor sin tomar medidas de preparación	Actitud parcialmente previsor tomando medidas de preparación	Actitud previsor	Vector Priorización
Actitud fatalista	0.482	0.511	0.516	0.400	0.381	0.458
Actitud escasamente previsor	0.241	0.255	0.258	0.320	0.286	0.272
Actitud parcialmente previsor sin tomar medidas de preparación	0.120	0.128	0.129	0.160	0.190	0.146
Actitud parcialmente previsor tomando medidas de preparación	0.096	0.064	0.065	0.080	0.095	0.080
Actitud previsor	0.060	0.043	0.032	0.040	0.048	0.045

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Actitud frente al riesgo

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.013
RC	0.012

Fuente: Equipo técnico



c) Parámetro: Capacitación en temas de GRD

Tabla N° 41. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en GRD

Capacitación en temas de GRD	No recibe capacitación	1 vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Mayor a 4 veces al año
No recibe capacitación	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
1 vez al año	1/2	1.00	2.00	5.00	6.00
2 veces al año	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
3 veces al año	1/6	1/5	1/2	1.00	2.00
Mayor a 4 veces al año	1/7	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.06	3.87	7.75	14.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 42. Matriz de normalización del parámetro Capacitación en GRD

Capacitación en temas de GRD	No recibe capacitación	1 vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Mayor a 4 veces al año	Vector Priorización
No recibe capacitación	0.486	0.517	0.516	0.414	0.350	0.457
1 vez al año	0.243	0.259	0.258	0.345	0.300	0.281
2 veces al año	0.121	0.129	0.129	0.138	0.200	0.144
3 veces al año	0.081	0.052	0.065	0.069	0.100	0.073
Mayor a 4 veces al año	0.069	0.043	0.032	0.034	0.050	0.046

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Capacitación en GRD

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.020
RC	0.018

Fuente: Equipo técnico

d) Parámetros de la Resiliencia Social

Tabla N° 43. Matriz de de comparación de pares de los parámetros de la Resiliencia Social

PARÁMETROS RESILIENCIA SOCIAL	Tipo de Seguro	Capacitación en temas de GRD	Actitud frente al riesgo
Tipo de Seguro	1.00	2.00	3.00
Capacitación en temas de GRD	0.50	1.00	2.00
Actitud frente al riesgo	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



Tabla N° 44. Matriz de de normalización de pares de los parámetros de la Resiliencia Social

PARÁMETROS RESILIENCIA SOCIAL	Tipo de Seguro	Capacitación en temas de GRD	Actitud frente al riesgo	Vector Priorización
Tipo de Seguro	0.545	0.571	0.500	0.539
Capacitación en temas de GRD	0.273	0.286	0.333	0.297
Actitud frente al riesgo	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros de la Resiliencia Social

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Equipo técnico

5.3. Análisis de la Dimensión Económica

Está relacionada con la ausencia o poca disponibilidad de recursos económicos que tienen los miembros de una comunidad. Está determinada fundamentalmente, por el nivel de ingreso o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas, la ocupación y la rama de actividad laboral que desempeña además de las características de las viviendas relacionadas al tipo de material predominante de construcción, estado de conservación, antigüedad y nro de pisos.

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

Tabla N° 45. Parámetros de Dimensión Económica por factores

EXPOSICIÓN ECONÓMICA		FRAGILIDAD ECONÓMICA		RESILIENCIA ECONÓMICA	
Parámetros	Peso	Parámetros	Peso	Parámetros	Peso
Ubicación del predio con respecto al nivel de peligro	1	Afectación de la vivienda	0.489	Situación laboral	0.539
		Material predominante de paredes	0.253	Ingreso promedio familiar	0.297
		Estado de conservación	0.147	Ocupación principal	0.164
		Antigüedad de construcción de la edificación	0.073		
		Elevación de la Edificación	0.038		

Fuente: Equipo técnico

5.3.1. Exposición en la Dimensión Económica – ponderación de parámetro.

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



a) **Parámetro: Ubicación del predio con respecto al nivel de peligro**

Tabla N° 46. Matriz de comparación de pares del parámetro Ubicación del predio respecto al peligro

UBICACIÓN DEL PREDIO CON RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	Ubicado a menor de 50 metros	Ubicado entre 50 a 200 metros	Ubicado entre 200 a 500 metros	Ubicado entre 500 a 1000 metros	Ubicado a mas de 1000 metros
Ubicado a menor de 50 metros	1.00	3.00	4.00	7.00	8.00
Ubicado entre 50 a 200 metros	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
Ubicado entre 200 a 500 metros	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Ubicado entre 500 a 1000 metros	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Ubicado a mas de 1000 metros	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.85	4.68	8.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 47. Matriz de normalización del parámetro Ubicación del predio respecto al peligro

UBICACIÓN DEL PREDIO CON RESPECTO AL NIVEL DE PELIGRO	Ubicado a menor de 50 metros	Ubicado entre 50 a 200 metros	Ubicado entre 200 a 500 metros	Ubicado entre 500 a 1000 metros	Ubicado a mas de 1000 metros	Vector Priorización
Ubicado a menor de 50 metros	0.540	0.642	0.469	0.429	0.333	0.482
Ubicado entre 50 a 200 metros	0.180	0.214	0.352	0.306	0.292	0.269
Ubicado entre 200 a 500 metros	0.135	0.071	0.117	0.184	0.208	0.143
Ubicado entre 500 a 1000 metros	0.077	0.043	0.039	0.061	0.125	0.069
Ubicado a mas de 1000 metros	0.068	0.031	0.023	0.020	0.042	0.037

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Ubicación del predio respecto al peligro

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.063
RC	0.057

Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J

5.3.2. Fragilidad en la Dimensión Económica – ponderación de los parámetros.

a) Parámetro: Material predominante de paredes

Tabla N° 48. Matriz de comparación de pares del parámetro Material predominante de paredes

Material predominante de paredes	Drywall	Adobe o tapia	Madera	Ladrillo	Muro de concreto armado
Drywall	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Adobe o tapia	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
Ladrillo	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Muro de concreto armado	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 49. Matriz de normalización del parámetro Material predominante de paredes

Material predominante de paredes	Drywall	Adobe o tapia	Madera	Ladrillo	Muro de concreto armado	Vector Priorización
Drywall	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
Adobe o tapia	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
Madera	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Ladrillo	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Muro de concreto armado	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Tipo de seguro

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.068
RC	0.061

Fuente: Equipo técnico

b) Parámetro: Elevación de la Edificación

Tabla N° 50. Matriz de comparación de pares del parámetro Elevación de la Edificación

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Mayor de 3 pisos	3 pisos	2 pisos	1 Piso	Solo terreno
Mayor de 3 pisos	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
3 pisos	1/3	1.00	3.00	5.00	6.00
2 pisos	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
1 Piso	1/6	1/5	1/3	1.00	3.00
Solo terreno	1/8	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.83	4.70	9.53	15.33	23.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 51. Matriz de normalización de pares del parámetro Elevación de la Edificación

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Mayor de 3 pisos	3 pisos	2 pisos	1 Piso	Solo terreno	Vector Priorización
Mayor de 3 pisos	0.548	0.638	0.524	0.391	0.348	0.490
3 pisos	0.183	0.213	0.315	0.326	0.261	0.259
2 pisos	0.110	0.071	0.105	0.196	0.217	0.140
1 Piso	0.091	0.043	0.035	0.065	0.130	0.073
Solo terreno	0.068	0.035	0.021	0.022	0.043	0.038

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Elevación de la Edificación

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.073
RC	0.066

Fuente: Equipo técnico

c) Parámetro: Estado de Conservación

Tabla N° 52. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
Malo	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
Bueno	1/6	1/5	1/3	1.00	3.00
Muy bueno	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.83	4.68	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 53. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización
Muy malo	0.548	0.642	0.524	0.391	0.333	0.488
Malo	0.183	0.214	0.315	0.326	0.292	0.266
Regular	0.110	0.071	0.105	0.196	0.208	0.138
Bueno	0.091	0.043	0.035	0.065	0.125	0.072
Muy bueno	0.068	0.031	0.021	0.022	0.042	0.037

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de Conservación

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.070
RC	0.063

Fuente: Equipo técnico



d) Parámetro: Afectación a la vivienda

Tabla N° 54. Matriz de comparación de pares del parámetro Afectación a la vivienda

AFECTACIÓN A LA VIVIENDA	Proceso de colapso de la edificación	Agrietamiento	Asentamiento diferencial	Desplazamiento de juntas sísmicas	Fisura
Proceso de colapso de la edificación	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Agrietamiento	1/3	1.00	3.00	5.00	6.00
Asentamiento diferencial	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
Desplazamiento de juntas sísmicas	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
Fisura	1/9	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.79	4.70	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 55. Matriz de normalización de pares del parámetro Afectación a la vivienda

AFECTACIÓN A LA VIVIENDA	Proceso de colapso de la edificación	Agrietamiento	Asentamiento diferencial	Desplazamiento de juntas sísmicas	Fisura	Vector Priorización
Proceso de colapso de la edificación	0.560	0.638	0.524	0.429	0.375	0.505
Agrietamiento	0.187	0.213	0.315	0.306	0.250	0.254
Asentamiento diferencial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Desplazamiento de juntas sísmicas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Fisura	0.062	0.035	0.021	0.020	0.042	0.036

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Afectación a la vivienda

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.064
RC	0.057

Fuente: Equipo técnico

e) Parámetro: Antigüedad de la construcción

Tabla N° 56. Matriz de comparación de pares del parámetro Antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Mayor de 40 años	De 30-40 años	De 15-29 años	De 4-14 años	Menor de 4 años
Mayor de 40 años	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
De 30-40 años	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15-29 años	1/5	1/3	1.00	4.00	5.00
De 4-14 años	1/6	1/5	1/4	1.00	3.00
Menor de 4 años	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.83	4.68	9.45	16.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.11	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 57. Matriz de normalización de pares del parámetro Antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Mayor de 40 años	De 30-40 años	De 15-29 años	De 4-14 años	Menor de 4 años	Vector Priorización
Mayor de 40 años	0.548	0.642	0.529	0.367	0.333	0.484
De 30-40 años	0.183	0.214	0.317	0.306	0.292	0.262
De 15-29 años	0.110	0.071	0.106	0.245	0.208	0.148
De 4-14 años	0.091	0.043	0.026	0.061	0.125	0.069
Menor de 4 años	0.068	0.031	0.021	0.020	0.042	0.036

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Antigüedad de la construcción

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.087
RC	0.078

Fuente: Equipo técnico

f) Parámetros de la Fragilidad Económica

Tabla N° 58. Matriz de comparación de pares de los parámetros de la fragilidad económica

PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	Afectación de la vivienda	Material predominante de paredes	Estado de conservación	Antigüedad de construcción de la edificación	Elevación de la Edificación
Afectación de la vivienda	1.00	3.00	4.00	7.00	8.00
Material predominante de paredes	1/3	1.00	3.00	4.00	6.00
Estado de conservación	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Antigüedad de construcción de la edificación	1/7	1/4	1/3	1.00	3.00
Elevación de la Edificación	1/8	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.85	4.75	8.53	15.33	23.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 59. Matriz de normalización de pares de los parámetros de la fragilidad económica

PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	Afectación de la vivienda	Material predominante de paredes	Estado de conservación	Antigüedad de construcción de la edificación	Elevación de la Edificación	Vector Priorización
Afectación de la vivienda	0.540	0.632	0.469	0.457	0.348	0.489
Material predominante de paredes	0.180	0.211	0.352	0.261	0.261	0.253
Estado de conservación	0.135	0.070	0.117	0.196	0.217	0.147
Antigüedad de construcción de la edificación	0.077	0.053	0.039	0.065	0.130	0.073
Elevación de la Edificación	0.068	0.035	0.023	0.022	0.043	0.038

Fuente: Equipo técnico



Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros de la fragilidad económica

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.062
RC	0.056

Fuente: Equipo técnico

5.3.3. Resiliencia en la Dimensión Económica – ponderación del parámetro.

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Ingreso promedio familiar

Tabla N° 60. Matriz de comparación de pares del parámetro Ingreso Promedio Familiar

Ingreso promedio familiar	Menos del mínimo vital (< s/. 1025)	de S/1025 a S/1200	de S/1201 a S/1500	de S/1501 a S/1800	Mayor a a S/1800
Menos del mínimo vital (< s/. 1025)	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
de S/1025 a S/1200	1/2	1.00	2.00	4.00	6.00
de S/1201 a S/1500	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
de S/1501 a S/1800	1/5	1/4	1/2	1.00	2.00
Mayor a a S/1800	1/7	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.09	3.92	7.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 61. Matriz de normalización del parámetro Ingreso Promedio Familiar

Ingreso promedio familiar	Menos del mínimo vital (< s/. 1025)	de S/1025 a S/1200	de S/1201 a S/1500	de S/1501 a S/1800	Mayor a a S/1800	Vector Priorización
Menos del mínimo vital (< s/. 1025)	0.478	0.511	0.516	0.400	0.350	0.451
de S/1025 a S/1200	0.239	0.255	0.258	0.320	0.300	0.274
de S/1201 a S/1500	0.119	0.128	0.129	0.160	0.200	0.147
de S/1501 a S/1800	0.096	0.064	0.065	0.080	0.100	0.081
Mayor a a S/1800	0.068	0.043	0.032	0.040	0.050	0.047

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Ingreso Promedio Familiar

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Equipo técnico



b) Parámetro: Ocupación Principal del Jefe del Hogar

Tabla N° 62. Matriz de comparación de pares del parámetro Ocupación Principal del Jefe del Hogar

Ocupación principal (Jefe del Hogar)	Jubilado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Comerciante
Jubilado	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Obrero	1/2	1.00	3.00	5.00	6.00
Empleado	1/4	1/3	1.00	3.00	4.00
Trabajador independiente	1/6	1/5	1/3	1.00	2.00
Comerciante	1/8	1/6	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.04	3.70	8.58	15.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.06	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 63. Matriz de normalización de pares del parámetro Ocupación Principal del Jefe del Hogar

Ocupación principal (Jefe del Hogar)	Jubilado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Comerciante	Vector Priorización
Jubilado	0.490	0.541	0.466	0.387	0.381	0.453
Obrero	0.245	0.270	0.350	0.323	0.286	0.295
Empleado	0.122	0.090	0.117	0.194	0.190	0.143
Trabajador independiente	0.082	0.054	0.039	0.065	0.095	0.067
Comerciante	0.061	0.045	0.029	0.032	0.048	0.043

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Ocupación Principal

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.030
RC	0.027

Fuente: Equipo técnico

c) Parámetro: Situación laboral del Jefe del Hogar

Tabla N° 64. Matriz de comparación de pares del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar

Situación Laboral	Sin empleo	Empleo temporal	Mas de un empleo temporal	Empleo a medio tiempo	Empleo fijo
Sin empleo	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Empleo temporal	1/2	1.00	3.00	5.00	7.00
Mas de un empleo temporal	1/4	1/3	1.00	3.00	4.00
Empleo a medio tiempo	1/6	1/5	1/3	1.00	2.00
Empleo fijo	1/9	1/7	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.03	3.68	8.58	15.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 65. Matriz de normalización de pares del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar

Situación Laboral	Sin empleo	Empleo temporal	Mas de un empleo temporal	Empleo a medio tiempo	Empleo fijo	Vector Priorización
Sin empleo	0.493	0.544	0.466	0.387	0.391	0.456
Empleo temporal	0.247	0.272	0.350	0.323	0.304	0.299
Mas de un empleo temporal	0.123	0.091	0.117	0.194	0.174	0.140
Empleo a medio tiempo	0.082	0.054	0.039	0.065	0.087	0.065
Empleo fijo	0.055	0.039	0.029	0.032	0.043	0.040

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.025
RC	0.022

Fuente: Equipo técnico

d) Parámetros de la Resiliencia Económica

Tabla N° 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros de la Resiliencia Económica

PARÁMETROS RESILIENCIA ECONÓMICA	Situación laboral	Ingreso promedio familiar	Ocupación principal
Situación laboral	1.00	2.00	3.00
Ingreso promedio familiar	0.50	1.00	2.00
Ocupación principal	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 67. Matriz de normalización de pares de los parámetros de la Resiliencia Económica

PARÁMETROS RESILIENCIA ECONÓMICA	Situación laboral	Ingreso promedio familiar	Ocupación principal	Vector Priorización
Situación laboral	0.545	0.571	0.500	0.539
Ingreso promedio familiar	0.273	0.286	0.333	0.297
Ocupación principal	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Equipo técnico



5.4. Análisis de la Dimensión Ambiental

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

Tabla N° 68. Parámetros de Dimensión Ambiental por Factores

EXPOSICIÓN AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL	
Parámetros	Peso	Parámetros	Peso	Parámetros	Peso
Cercanía a fuentes de contaminación	1	Conocimiento e interés en conservación ambiental	1	Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental	1

Fuente: Equipo técnico

5.4.1. Exposición en la Dimensión Ambiental – ponderación de parámetro.

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

a) Parámetro: Cercanía a fuentes de contaminación

Tabla N° 69. Matriz de comparación de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

CERCANÍA A FUENTES DE CONTAMINACIÓN	Muy cercana 0 km – 0.1 km	Cercana 0.1 km – 1 km	Medianamente cerca 1 – 5 km	Alejada 5 – 10 km	Muy alejada >10 km
Muy cercana 0 km – 0.1 km	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
Cercana 0.1 km – 1 km	1/3	1.00	3.00	4.00	8.00
Medianamente cerca 1 – 5 km	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Alejada 5 – 10 km	1/6	1/4	1/3	1.00	3.00
Muy alejada >10 km	1/9	1/8	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.86	4.71	8.53	14.33	26.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 70. Matriz de normalización del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

CERCANÍA A FUENTES DE CONTAMINACIÓN	Muy cercana 0 km – 0.1 km	Cercana 0.1 km – 1 km	Medianamente cerca 1 – 5 km	Alejada 5 – 10 km	Muy alejada >10 km	Vector Priorización
Muy cercana 0 km – 0.1 km	0.537	0.637	0.469	0.419	0.346	0.482
Cercana 0.1 km – 1 km	0.179	0.212	0.352	0.279	0.308	0.266
Medianamente cerca 1 – 5 km	0.134	0.071	0.117	0.209	0.192	0.145
Alejada 5 – 10 km	0.090	0.053	0.039	0.070	0.115	0.073
Muy alejada >10 km	0.060	0.027	0.023	0.023	0.038	0.034

Fuente: Equipo técnico



Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.054
RC	0.049

Fuente: Equipo técnico

5.4.2. Fragilidad en la Dimensión Ambiental – ponderación de los parámetros.

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Conocimiento e interés en conservación ambiental

Tabla N° 71. Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento e interés en conservación ambiental

CONOCIMIENTO E INTERÉS EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL	No le interesa	No tiene	Escaso conocimiento	Conoce , aplica parcialmente	Conoce , aplica
No le interesa	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
No tiene	1/3	1.00	3.00	4.00	6.00
Escaso conocimiento	1/4	1/3	1.00	3.00	5.00
Conoce , aplica parcialmente	1/6	1/4	1/3	1.00	3.00
Conoce , aplica	1/8	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 72. Matriz de normalización del parámetro Conocimiento e interés en conservación ambiental

CONOCIMIENTO E INTERÉS EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL	No le interesa	No tiene	Escaso conocimiento	Conoce , aplica parcialmente	Conoce , aplica	Vector Priorización
No le interesa	0.533	0.632	0.469	0.419	0.348	0.480
No tiene	0.178	0.211	0.352	0.279	0.261	0.256
Escaso conocimiento	0.133	0.070	0.117	0.209	0.217	0.149
Conoce , aplica parcialmente	0.089	0.053	0.039	0.070	0.130	0.076
Conoce , aplica	0.067	0.035	0.023	0.023	0.043	0.038

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Conocimiento e interés en conservación ambiental

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.063
RC	0.057

Fuente: Equipo técnico



5.4.3. Resiliencia en la Dimensión Ambiental – ponderación del parámetro.

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental

Tabla N° 73. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental

CAPACITACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS A LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL	Nunca se ha capacitado	Alguna vez se capacitó	Se capacita al menos una vez al año	Se capacita regularmente	Se capacita frecuentemente
Nunca se ha capacitado	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Alguna vez se capacitó	1/2	1.00	2.00	4.00	6.00
Se capacita al menos una vez al año	1/4	1/2	1.00	2.00	5.00
Se capacita regularmente	1/6	1/4	1/2	1.00	2.00
Se capacita frecuentemente	1/8	1/6	1/5	1/2	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.70	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 74. Matriz de normalización del parámetro Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental

CAPACITACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS A LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL	Nunca se ha capacitado	Alguna vez se capacitó	Se capacita al menos una vez al año	Se capacita regularmente	Se capacita frecuentemente	Vector Priorización
Nunca se ha capacitado	0.490	0.511	0.519	0.444	0.364	0.466
Alguna vez se capacitó	0.245	0.255	0.260	0.296	0.273	0.266
Se capacita al menos una vez al año	0.122	0.128	0.130	0.148	0.227	0.151
Se capacita regularmente	0.082	0.064	0.065	0.074	0.091	0.075
Se capacita frecuentemente	0.061	0.043	0.026	0.037	0.045	0.042

Fuente: Equipo técnico

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.018
RC	0.016

Fuente: Equipo técnico

5.5. Nivel de Vulnerabilidad

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

Tabla N° 75. Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	RANGO			
MUY ALTA	0.267	≤	V	≤ 0.480
ALTA	0.144	≤	V	< 0.267
MEDIA	0.071	≤	V	< 0.144
BAJA	0.038	≤	V	< 0.071

Fuente: Equipo técnico



5.6. Estratificación de la Vulnerabilidad

En la siguiente tabla se muestra la matriz de estratificación de vulnerabilidad obtenido:

Tabla N° 76. Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Muy Alta	Viviendas con población mayor a 35 personas, la población predominante está en el rango de 0 a 5 años y mayor a 65 años, predominantemente no cuentan con servicios básicos, predominantemente son poseedores de los lotes, no cuentan con seguro de salud. La población no recibe capacitaciones en temática GRD, población con una actitud fatalista frente al riesgo. El predio se ubica a menos de 50 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al drywall con muy mal estado de conservación y más de 40 años de antigüedad con proceso de colapso de edificación. El ingreso promedio familiar es inferior al mínimo vital y situación laboral del jefe del hogar como desempleado y/o jubilado. Predios ubicados muy cercano a fuentes de contaminación (0 a 0.1 km), población sin interés en conservación ambiental ni nunca se ha capacitado.	$0.267 \leq V < 0.480$
Alta	Viviendas que tienen entre 25 a 35 personas, la población predominante está en el rango de 6 a 12 años, predominantemente no cuentan con servicios básicos o los tienen de manera provisional, predominantemente son viviendas alquiladas, cuenta con SIS o ESSALUD. La población recibe por lo menos una capacitación al año en temas relacionados a GRD, población con una actitud escasamente previsoras frente al riesgo. El predio se ubica entre 50 metros a 200 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al adobe y/o tapia con mal estado de conservación y entre 30 a 40 años de antigüedad con agrietamiento de la edificación. El ingreso promedio familiar está en el rango de S/1025 a S/1200 con jefe del hogar con empleo temporal como obrero predominantemente. Predios ubicados cercano a fuentes de contaminación (0.1 a 1 km), población sin conocimiento, pero con interés en conservación ambiental y con al menos una capacitación en temas relacionados.	$0.144 \leq V < 0.267$
Media	Viviendas que tienen entre 10 a 25 personas, la población predominante está en el rango de 13 a 19 años, predominantemente no cuentan con servicios completos, solo cuentan con agua, o luz o desagüe, predominantemente son viviendas hipotecadas o en proceso de compra venta, cuentan con ESSALUD O FFAA-PNP. La población recibe por lo menos dos capacitaciones al año en temas relacionados a GRD, población con una actitud parcialmente previsoras sin tomar medidas de preparación. El predio se ubica entre 200 metros a 500 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al adobe y/o tapia y/o madera con regular estado de conservación y entre 15 a 29 años de antigüedad con asentamiento diferencial. El ingreso promedio familiar está en el rango de S/1201 a S/1500 con jefe del hogar con mas de un empleo temporal. Predios ubicados medianamente cerca a fuentes de contaminación (1 a 5 km), población con escaso conocimiento, pero con interés en conservación ambiental y con al menos una capacitación al año en temas relacionados.	$0.071 \leq V < 0.144$
Vulnerabilidad Baja	Viviendas que tienen menos de 10 personas, la población predominante está en el rango de 20 a 50 años y de 51 a 64 años, cuentan con todos los servicios básicos, son viviendas que ya cuentan con título de propiedad, cuentan con título privado u otro. La población recibe 3 o más capacitaciones al año en temática GRD, población con una actitud previsoras que si toma medidas de preparación. El predio se ubica a mas de 500 metros del área de peligro por deslizamiento. Las viviendas tienen como material predominante al ladrillo o concreto armado con buen estado de conservación y menos de 15 años de antigüedad y con casi nula afectación a la vivienda. El ingreso promedio familiar está por encima de los S/1501 y el jefe del hogar tiene condición estable laboralmente. Predios ubicados alejados a fuentes de contaminación (más de 5 km), población con conocimiento e interés en conservación ambiental y con capacitaciones regulares.	$0.038 \leq V < 0.071$

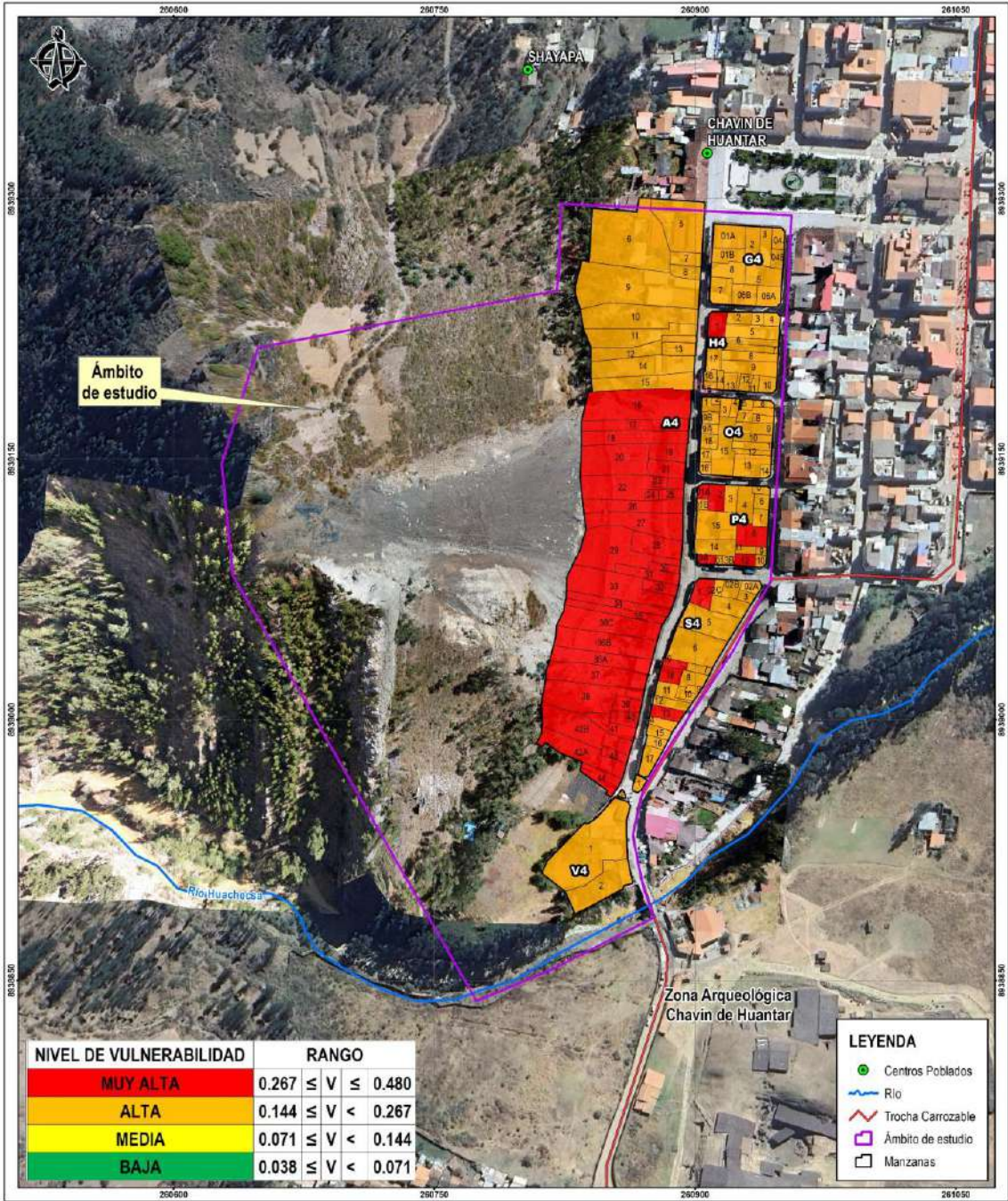
Fuente: Equipo técnico


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/J



5.7. Mapa de Vulnerabilidad

Mapa N° 12. Mapa de Vulnerabilidad



Fuente: Equipo técnico

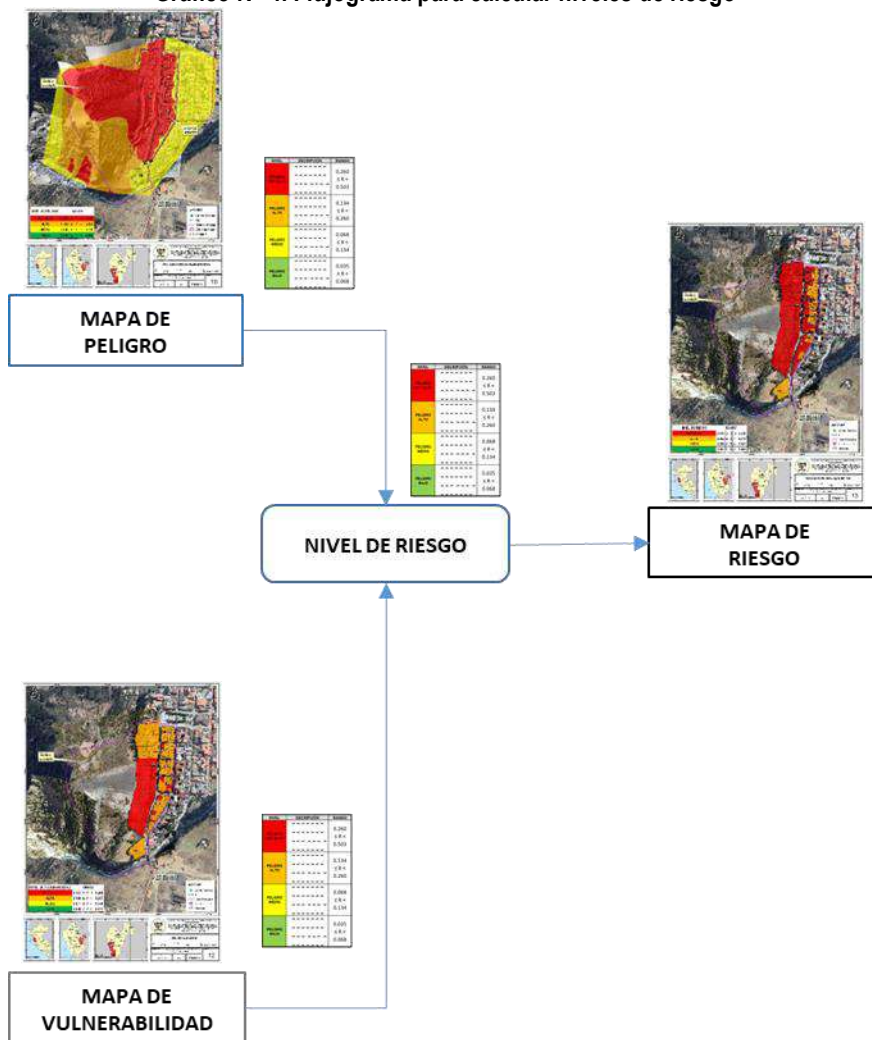
Marilia Mercedes Benaydes Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPROD/J

6. CAPÍTULO VI: CÁLCULO DEL RIESGO

6.1. Metodología para la determinación de los niveles de riesgo

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

Gráfico N° 4. Flujograma para calcular niveles de riesgo



Fuente: Equipo técnico

6.2. Determinación de los niveles de riesgo

6.2.1. Niveles de Riesgo

Los niveles de riesgo por deslizamientos, se detallan a continuación:

Tabla N° 77. Niveles del Riesgo

NIVEL DE RIESGO	RANGO		
MUY ALTO	0.070	≤ R ≤	0.216
ALTO	0.022	≤ R <	0.070
MEDIO	0.006	≤ R <	0.022
BAJO	0.002	≤ R <	0.006

Fuente: Equipo técnico



6.3. Estratificación del Riesgo

Tabla N° 78. Estratificación del Riesgo

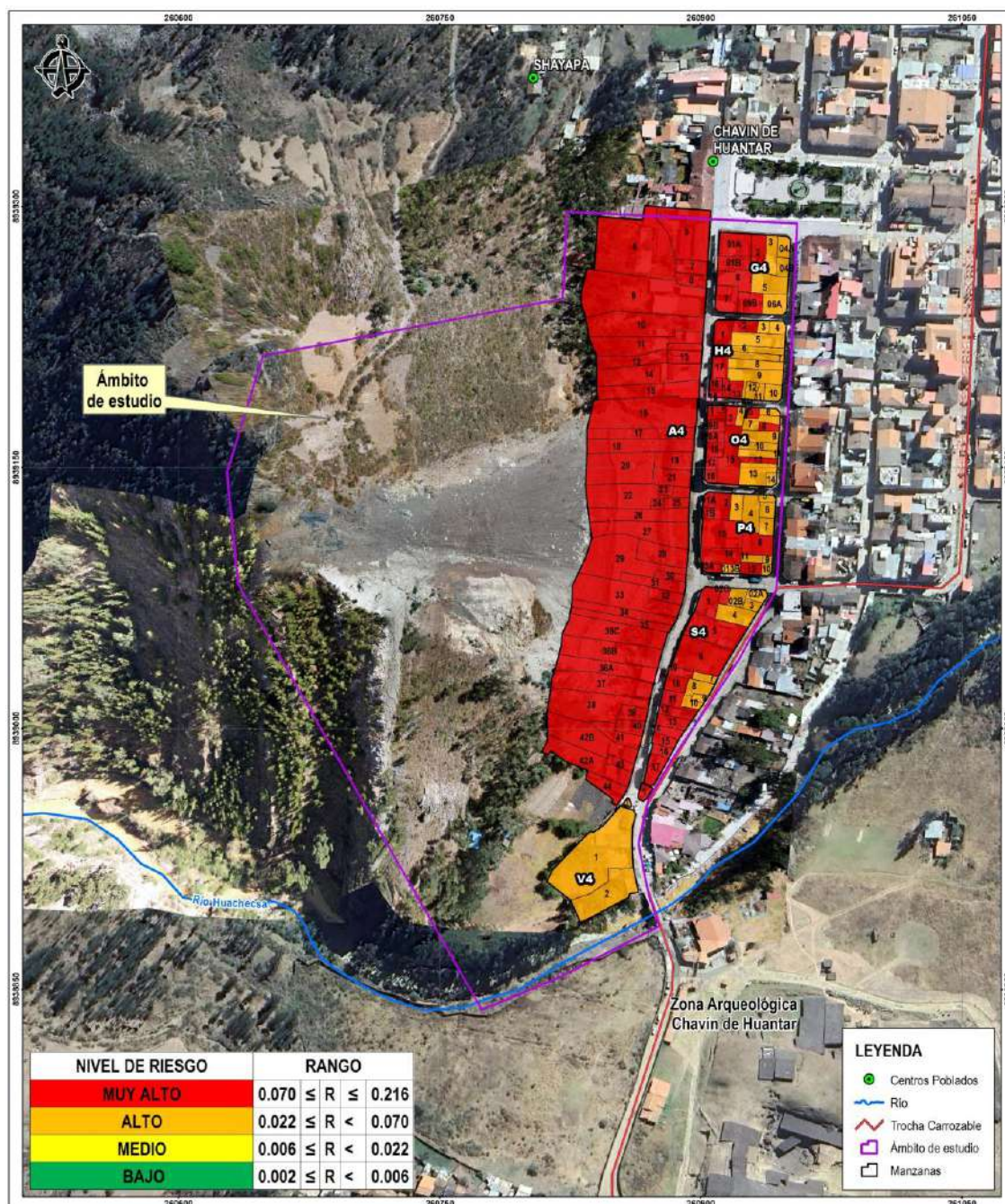
Nivel De Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento superior a los 100,000 m ³ , pendientes catalogadas como escarpadas (superior a los 45°), geología de depósitos coluviales, geomorfología de vertiente coluvial, talud con un factor de seguridad inferior a 1.0 (inestable). Viviendas con población mayor a 35 personas, la población predominante está en el rango de 0 a 5 años y mayor a 65 años, predominantemente no cuentan con servicios básicos, predominantemente son poseedores de los lotes, no cuentan con seguro de salud. La población no recibe capacitaciones en temática GRD, población con una actitud fatalista frente al riesgo. El predio se ubica a menos de 50 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al drywall con muy mal estado de conservación y más de 40 años de antigüedad con proceso de colapso de edificación. El ingreso promedio familiar es inferior al mínimo vital y situación laboral del jefe del hogar como desempleado y/o jubilado. Predios ubicados muy cercano a fuentes de contaminación (0 a 0.1 km), población sin interés en conservación ambiental ni nunca se ha capacitado.	$0.070 \leq R < 0.216$
Riesgo Alto	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento entre los 50,000 a 100,000 m ³ , pendientes catalogadas como fuertes a muy fuertes (25° a 45°), geología de depósitos coluviales y/o coluvio – deluviales, geomorfología de vertiente coluvial y/o vertiente con depósito de deslizamiento y/o piedemonte de detritos, talud con un factor de seguridad entre 1.0 y 1.3 (crítico – marginal). Viviendas que tienen entre 25 a 35 personas, la población predominante está en el rango de 6 a 12 años, predominantemente no cuentan con servicios básicos o los tienen de manera provisional, predominantemente son viviendas alquiladas, cuenta con SIS o ESSALUD. La población recibe por lo menos una capacitación al año en temas relacionados a GRD, población con una actitud escasamente previsoras frente al riesgo. El predio se ubica entre 50 metros a 200 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al adobe y/o tapia con mal estado de conservación y entre 30 a 40 años de antigüedad con agrietamiento de la edificación. El ingreso promedio familiar está en el rango de S/1025 a S/1200 con jefe del hogar con empleo temporal como obrero predominantemente. Predios ubicados cercano a fuentes de contaminación (0.1 a 1 km), población sin conocimiento, pero con interés en conservación ambiental y con al menos una capacitación en temas relacionados.	$0.022 \leq R < 0.070$
Riesgo Medio	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento entre los 5,000 a 50,000 m ³ , pendientes catalogadas como moderadas a fuertes (15° a 25°), geología de depósitos coluvio – deluviales y/o formación Carhuaz y/o formación Santa, geomorfología de piedemonte de detritos y/o Montaña en roca sedimentaria, talud con un factor de seguridad entre 1.3 y 1.5 (estable). Viviendas que tienen entre 10 a 25 personas, la población predominante está en el rango de 13 a 19 años, predominantemente no cuentan con servicios completos, solo cuentan con agua, o luz o desagüe, predominantemente son viviendas hipotecadas o en proceso de compra venta, cuentan con ESSALUD O FFAA-PNP. La población recibe por lo menos dos capacitaciones al año en temas relacionados a GRD, población con una actitud parcialmente previsoras sin tomar medidas de preparación. El predio se ubica entre 200 metros a 500 metros del área de peligro ante deslizamientos. Las viviendas tienen como material predominante de paredes al adobe y/o tapia y/o madera con regular estado de conservación y entre 15 a 29 años de antigüedad con asentamiento diferencial. El ingreso promedio familiar está en el rango de S/1201 a S/1500 con jefe del hogar con más de un empleo temporal. Predios ubicados medianamente cerca a fuentes de contaminación (1 a 5 km), población con escaso conocimiento, pero con interés en conservación ambiental y con al menos una capacitación al año en temas relacionados.	$0.006 \leq R < 0.022$
Riesgo Bajo	Precipitación de 32.6 mm/día (extremadamente lluvioso), volumen de deslizamiento inferior a los 5,000 m ³ , pendientes catalogadas como suaves a moderadas (inferiores a los 15°), geología de Formación Santa y/o depósitos fluviales, geomorfología de montaña estructural en roca sedimentaria y/o cauce de río, talud con un factor de seguridad entre superior al 1.5 (muy estable). Viviendas que tienen menos de 10 personas, la población predominante está en el rango de 20 a 50 años y de 51 a 64 años, cuentan con todos los servicios básicos, son viviendas que ya cuentan con título de propiedad, cuentan con título privado u otro. La población recibe 3 o más capacitaciones al año en temática GRD, población con una actitud previsoras que si toma medidas de preparación. El predio se ubica a más de 500 metros del área de peligro por deslizamiento. Las viviendas tienen como material predominante al ladrillo o concreto armado con buen estado de conservación y menos de 15 años de antigüedad y con casi nula afectación a la vivienda. El ingreso promedio familiar está por encima de los S/1501 y el jefe del hogar tiene condición estable laboralmente. Predios ubicados alejados a fuentes de contaminación (más de 5 km), población con conocimiento e interés en conservación ambiental y con capacitaciones regulares.	$0.002 \leq R < 0.006$

Fuente: Equipo técnico



6.4. Mapa de Riesgo

Mapa N° 13. Mapa de Riesgo



Fuente: Equipo técnico



6.5. Cálculo de Posibles Pérdidas

6.5.1. Cálculo de daños probables

Para cuantificar las posibles pérdidas económicas por ocurrencia de peligros originados por fenómenos naturales (deslizamientos), es importante analizar la situación actual de los predios que se encuentran colindantes al sector Cerro Cruz de Shallapa en cuanto a las características físicas de los elementos expuestos susceptibles.

La cuantificación de daños y/o pérdidas debido al impacto de un peligro se manifiesta en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos. Estos costos varían de acuerdo con el tipo de infraestructura y al grado de afectación, para lo cual hemos tomado como fuente la Resolución Ministerial N° 411-2024-Vivienda. Se muestra a continuación las pérdidas económicas probables:

- Estructuras de bloque de concreto (muros de ladrillo techo concreto aligerado) de S/. 418.04 soles
- Estructura de concreto (muros de ladrillo, techo de calamina y/o eternit) es de S/. 386.13 soles
- Muros de adobe con techo o tapial es de S/. 303.13 soles

Tabla N° 79. Efectos probables

Edificación costo unitario por m² S/. 386.13	N° de Viviendas	N° de Pisos	Área de Edificación promedio estimada Área Mínima (m²)	Perdidas Probables
Muros de ladrillo	5	1 Piso	90	S/ 173,758.50
	10	2 Pisos	90	S/ 695,034.00
	7	3 Pisos	90	S/ 729,785.70
	7	4 Pisos	90	S/ 973,047.60
Edificación costo unitario por m² S/. 303.13	N° de Viviendas	N° de Pisos	Área de Edificación promedio estimada Área Mínima (m²)	Perdidas Probables
Muros de adobe con techo de tejas / calaminas	39	1 Piso	90	S/ 1,064,006.30
	64	2 Pisos	90	S/ 3,492,057.60
	1	3 Pisos	90	S/ 81,845.10
Infraestructura Vial	Unidad	Cantidad	Costo Aprox. (S/)	Total
Trocha Carrozable	km	0.512	S/ 25,000.00	S/ 12,800.00
Medio de Vida	Unidad	Cantidad	Costo Aprox. (S/)	Total
Cultivos de Alfalfa y papá	Ha	20	S/ 2,000.00	S/ 40,000.00
TOTAL DE DAÑOS PROBABLES				S/ 7,262,334.80

Elaboración: Equipo técnico

6.5.2. Cálculo de pérdidas probables

Tabla N° 80. Pérdidas Probables

Pérdida Probable	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Probable
Módulos temporales de vivienda	Unidad	133	S/ 3,800.00	S/ 505,400.00
Costo de adquisición de camas plegables	Unidad	133	S/ 438.00	S/ 58,254.00
Bienes de Ayuda humanitaria	Unidad	133	S/ 650.00	S/ 86,450.00
TOTAL DE PÉRDIDAS PROBABLES				S/ 650,104.00

El siguiente cuadro resumen el valor total de daños y pérdidas probables:

Tabla N° 81. Costo de daños y pérdidas probables

Descripción	Costo estimado
Costo daños probable	S/ 7,262,334.80
Costo pérdidas probable	S/ 650,104.00
Total	S/ 7,912,438.80

De acuerdo al cuadro de cálculo posibles daños y pérdidas probables, el monto probable total asciende a **S/7,912,438.80**

7. CAPÍTULO VII: CONTROL DE RIESGOS

7.1. Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo

Las tablas siguientes, describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de la ocurrencia del fenómeno natural, las medidas cualitativas de consecuencia y daño, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y las correspondientes matrices, indicando los niveles que ayudaran al control de riesgos.

a. Valoración de consecuencias

Tabla N° 82. 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	Media	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.

Elaboración: Equipo técnico

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural como el deslizamiento en el Sector Cerro Cruz de Shallapa pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el nivel 3 Alta.

b. Valoración de frecuencia

Tabla N° 83. 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	Media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración: Equipo técnico

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento del deslizamiento detonado por precipitaciones que se dan en cada temporada de lluvias hace que el evento tenga una probabilidad de frecuencia de ocurrencia muy alta, es decir, posee el nivel 4 – Muy Alta.

c. Nivel de consecuencia y daños

Tabla N° 84. Nivel de consecuencia y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Alta	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

Elaboración: Equipo técnico

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



d. Aceptabilidad y/o Tolerancia:

Tabla N° 85. 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

Elaboración: Equipo técnico

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por deslizamiento en el Sector Cerro Cruz de Shallapa es de nivel 4 – Inadmisible, por lo que se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.

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

Tabla N° 86. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

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

Elaboración: Equipo técnico

e. Prioridad de Intervención

Tabla N° 87. Prioridad de Intervención

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

Elaboración: Equipo técnico

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de I, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.



7.2. Medidas de Prevención y Reducción del Riesgo

7.2.1. Medidas Estructurales

- Para la zona de derrumbe construir muros de contención para la retención de sedimentos y bloques que se puedan desprender y Ampliar el enmallado hacia la parte media y baja del derrumbe, sostenida de pernos de anclaje. (recomendación tomada del INGEMMET de la Opinión Técnica N° 015-2024).
- Para la zona del deslizamiento reactivado debe implementarse sistemas de drenaje superficial por encima de la corona del deslizamiento como filtros o subdrenes interceptores, consistentes en zanjas rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte de agua; con la finalidad de coleccionar las aguas de lluvia y drenarlas fuera del deslizamiento. (recomendación tomada del INGEMMET de la Opinión Técnica N° 015-2024).

7.2.2. Medidas No Estructurales

- Para la zona de derrumbe Realizar el monitoreo constante para ver una posible deformación del terreno que podría desencadenar en un nuevo derrumbe, esto debido a la presencia de fracturas y desplazamientos de roca en la parte alta y baja del afloramiento rocoso. Existen diversos tipos de monitoreo como satelitales, topográficos, utilizando escaner entre otros; estos pueden ser a tiempo real o con mediciones temporales, eso dependerá del especialista en esa área (recomendación tomada del INGEMMET de la Opinión Técnica N° 015-2024).
- Para la zona del deslizamiento reactivado de verificarse un mayor desplazamiento del terreno, por medidas preventivas se recomienda la reubicación de viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera, ya que esta zona presenta mayor riesgo de afectación por el evento. (recomendación tomada del INGEMMET de la Opinión Técnica N° 015-2024).
- Reubicar a las viviendas expuestas a peligro muy alto y del mismo modo El área afectada por el derrumbe, a partir de la calle Wiracocha hacia la ladera, deberá quedar inhabilitada para asentamientos urbanos; esta podría convertirse en un parque temático, zona de recreo, entre otros. (recomendación tomada del INGEMMET de la Opinión Técnica N° 015-2024).


Marilia Mercedes Benavides Carranza
Ingeniera Geógrafa
Reg. CIP N° 173752
R.J. N° 019-2019-CENEPRED/I



8. CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- El presente estudio de evaluación de riesgo por deslizamiento tiene como ámbito de estudio el Sector Cerro Cruz de Shallapa ubicado en el distrito de Chavín de Huántar de la provincia de Huari en el departamento de Ancash, con un total de 133 lotes analizados.
- Para la evaluación del peligro por deslizamiento en la zona del deslizamiento reactivado ubicado colindante a la zona de derrumbe del 30 de junio del 2022 se han considerado parámetros que permitieron caracterizar el fenómeno en función a su mecanismo generador, así como también las propiedades físicas del suelo (utilizándose información generada tanto por la Municipalidad de Chavín de Huántar como estudios del INGEMMET) en donde se emplaza el área de estudio, determinándose niveles de peligro **ALTOS** y **MUY ALTOS**.
- El cálculo del nivel de vulnerabilidad realizado a los 133 lotes analizados **ante deslizamientos** determinó nivel de **VULNERABILIDAD MEDIA, ALTA Y MUY ALTA** de acuerdo al siguiente detalle.

Tabla N° 88. Niveles de Vulnerabilidad por Deslizamientos

MANZANA	LOTE	VULNERABILIDAD
A4	11	ALTA
A4	12	ALTA
A4	33	MUY ALTA
A4	14	ALTA
A4	8	ALTA
A4	42B	MUY ALTA
A4	36C	MUY ALTA
A4	37	MUY ALTA
A4	13	ALTA
A4	7	ALTA
A4	9	ALTA
A4	5	ALTA
A4	10	ALTA
A4	32	MUY ALTA
A4	6	ALTA
A4	40	MUY ALTA
A4	34	MUY ALTA
A4	43	MUY ALTA
A4	15	ALTA
A4	39	MUY ALTA
A4	36B	MUY ALTA
A4	38	MUY ALTA
A4	41	MUY ALTA
A4	44	MUY ALTA
A4	31	MUY ALTA
A4	35	MUY ALTA
A4	36A	MUY ALTA
A4	42A	MUY ALTA



MANZANA	LOTE	VULNERABILIDAD
A4	17	MUY ALTA
A4	24	MUY ALTA
A4	16	MUY ALTA
A4	26	MUY ALTA
A4	22	MUY ALTA
A4	23	MUY ALTA
A4	18	MUY ALTA
A4	28	MUY ALTA
A4	19	MUY ALTA
A4	29	MUY ALTA
A4	21	MUY ALTA
A4	20	MUY ALTA
A4	27	MUY ALTA
A4	25	MUY ALTA
A4	30	MUY ALTA
G4	01A	ALTA
G4	06B	ALTA
G4	8	ALTA
G4	3	ALTA
G4	2	ALTA
G4	04A	ALTA
G4	7	ALTA
G4	5	ALTA
G4	01B	ALTA
G4	06A	ALTA
G4	04B	ALTA
H4	7	ALTA
H4	6	ALTA
H4	8	ALTA
H4	4	ALTA
H4	12	ALTA
H4	16	ALTA
H4	2	ALTA
H4	14	ALTA
H4	5	ALTA
H4	17	ALTA
H4	1	MUY ALTA
H4	10	ALTA
H4	9	ALTA
H4	3	ALTA
H4	13	ALTA
H4	15	ALTA
H4	11	ALTA
O4	2	ALTA
O4	019B	ALTA



MANZANA	LOTE	VULNERABILIDAD
O4	18	ALTA
O4	13	ALTA
O4	6	ALTA
O4	10	ALTA
O4	16	ALTA
O4	14	ALTA
O4	5	ALTA
O4	12	ALTA
O4	7	ALTA
O4	1	ALTA
O4	9	ALTA
O4	17	ALTA
O4	11	ALTA
O4	4	ALTA
O4	3	ALTA
O4	8	ALTA
O4	15	ALTA
O4	019A	ALTA
P4	9	ALTA
P4	14	ALTA
P4	2	MUY ALTA
P4	15	ALTA
P4	3	ALTA
P4	4	ALTA
P4	013A	MUY ALTA
P4	7	ALTA
P4	10	ALTA
P4	5	ALTA
P4	8	MUY ALTA
P4	6	ALTA
P4	12	MUY ALTA
P4	01A	MUY ALTA
P4	11	ALTA
P4	01B	ALTA
P4	013B	ALTA
S4	7	ALTA
S4	6	ALTA
S4	10	ALTA
S4	8	ALTA
S4	15	ALTA
S4	11	ALTA
S4	14	ALTA
S4	19	MUY ALTA
S4	4	ALTA
S4	16	ALTA



MANZANA	LOTE	VULNERABILIDAD
S4	1	MUY ALTA
S4	02B	ALTA
S4	13	MUY ALTA
S4	12	ALTA
S4	17	ALTA
S4	9	ALTA
S4	18	MUY ALTA
S4	3	ALTA
S4	5	ALTA
S4	02A	ALTA
S4	02C	ALTA
T4	1	ALTA
U4	1	ALTA
V4	1	ALTA
V4	2	ALTA

Fuente: Elaboración equipo técnico

- El cálculo del riesgo realizado en los 133 lotes analizados **ante deslizamientos** determinó nivel de **RIESGO ALTO Y MUY ALTO** de acuerdo al siguiente detalle.

Tabla N° 89. Niveles de Riesgo por Deslizamientos

MANZANA	LOTE	RIESGO
A4	11	MUY ALTO
A4	12	MUY ALTO
A4	33	MUY ALTO
A4	14	MUY ALTO
A4	8	MUY ALTO
A4	42B	MUY ALTO
A4	36C	MUY ALTO
A4	37	MUY ALTO
A4	13	MUY ALTO
A4	7	MUY ALTO
A4	9	MUY ALTO
A4	5	MUY ALTO
A4	10	MUY ALTO
A4	32	MUY ALTO
A4	6	MUY ALTO
A4	40	MUY ALTO
A4	34	MUY ALTO
A4	43	MUY ALTO
A4	15	MUY ALTO
A4	39	MUY ALTO
A4	36B	MUY ALTO
A4	38	MUY ALTO



MANZANA	LOTE	RIESGO
A4	41	MUY ALTO
A4	44	MUY ALTO
A4	31	MUY ALTO
A4	35	MUY ALTO
A4	36A	MUY ALTO
A4	42A	MUY ALTO
A4	17	MUY ALTO
A4	24	MUY ALTO
A4	16	MUY ALTO
A4	26	MUY ALTO
A4	22	MUY ALTO
A4	23	MUY ALTO
A4	18	MUY ALTO
A4	28	MUY ALTO
A4	19	MUY ALTO
A4	29	MUY ALTO
A4	21	MUY ALTO
A4	20	MUY ALTO
A4	27	MUY ALTO
A4	25	MUY ALTO
A4	30	MUY ALTO
G4	3	ALTO
G4	04A	ALTO
G4	5	ALTO
G4	06A	ALTO
G4	04B	ALTO
G4	01A	MUY ALTO
G4	06B	MUY ALTO
G4	8	MUY ALTO
G4	2	MUY ALTO
G4	7	MUY ALTO
G4	01B	MUY ALTO
H4	7	ALTO
H4	6	ALTO
H4	8	ALTO
H4	4	ALTO
H4	12	ALTO
H4	5	ALTO
H4	10	ALTO
H4	9	ALTO
H4	3	ALTO
H4	11	ALTO
H4	16	MUY ALTO



MANZANA	LOTE	RIESGO
H4	2	MUY ALTO
H4	14	MUY ALTO
H4	17	MUY ALTO
H4	1	MUY ALTO
H4	13	MUY ALTO
H4	15	MUY ALTO
O4	13	ALTO
O4	6	ALTO
O4	10	ALTO
O4	14	ALTO
O4	7	ALTO
O4	9	ALTO
O4	11	ALTO
O4	4	ALTO
O4	2	MUY ALTO
O4	019B	MUY ALTO
O4	18	MUY ALTO
O4	16	MUY ALTO
O4	5	MUY ALTO
O4	12	MUY ALTO
O4	1	MUY ALTO
O4	17	MUY ALTO
O4	3	MUY ALTO
O4	8	MUY ALTO
O4	15	MUY ALTO
O4	019A	MUY ALTO
P4	9	ALTO
P4	3	ALTO
P4	4	ALTO
P4	7	ALTO
P4	10	ALTO
P4	5	ALTO
P4	6	ALTO
P4	11	ALTO
P4	013B	ALTO
P4	14	MUY ALTO
P4	2	MUY ALTO
P4	15	MUY ALTO
P4	013A	MUY ALTO
P4	8	MUY ALTO
P4	12	MUY ALTO
P4	01A	MUY ALTO
P4	01B	MUY ALTO



MANZANA	LOTE	RIESGO
S4	7	ALTO
S4	10	ALTO
S4	8	ALTO
S4	4	ALTO
S4	02B	ALTO
S4	9	ALTO
S4	3	ALTO
S4	02A	ALTO
S4	6	MUY ALTO
S4	15	MUY ALTO
S4	11	MUY ALTO
S4	14	MUY ALTO
S4	19	MUY ALTO
S4	16	MUY ALTO
S4	1	MUY ALTO
S4	13	MUY ALTO
S4	12	MUY ALTO
S4	17	MUY ALTO
S4	18	MUY ALTO
S4	5	MUY ALTO
S4	02C	MUY ALTO
T4	1	MUY ALTO
U4	1	ALTO
V4	1	ALTO
V4	2	ALTO

Fuente: Elaboración equipo técnico

- El cálculo de riesgo de la cuantificación de probables daños y pérdidas ante el peligro de deslizamientos del Sector Cerro Cruz de Shallapa en relación a las viviendas evaluadas, asciende un monto referencial de S/7,912,438.80 Soles.
- El nivel de aceptabilidad y Tolerancia del riesgo identificado es de Inadmisible, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de los riesgos.

8.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar a través de proyectos de inversión pública las propuestas de medidas estructurales contenidas en el presente estudio de evaluación de riesgo.
- De manera general se recomienda implementar las medidas y estrategias para la reducción del riesgo de desastres identificado en el centro poblado de shallapa específicamente el área de estudio por lo que deben tener en consideración las recomendaciones estructurales y no estructurales planteadas en el capítulo 7.2 del presente estudio.



9. CAPÍTULO IX: 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.
- Mapa Geomorfológico Nacional integrado de los Mapas Regionales, del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET 2002).
- Informe Técnico N° A7276 – “Inspección Geológica del Derrumbe Ocurrido el 30 de junio 2022 en el Cerro Cruz de Shallapa” (INGEMMET 2022).
- Informe Técnico N° A7280 – “Evaluación de Peligros Geológicos en el Cerro Cruz de Shallapa y su influencia en la localidad de Chavín de Huántar” (INGEMMET 2022).
- Informe de Evaluación de Riesgo por Deslizamiento en el Cerro Cruz de Shallapa del Distrito de Chavín de Huántar, Provincia de Huari del departamento de Ancash (Gobierno Regional de Ancash 2022)
- Informe Técnico N° A7371 – “Evaluación Ingeniero – Geológica en el Cerro Cruz de Shallapa” (INGEMMET 2023).
- Opinión Técnica N° 15-2024 – “Inspección Técnica del estado actual del derrumbe en el Cerro Cruz de Shallapa” (INGEMMET 2024).
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Peligros geológicos y zonas críticas entre Chavín de Huántar y Pomachaca. Distritos Chavín de Huántar, San Marcos, Huántar, Huachis y Huari; provincia Huari; departamento Áncash. Lima: Ingemet, Informe Técnico A7361, 66p.
- Zavala, B; Valderrama, P; Pari, W; Luque, G; Barrantes, R (2009) - Riesgos geológicos en la región Ancash. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 38.



10. CAPÍTULO XI: GLOSARIO

- **Peligro (o Amenaza):** Es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar, con una intensidad y en un periodo de tiempo determinados. En el caso de deslizamientos, el peligro es la posibilidad de que ocurra un movimiento en masa.
- **Vulnerabilidad:** Son las condiciones de desventaja, debilidad o predisposición de una comunidad, sus bienes y medios de vida para ser afectados por un peligro. A mayor vulnerabilidad, mayores serán los daños. Se analiza desde tres factores:
 - **Exposición:** La ubicación física de la población y sus bienes en una zona de peligro.
 - **Fragilidad:** Las características físicas de una estructura (ej. una casa) o un sistema (ej. una carretera) que los hacen susceptibles a ser dañados.
 - **Resiliencia:** La capacidad de una comunidad para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un peligro.
- **Riesgo de Desastres:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. Se expresa con la fórmula $\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$.
- **Movimiento en Masa (o Remoción en Masa):** Es el desplazamiento de una masa de rocas, escombros o suelos ladera abajo debido a la fuerza de la gravedad. Los deslizamientos son un tipo específico de movimiento en masa, junto con caídas de rocas, flujos (huaicos), y reptaciones.
- **Deslizamiento:** Es un tipo de movimiento en masa donde el desplazamiento ocurre a lo largo de una o varias superficies de falla o discontinuidad bien definidas.
- **Factor de Seguridad,** cociente entre las fuerzas resistentes (estabilizadoras) y las fuerzas movilizadas (que promueven el deslizamiento). Un factor <1 indica inestabilidad, >1 estabilidad bajo condiciones dadas.
- **Estabilidad de taludes,** capacidad del talud para resistir el deslizamiento o colapso bajo las condiciones existentes — incluye condiciones estáticas, dinámicas, de saturación de agua, etc.



11. CAPITULO XII: ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Vista del Ámbito de Estudio.....	8
Figura N° 2. Mapa de ruta de acceso con el aplicativo de Google Maps	11
Figura N° 3. Vista de las manzanas evaluadas del Ámbito de estudio.....	12
Figura N° 4. Mapa de Índice Topográfico de Humedad	19
Figura N° 5. Ubicación Puntos de Sondeo SEVs	25
Figura N° 6. Vista de las Secciones Geoelectricasd	26
Figura N° 7. Horizontes o capas de la Sección Geofísica A-A	27
Figura N° 8. Horizontes o capas de selección Geofísica.....	28
Figura N° 9. Corte central del talud – Factor de Seguridad.....	30
Figura N° 10. Clasificación de peligros.....	32
Figura N° 11. Resultados de velocidad generada a partir de la simulación por caída de rocas.....	33
Figura N° 12. comparación del derrumbe del cerro Shallapa, entre los años 2022 y 2024.....	34
Figura N° 13. Deslizamiento en el cerro Cruz de Shallapa, ubicado al norte del derrumbe	35
Figura N° 14. Deslizamiento rotacional típico.....	39
Figura N° 15. Perfil geológico de la zona afectada por derrumbe en el cerro Cruz de Shallapa	41

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. Coordenadas del Ámbito de Estudio	8
Tabla N° 2. Rutas y vías de acceso al Ámbito de Estudio.....	11
Tabla N° 3. Material Predominante de Paredes en el Ámbito de Estudio	13
Tabla N° 4. Unidades Geomorfológicas identificadas	16
Tabla N° 5. Rangos de Pendiente del Terreno.....	21
Tabla N° 6. Escala numérica y verbal para la comparación de pares	41
Tabla N° 7. Matriz de comparación de pares del parámetro Volumen del deslizamiento.....	42
Tabla N° 8. Matriz de normalización del parámetro Volumen del deslizamiento.....	42
Tabla N° 9. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad	43
Tabla N° 10. Matriz de comparación de pares del parámetro Máxima PP en 24h	44
Tabla N° 11. Matriz de normalización del parámetro Máxima PP en 24h	44
Tabla N° 12. Matriz de comparación de pares de los Factores Condicionantes	45
Tabla N° 13. Matriz de normalización del parámetro Factores Condicionantes	45
Tabla N° 14. Descriptores parámetro Factor de Seguridad Geotécnico.....	46
Tabla N° 15. Matriz de comparación de pares del parámetro Factor de Seguridad	46
Tabla N° 16. Matriz de normalización del parámetro Factor de Seguridad	47
Tabla N° 17. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas	47
Tabla N° 18. Matriz de normalización del parámetro Unidades Geológicas.....	48
Tabla N° 19. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geomorfológicas	48
Tabla N° 20. Matriz de normalización del parámetro Unidades Geomorfológicas	49
Tabla N° 21. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendientes	49
Tabla N° 22. Matriz de normalización del parámetro Pendientes.....	50
Tabla N° 23. Niveles de Peligro.....	50
Tabla N° 24. Matriz de Estratificación del Peligro.....	51
Tabla N° 25. Elementos expuestos	53
Tabla N° 26. Parámetros de la dimensión social por factores	56
Tabla N° 27. Matriz de de comparación de pares del parámetro Concentración de personas por lote.....	56
Tabla N° 28. Matriz de normalización del parámetro Concentración de personas por lote	56
Tabla N° 29. Matriz de de comparación de pares del parámetro Grupo etario	57
Tabla N° 30. Matriz de normalización del parámetro Grupo etario.....	57
Tabla N° 31. Matriz de de comparación de pares del parámetro Servicios Básicos	57
Tabla N° 32. Matriz de de normalización de pares del parámetro Servicios Básicos.....	58
Tabla N° 33. Matriz de de comparación de pares del parámetro Tenencia.....	58



Tabla N° 34. Matriz de de normalización de pares del parámetro Tenencia	58
Tabla N° 35. Matriz de de comparación de pares de los parámetros de la Fragilidad Social	59
Tabla N° 36. Matriz de de normalización de pares de los parámetros de la Fragilidad Social	59
Tabla N° 37. Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Seguro	59
Tabla N° 38. Matriz de normalización del parámetro Tipo de Seguro	59
Tabla N° 39. Matriz de comparación de pares del parámetro Actitud frente al riesgo	60
Tabla N° 40. Matriz de normalización del parámetro Actitud frente al riesgo	60
Tabla N° 41. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en GRD	61
Tabla N° 42. Matriz de normalización del parámetro Capacitación en GRD	61
Tabla N° 43. Matriz de de comparación de pares de los parámetros de la Resiliencia Social	61
Tabla N° 44. Matriz de de normalización de pares de los parámetros de la Resiliencia Social	62
Tabla N° 45. Parámetros de Dimensión Económica por factores	62
Tabla N° 46. Matriz de comparación de pares del parámetro Ubicación del predio respecto al peligro	63
Tabla N° 47. Matriz de normalización del parámetro Ubicación del predio respecto al peligro	63
Tabla N° 48. Matriz de comparación de pares del parámetro Material predominante de paredes	64
Tabla N° 49. Matriz de normalización del parámetro Material predominante de paredes	64
Tabla N° 50. Matriz de comparación de pares del parámetro Elevación de la Edificación	64
Tabla N° 51. Matriz de normalización de pares del parámetro Elevación de la Edificación	65
Tabla N° 52. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación	65
Tabla N° 53. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación	65
Tabla N° 54. Matriz de comparación de pares del parámetro Afectación a la vivienda	66
Tabla N° 55. Matriz de normalización de pares del parámetro Afectación a la vivienda	66
Tabla N° 56. Matriz de comparación de pares del parámetro Antigüedad de la construcción	66
Tabla N° 57. Matriz de normalización de pares del parámetro Antigüedad de la construcción	67
Tabla N° 58. Matriz de comparación de pares de los parámetros de la fragilidad económica	67
Tabla N° 59. Matriz de normalización de pares de los parámetros de la fragilidad económica	67
Tabla N° 60. Matriz de comparación de pares del parámetro Ingreso Promedio Familiar	68
Tabla N° 61. Matriz de normalización del parámetro Ingreso Promedio Familiar	68
Tabla N° 62. Matriz de comparación de pares del parámetro Ocupación Principal del Jefe del Hogar	69
Tabla N° 63. Matriz de normalización de pares del parámetro Ocupación Principal del Jefe del Hogar	69
Tabla N° 64. Matriz de comparación de pares del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar	69
Tabla N° 65. Matriz de normalización de pares del parámetro Situación laboral del Jefe del Hogar	70
Tabla N° 66. Matriz de comparación de pares de los parámetros de la Resiliencia Económica	70
Tabla N° 67. Matriz de normalización de pares de los parámetros de la Resiliencia Económica	70
Tabla N° 68. Parámetros de Dimensión Ambiental por Factores	71
Tabla N° 69. Matriz de comparación de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación	71
Tabla N° 70. Matriz de normalización del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación	71
Tabla N° 71. Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento e interés en conservación ambiental	72
Tabla N° 72. Matriz de normalización del parámetro Conocimiento e interés en conservación ambiental	72
Tabla N° 73. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental	73
Tabla N° 74. Matriz de normalización del parámetro Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental	73
Tabla N° 75. Niveles de Vulnerabilidad	73
Tabla N° 76. Estratificación de la Vulnerabilidad	74
Tabla N° 77. Niveles del Riesgo	76
Tabla N° 78. Estratificación del Riesgo	77
Tabla N° 79. Efectos probables	79
Tabla N° 80. Pérdidas Probables	79
Tabla N° 81. Costo de daños y pérdidas probables	79
Tabla N° 82. Valoración de consecuencias	80
Tabla N° 83. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	80
Tabla N° 84. Nivel de consecuencia y daños	80



Tabla N° 85. Nivel de consecuencia y daños	81
Tabla N° 86. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo	81
Tabla N° 87. Prioridad de Intervención	81
Tabla N° 88. Niveles de Vulnerabilidad por Deslizamientos	83
Tabla N° 89. Niveles de Riesgo por Deslizamientos	86

LISTA DE MAPAS

Mapa N° 1. Mapa de Ubicación del Área de Estudio	9
Mapa N° 2. Ubicación Hidrográfica	10
Mapa N° 3. Mapa de Unidades Geológicas	15
Mapa N° 4. Mapa de Unidades Geomorfológicas	18
Mapa N° 5. Índice Topográfico de Humedad (TWI)	20
Mapa N° 6. Mapa Topográfico	22
Mapa N° 7. Mapa de Pendientes	23
Mapa N° 8. Clasificación Climática	24
Mapa N° 9. Precipitación máxima en 24h	37
Mapa N° 10. Peligro por Deslizamientos	52
Mapa N° 11. Elementos Expuestos	54
Mapa N° 12. Mapa de Vulnerabilidad	75
Mapa N° 13. Mapa de Riesgo	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Metodología general para determinar el nivel de peligro	31
Gráfico N° 2. Esquema de Recopilación y Análisis de Información	32
Gráfico N° 3. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	55
Gráfico N° 4. Flujograma para calcular niveles de riesgo	76

11.1.Registro fotográfico



Foto N° 01: Levantamiento en campo realizado en el Sector Cerro Cruz de Shallapa, registrando la totalidad de las edificaciones existentes en el sector



Foto N° 02: Levantamiento en campo siendo mayoría de lotes de adobe



Foto N° 03 : Encuestas a la población local para identificar su nivel de vulnerabilidad social, económica y ambiental
Fuente: Elaboración equipo técnico



Foto N° 04: Casas rústicas de un nivel, algunas en mal estado y otras conservadas de forma precaria