



INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTO EN LA A.P.V. ALTO SAN MARTIN

DICIEMBRE DEL 2024

**ING. EDVIN NEIL HUAMANGUILLAS PARAVECINO
EVALUADOR DE RIESGOS DE DESASTRES R.J.N. 065 -2021**

CONTENIDO

1	<u>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES</u>	6
1.1	OBJETIVO GENERAL	6
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3	ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
1.4	MARCO NORMATIVO	7
2	<u>CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO</u>	8
2.1	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
2.2	BASE TOPOGRÁFICA	10
2.3	VÍAS DE ACCESO	10
2.4	HIDROGRAFÍA	10
2.5	CARACTERÍSTICAS SOCIALES	12
2.5.1	POBLACIÓN TOTAL	12
2.5.2	POBLACIÓN SEGÚN GRUPO DE EDADES	12
2.5.3	VIVIENDA	13
2.5.4	ACCESO AL AGUA	13
2.5.5	DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS HIGIÉNICOS	14
2.5.6	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	15
2.6	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS	15
2.6.1	ACTIVIDAD ECONÓMICA	15
3	<u>CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</u>	17
3.1	PENDIENTES	17
3.2	GEOMORFOLOGÍA	19
3.2.1	ORIGEN DENUDACIONAL	19
3.2.2	ORIGEN TECTÓNICO	22
3.3	GEOLOGÍA	24
3.3.1	GEOLOGÍA REGIONAL	24
3.3.2	GEOLOGÍA LOCAL	24
3.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	29
3.4.1	PRECIPITACIÓN	29
3.4.2	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN.	30
3.4.3	TEMPERATURA	31
3.5	GEODINÁMICA	32
3.5.1	DERRUMBES	32
3.5.2	FLUJOS DE DETRITOS Y LODO	34
3.5.3	DESLIZAMIENTOS	34
4	<u>CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO</u>	37
4.1	MITOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO	37
4.2	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	37
4.3	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	38
4.4	CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO	39



4.5	PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO	39
4.5.1	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DEL EVENTO VOLÚMENES DE DESLIZAMIENTO	39
4.6	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	42
4.6.1	ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE	43
4.6.2	ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES	44
4.7	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	47
4.8	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	50
4.9	NIVELES DE PELIGRO	50
4.10	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO	51
4.11	MAPA DE PELIGROS	52
5	CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	53
5.1	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	53
5.2	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	54
5.2.1	ANÁLISIS DEL FACTOR EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	55
5.2.2	ANÁLISIS DEL FACTOR DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	56
5.2.3	ANÁLISIS DEL FACTOR RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	59
5.3	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	61
5.3.1	ANÁLISIS DEL FACTOR EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	62
5.3.2	ANÁLISIS DEL FACTOR DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	63
5.3.3	ANÁLISIS DEL FACTOR RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	65
5.4	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	67
5.4.1	ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	67
5.4.2	ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL	69
5.4.3	ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL	70
5.4.4	JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD	71
5.5	NIVELES DE VULNERABILIDAD	71
5.6	MAPA DE VULNERABILIDAD	73
6	CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO	74
6.1	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO	74
6.2	DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO	75
6.3	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR DESLIZAMIENTOS.	76
6.4	MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO	77
6.5	CÁLCULO DE PÉRDIDAS Y EFECTOS PROBABLES.	78
5.1	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES	79
6.5.1	MEDIDAS ESTRUCTURALES	79
6.5.2	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	82
7	CAPÍTULO VII: CONTROL DEL RIESGO.	85
7.1	ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO.	85
8	CONCLUSIONES.	88
1	RECOMENDACIONES	90




Edvin Neil Huamanguillas Paravecino
INGENIERO CIVIL - CIP. N° 178995
EVALUADOR DE RIESGOS R.J. N°065-2021

PRESENTACIÓN

La ocupación informal del territorio y la consolidación de asentamientos sin planificación sobre zonas de alto riesgo, de protección y conservación ecológica, que se dan en la ciudad de Cusco es un problema constante, por procesos de invasión, asentamientos precarios con limitada accesibilidad, inadecuada articulación vial, entre otras; este fenómeno a mediano y largo plazo, otorga a los habitantes, pésimas condiciones de habitabilidad, escasas o nulas superficies para equipamiento, recreación o esparcimiento y degradación urbana; por ello es importante prever formas de ocupación coherentes y con adecuadas características urbanas haciendo énfasis en la gestión de riesgos ante desastres naturales y protección y/o conservación ambiental, con el fin de orientar un adecuado desarrollo urbano en las nuevas urbanizaciones de la ciudad del Cusco.

El presente documento es el informe de evaluación del riesgo de desastres por deslizamiento de la agrupación urbana Alto San Martín del distrito de Cusco, provincia y departamento del Cusco, elaborado con estudios especializados de mecánica de suelos, estabilidad de taludes y estudios geofísicos, que tiene como objetivo la zonificación de zonas de peligro, vulnerabilidad, riesgos y recomendar de manera precisa las medidas estructurales y no estructurales para luego obtener su habilitación urbana y de esta forma gestionar lineamientos de política urbana y lograr objetivos estratégicos establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano de la provincia del Cusco 2013-2023.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la provincia de Cusco con el pasar del tiempo se ha dado y se viene dando la ocupación de laderas por la necesidad de suelo para fines urbanos, es así como debido a la inestabilidad que presentan estas laderas se generan escenarios de riesgo ante un probable deslizamiento que podría causar pérdidas y afectaciones en edificaciones y medios de vida, es importante mencionar también que podría existir pérdida de vidas humanas y afectaciones a la salud.

Por lo que la población de la A.P.V. Alto San Martín que viene ocupando áreas con fenomenología activa, ven la necesidad de contar con una evaluación de riesgos de su sector para poder ocupar el suelo de manera adecuada, sin exponerse a los peligros de origen natural en su sector.

El documento técnico como primera parte define la identificación del peligro, su caracterización y evaluación en base a los parámetros generales y el análisis físico de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del área de estudio. , seguido del análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones: social, económico y ambiental con sus respectivos factores: exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad y así obtener el nivel y el cálculo del riesgo existente, todo ello representado en mapas temáticos, proponiendo medidas estructurales y no estructurales que permitan prevenir y reducir el riesgo por deslizamientos, para la planificación urbana y ambiental en la zona.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo General

Determinar el nivel de riesgo por deslizamientos en la agrupación urbana Alto San Martín, ubicado en el distrito de Cusco, provincia y departamento de Cusco con la finalidad de tramitar la habilitación urbana.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar los niveles de peligro, así como elaborar el mapa de Peligros.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de la población, así como elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Elaborar el mapa de riesgos evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para prevenir y disminuir los riesgos existentes.

1.3 Antecedentes del área de estudio

- a) El PDU de la provincia de Cusco 2013-2023, aprobado con O.M. N° 032-2023-MPC, propone como zonificación en el ámbito de estudio como una zona residencial de baja densidad R-3.
- b) INGEMMET – 2021 “Evaluación de peligros geológicos en las quebradas Sacramayo, Qorimachahuayniyoc y Racramayo”, en este informe se concluye que *“En la quebrada Sacramayo se identificó dos procesos, de deslizamientos y erosión de laderas; que vierten el material suelto al cauce de la quebrada. Por lo tanto, en temporada de lluvia se van a generar flujos de detritos”; y “Los deslizamientos que se localizan en la quebrada Sacramayo están activos, por presentar grietas transversales encima de la corona se le considera con avance retrogresión, este evento puede afectar viviendas, vías e infraestructura”*. Además, se recomienda *“Restringir la construcción de viviendas en las APVs. Alto San Martín y Primero de diciembre y en los sectores aledaños a los deslizamientos, realizar zanjas de coronación, tipo espina de pescado en las áreas deslizadas, con el fin de drenar el agua superficial del cuerpo del deslizamiento” y “Realizar estudios de estabilidad de taludes, para determinar las medidas correctivas. Complementar con estudios hidrogeológicos para determinar el nivel freático y evacuar el agua infiltrada del sector”*.
- c) Informe técnico A7451 - INGEMMET – 2023 “Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la quebrada Saqramayo entre las A.P.V. Saqramayo entre las A.PV. El Bosque y Alto San Martín”. En este informe se identificó, tipificó y caracterizó los peligros geológicos por movimientos en masa, de las conclusiones para el sector de Alto San Martín corresponde que existan deslizamientos activos, con grietas tras la corona, por lo que tiene un avance retrogresión que podrían afectar viviendas, vías e infraestructura. Otra

conclusión indica que existe peligro muy alto ante la ocurrencia de reactivación de deslizamientos en zonas removidas y de relleno.

En las recomendaciones que corresponde al sector de Alto San Martín indica restringir la construcción de viviendas en toda la zona evaluada y sectores aledaños al derrumbe antiguo, realizar estudios de estabilidad de taludes en los deslizamientos para determinar medidas correctivas complementando con estudios hidrogeológicos para determinar el nivel freático. Otra conclusión importante es la reubicación de viviendas que se encuentran dentro de relleno y cuerpos de deslizamiento, y de presentarse grietas en viviendas nuevas fuera de los cuerpos de deslizamiento también pasar a un proceso de reubicación.

Finalmente se recomienda elaborar una evaluación de riesgos en el área correspondiente.

- d) Informe de evaluación del riesgo de desastres por deslizamiento en la zona de reglamentación especial ZRECU10B PP.JJ. Independencia, A.P.V. El bosque del distrito - provincia y departamento Cusco – 2021, elaborado por la Municipalidad Provincial del Cusco, en este informe se diagnostica lotes de la APV. Alto San Martín en niveles de riesgo muy alto

1.4 Marco normativo

El marco normativo contempla lo establecido en la Constitución Política del Perú, la misma que hace referencia a diversas normas a ser tomadas en cuenta.

- Ley N° 29664, que crea el sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres- SINAGERD
- Decreto Supremo N°48-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N°29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy alto Riesgo No Mitigable
- Resolución Jefatural N°112-2014- CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos Naturales” 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Decreto Urgencia N°004-2017 de fecha 17 de marzo del 2017, que aprueba medidas para estimular la economía, así como para la atención de intervenciones ante la ocurrencia de lluvia y peligros asociados.
- Decreto Supremo N° 060 – PCM “Decreto Supremo que Modifica el Reglamento de la Ley 29664”.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio se localiza en la A.P.V Alto San Martín, en el sector sur oeste de la ciudad del Cusco, está dentro del actual borde urbano del PDU Cusco 2013-2023., en un rango altitudinal de 3 530 msnm en la parte más baja que y 3 660 msnm en la parte más alta.

LÍMITES: Los límites del ámbito de intervención del presente Planeamiento Integral son:

- **Por el Norte:** Con la A.P.V. Villa el Sol, con un total de 31.63 m.
- **Por el Sur:** Con parte de lotes sin nombre y ladera de la quebrada Sacramayo, con un total de 117.9 m.
- **Por el Este:** Con la quebrada Sacramayo a lo largo de 175.2 m.
- **Por el Oeste:** Con lotes de la A.P.V. Villa el Sol, con un total de 258.7 m.

Imagen N° 1: Ubicación del área de estudio



Fuente: Equipo técnico


Edvin-Neil Huamanguillas Paravecino
INGENIERO CIVIL - CIP. N° 178995
EVALUADOR DE RIESGOS R.J. N°065-2021

2.2 Base topográfica

La base topográfica se obtuvo a partir de un levantamiento fotogramétrico contratado por los directivos de la APV. Alto San Martín, haciendo uso de un vehículo aéreo no tripulado (VANT), a partir del cual se obtuvo un Modelo de Elevación Digital (DEM), con una resolución espacial de 0.21 m y un mapa topográfico que contiene curvas de nivel (líneas que se unen con igual altitud) con una equidistancia de 1m.

2.3 Vías de acceso

El acceso al área de estudio tomando como punto de partida la plaza de Santiago, sigue la siguiente ruta: Se toma Siete Mascorones y Huacracalle hacia la Av. Antonio Lorena, se continúa con la Av. Antonio Lorena con dirección a Puquín, se toma la vía CU-1259 hacia Canterac para continuar la vía CU-1259, continuando en línea recta hasta llegar al ámbito de estudio Alto San Martín. La distancia desde el punto de partida hasta el área de estudio es de 2.5 km y el tiempo de viaje de 9 minutos en vehículo.

Imagen N° 2: Acceso al área de estudio

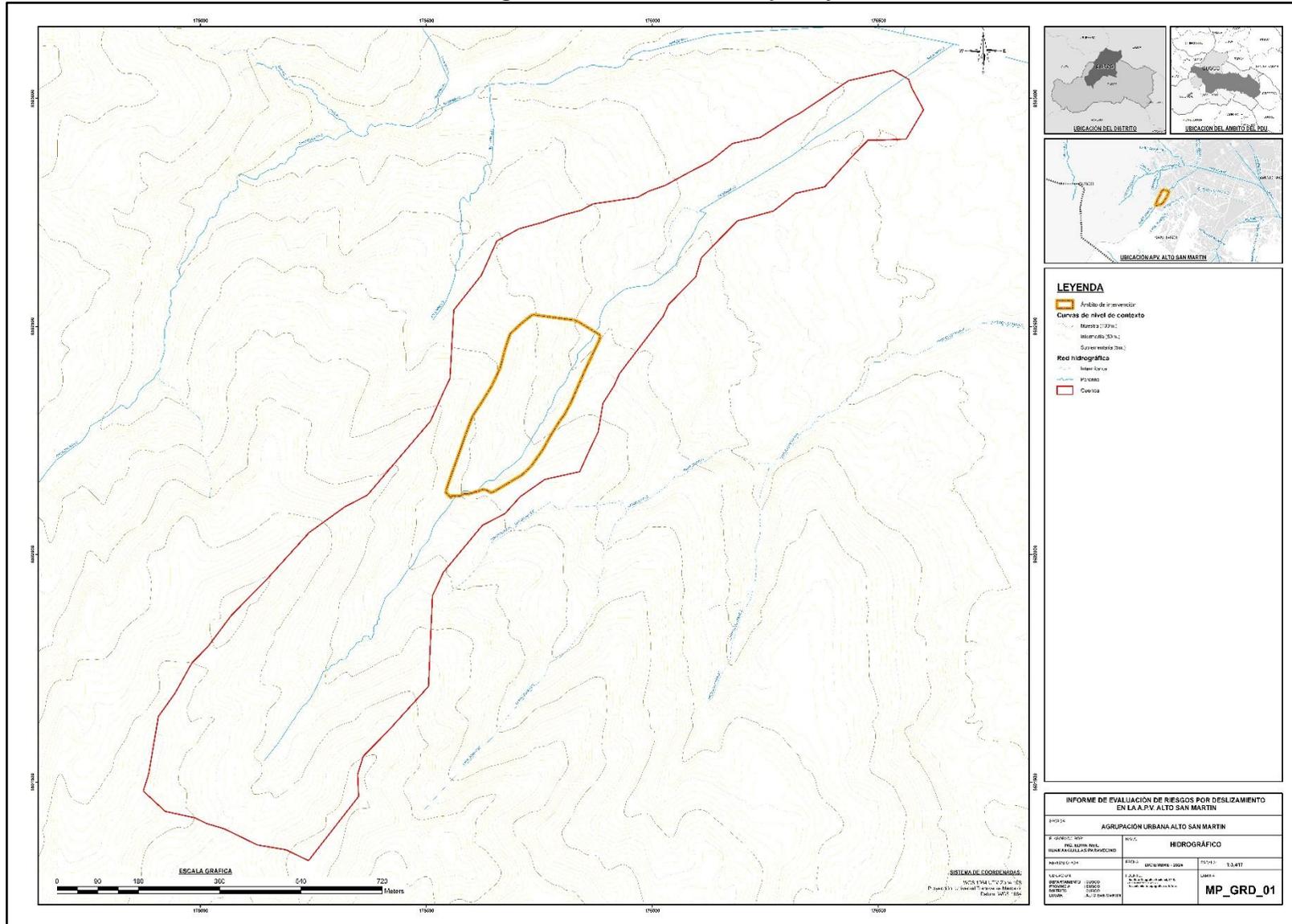


Fuente: Equipo técnico

2.4 Hidrografía

El área de estudio pertenece a la microcuenca hidrográfica del río Saqramayo, afluente de la quebrada Sipasmayo, que cuenta aproximadamente un área de 0.68km², tiene como afluente a una quebrada de categoría intermitente, de una longitud de 0.24km. Sus aguas drenan preferentemente en la dirección sur-norte. La longitud del cauce principal Saqramayo es de 2.34km y se caracteriza por una geodinámica externa muy activa.

Imagen N° 3: Microcuenca Saqramayo



Fuente: Equipo técnico



Edvin Neil Huamanguillas Paravecino

 INGENIERO CIVIL - C.I.P. N° 178996

 EVALUADOR DE RIESGOS R.J. N°065-2021

2.5 Características Sociales

Los datos descritos a continuación, en relación con la población del área de estudio, han sido recopilados a través de encuestas realizadas por el equipo técnico de Evaluación de Riesgos de Desastres de la A.P.V. Alto San Martín.

2.5.1 Población total

El poblado total del área de estudio está conformado por 327 habitantes

2.5.2 Población según grupo de edades

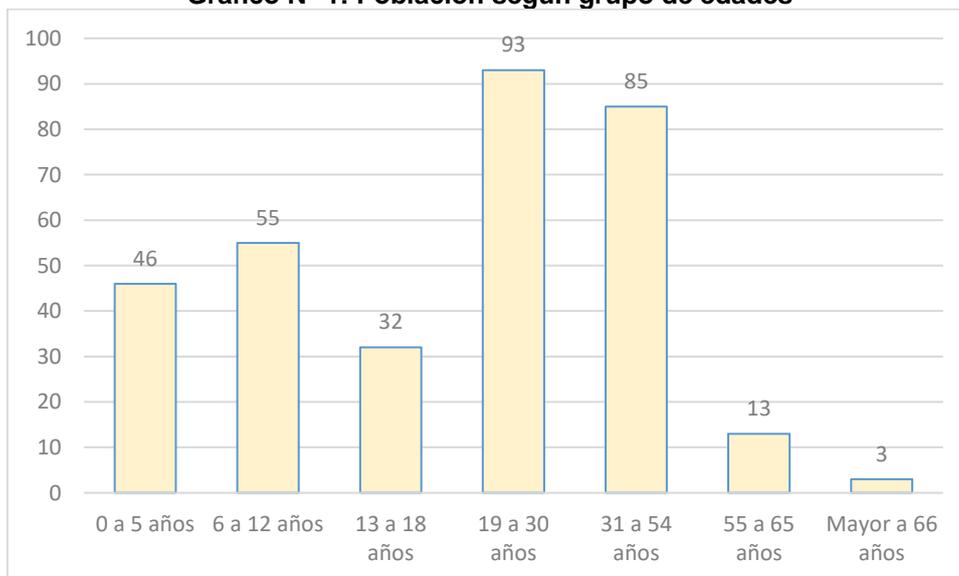
Se clasifican las personas según rango de edades o por grupos etarios, conforme se muestra a continuación:

Cuadro N°1: Población según grupo de edades

Edades	Cantidad	%
0 a 5 años	46	14.1
6 a 12 años	55	16.8
13 a 18 años	32	9.8
19 a 30 años	93	28.4
31 a 54 años	85	26.0
55 a 65 años	13	4.0
Mayor a 66 años	3	0.9
Total	327	100

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 1: Población según grupo de edades



Fuente: Equipo técnico

2.5.3 Vivienda

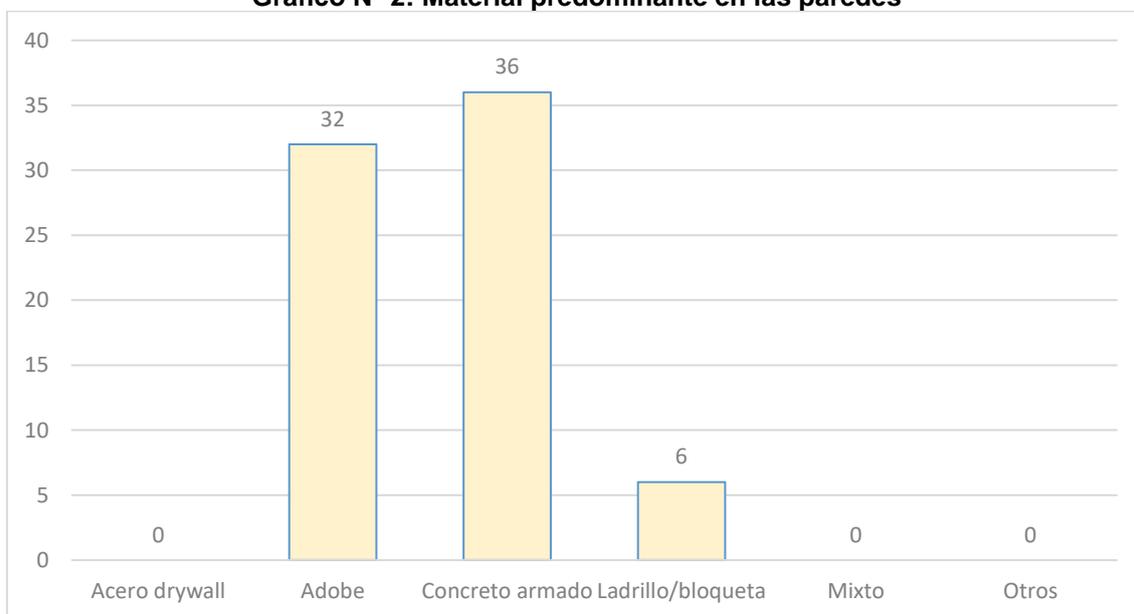
Según los datos del levantamiento de fichas realizado por el equipo técnico, en el área de estudio cuenta con 89 lotes, los cuales fueron catalogados de la siguiente manera: 07 lotes en estado abandonado, 67 con edificación, 8 edificaciones en estado de construcción y 15 lotes sin edificación. Los materiales predominantes de las edificaciones construidas y por construir son:

Cuadro N°2: Material predominante en las paredes

Tipo de material predominante	Viviendas	%
Acero drywall	0	0.0
Adobe	32	43.2
Concreto armado	36	48.6
Ladrillo/bloqueta	6	8.1
Mixto	0	0.0
Otros	0	0.0
Total, lotes con edificación	89	100.00

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 2: Material predominante en las paredes



Fuente: Equipo técnico

2.5.4 Acceso al agua

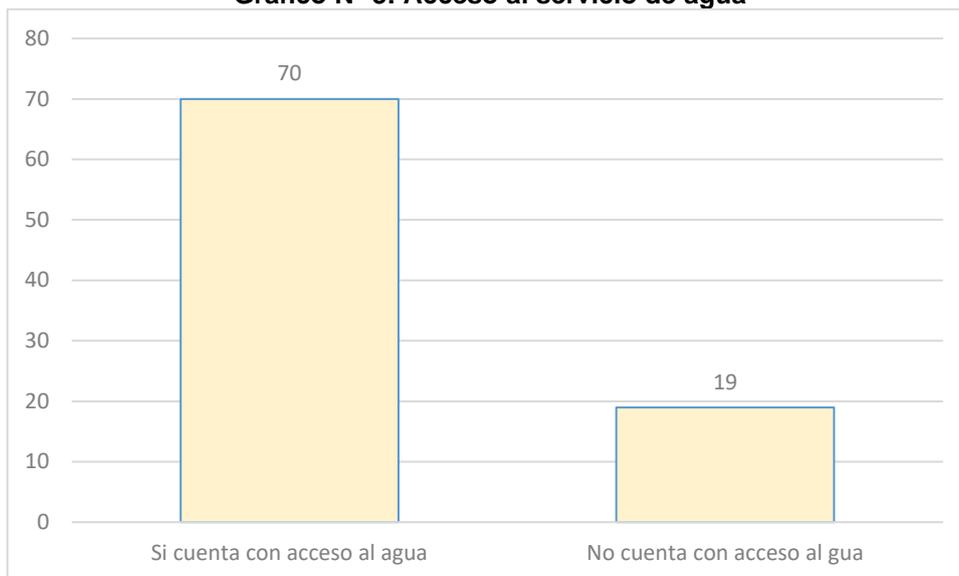
El 78.7% de viviendas y/o lotes cuenta con acceso a los servicios de agua, mientras que un 21.3% no cuenta con acceso al agua.

Cuadro N°3: Tipo de abastecimiento de agua

Acceso a agua	Cantidad	%
Si cuenta con acceso al agua	70	78.7
No cuenta con acceso al agua	19	21.3
Total, general	89	100.00

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 3: Acceso al servicio de agua



Fuente: Equipo técnico

2.5.5 Disponibilidad de servicios higiénicos

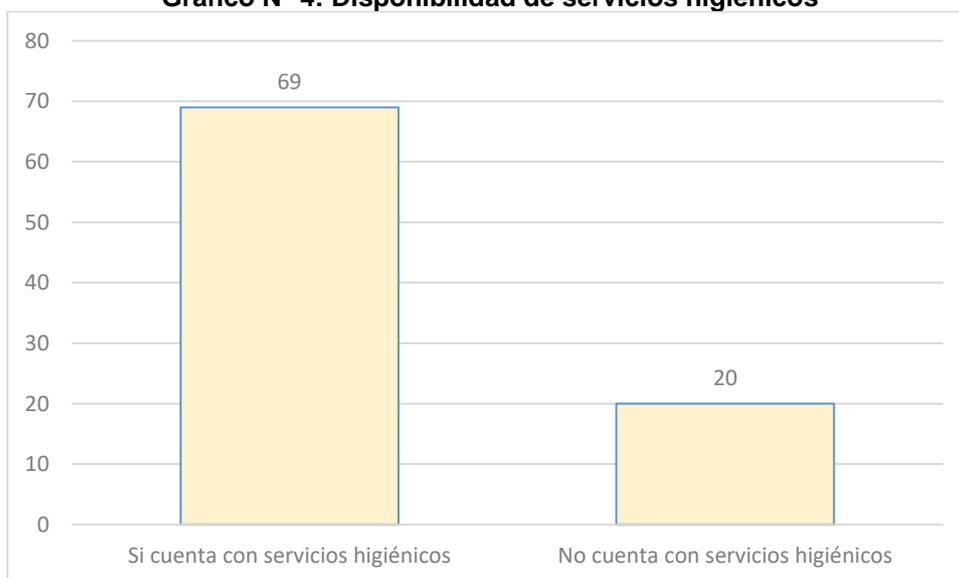
En el área de estudio el total de la población no cuenta con conexión a desagüe y de los cuales casi la mitad de las viviendas cuenta con pozos sépticos.

Cuadro N°4: Disponibilidad de servicios higiénicos

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Si cuenta con servicios higiénicos	69	77.5
No cuenta con servicios higiénicos	20	22.5
Total, general	89	100.00

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 4: Disponibilidad de servicios higiénicos



Fuente: Equipo técnico

2.5.6 Suministro de energía eléctrica

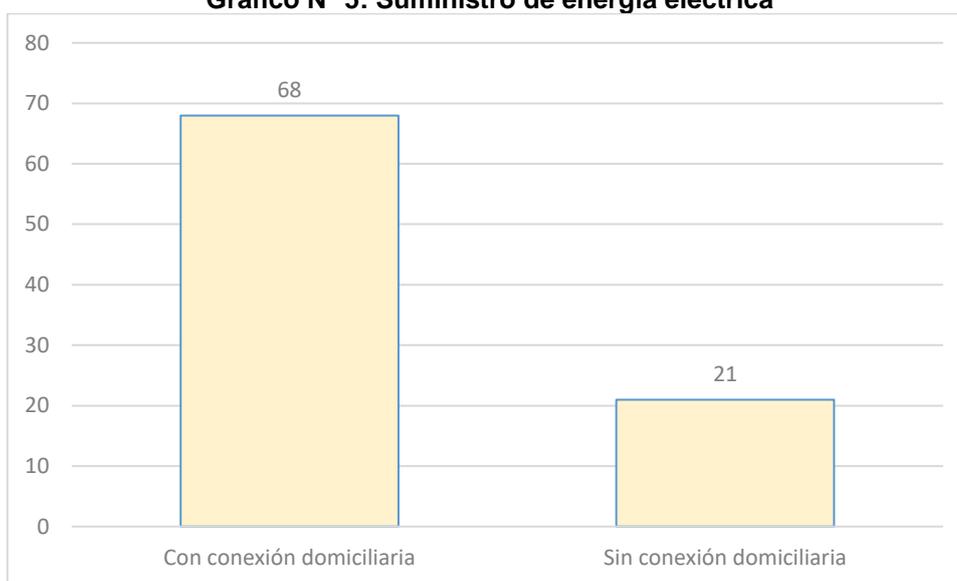
En el área de estudio aproximadamente la mitad de las viviendas no cuentan con suministro eléctrico y la otra mitad cuenta con conexión a electro sur este.

Cuadro N°5: Suministro de energía eléctrica

Suministro de energía eléctrica	Cantidad	%
Con conexión domiciliaria	68	76.4
Sin conexión domiciliaria	21	23.6
Total, general	89	100.00

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 5: Suministro de energía eléctrica



Fuente: Equipo técnico

2.6 Características económicas

Los datos han sido generados en base a las fichas de encuestas realizado por el equipo técnico.

2.6.1 Actividad económica

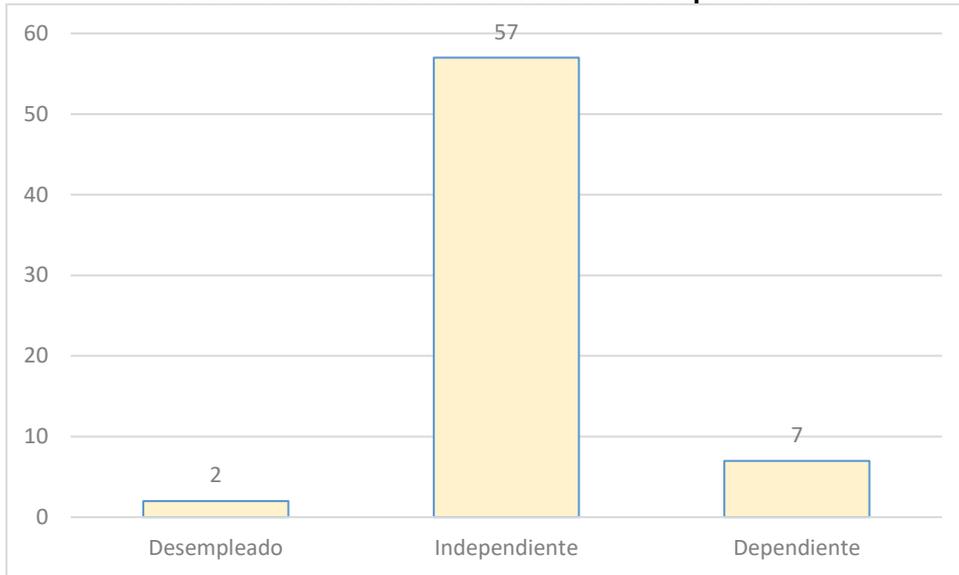
Del total de lotes encuestados solo en 66 lotes desarrollan actividades económicas, el 86.4% son independientes, seguido del 10.6% tiene trabajo dependiente.

Cuadro N°6: Actividad económica de las personas

Actividad económica	Cantidad	%
Desempleado	02	3.0
Independiente	57	86.4
Dependiente	07	10.6
Total	66	100.00

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 6: Actividad económica de las personas



Fuente: Equipo técnico

CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A Continuación, se describen las principales características físicas del área de estudio, que permitirán analizar y determinar los principales peligros naturales (Deslizamientos), que podrían afectar de manera significativa al área de estudio, referidas a los factores condicionantes y desencadenantes.

3.1 Pendientes

Es el ángulo de inclinación del terreno que se expresan en grados o porcentajes. Este parámetro permite caracterizar los relieves, además influyen en la dinámica de los distintos peligros naturales, los terrenos de pendiente alta favorecen a la ocurrencia de deslizamiento.

El diseño del mapa de pendientes del área de estudio fue desarrollado a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) elaborado en base a la topografía generada por DRON, haciendo uso de las herramientas de geoprocésamiento para diferenciar gráficamente los ángulos de inclinación del relieve en el área de estudio.

Los rangos de pendientes fueron adaptados en base a la clasificación descrita en el informe “Estudio de riesgos geológicos del Perú – (Field,2006).

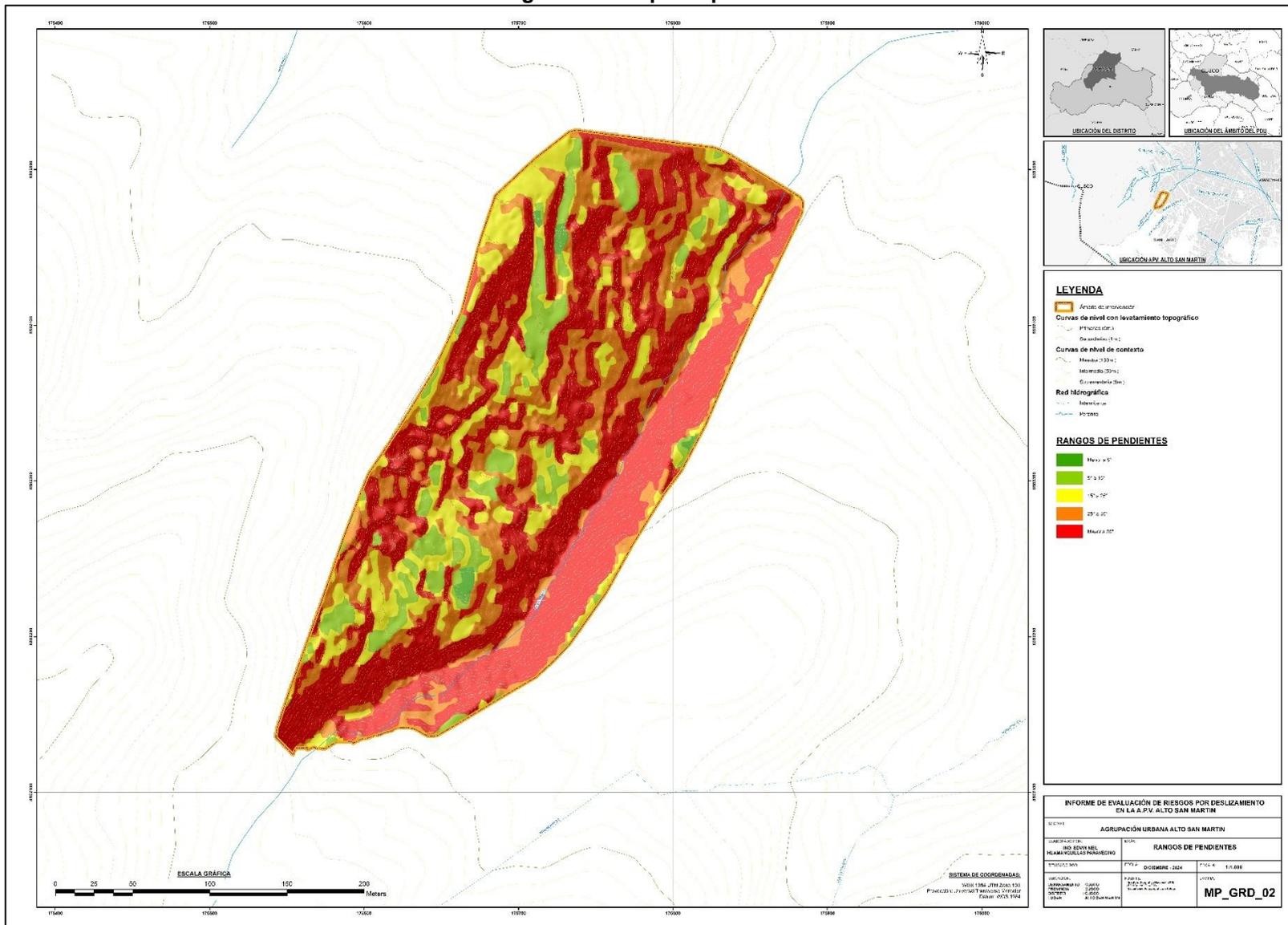
Cuadro N°7: Rangos de pendientes del terreno

Pendientes en grados (°)	Clasificación
<5°	Muy Baja
5° – 15°	Baja
15° – 25°	Media
25° - 35°	Fuerte
>35°	Muy fuerte

Fuente: Equipo técnico

La mayor parte del área de estudio se asienta en vertientes de montañas de pendientes fuerte que van de mayores a 35° de inclinación.

Imagen N° 4: Mapa de pendientes



Fuente: Equipo técnico


 Edvin Neil Huamanguillas Paravecino
 INGENIERO CIVIL - CIP. N° 178995
 EVALUADOR DE RIESGOS R.J. N°065-2021

3.2 Geomorfología

La geomorfología estudia las diferentes formas de relieve de la superficie terrestre y los procesos que las generan. Este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas- la primera actúa de grandes elevaciones y depresiones producida fuertemente por movimientos en masa de componente vertical, mientras que la segunda, como desencadenante de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, llamados proceso de geodinámica externa que se agrupan en la cadena de meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutiérrez, 2008).

Estas unidades son generadas por procesos morfogenéticos de carácter endógeno (internos) y exógenos (externos) que dan lugar a características físicas que presentan las geoformas y los procesos que la han originado.

A continuación, se describen las unidades geomorfológicas, en función a las características físicas que presentan las geoformas y los procesos que lo han originado.

3.2.1 Origen denudacional

Son aquellas geoformas que resultan de la meteorización y/o erosión (denudación) que ocurre sobre relieves emergidos sea por procesos orogénicos o epirogénicos; así como zonas de depresión o valles, la denudación resulta de un conjunto de procesos que determina la degradación o rebaje de la superficie del terreno.

Los procesos de denudación actúan sobre cualquier tipo de roca que según el origen, estructura y composición pueden acelerar o retardar el desgaste de esta. Entre las unidades que se clasifican en este ítem se tiene:

a) Cárcavas

Las cárcavas son áreas profundas producto de la erosión del agua, estas geoformas se dan en los depósitos coluviales, en épocas de lluvia estas cárcavas suelen ser muy susceptibles a erosión de fondo y lateral, produciéndose flujos en su cauce y caídas en sus laterales. Actualmente estas cárcavas se encuentran rellenas de modo que solo se pudo identificar mediante imágenes antiguas del Google Earth.



Foto 1: Cárcavas en el área de estudio, imagen 03/2008

b) Lecho de quebrada

Corresponde a canales excavados por el flujo de agua con detritos y sedimentos en la zona de estudio, estos sedimentos se transportan en el desarrollo y evolución. La morfología del lecho depende del caudal, la pendiente, el tamaño de los sedimentos y de lo erosionable que sea el sustrato rocoso, es decir, producto del equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos y su capacidad de transporte.

El lecho de quebrada está representado por la quebrada Saqramayo el cual tiene una dirección preferencial sur a norte, los cauces aluviales pertenecen a las quebradas momentáneamente inactivas y que fueron impactadas por desmontes.



Foto 2: Lecho de Saqramayo

c) Vertientes con depósitos de deslizamientos

Corresponden a áreas de pendiente empinada producto de la erosión del lecho de quebradas, son muy susceptibles a deslizamientos en épocas de lluvias. En esta unidad se encuentran la mayor parte de las edificaciones.



Foto 3: Viviendas en vertientes empinadas

d) Vertientes en roca sedimentaria

Corresponden a áreas de pendiente, se emplaza mayormente en la margen derecha de la quebrada Saqramayo, representado por lutitas y micro conglomerados de la formación Quilque.



Foto 4: Vertientes empinadas en roca sedimentaria de la formación Quilque.

3.2.2 Origen Tectónico

La génesis de este tipo de geoforma se encuentra asociada a esfuerzos endógenos (epirogénesis) que actúan sobre grandes paquetes de rocas, entre las unidades reconocidas en el área de estudio se tiene:

a) Colinas de montaña en roca sedimentaria

Son elevaciones del terreno que constituyen relieves con pendientes mayores a 20° , así como geometría y drenaje regular. Esta unidad geomorfológica ocupa las cotas que van de 3640 a 3655 msnm y geológicamente está formado por rocas sedimentarias de areniscas y lutitas de la formación Puquín y Quilque.



Foto 5: Viviendas en colinas de montaña empinadas

3.3 Geología

La geología es la ciencia que estudia la Tierra, los materiales que le componen, las estructuras y los procesos que actúan sobre y debajo de la superficie a lo largo de millones de años desde su origen hasta la actualidad. La litología como parte de la geología, estudia las características físicas de las rocas y depósitos que constituyen una formación geológica, es decir una unidad litoestratigráfica. Los tipos de afloramientos rocosos han sido originados por procesos internos (tectónica de placas, ascenso de magma, etc.) como también por la erosión, transporte y depósito de materiales provenientes de rocas preexistentes (proceso de meteorización). Para entender el comportamiento dinámico del terreno es necesario conocer los procesos geológicos externos (meteorización, erosión, transporte y sedimentación) en las rocas y los suelos que provienen de las mismas.

3.3.1 Geología regional

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado en base a información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 1998) a escala 50,000 y perteneciente al Cuadrángulo Geológico de Cusco Hoja 28-s. En el área de estudio según la geología regional afloran las formaciones Quilque (Paleoceno inferior) y la formación Puquín (Coniaciano maestrichtiano).

a) Formación Quilque – Paleoceno inferior

Según el cuadrángulo del Cusco litológicamente está formada por un conjunto de más de 150 m de grano-estrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados.

b) Formación Puquín – Coniaciano maestrichtiano

Según el cuadrángulo del Cusco litológicamente está formada por está constituido por lutitas rojas, yesos laminados, nodulosos o en mallas y por brechas con elementos pelíticos. En la parte superior se observan dolomitas laminadas intercaladas con yesos.

3.3.2 Geología local

Consiste en el reconocimiento y cartografiado de las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio a una escala de 1:1,000, a continuación, se describen las unidades geológicas reconocidas:

a) Formación Puquín (Ks-pu)

Esta unidad se encuentra en la margen izquierda de la quebrada Saqramayo, al oeste de la APV. Alto San Martín, en cotas que van de 3640 a 3655 msnm, compuesta de una secuencia de lutitas e intercaladas con areniscas y yesos. Actualmente se encuentran muy fracturadas y según el estudio de mecánica de rocas presenta un RMR de 53 que corresponde a una roca de clase III y una calidad media.





Foto 6: Lutitas y arenizas de la formación Puquín

b) Formación Quilque (Pp-qu)

Esta unidad aflora en la margen izquierda de la quebrada Saqramayo, está compuesta por lutitas rocas, intercaladas con estratos de areniscas y micro conglomerados. Esta unidad se encuentra fracturada y según el estudio de mecánica de rocas presenta un RMR de 61 que corresponde a una roca de clase III y una calidad de buena a media.



Foto 7: Afloramientos rocosos de la formación Quilque.

c) Deposito coluvial (Q-co)

Son depósitos recientes ubicados en laderas de la quebrada Saqramayo margen izquierda, en esta unidad se emplaza gran parte de la APV. Alto San Martín, conformados por bloques sub angulosos en una matriz limo arenoso. Su origen es el resultado de materiales deslizados de la formación Puquín, actualmente están poco compactados y son muy susceptibles a deslizamientos.



Foto 8: Depositos coluviales en la APV. Alto San Martín

d) Deposito proluviales (Q-pl)

Se ubican en el cauce de la quebrada Saqramayo, se acumulan fragmentos de rocas y sedimentos por arrastre del agua, en épocas de lluvias estos fragmentos de roca y sedimentos son arrastrados por el agua y forman flujos de detritos que erosionan las partes laterales de las laderas lo cual las inestabiliza.



Foto 9: Depositos coluvio aluviales.

e) Rellenos (Q-re)

Los rellenos son materiales producto de la actividad antrópica, consiste en desmontes que son arrojados hacia las quebradas y en algunas ocasiones rellenos para tapar surcos y cárcavas. Esta actividad pone en riesgo a la población del área de estudio, puesto que son materiales sueltos y fácilmente deslizables. Estos rellenos fueron utilizados para tapar las cárcavas aledañas a la APV. Alto San Martín.



Foto 10: Rellenos lateras de la APV. Alto San Martín

3.4 Condiciones climáticas

Las características climáticas según la clasificación climática de Torntwaite (1931), elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) para la zona de estudio corresponde:

Clima seco semifrío con invierno seco.

Presenta una precipitación anual de 500 a 1000 mm y una temperatura media anual de 12 a 14 °C. Los meses de mayor intensidad de precipitaciones pluviales son de diciembre a marzo y un periodo seco entre los meses de mayo a julio. Se encuentra entre los 3000 a 3600 metros de altitud y geográficamente se distribuye en los distritos de San Jerónimo, San Sebastián, Cusco y Cusco en la provincia de Cusco.

3.4.1 Precipitación

a) Precipitaciones Diarias Máximas.

Se tienen las series históricas de los parámetros climatológicos: precipitación media anual, precipitación máxima 24 horas, temperatura (máxima, media, mínima), provenientes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación meteorológica de Kayra instalada en la en el distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco.

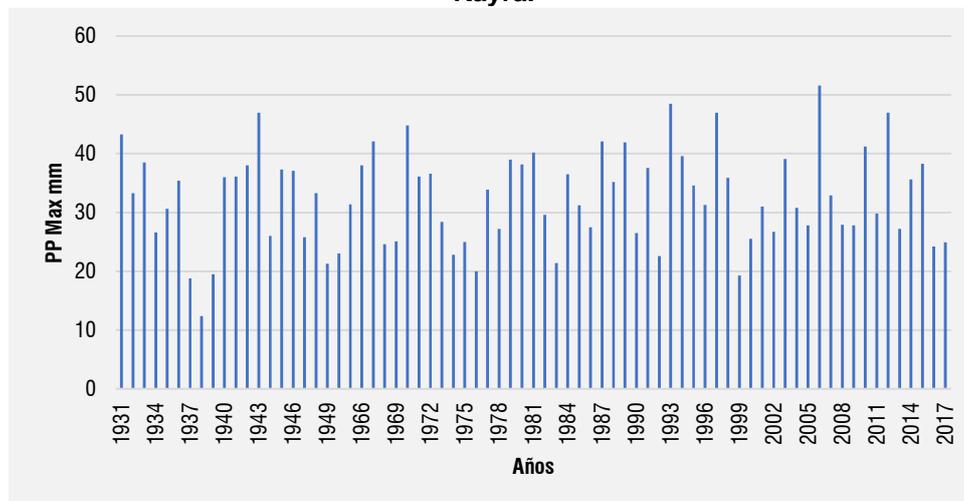
Cuadro N°8: Datos Estación Meteorológica (1964-2014)

Cat.	Estación	Provincia	Distrito	Altitud	Latitud	Longitud
CO	Kayra	Cusco	San Jerónimo	3219.00	13°33'25"	72°52' 31"

Fuente: SENAMHI-Estación Kayra.

Debido a la mayor cercanía a la zona en estudio, para el análisis de precipitaciones máximas se ha utilizado los datos de la Estación Kayra, cuyo registro de Precipitación Máxima en 24 horas, se muestran en la siguiente Cuadro.

Gráfico N° 7: Hietograma de Precipitaciones Máximas Registradas en 24 horas, Estación Kayra.



Fuente: SENAMHI-Estación Kayra.

b) Régimen de la precipitación estacional

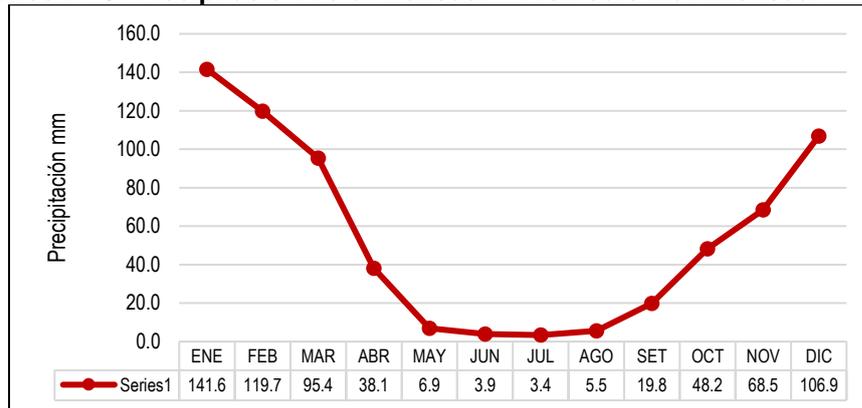
Las características estacionales del clima en el ámbito de evaluación se manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones. En el siguiente Cuadro se presenta el promedio multi-mensual de la precipitación total de la estación que se encuentra en el ámbito de influencia, asimismo en el Gráfico se aprecia la variación de la precipitación, lo que demuestra el carácter estacional de la precipitación. El comportamiento de la precipitación de la estación meteorológica considerada en la presente evaluación, de acuerdo con los periodos de lluvia, y meses de transición, se detallan a continuación:

Cuadro N°9: Precipitación Total Mensual – Promedio Multimensual

Promedio de Precipitación (mm)					
Ene	141.6	May	6.9	Sep	19.8
Feb	119.7	Jun	3.9	Oct	48.2
Mar	95.4	Jul	3.4	Nov	68.5
Abr	38.1	Ago	5.5	Dic	106.9
Total					658.0

Fuente: SENAMHI-Estación Kayra

Gráfico N° 8: Precipitación Total Mensual – Promedio Multimensual



Fuente: SENAMHI-Estación Kayra

El gráfico presenta la precipitación promedio anual es 658 mm, así mismo se evidencia los meses con mayor precipitación en los meses de octubre a abril.

3.4.2 Umbrales de Precipitación.

De acuerdo al IPCC (Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis). Un fenómeno meteorológico extremo es un evento “Raro” en un lugar y momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay consenso de que las precipitaciones que superan el percentil 90, calculado de los días con precipitación acumulada diaria mayor a un (1) mm ($RR > 1\text{mm}$) son considerados como días lluviosos; muy lluviosos las precipitaciones que superan el percentil 95. Mientras que extremadamente lluviosos (Extremadamente fuertes), los que superan el percentil 99. Esta clasificación es más de “abundancia”

que, de intensidad orientada para tener un criterio común a la hora de clasificar un total acumulado en 24 horas, más que de evaluar la intensidad de la precipitación, aunque indirectamente lo hace.

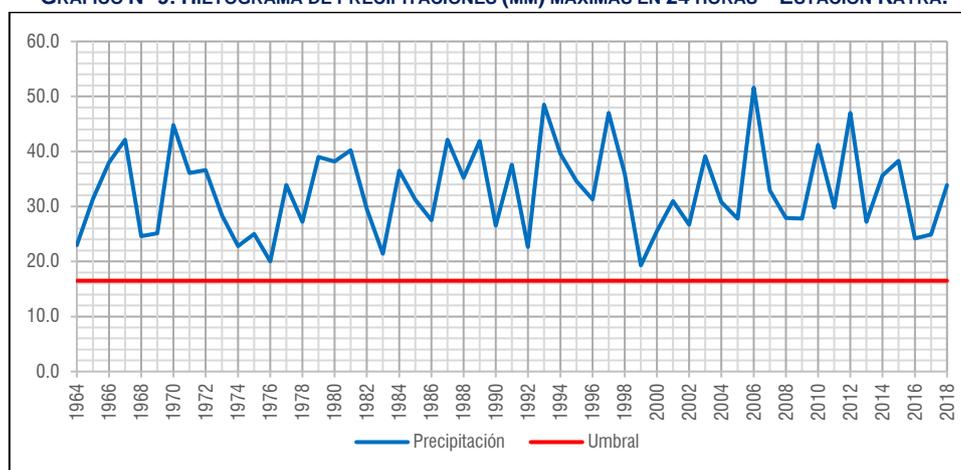
Para el cálculo de umbrales de precipitación, el SENAMHI utilizó la metodología descrita en la nota técnica 001-SENAMHI-DGM-2014 “Estimación de umbrales de precipitación extremas para la emisión de avisos meteorológicos”.

Cuadro N°10: Umbrales de precipitación para la estación: Granja Kayra.

Umbrales de precipitación	Caracterización de las lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación: Kayra
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR>26,7 mm
95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	16,5 mm<RR≤26,7 mm
90p<RR/día≤95p	Lluvioso	12,5 mm<RR≤16,5 mm
75p<RR/día≤90p	Moderadamente lluvioso	6,8 mm<RR≤12,5 mm

Fuente: Equipo Técnico – SENAMHI – Estación Kayra

GRÁFICO N° 9: HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES (MM) MÁXIMAS EN 24 HORAS – ESTACIÓN KAYRA.



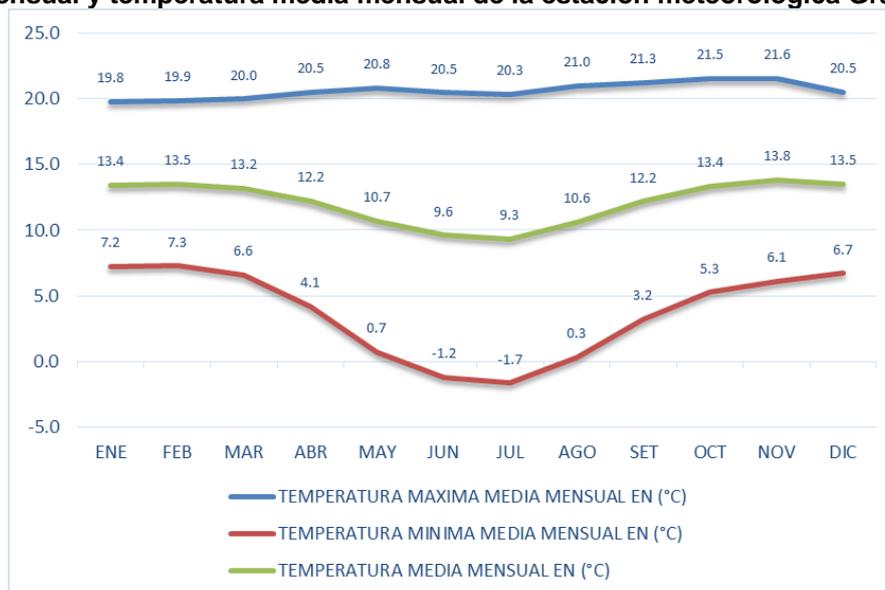
Fuente: Equipo Técnico

Del análisis del registro de precipitaciones máximas en 24 horas (PPmax 24h) de la estación meteorológica Granja Kayra en el periodo 1964 – 2018, se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria de 25.7 mm que ocurrió el mes de febrero del año 2010. Este evento corresponde a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16,5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p.

3.4.3 Temperatura

Según el registro de temperatura de la estación meteorológica Granja Kayra, que data del año 1964 al 2018, el mayor valor de la temperatura máxima media mensual corresponde al mes de noviembre con 21.6°C; el menor valor de la temperatura mínima media mensual corresponde al mes de julio con -1.7°C. El valor promedio de la temperatura media mensual es de 12.1°C.

Gráfico N° 10: Promedio de temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual y temperatura media mensual de la estación meteorológica Granja Kayra.



Fuente: Equipo SENAMHI

3.5 Geodinámica

Comprende todos aquellos eventos geodinámicos producto de la interacción de procesos geológicos (internos y externos) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que dan como producto eventos que modifican el relieve actual.

Al analizar factores como la litología y pendientes empinadas, esta permite explicar el origen de los materiales que constituyen las geoformas (colinas, laderas, entre otras), en las cuales se generan procesos como meteorización y erosión que contribuyen a la ocurrencia de eventos geodinámicos.

Se tomó como referencia el mapa geodinámico del INGEMMET que fue publicado en su informe técnico N° A7451, este mapa geodinámico fue contrastado en campo por el equipo técnico de evaluación de riesgos. Se identificó derrumbes, deslizamientos activos, deslizamientos antiguos y flujos de detritos en la quebrada Saqramayo.

3.5.1 Derrumbes

Ocurre cuando las rocas y/o suelos se separan o desprenden de una ladera muy inclinada. El material desciende principalmente por el aire, ocurre de manera rápida sin dar tiempo a eludirlas.

Se presenta en la parte alta de la APV. Alto San Martín, corresponde a una escarpa de derrumbe antiguo, además se presentan pequeños derrumbes en diferentes partes de la colina y vertiente coluvial. Según el informe del INGEMMET se aprecian derrumbes en areniscas finas de la formación Puquín, con un azimut N° 216 y un buzamiento de 74° SE a favor de la pendiente y la roca se encuentra muy

fracturada, la escarpa de derrumbe tiene una longitud de 5m y una distancia al pise del derrumbe de 80m, además según la visita de campo debajo del derrumbe descrito se encuentran viviendas a una distancia aproximada de 50m.

Así mismo se generan pequeños derrumbes a causa de los cortes sin asesoramiento técnico que realizan en los taludes, esto incrementa el grado de peligrosidad de estos.



Foto 11: Reactivación de derrumbe al sur oeste parte alta de la APV Alto San Martín – INGEMMET – Informe Técnico N° A7451



Foto 12: Pequeños derrumbes en la APV. Alto San Martín

3.5.2 Flujos de detritos y lodo

La crecida de la quebrada Saqramayo en temporadas de lluvia, según el testimonio de los pobladores, ha generado deslizamientos en zonas de rellenos no controlados (usados como botaderos) en el año 2020, llevándose así muros de gaviones proyectados para contener tuberías de desagüe proyectados al pie de talud.

Los flujos de detritos y lodos están directamente relacionados a los deslizamientos que se vienen activando en laderas de la quebradas Saqramayo.

3.5.3 Deslizamientos

En el área de estudio existen 2 deslizamientos activos uno ubicado en parte de la A.P.V. Alto Cusco y Alto San Martín y otro deslizamiento al sur en la parte más alta de la quebrada Saqramayo fuera de la A.P.V Alto San Martín. INGEMMET lo ha sectorizado en sector A y sector B como se indica en la siguiente figura:



Foto 13: Escarpes de deslizamientos activos en A.P.V. Alto San Martín y A.P.V Alto Cusco – INGEMMET - Informe Técnico N° A7451

El deslizamiento A tiene una activación reciente, actualmente se puede distinguir su escarpa principal de 30 m de longitud aproximadamente y 90 m de distancia hasta el pie del deslizamiento que esta próxima al cauce de la quebrada Saqramayo, actualmente se vierten desmontes de construcciones aledañas, debajo del este deslizamiento existen viviendas que pueden ser afectadas si se produjera una segunda activación.



Foto 14: Escarpa e deslizamiento activo en margen de la vía Cusco al Botadero de Haquira

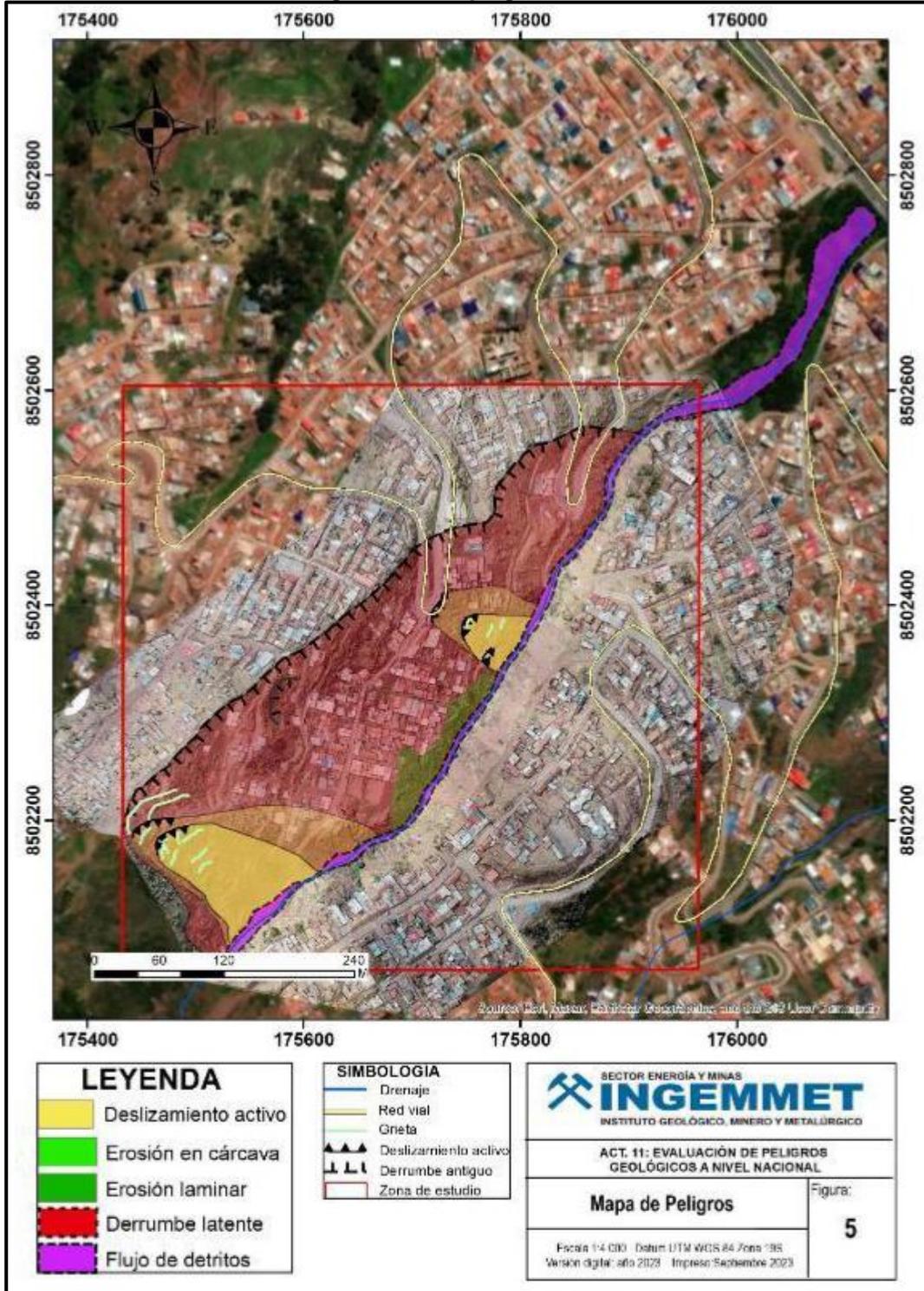


Foto 15: Escarpa e deslizamiento activo en margen de la vía Cusco al Botadero de Hakira, viviendas 03 viviendas expuestas al deslizamiento – INGEMMET – Informe N° A7451

El deslizamiento B, tiene mayor área y también se encuentra activo, dentro de su área de influencia podría afectar 6 viviendas y

viviendas que forman parte de la A.P.V. Alto San Martín. Según INGEMMET este deslizamiento tiene una longitud aproximada de 65m de escarpa, un salto de 3m y longitud de la escarpa al pique de deslizamiento de 123m. Dentro de este deslizamiento se forman escarpas secundarias que indican la activación del deslizamiento.

Imagen N° 7: Mapa geodinámico



Fuente: INGEMMET – Informe Técnico N° A7451

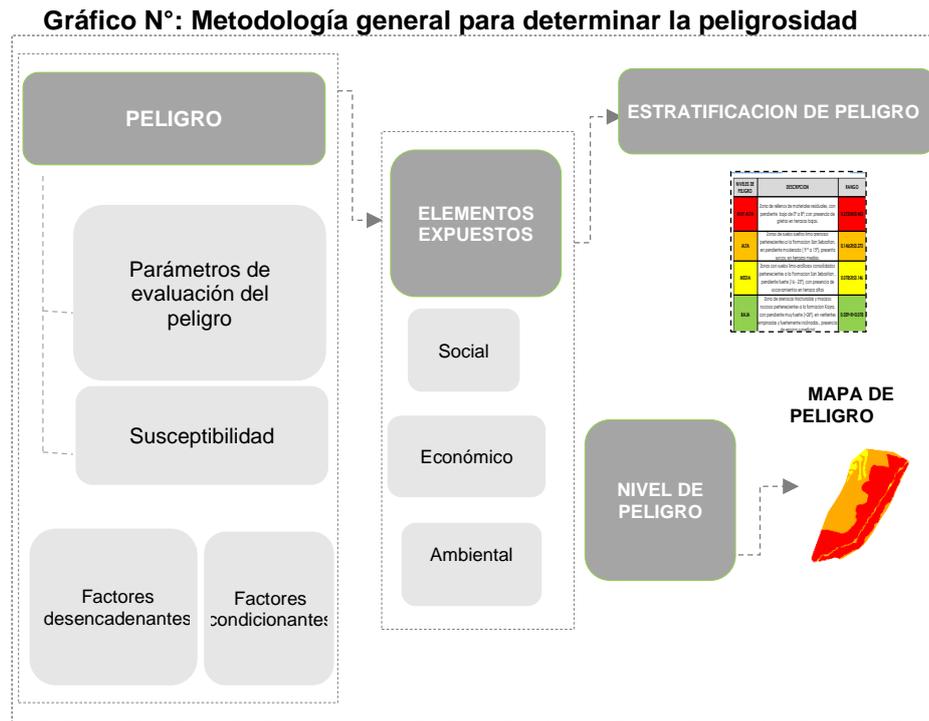
Edvin Neil Huamanguillas Paravecto
 INGENIERO CIVIL - CIP. N° 178995
 EVALUADOR DE RIESGOS R.J. N°065-2021

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

A continuación, se detalla la metodología empleada para la determinación del peligro:

4.1 Mitología para la determinación del peligro

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de flujo de detritos se utilizó la metodología descrita en el gráfico.



Fuente: Adaptado de CENEPRED

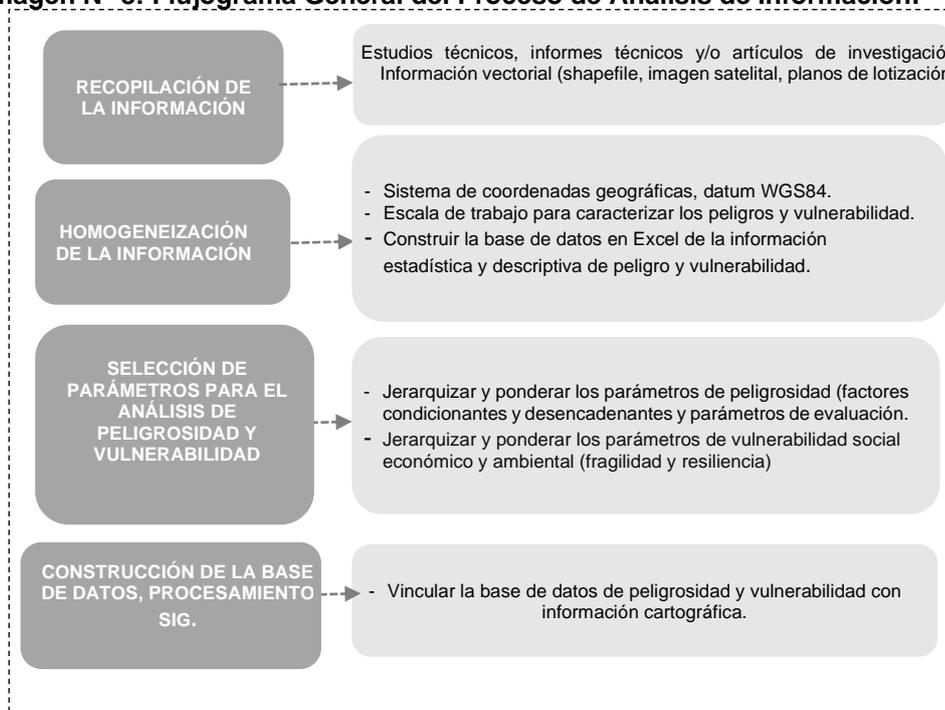
4.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como INGEMMET, PDU CUSCO 2013-2023, información de estudio de peligros, topografía, geología de la provincia de Cusco.

- ✓ Plan de Desarrollo Urbano Cusco 2013-2023-Municipalidad Provincial del Cusco.
- ✓ Informe técnico N° A7451 – Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la quebrada Saqramayo entre las A.P.V. El Bosque y Alto San Martín.
- ✓ Datos históricos de precipitaciones pluviales máximas de 24 horas SENAMHI- Estación Kayra y umbrales de Precipitaciones.
- ✓ Datos de los umbrales de precipitación para la granja Kayra SENAMHI.
- ✓ Mapa geológico a escala 1: 50,000, del cuadrángulo de Cusco (28-s), de INGEMMET (2010).

- ✓ Estudio de mecánica de suelos en Estudio de mecánica de suelos, análisis de taludes y estudio geofísico en el área de estudio de la A.P.V. Alto San Martín.
- ✓ Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2018).

Imagen N° 8: Flujograma General del Proceso de Análisis de Información.



Fuente: CENEPRED - Equipo Técnico

4.3 Identificación del peligro

Para identificar y caracterizar el peligro, además de la información generada por las entidades técnicas científicas, se ha realizado un cartografiado en campo con el objetivo de establecer los principales peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio, sus principales características y dinámica que presenta.

En la zona analizada se ha reconocido 03 peligros de origen natural: derrumbes, flujos de detritos y deslizamientos. Cabe mencionar que, los deslizamientos constituyen eventos geodinámicos de más alto peligro en el área de estudio. Esto se deduce porque existen deslizamientos activos y viviendas que están muy expuestos al área de influencia de estos. Además, que las condiciones físicas del terreno como geología, geomorfología y pendiente hacen muy susceptible que se puedan seguir generando nuevos cuerpos de deslizamientos.

Bajo los antecedentes mencionados y con la finalidad de que no se sigan ocupando, se dedicó realizar la evaluación de riesgos por deslizamientos de suelo.

4.4 Caracterización del peligro

En área de estudio se han identificado 02 deslizamientos activos de volumen considerable, existen viviendas muy cerca a estos deslizamientos y además infraestructura vial expuesta. Dichos eventos ocurren como resultado de las precipitaciones pluviales que se infiltran en los depósitos coluviales

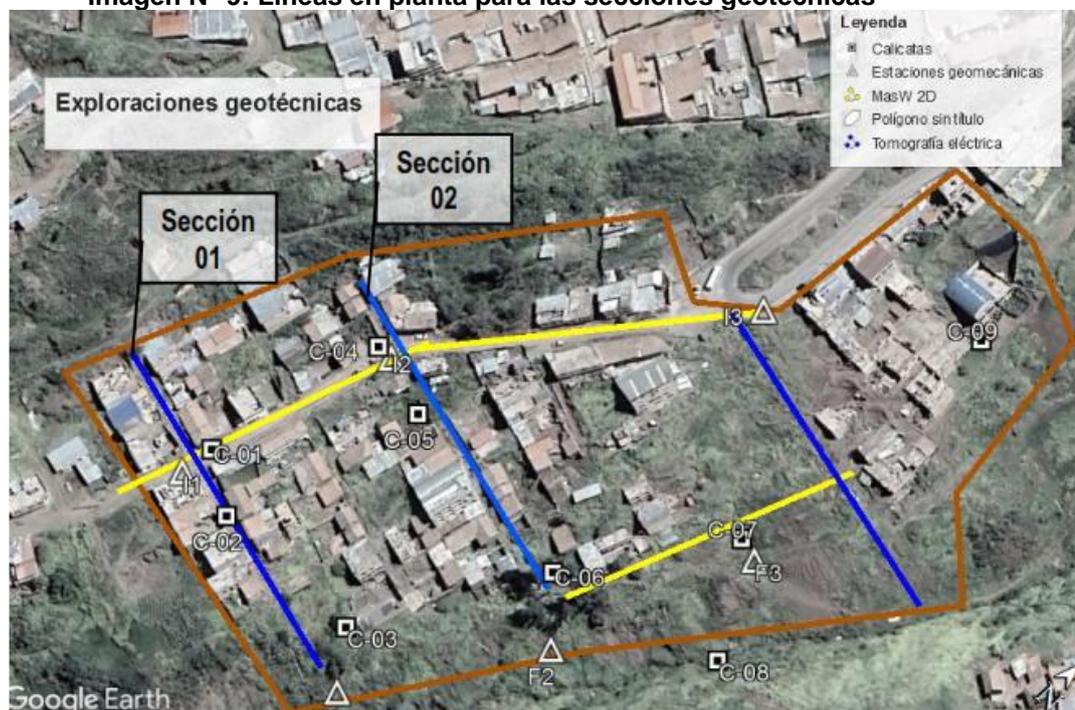
4.5 Ponderación del parámetro de evaluación del peligro

Para este caso se ha considerado como parámetro de evaluación del fenómeno o peligro, los volúmenes de deslizamiento en el área de influencia de este, ya que este fenómeno genera mayor peligro mientras la mayor sea el volumen deslizable.

4.5.1 Parámetro de evaluación del evento volúmenes de deslizamiento

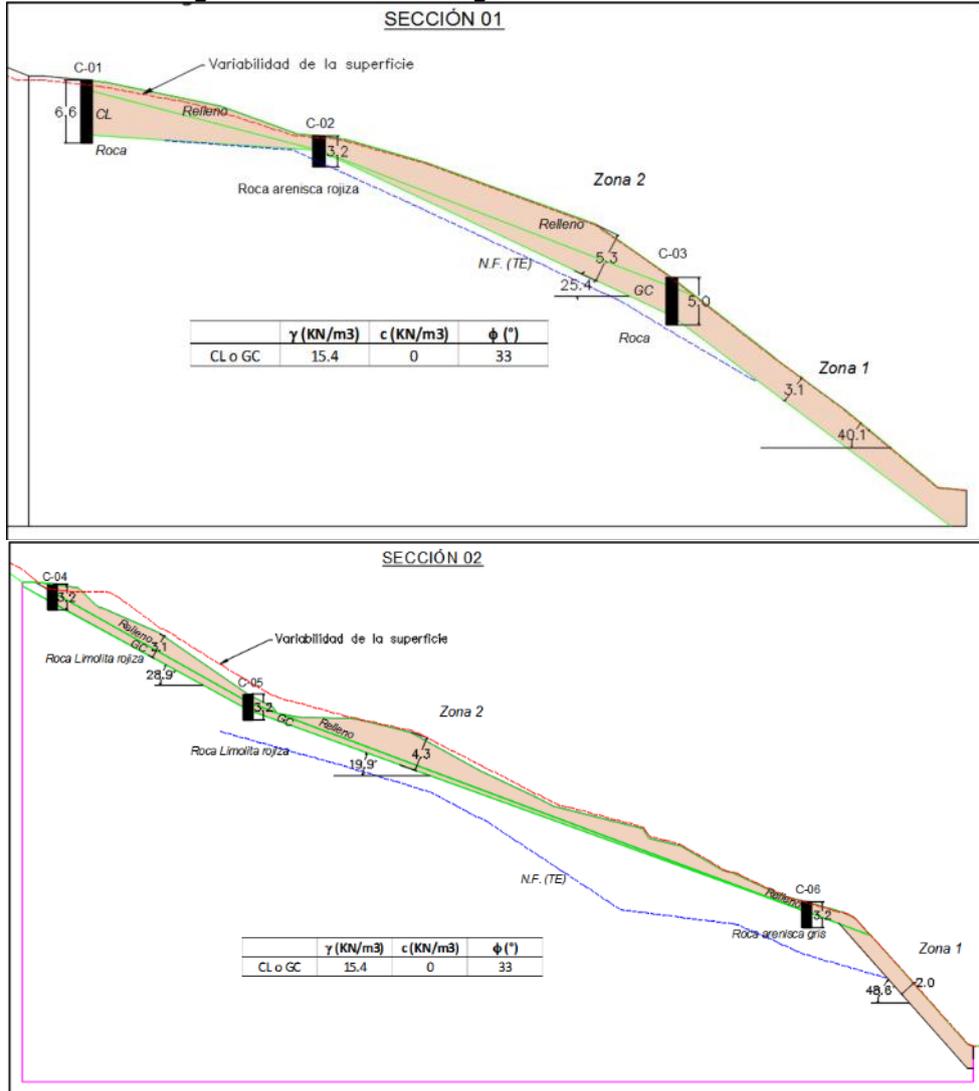
Los volúmenes de deslizamiento evaluarán la intensidad con que estos eventos podrían impactar hacia las personas, viviendas e infraestructura pública. Esta información se ha generado en base a las diferentes secciones geotécnicas obtenidas del estudio de mecánica de suelos, ahí se pudo determinar el espesor de la capa de suelo más suelta propensa a deslizarse, además el estudio de suelos fue contrastado con estudios de prospección geofísica como el MASW 2D, el cual también nos indica el nivel freático presente en las laderas.

Imagen N° 9: Líneas en planta para las secciones geotécnicas



Fuente: Estudio de mecánica de suelos para la A.P.V. Alto San Martín.

Imagen N° 10: Secciones geotécnicas



Fuente: Estudio de mecánica de suelos para la A.P.V. Alto San Martín.

Las diferentes secciones geotécnicas, juntamente con el cartografiado en campo de los posibles deslizamientos nos permitió estimar los probables volúmenes de deslizamientos.

Cuadro N°11: Matriz de comparación de pares del parámetro de volúmenes de deslizamiento

Volumen (m3)	Mayor a 10,000m3	5,000m3 a 10,000m3	2,500m3 a 5,000m3	1000m3 a 2,500m3	Menor a 1000m3
Mayor a 10,000m3	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
5,000m3 a 10,000m3	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
2,500m3 a 5,000m3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
1000m3 a 2,500m3	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 1000m3	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°12: Matriz de normalización del parámetro volúmenes de deslizamientos

Acumulación de flujo	Mayor a 10,000m3	5,000m3 a 10,000m3	2,500m3 a 5,000m3	1000m3 a 2,500m3	Menor a 1000m3	Vector de Priorización
Mayor a 10,000m3	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
5,000m3 a 10,000m3	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
2,500m3 a 5,000m3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
1000m3 a 2,500m3	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 1000m3	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°13: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro volumen de deslizamiento

Índice de consistencia (IC)	0.0607
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.0544

Fuente: Equipo Técnico

4.6 Susceptibilidad del territorio

La susceptibilidad suele entenderse también como la “fragilidad natural” del espacio en análisis respecto al fenómeno de referencia, también está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico el cual depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico, en la susceptibilidad geológica deben evaluarse los aspectos de la geomorfología, la litología, erosión, inclinación del terreno, etc., que definirán el comportamiento del espacio con respecto al proceso en cuestión.

Imagen N° 12: Parámetros para el análisis de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores condicionantes		
Umbrales de precipitación	Rangos de pendiente	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas

Fuente: Equipo Técnico

4.6.1 Análisis del factor desencadenante

Para evaluar el peligro por deslizamiento en el área de estudio se ha considerado como parámetro del factor desencadenante los umbrales de precipitación de la estación meteorológica más cercana (Estación Kayra), generados por el SENAMHI. Se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria de 25.7 mm que ocurrió el mes de febrero del año 2010. Este evento corresponde a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre $16,5\text{mm} < \text{RR} \leq 26.7\text{mm}$ con percentil entre $95\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 99\text{p}$. Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó proceso de análisis jerárquico:

a) Parámetro: Umbrales de precipitación

Cuadro N°14: Matriz de Comparación de Pares de los descriptores del parámetro umbrales de precipitación

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	Extremadament e lluvioso $\text{RR} > 26.7\text{mm}$ ($\text{RR}/\text{día} > 99\text{p}$)	Muy lluvioso $16,5\text{mm} < \text{RR} \leq 26.7\text{mm}$ ($95\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 99\text{p}$)	Lluvioso $12,5\text{mm} < \text{RR} \leq 16,5\text{mm}$ ($90\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 95\text{p}$)	Moderadament e lluvioso ($6,8\text{mm} < \text{RR} \leq 12,5\text{mm}$)	Escasamente lluvioso $\text{RR} \leq 6,8\text{mm}$ ($75\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 90\text{p}$)
Extremadamente lluvioso $\text{RR} > 26.7\text{mm}$ ($\text{RR}/\text{día} > 99\text{p}$)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy lluvioso $16,5\text{mm} < \text{RR} \leq 26.7\text{mm}$ ($95\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 99\text{p}$)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Lluvioso $12,5\text{mm} < \text{RR} \leq 16,5\text{mm}$ ($90\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 95\text{p}$)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderadamente lluvioso ($6,8\text{mm} < \text{RR} \leq 12,5\text{mm}$)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Escasamente lluvioso $\text{RR} \leq 6,8\text{mm}$ ($75\text{p} < \text{RR}/\text{día} \leq 90\text{p}$)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°15: Matriz de Normalización del factor desencadenante umbrales de precipitación.

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	Extremadamente lluvioso RR>26.7mm (RR/día>99p)	Muy lluvioso 16,5mm<RR≤26.7mm (95p<RR/día≤99p)	Lluvioso 12,5mm<RR≤16,5mm (90p<RR/día≤95p)	Moderadamente lluvioso (6,8mm<RR≤12,5mm)	Escasamente lluvioso RR≤ 6,8mm (75p<RR/día≤90p)	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso RR>26.7mm (RR/día>99p)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy lluvioso 16,5mm<RR≤26.7mm (95p<RR/día≤99p)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Lluvioso 12,5mm<RR≤16,5mm (90p<RR/día≤95p)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente lluvioso (6,8mm<RR≤12,5mm)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Escasamente lluvioso RR≤ 6,8mm (75p<RR/día≤90p)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°16: Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro umbral de precipitación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

4.6.2 Análisis de los factores condicionantes

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) Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Cuadro N°17: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

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

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°18: Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

FACTORE CONDICIONANTE	Unid. Geomorfológicas	Unid. Geológica	Pendiente (°)	Vector Priorización
Unidades Geomorfológicas	0.545	0.571	0.500	0.539
Unidades geológicas	0.273	0.286	0.333	0.297
Pendiente (°)	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°19: Índice de CONSISTENCIA (IC) y relación de consistencia (RC) del factor condicionante.

Índice de consistencia (IC)	0.005
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.009

Fuente: Equipo Técnico

b) Análisis de los descriptores del parámetro pendiente

Se han considerado las áreas más susceptibles frente a deslizamientos a las pendientes más altas, puesto que ellas presentan mayor predisposición a la ocurrencia de deslizamientos.

Cuadro N°20: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro pendiente

PENDIENTES	Mayor a 35°	Entre 25° a 35°	Entre 15° a 25°	Entre 5° y 15°	Menor a 5°
Mayor a 35°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre 25° a 35°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 15° a 25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 5° y 15°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 5°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°21: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro pendiente

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Mayor a 35°	Entre 25° a 35°	Entre 15° a 25°	Entre 5° y 15°	Menor a 5°	Vector Priorización
Mayor a 35°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Entre 25° a 35°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entre 15° a 25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Entre 5° y 15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°22: Índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores del parámetro pendiente

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

c) Análisis de los descriptores del parámetro unidades geológicas

Se han considerado que las unidades geológicas que presenta menos consistencia y disposición a ser removidos son los que tienen mayor valor de priorización a la ocurrencia de deslizamientos. A continuación, se detalla la matriz de ponderación:

Cuadro N°23: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro unidades geológicas

UNIDADES GEOLOGICAS	Depósitos de relleno	Depósitos coluviales	Formación Quilque	formación Puquín	Depósitos proluviales
Depósitos de relleno	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Depósitos coluviales	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Formación Quilque	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Formación Puquín	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Depósitos proluviales	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.68	8.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°24: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro unidades geológicas

UNIDADES GEOLOGICAS	Depósitos de relleno	Depósitos coluviales	Formación Quilque	Formación Puquín	Depósitos proluviales	Vector Priorización
Depósitos de relleno	0.493	0.544	0.469	0.391	0.360	0.451
Depósitos coluviales	0.247	0.272	0.352	0.326	0.280	0.295
Formación Quilque	0.123	0.091	0.117	0.196	0.200	0.145
Formación Puquín	0.082	0.054	0.039	0.065	0.120	0.072
Depósitos proluviales	0.055	0.039	0.023	0.022	0.040	0.036

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°25: Índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores del parámetro unidades geológicas

Índice de consistencia (IC)	0.042
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.038

Fuente: Equipo Técnico

d) Análisis de los descriptores del parámetro unidades geomorfológicas

Se ha considerado que las geoformas de cárcavas y vertientes con depósitos de deslizamientos, debido que estas unidades son las que mayor predisposición tienen a la ocurrencia de deslizamientos.

Cuadro N°26: Matriz de comparación de pares de los descriptores del factor condicionante unidades geomorfológicas

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Cárcavas	Vertiente con depósitos de deslizamiento	Vertiente en roca sedimentaria	Colina en roca sedimentaria	Lecho de quebrada
Cárcavas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vertiente con depósitos de deslizamiento	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Vertiente en roca sedimentaria	0.20	0.50	1.00	3.00	6.00
Colina en roca sedimentaria	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Lecho de quebrada	0.11	0.14	0.17	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.50	16.50	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°27: Matriz de normalización de los descriptores del factor condicionante unidades geológicas

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	Cárcavas	Vertiente con depósitos de deslizamiento	Vertiente en roca sedimentaria	Colina en roca sedimentaria	Lecho de quebrada	Vector Priorización
Cárcavas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Vertiente con depósitos de deslizamiento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Vertiente en roca sedimentaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Colina en roca sedimentaria	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Lecho de quebrada	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°28: Índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores del factor condicionante unidades geomorfológicas

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

4.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos en el ámbito de estudio corresponden principalmente a lotes, población y red vial, los cuales han sido identificadas a través de la inspección de campo en el área de estudio

Cuadro N°29: Número de habitantes expuestos

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Población	327	Habitantes

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°30: Número de viviendas expuestas

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Viviendas	90	Predio

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°31: Red vial expuesta

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Red vial	1360.7	Longitud en metros lineales

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°32: Infraestructura de luz, agua y desague

Elemento expuesto	Cantidad	Unidad de medida
Postes de alumbrado público	30	Unidades
Red de agua	119.06	Metros lineales
Red de desague	68.3	Metros lineales
Buzones	3	Unidades

Fuente: Equipo Técnico

4.8 Definición de escenarios

En base a los umbrales de precipitación calculados por el SENAMHI (2014), se ha considerado el escenario más crítico para el peligro deslizamiento que consiste en datos de la estación meteorológica Kayra que describe precipitaciones extremadamente lluviosas ($RR/día > 99$), cuyos valores de lluvia superan a los 25.7 mm de precipitación diaria ocurridos en el mes de febrero del año 2010. Con estas precipitaciones se saturarían los depósitos coluviales y rellenos de vertientes las empinadas, los cuales podrían generar deslizamientos mayores a 10,000m³.

4.9 Niveles de peligro

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

Cuadro N°33: Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.264	< R ≤	0.496
ALTO	0.137	< R ≤	0.264
MEDIO	0.068	< R ≤	0.137
BAJO	0.035	≤ R ≤	0.068

Fuente: Equipo Técnico

4.10 Estratificación del nivel de peligro

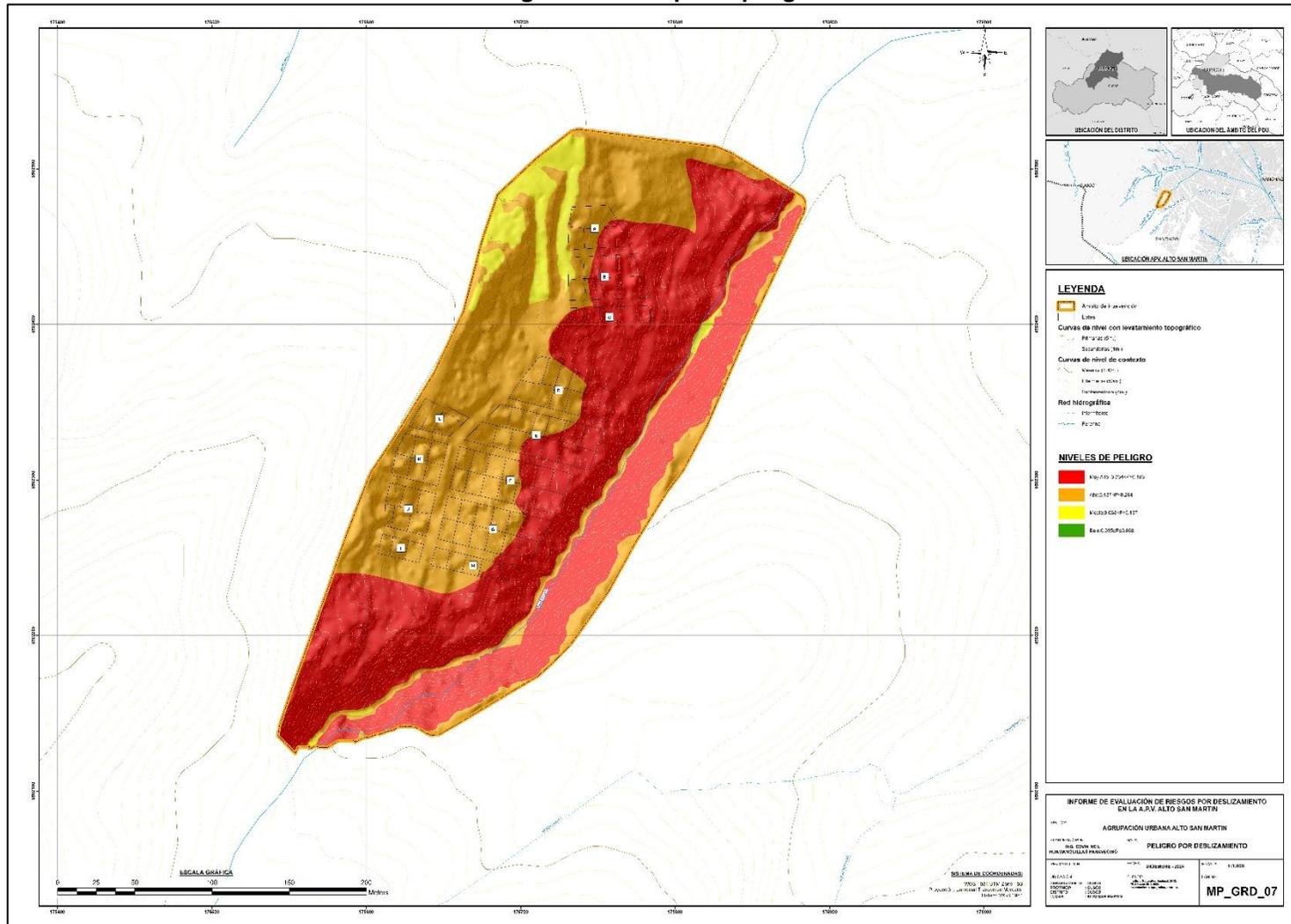
Cuadro N°34: Estrato nivel de peligros

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes mayores a 35°, unidad geomorfológica cárcavas y vertientes en depósitos coluviales, así como la presencia de la unidad geológica de rellenos. Podrían generarse deslizamientos con volúmenes mayores a 10,000m ³ .	0.270<R≤0.495
ALTO	Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), pendientes de 25° a 35°, la unidad geomorfológica vertiente en roca sedimentaria, así como la presencia de la unidad geológica deposito coluviales y areniscas con lutitas de la formación Quilque. Podrían generarse deslizamientos con volúmenes de 5,000m ³ hasta 10,000m ³ .	0.133<R≤0.270
MEDIO	Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes de 15° a 25°, la unidad geomorfológica de colina en roca sedimentaria, así como la presencia de la unidad geológica areniscas de la formación Kayra. Podrían generarse deslizamiento de 2500m ³ hasta 5,000m ³ .	0.067<R≤0.133
BAJO	Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes de menores a 15°, la unidad geomorfológica de cauce de quebrada, así como la presencia de la unidad geológica de depósitos proluviales. Podrían generarse deslizamientos menores a 2,500m ³ .	0.035≤R≤0.067

Fuente: Equipo Técnico

4.11 Mapa de peligros

Imagen N° 14: Mapa de peligros



Fuente: Equipo Técnico

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

En marco de la Ley N° 2966 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es un parámetro importante que sirve para calcular el nivel de riesgo.

Bajo esta definición se recabó la información primaria en base a encuestas sobre los factores de fragilidad y resiliencia a nivel de **lote**.

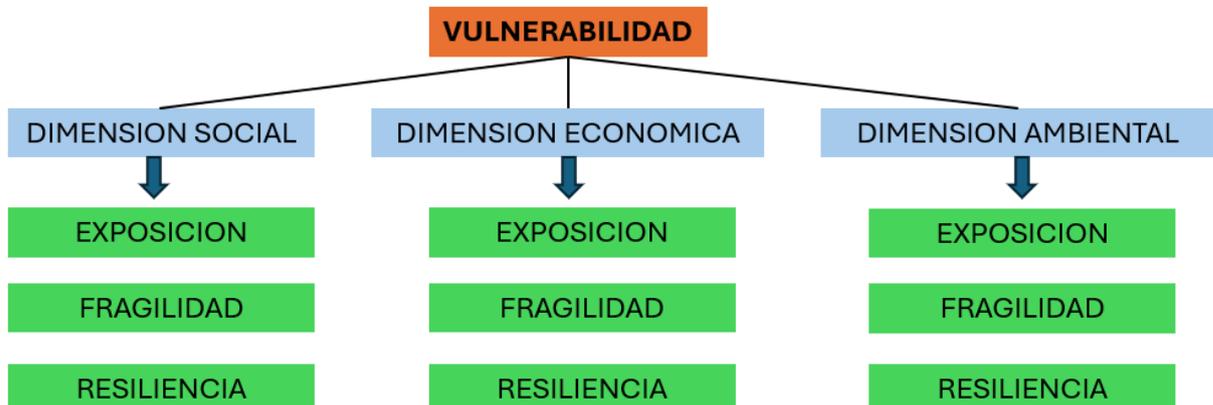
En el área de estudio se realizó el análisis de la vulnerabilidad en sus factores de fragilidad y resiliencia de acuerdo con la cuantificación de los elementos expuestos al peligro por flujo hiperconcentrado como población, vivienda, red de sistema de electricidad, instalación de vías y cursos naturales de agua, etc.

5.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de estudio del peligro por deslizamientos, se consideró realizar el análisis de los factores: exposición, fragilidad y resiliencia respecto a la dimensión física, social, económica y ambiental, utilizando sus respectivos parámetros para los 4 casos.

La metodología del cálculo de la vulnerabilidad se realizó en campo, a través de los datos o encuestas que fueron recopiladas por el equipo de trabajo, en los sectores la A.PV. Alto San Martín. La metodología se basa en el siguiente diagrama:

Imagen N° 15 Metodología del análisis de vulnerabilidad.

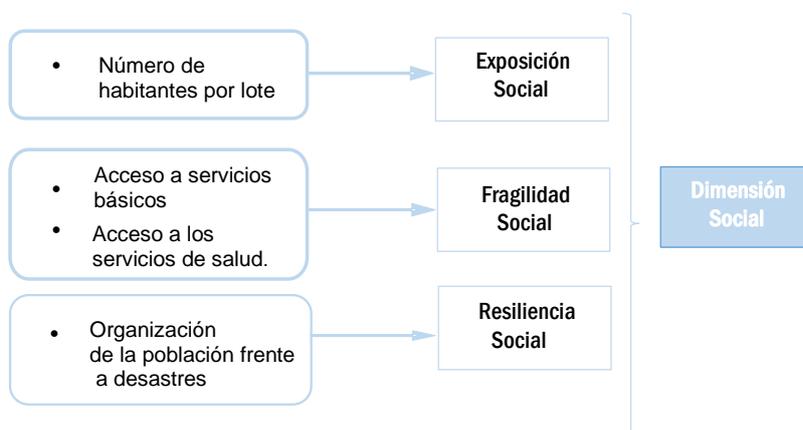


Fuente: Adaptado de CENEPRED.

5.2 Análisis de la dimensión social

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población y elementos que se relacionan con ella dentro del área a evaluar.

Imagen N° 16: Metodología del análisis de la dimensión social.



Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°35: Matriz comparación de pares de los factores de la dimensión social

V - SOCIAL	Fragilidad	Exposición	Resiliencia
Fragilidad	1.00	2.00	4.00
Exposición	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1/SUMA	0.57	0.29	0.14

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°36: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión social

V - SOCIAL	Fragilidad	Exposición	Resiliencia	Vector Priorización
Fragilidad	0.571	0.571	0.571	0.571
Exposición	0.286	0.286	0.286	0.286
Resiliencia	0.143	0.143	0.143	0.143

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°37: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

Índice de consistencia	0.00
Relación de consistencia (RC <0.04)	0.00

Fuente: Equipo Técnico

5.2.1 Análisis del factor exposición de la Dimensión Social

El parámetro considerado para el análisis de exposición social es:

Cuadro N°38: Parámetro de Exposición Social.

Parámetro	Descripción	Valor
Parámetros de La Exposición Social	Número de habitantes a nivel de lote	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Número de habitantes nivel de lote.

Este parámetro caracteriza a al número de habitantes o personas que viven en un lote.

Cuadro N°39: Descriptores del parámetro número de habitantes a nivel de lote.

Número de habitantes a nivel de lote	Descripción
Mayor a 10 personas	Este descriptor es el más crítico pues abarca a mayor número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 04 familias.
8 a 10 personas	Este descriptor es también crítico pues abarca un número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 03 familias.
6 a 8 personas	Este descriptor es menos crítico, pero abarca un número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa
4 a 6 personas	Este descriptor es más tolerable pues abarca menos número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad disminuye. En estas puede existir al menos 02 familias
Menor a 3 personas	Este descriptor es el menos vulnerable por la cantidad de personas que se encuentran en una vivienda. Es considerado como lo normal (01 familia)

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°40: Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

N° DE HABITANTES	Mayor a 10 personas	8 a 10 personas	6 a 8 personas	4 a 6 personas	Menor a 3 personas
Mayor a 10 personas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
8 a 10 personas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
6 a 8 personas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
4 a 6 personas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 3 personas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°41: Matriz de normalización de pares del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote.

N° DE HABITANTES	Mayor a 10 personas	8 a 10 personas	6 a 8 personas	4 a 6 personas	Menor a 3 personas	Vector Priorización
Mayor a 10 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
8 a 10 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
6 a 8 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
4 a 6 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 3 personas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°42: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote.

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.2.2 Análisis del factor de la fragilidad de la Dimensión Social

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

Cuadro N°43: Parámetros de fragilidad social.

Parámetros	Pesos
Acceso a los servicios básicos	0.5
Acceso a los servicios de salud	0.5

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Acceso a los servicios básicos

Se han considerado el acceso a los servicios de agua, desagüe y electricidad como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 44: Descriptores del parametro acceso a los servicios básicos

Acceso a los servicios básicos
No cuenta con ningún servicio básico
Cuenta con agua
Cuenta con agua y desagüe
Cuenta con agua, desagüe y electricidad
Cuenta con todos los servicios básicos y otros (internet, teléfono)

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 45: Matriz de Comparación de Pares – Acceso a los servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	No cuenta con ningún servicio básico	Cuenta con agua	Cuenta con agua y desagüe	Cuenta con agua, desagüe y electricidad	Cuenta con todos los servicios básicos y otros (internet, teléfono)
No cuenta con ningún servicio básico	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cuenta con agua	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cuenta con agua y desagüe	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cuenta con agua, desagüe y electricidad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuenta con todos los servicios básicos y otros (internet, teléfono)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 46: Matriz de normalización de pares – Acceso a los servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	No cuenta con ningún servicio básico	Cuenta con agua	Cuenta con agua y desagüe	Cuenta con agua, desagüe y electricidad	Cuenta con todos los servicios básicos y otros (internet, teléfono)	Vector Priorización
No cuenta con ningún servicio básico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cuenta con agua	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Cuenta con agua y desagüe	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Cuenta con agua, desagüe y electricidad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Cuenta con todos los servicios básicos y otros (internet, teléfono)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 47: Índice y relación de consistencia – Acceso a los servicios básicos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

b) Parámetro: Acceso a servicios de salud

De acuerdo con la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de acceso a los servicios básicos de las personas y se presenta la siguiente clasificación:

Cuadro N°48: Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos.

Acceso a servicios de salud	Descripción
NINGUNO	Se refiere las personas que no cuentan con acceso a ningún seguro de salud y son los más vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esta condición indica no puede acceder rápidamente a ser atendido en cualquier circunstancia de desastre.
SIS/MINSA	Se refiere a personas que cuentan con el Sistema Integrado de Salud y son vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esa condición indica que la atención no es de muy buena calidad.
ESSALUD	Se refiere a personas que cuentan con seguro de ESSALUD y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esa condición indica que serán atendidos rápida y efectivamente en cualquier situación de desastre.
FFAA/POLICIA	Se refiere a personas que cuentan con seguro de las Fuerzas Armadas y Policial y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esa condición indica que serán atendidos rápidamente en cualquier situación de desastre.
SEGURO PRIVADO	Se refiere a personas que cuentan con un seguro privado y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esa condición indica que serán atendidos rápida, efectivamente y con un servicio de calidad en cualquier situación de desastre.

Cuadro N°49: Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a servicios básicos.

ACCESO A SERVICIOS DE SALUD	No cuenta con seguro de salud	Cuenta con SIS	Cuenta con ESSALUD	Cuenta con seguro FF.AA.	Seguro privado
No cuenta con seguro de salud	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cuenta con SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cuenta con ESSALUD	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cuenta con seguro FF.AA.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Seguro privado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°50: Matriz de normalización del parámetro: Acceso a servicios básicos.

ACCESO A SERVICIOS DE SALUD	No cuenta con seguro de salud	Cuenta con SIS	Cuenta con ESSALUD	Cuenta con seguro FF.AA.	Seguro privado	Vector Priorización
No cuenta con seguro de salud	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cuenta con SIS	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Cuenta con ESSALUD	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Cuenta con seguro FF.AA.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Seguro privado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°51: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a servicios básicos.

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.2.3 Análisis del factor Resiliencia de la Dimensión Social

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

Cuadro N°52: Parámetros de Resiliencia social.

Parámetros	Pesos
Organización social	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Organización Social.

De acuerdo con la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de organización social de las personas y se presenta la siguiente clasificación:

Cuadro N°53: Descripción del Parámetro Organización Social

Organización social	Descripción
Muy Mala / Nunca	Menos del 25% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado menos de 3 reuniones y/o faenas por año y no se promueven las acciones relacionadas a conocer el riesgo. No realiza coordinaciones con otras agrupaciones vecinales. No se reúne con frentes de defensa, tampoco con municipalidad, gobierno regional ni empresas prestadoras de servicios.
Mala / Casi Nunca	Menos del 50% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado menos de 4 reuniones y/o faenas por año y no se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en solo una oportunidad en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en solo una oportunidad en el último año.
Media / A Veces	Más del 70% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado 9 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en menos de 3 oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en menos de 3 oportunidades o motivos en el último año.
Buena / Casi Siempre	Más del 85% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado 12 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en menos de 6 de oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en menos de 6 oportunidades o motivos en el último año.
Muy Bueno / Siempre	El 100% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado más de 12 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en más de 6 oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en más de 6 oportunidades o motivos en el último año.

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°54: Matriz de comparación de pares del parámetro: Organización Social

ORGANIZACIÓN SOCIAL	Muy mala / nunca	Mala / casi nunca	Media / a veces	Buena / casi siempre	Muy bueno / siempre
Muy mala / nunca	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mala / casi nunca	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Media / a veces	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Buena / casi siempre	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bueno / siempre	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°55: Matriz de normalización del parámetro: Organización social.

ORGANIZACIÓN SOCIAL	Muy mala / nunca	Mala / casi nunca	Media / a veces	Buena / casi siempre	Muy bueno / siempre	Vector Priorización
Muy mala / nunca	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mala / casi nunca	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Media / a veces	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Buena / casi siempre	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy bueno / siempre	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°56: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Organización social.

Índice de consistencia (IC)	0.030
Relación de consistencia (RC)	0.027

Fuente: Equipo Técnico

5.3 Análisis de la dimensión económica

El análisis de la dimensión económica consiste en identificar las características intrínsecas de la infraestructura existente y las actividades económicas de la población que se relacionan con ella dentro del área a evaluar.

Imagen N° 17: Metodología del análisis de la dimensión económica



Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°57: Matriz comparación de pares de los factores de la dimensión económica

V - ECONOMICA	Fragilidad	Exposición	Resiliencia
Fragilidad	1.00	2.00	5.00
Exposición	0.50	1.00	4.00
Resiliencia	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.70	3.25	10.00
1/SUMA	0.59	0.31	0.10

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°58: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión económica

V - ECONOMICA	Fragilidad	Exposición	Resiliencia	Vector Priorización
Fragilidad	0.588	0.615	0.500	0.568
Exposición	0.294	0.308	0.400	0.334
Resiliencia	0.118	0.077	0.100	0.098

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°59: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión económica

Índice de consistencia	0.012
Relación de consistencia (RC <0.04)	0.023

Fuente: Equipo Técnico

5.3.1 Análisis del factor exposición de la dimensión económica

El parámetro considerado para el análisis de exposición económica es:

Cuadro N°60: Parámetro de Exposición económica

Parámetro	Descripción	Valor
Cercanía de la edificación a áreas de deslizamiento	Distancia a cuerpos de deslizamientos y taludes muy escarpados	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Cercanía de la edificación a áreas de deslizamientos

Este parámetro caracteriza la distancia de las edificaciones a cuerpos de deslizamientos y zonas inestables.

Cuadro N°61: Descriptores del parámetro cercanía de la edificación a áreas de deslizamiento

Número de habitantes a nivel de lote
Descripción
Dentro del área de deslizamiento
A 5 metros del área de deslizamiento
A 10 metros del área de deslizamiento
A 20 metros del área de deslizamiento
Mas de 20 metros del área de deslizamiento

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°62: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía de la edificación a áreas de deslizamiento

Cercanía del lote a áreas de deslizamiento	Dentro del área de deslizamiento	A 5 metros del área de deslizamiento	A 10 metros del área de deslizamiento	A 20 metros del área de deslizamiento	Mas de 20 metros del área de deslizamiento
Dentro del área de deslizamiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
A 5 metros del área de deslizamiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
A 10 metros del área de deslizamiento	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
A 20 metros del área de deslizamiento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mas de 20 metros del área de deslizamiento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°63: Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía de la edificación a áreas de deslizamiento

Cercanía del lote a áreas de deslizamiento	Dentro del área de deslizamiento	A 5 metros del área de deslizamiento	A 10 metros del área de deslizamiento	A 20 metros del área de deslizamiento	Mas de 20 metros del área de deslizamiento	Vector Priorización
Dentro del área de deslizamiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
A 5 metros del área de deslizamiento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
A 10 metros del área de deslizamiento	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
A 20 metros del área de deslizamiento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mas de 20 metros del área de deslizamiento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°64: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro cercanía de la edificación a áreas de deslizamiento

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.3.2 Análisis del factor de la fragilidad de la dimensión económica

Los parámetros considerados en la fragilidad económica son:

Cuadro N°65: Parámetros de fragilidad económica

Parámetros	Pesos
Daño estructural en la edificación	0.633
Estado de conservación de la edificación	0.260
Material predominante de la edificación	0.106

Fuente: Equipo Técnico

a) Daño estructural en las edificaciones

Este parámetro caracteriza el daño estructural de las edificaciones por estar en una zona muy susceptible a deslizamientos en la A.P.V. Alto San Martín. Este parámetro es el mas importante para determinar la vulnerabilidad económica, se hizo un trabajo de campo a detalle el cual se puede corroborar con las fotografías adjuntadas en el mapa de vulnerabilidad.

Estado de conservación de la edificación	Descripción
Colapso y/o Severo	Los daños estructurales se producen cuando se afectan los elementos que soportan el peso de un edificio, como las columnas, vigas, el techo y los muros de carga
Medio	Afecta la capacidad estructural y la rehabilitación depende del tipo de elemento.
Pequeño	Afecta medianamente la capacidad estructural y la rehabilitación depende del tipo de elemento.
Leve	Afecta ligeramente la capacidad estructural y se pueden reparar fácilmente la mayoría de los elementos.
Sin daños	No afecta la capacidad estructural del edificio y la reparación es superficial.

Fuente: Equipo Técnico

b) Parámetro estado de conservación de la edificación

Este parámetro caracteriza el estado de conservación actual de las edificaciones en la A.P.V. Alto San Martín.

Cuadro N° 66: Estado de conservación de la edificación

Estado de conservación de la edificación	Descripción
Muy malo / precario	Viviendas con antigüedad de más de 50 años
Malo	Viviendas con antigüedad de más de 35 años
Regular	Viviendas con antigüedad de más de 20 años
Bueno	Viviendas con antigüedad de más de 5 años
Muy bueno	Viviendas nuevas, construidas en el año

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 67: Matriz de comparación de pares del estado de conservación de la edificación

ESTADO DE CONSERVACION	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 68: Matriz de normalización de pares – estado de conservación de la edificación

ESTADO DE CONSERVACION	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Malo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy Bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 69: Índice y relación de consistencia – estado de conservación de la edificación

Índice de consistencia (IC)	0.054
Relación de consistencia (RC)	0.011

Fuente: Equipo Técnico

c) Parámetro: Material de edificación predominante

Cuadro N°70: Descriptores del parámetro material de edificación predominante

Acceso a servicios de salud	Descripción
Mixto/Precario	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sean plástico, palos, calamina en las viviendas.
Acero Drywall	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea madera en las viviendas.
Adobe	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea adobe en las viviendas.
Ladrillo-Bloqueta	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea ladrillo en las viviendas.
SEGURO PRIVADO	Se refiere a personas que cuentan con un seguro privado y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo ya que esa condición indica que serán atendidos rápida, efectivamente y con un servicio de calidad en cualquier situación de desastre.

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°71: Matriz de comparación de pares del parámetro: Material de construcción predominante.

MATERIAL DE CONSTRUCCION	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto
Estera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladrillo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°72: Matriz de normalización del parámetro: Material de construcción predominante

MATERIAL DE CONSTRUCCION	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto	Vector Priorización
Estera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.507
Madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.261
Adobe	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.121
Ladrillo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.071
Concreto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.040

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°73: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material de construcción predominante

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.3.3 Análisis del factor resiliencia de la dimensión económica

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

Cuadro N°74: Parámetros de Resiliencia económica

Parámetros	Pesos
Modo de construcción	0.5
Población económicamente activa	0.5

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Modo de construcción

Se tomaron en cuenta los siguientes descriptores.

Cuadro N°75: Descripción del parámetro modo de construcción

Modo de construcción
Autoconstrucción
Maestro de obra
Técnico en construcción
Con profesionales
Con profesionales y con licencia de construcción

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°76: Matriz de comparación de pares del parámetro: Modo de construcción

MODO DE CONSTRUCCION	Autoconstrucción	Maestro de obra	Técnico en construcción	Con profesionales	Con profesionales y con licencia de construcción
Autoconstrucción	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Maestro de obra	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Técnico en construcción	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Con profesionales	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Con profesionales y con licencia de construcción	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°77: Matriz de normalización del parámetro: Modo de construcción

MODO DE CONSTRUCCION	Autoconstrucción	Maestro de obra	Técnico en construcción	Con profesionales	Con profesionales y con licencia de construcción	Vector Priorización
Autoconstrucción	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Maestro de obra	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Técnico en construcción	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Con profesionales	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Con profesionales y con licencia de construcción	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°78: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Modo de construcción

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

b) Parámetro: Población económicamente activa

Referido a la cantidad de personas que se han integrado al mercado de trabajo en el lote.

Cuadro N° 79: Matriz de Comparación de Pares – Población Económicamente Activa

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado más de 14 años	Trabajador independiente	Trabajador dependiente
Desempleado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Dedicado al hogar	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ocupado más de 14 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Trabajador independiente	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Trabajador dependiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 80 Matriz de normalización de pares – Población Económicamente Activa

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado más de 14 años	Trabajador independiente	Trabajador dependiente	Vector priorización
Desempleado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Dedicado al hogar	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Ocupado más de 14 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Trabajador independiente	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Trabajador dependiente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 81: Índice y relación de consistencia – Población Económicamente Activa

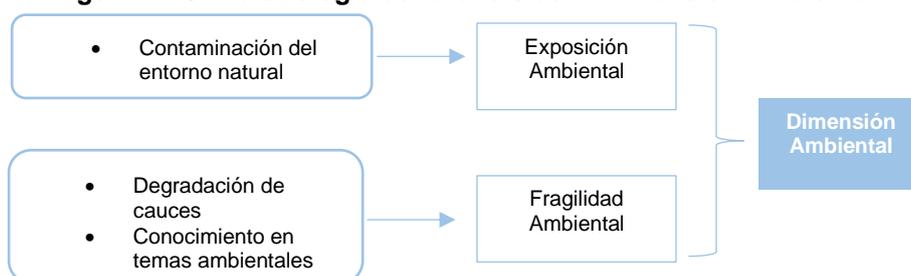
Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.4 Análisis de la dimensión ambiental

Para el análisis de la dimensión ambiental se considera características del medio ambiente con recursos renovables y no renovables, expuestos en el amito de influencia del peligro, en el que se identifica recursos naturales vulnerables y no vulnerables para el análisis de fragilidad y resiliencia ambiental.

Imagen N° 18: Metodología del análisis de la Dimensión Ambiental.



Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°82: Matriz de normalización de pares factores de la dimensión ambiental.

DIMENSIÓN AMBIENTAL	Vector priorización
Exposición	0.5
Fragilidad	0.5

5.4.1 Análisis de La exposición ambiental

El parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental es:

Cuadro N°83: Parámetros exposición de la dimensión ambiental.

Parámetro	Valor
Contaminación de su entorno	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Contaminación de su entorno físico y natural

Cuadro N°84: Contaminación de su entorno físico y natural

Grado de contaminación de su entorno
Totalmente contaminado
Contaminado
Regularmente contaminado
Sin contaminación
Sin contaminación y conservación de espacios

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°85: Matriz de comparación de pares: Cercanía a residuos sólidos.

GRADO DE CONTAMINACION DE SU ENTORNO	Totalmente contaminado	Contaminado	Regularmente contaminado	Sin contaminación	Sin contaminación y conservación de espacios
Totalmente contaminado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Contaminado	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regularmente contaminado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Sin contaminación	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sin contaminación y conservación de espacios	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°86: Matriz de comparación del parámetro: Grado de contaminación de su entorno

GRADO DE CONTAMINACION DE SU ENTORNO	Totalmente contaminado	Contaminado	Regularmente contaminado	Sin contaminación	Sin contaminación y conservación de espacios	Vector Priorización
Totalmente contaminado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Contaminado	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regularmente contaminado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Sin contaminación	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Sin contaminación y conservación de espacios	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°87: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Grado de contaminación de su entorno

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo Técnico

5.4.2 Análisis de la fragilidad ambiental

Para el presente análisis se tomaron en cuenta los siguientes parámetros ambientales en cuanto a la fragilidad:

Cuadro N°88 Matriz de Comparación de Pares.

Parámetros	Pesos
Degradación de cauces	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Degradación de cauces

Este parámetro está referido al impacto que tienen los cauces naturales y se tiene los siguientes descriptores.

Cuadro N°89 Degradación de cauces

Disposición de residuos sólidos Descripción
Muy degradado
Degradado
Regularmente degradado
Ligeramente degradado
Sin degradación

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°90 Matriz de comparación de pares del parámetro: Degradación de cauces

DEGRADACION DE CAUCES	Muy degradado	Degradado	Regularmente degradado	Ligeramente degradado	Sin degradación
Muy degradado	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
Degradado	0.33	1.00	4.00	6.00	7.00
Regularmente degradado	0.17	0.25	1.00	2.00	5.00
Ligeramente degradado	0.14	0.17	0.50	1.00	3.00
Sin degradación	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.56	11.70	16.33	25.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.09	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°91 Matriz de Normalización parámetro: Disposición de Residuos Sólidos.

DEGRADACION DE CAUCES	Muy degradado	Degradado	Regularmente degradado	Ligeramente degradado	Muy degradado	Vector Priorización
Muy degradado	0.570	0.658	0.513	0.429	0.360	0.506
Degradado	0.190	0.219	0.342	0.367	0.280	0.280
Regularmente degradado	0.095	0.055	0.085	0.122	0.200	0.112
Ligeramente degradado	0.081	0.037	0.043	0.061	0.120	0.068
Sin degradación	0.063	0.031	0.017	0.020	0.040	0.034

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°92: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Disposición de Residuos Sólidos.

Índice de consistencia	0.069
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.062

Fuente: Equipo Técnico

5.4.3 Análisis de la resiliencia ambiental

Cuadro N°93: Parámetros de Resiliencia Ambiental.

Parámetros	Pesos
Conocimiento en Temas Ambientales	1.00

Fuente: Equipo Técnico

a) Parámetro: Conocimiento en temas ambientales.

Este parámetro fue analizado desde la ficha - encuesta de la parte de caracterización ambiental utilizando los siguientes ítems:

- Ha recibido capacitación en temas ambientales.

Cuadro N°94: Conocimiento en temas ambientales.

Conocimiento en temas ambientales	Descripción
Sin conocimiento	Es el más crítico hay desconocimiento total de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
Conocimiento erróneo	Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad y buenas prácticas ambientales.
Conocimiento limitado	Se evidencia el conocimiento de normatividad y buenas prácticas ambientales.
Conocimiento sin interés	Ya se evidencia la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
Con conocimiento	Se garantiza la sostenibilidad de la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°95 Matriz de comparación de pares del parámetro: Conocimiento en temas ambientales.

CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Sin conocimiento	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Conocimiento erróneo	0.50	1.00	4.00	5.00	7.00
Conocimiento limitado	0.20	0.25	1.00	3.00	4.00
Conocimiento sin interés	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Con conocimiento	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.59	10.58	16.33	24.00
1/SUMA	0.51	0.28	0.09	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°96 Matriz de Normalización del parámetro: Conocimiento en temas ambientales.

CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector Priorización
Sin conocimiento	0.512	0.557	0.472	0.429	0.375	0.469
Conocimiento erróneo	0.256	0.278	0.378	0.306	0.292	0.302
Conocimiento limitado	0.102	0.070	0.094	0.184	0.167	0.123
Conocimiento sin interés	0.073	0.056	0.031	0.061	0.125	0.069
Con conocimiento	0.057	0.040	0.024	0.020	0.042	0.036

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°97: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Conocimiento en temas ambientales.

Índice de consistencia (IC)	0.054
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.049

Fuente: Equipo Técnico

5.4.4 Jerarquización de las dimensiones de la vulnerabilidad

Cuadro N°98 Matriz de Comparación de Pares – Parámetros de análisis de vulnerabilidad.

Dimensión de Análisis de vulnerabilidad	Dimensión económica	Dimensión social	Dimensión ambiental
Dimensión económica	1.00	3.00	5.00
Dimensión social	0.33	1.00	3.00
Dimensión ambiental	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°99 Matriz de Normalización – Parámetros de análisis de vulnerabilidad.

Parámetros de Análisis de vulnerabilidad	Dimensión económica	Dimensión social	Dimensión ambiental	Vector priorización
Dimensión económica	0.652	0.692	0.556	0.633
Dimensión social	0.217	0.231	0.333	0.260
Dimensión ambiental	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°100: Índice y relación de consistencia – Parámetros de análisis de vulnerabilidad

Índice de consistencia (IC)	0.019
Relación de consistencia (RC)	0.037

Fuente: Equipo Técnico

5.5 Niveles de vulnerabilidad

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

Cuadro N°101: Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO			
Muy alta	0.262	<	V	≤ 0.502
Alta	0.133	<	V	≤ 0.262
Media	0.068	<	V	≤ 0.133
Baja	0.035	≤	V	≤ 0.068

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°102: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad.

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTA	Número de personas por lote mayor a 10hab. Acceso a servicios básicos: no cuentan con ningún servicio básico. Acceso a servicios salud: no cuentan ningún tipo de seguro. Organización social: No participa nunca. Localización de la edificación: dentro del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Colapso y/o severo. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Material predominante en la construcción: Estera. Modo de construcción: Autoconstrucción. Población Económicamente Activa: Desempleado. Contaminación de su entorno: Totalmente contaminado. Degradación de cauces: Muy degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Sin conocimientos.	0.262<V≤0.502
ALTA	Número de personas por lote: De 8 a 10 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta solamente con un servicio (agua). Acceso a servicios salud: Cuenta con SIS. Organización social: Casi nunca participa. Localización de la edificación: A 5 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Medio. Estado de conservación de la edificación: Malo. Material predominante en la construcción: Madera. Modo de construcción: Maestro de obra. Población Económicamente Activa: Dedicado al hogar. Contaminación de su entorno: Contaminado. Degradación de cauces: Degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Con conocimiento limitado.	0.133<V≤0.262
MEDIA	Número de personas por lote: De 6 a 8 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta con al menos 2 servicios básicos (agua y desagüe). Acceso a servicios salud: Cuenta con ESSALUD. Organización social: Participa a veces. Localización de la edificación: A 10 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Pequeño. Estado de conservación de la edificación: Regular. Material predominante en la construcción: Adobe. Modo de construcción: técnico en construcción. Población Económicamente Activa: Ocupado de 14 años a más. Contaminación de su entorno: Regularmente contaminado. Degradación de cauces: Regularmente degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Con regular conocimiento.	0.068<V≤0.133
BAJA	Número de personas por lote: Menor a 6 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta agua, desagüe, electricidad y otros servicios. Acceso a servicios salud: Cuenta con seguro privado o de las FF.AA. Organización social: Participa activamente. Localización de la edificación: Mayor a 10 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Leve o sin daños. Estado de conservación de la edificación: Bueno. Material predominante en la construcción: Ladrillo o concreto. Modo de construcción: Con profesionales. Población Económicamente Activa: Trabajador independiente y dependiente. Contaminación de su entorno: Sin contaminación. Degradación de cauces: Sin degradación. Conocimiento en temas Ambientales: Con conocimiento.	0.035≤V≤0.068

Fuente: Equipo Técnico.

CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO

6.1 Metodología para el cálculo de riesgo

La prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, estos parámetros al menos los de riesgo muy alto y alto, deben reducirse con la prevención al menos a riesgo medio para que los pobladores de la zona puedan tener mejor calidad de vida y también desarrollarse de manera sostenida.

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

Dónde:

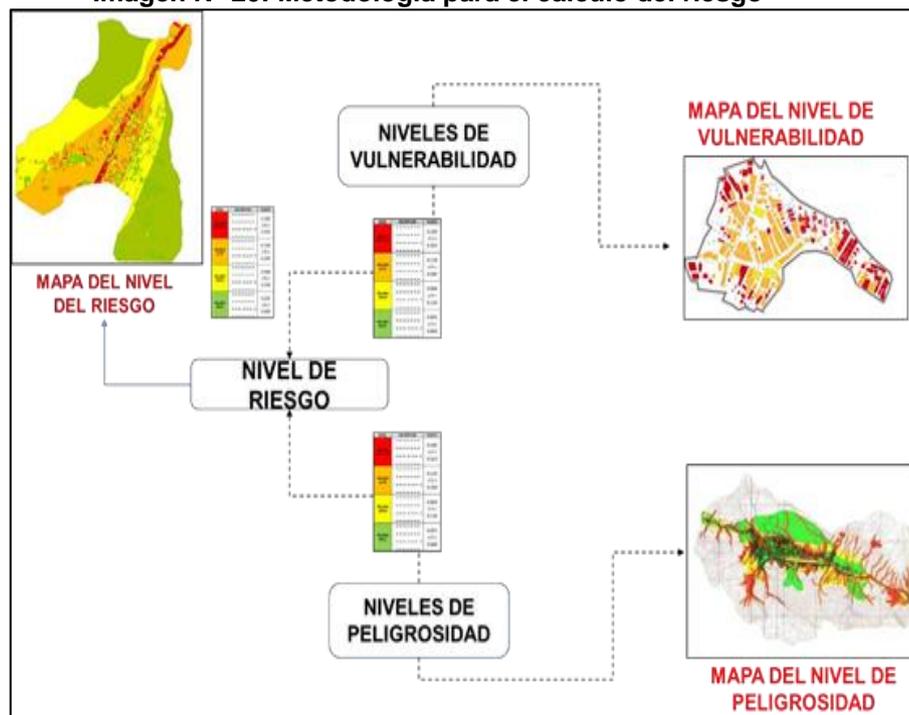
R= Riesgo.

f = En función

P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición " t "

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Imagen N° 20: Metodología para el calculo del riesgo



Fuente: Adaptada de CENEPRED

6.2 Definición y estratificación de Los niveles de riesgo

En la siguiente Cuadro se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro N°103: Niveles de Riesgo.

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.069	$< R \leq$	0.249
ALTO	0.018	$< R \leq$	0.069
MEDIO	0.005	$< R \leq$	0.018
BAJO	0.001	$\leq R \leq$	0.005

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°104: Cálculo de los Niveles de Riesgo.

PMA	0.496	0.034	0.066	0.130	0.249
PA	0.264	0.018	0.035	0.069	0.132
PM	0.137	0.009	0.018	0.036	0.069
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
	0.068		0.133	0.262	0.502
	VB	VM	VA	VMA	

Fuente: Equipo Técnico

6.3 Estratificación del nivel de riesgo por deslizamientos.

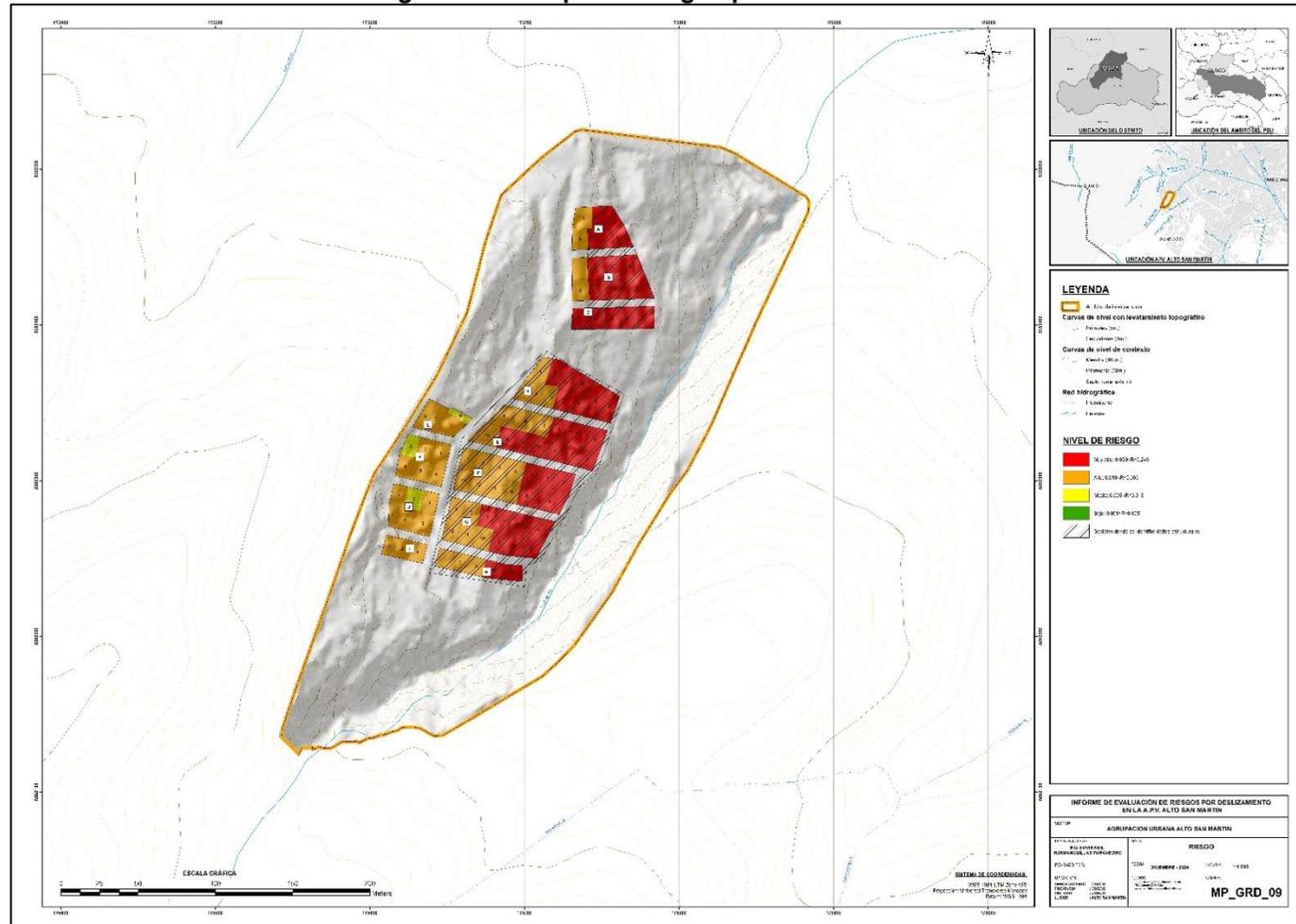
Cuadro N°105: Estratificación de los niveles de Riesgo

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes mayores a 35°, unidad geomorfológica cárcavas y vertientes en depósitos coluviales, así como la presencia de la unidad geológica de rellenos. Podrían generarse deslizamientos con volúmenes mayores a 10,000m³.</p> <p>Número de personas por lote mayor a 10hab. Acceso a servicios básicos: no cuentan con ningún servicio básico. Acceso a servicios salud: no cuentan ningún tipo de seguro. Organización social: No participa nunca. Localización de la edificación: dentro del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Colapso y/o severo. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Material predominante en la construcción: Estera. Modo de construcción: Autoconstrucción. Población Económicamente Activa: Desempleado. Contaminación de su entrono: Totalmente contaminado. Degradación de cauces: Muy degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Sin conocimientos.</p>	0.069<R≤ 0.249
RIESGO ALTO	<p>Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), pendientes de 25° a 35°, la unidad geomorfológica vertiente en roca sedimentaria, así como la presencia de la unidad geológica deposito coluviales y areniscas con lutitas de la formación Quilque. Podrían generarse deslizamientos con volúmenes de 5,000m³ hasta 10,000m³.</p> <p>Número de personas por lote: De 8 a 10 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta solamente con un servicio (agua). Acceso a servicios salud: Cuenta con SIS. Organización social: Casi nunca participa. Localización de la edificación: A 5 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Medio. Estado de conservación de la edificación: Malo. Material predominante en la construcción: Madera. Modo de construcción: Maestro de obra. Población Económicamente Activa: Dedicado al hogar. Contaminación de su entrono: Contaminado. Degradación de cauces: Degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Con conocimiento limitado.</p>	0.018<R≤0.069
RIESGO MEDIO	<p>Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes de 15° a 25°, la unidad geomorfológica de colina en roca sedimentaria, así como la presencia de la unidad geológica areniscas de la formación Kayra. Podrían generarse deslizamiento de 2500m³ hasta 5,000m³.</p> <p>Número de personas por lote: De 6 a 8 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta con al menos 2 servicios básicos (agua y desagüe). Acceso a servicios salud: Cuenta con ESSALUD. Organización social: Participa a veces. Localización de la edificación: A 10 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Pequeño. Estado de conservación de la edificación: Regular. Material predominante en la construcción: Adobe. Modo de construcción: técnico en construcción. Población Económicamente Activa: Ocupado de 14 años a más. Contaminación de su entrono: Regularmente contaminado. Degradación de cauces: Regularmente degradado. Conocimiento en temas Ambientales: Con regular conocimiento.</p>	0.005<R≤0.018
RIESGO BAJO	<p>Umbral de precipitación extremadamente lluvioso (>26,7 mm), donde predominan pendientes de menores a 15°, la unidad geomorfológica de cauce de quebrada, así como la presencia de la unidad geológica de depósitos proluviales. Podrían generarse deslizamientos menores a 2,500m³.</p> <p>Número de personas por lote: Menor a 6 habitantes. Acceso a servicios básicos: Cuenta agua, desagüe, electricidad y otros servicios. Acceso a servicios salud: Cuenta con seguro privado o de las FF.AA. Organización social: Participa activamente. Localización de la edificación: Mayor a 10 metros del área del deslizamiento. Daño estructural en la edificación: Leve o sin daños. Estado de conservación de la edificación: Bueno. Material predominante en la construcción: Ladrillo o concreto. Modo de construcción: Con profesionales. Población Económicamente Activa: Trabajador independiente y dependiente. Contaminación de su entrono: Sin contaminación. Degradación de cauces: Sin degradación. Conocimiento en temas Ambientales: Con conocimiento.</p>	0.001≤R≤0.005

Fuente: Equipo Técnico

6.4 Mapa de riesgo por deslizamiento

Imagen N° 21: Mapa de riesgos por deslizamientos.



Fuente: Equipo Técnico

6.5 Cálculo de pérdidas y efectos probables.

En este capítulo de evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de estudio a consecuencia del impacto del peligro por flujo de detritos.

Se realizó el cálculo de pérdida por terrenos, inmuebles y red vial existente en la zona de estudio.

Cuadro N°106: Cálculo de Pérdidas en la red vial

Red vial	Longitud	Costo por ml (s/.)	Total (s/.)
Afirmado	242.612	350	84,914.20
Asfaltada	232.273	750	174,204.75
Sin afirmar	934.8	250	233,700.00
Total			492,818.95

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°107: Cálculo De Pérdida Por Terrenos.

NOMBRE DEL SECTOR	MZ	AREA	PRECIO UNITARIO (\$ POR M2)	TOTAL (\$)
A.P.V. ALTO SAN MARTIN	A	893.85	150	134,077.55
	B	1,339.14	150	200,871.19
	C	742.10	150	111,314.68
	D	1,609.30	150	241,394.82
	E	2,096.51	150	314,476.70
	F	2,017.78	150	302,666.36
	G	1,828.49	150	274,272.76
	H	630.02	150	94,503.21
	I	345.34	150	51,800.46
	J	1,055.58	150	158,337.46
	K	847.01	150	127,050.80
	L	524.77	150	78,716.13
TOTAL, PERDIDAS DE TERRENO EN \$				2,089,482.12
TOTAL, PERDIDA DE TERRENOS EN S/.				7,793,768.29

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°108: Cálculo De Pérdida Por Inmuebles.

SECTOR	MATERIAL	NIVEL	ÁREA	ÁREA CONSTRUIDA	PRECIO POR M2 CONSTRUIDO	TOTAL
Alto San Martín	Concreto/Ladrillo	1	3,814.0	0.7	807.9	2,156,958.95
Alto San Martín	Concreto/Ladrillo	2	3,090.8	0.7	807.9	3,495,865.44
Alto San Martín	Adobe	1	1,011.0	0.7	578.9	409,690.15
Alto San Martín	Adobe	2	3,914.5	0.7	578.9	3,172,533.81
TOTAL, PERDIDA DE TERRENOS EN S/.						9,235,048.36

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N°109: Total, de pérdidas probables.

DAÑOS PROBABLES	PERDIDAS PROBABLES S/.
Perdida por terreno	7,793,768.29
Perdida por inmuebles	9,235,048.36
Perdida de red vial	492,818.95
TOTAL, EN S/.	17,521,635.60

Fuente: Equipo Técnico

5.1 Medidas de prevención y reducción de riesgos de desastres

6.5.1 Medidas estructurales

De la evaluación de la información y estudios previos (topografía, geología, geotecnia, geofísica, etc.) y del recorrido de la zona, se define las medidas estructurales.

Definida la alternativa se realizan los modelamientos matemáticos que justifiquen la medida, en cuanto sean funcionales y contribuyan en dar solución a los peligros identificados.

a) Obras de incremento de las fuerzas resistentes

Dique de concreto ciclópeo

Se proyecta la construcción de diques de concreto ciclópeo 1:10 + 30% P.M, de dimensiones ancho 30m, largo 6m y altura de 9m, a lo largo de la quebrada Saqramayo. Dichos diques sirven para estabilizar la ladera como también controlar la erosión de las laderas de la quebrada Saqramayo:

- 4 diques ubicados aledaños a las manzanas H, G, F, E y D de la A.P.V. San Martín.
- 3 diques ubicados aledaños manzanas B y A en la A.P.V. San Martín.
- 2 diques ubicados aledaños manzanas C en la A.P.V. San Martín.

Imagen N° 22 Dique de concreto ciclópeo.



Fuente: Dique de concreto en la quebrada san Antonio Pedregal, Chosica, Lima

Muro de Gaviones

Se proyecta la construcción de muros de sostenimiento de gavión de manera escalonada, de 5.5 m de altura:

- 231 m, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Saqramayo, aledaño a las manzanas H, G y F, para estabilizar la ladera.
- 355 m, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Saqramayo, aledaño a las manzanas C, E y D, para estabilizar la ladera.
- 358 m, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Saqramayo, aledaño a las manzanas A y B, para estabilizar la ladera.

El espacio libre entre el muro de contención y el talud actual deberá ser rellenado de manera controlada con material seleccionado y compactado en capas de 0.20 m. Se deberá tener en cuenta las consideraciones de la norma CE.020 – estabilización de suelos y taludes, y la norma E.050 – suelos y cimentaciones.

Imagen N° 23 Muro de sostenimiento de gavión.



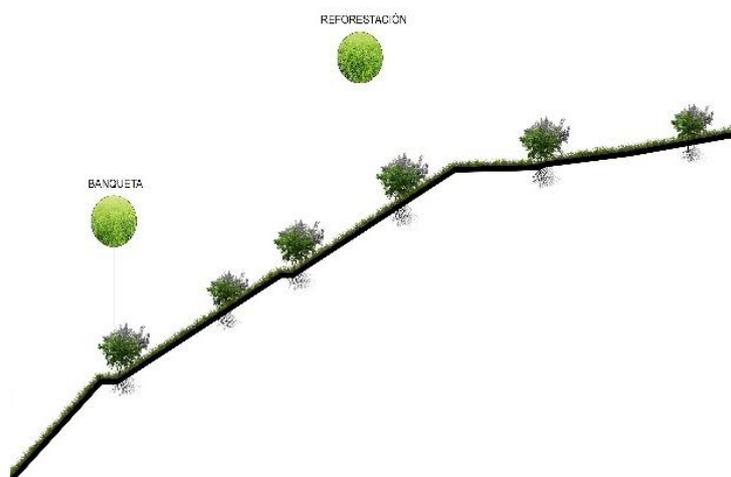
Fuente: Propio

b) Obras de reducción de las fuerzas actuantes

Conformación de la superficie del terreno con banquetas

Se propone la conformación (corte) de terreno de 4,665 m³, una pendiente 1.6H:1V, con banquetas de 2 m de ancho, cada 7 m de altura, ubicado en el área verde aledaño a las manzanas D y C en la APV San Martín. Dicha conformación es para disminuir la pendiente y garantizar un factor de seguridad mayor a 1.5 en el análisis de estabilidad de taludes en condiciones estáticas y su revegetación con rey grass de tamaño arbustivo para reforzar la estabilidad del talud.

Imagen N° 24 Conformación de la superficie del terreno



Fuente: Propio

c) Obras de drenaje

Canal de evacuación de aguas pluviales

Se propone la construcción de una red de evacuación de aguas pluviales:

- 159 m a lo largo de la vía vehicular, entre las manzanas I, H, j, G, K, F, E, L y D de la APV San Martín, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 159 m a lo largo de las escalinatas, ubicado entre las manzanas H y G, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 150 m a lo largo de las escalinatas, ubicado entre las manzanas G y F, sus aguas desembocarán en la red de canales.
- 188 m a lo largo de las escalinatas, ubicado entre las manzanas G y F, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 142 m a lo largo de las escalinatas, ubicado aledaño a la manzana D, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 126 m a lo largo de la vía peatonal, aledaño a las manzanas; H, G, F, E y D, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 542 m una red de canales ubicado aledaño a las manzanas A, B y C, sus aguas desembocarán en la quebrada de Saqramayo.
- 248 m a lo largo de la quebrada Saqramayo.

Subdrenes

Se propone la construcción de una red de subdrenes para la evacuación de aguas subterráneas:

- 69 m a lo largo de las escalinatas en el PJE Los Angeles, ubicado entre las manzanas H y G, sus aguas desembocarán en la red de subdrenes.

- 76 m a lo largo de las escalinatas en el PJE Divino Niño, ubicado entre las manzanas G y F, sus aguas desembocaran en la red de subdrenes.
- 76 m a lo largo de las escalinatas en el PJE Santa Isabel, ubicado entre las manzanas F y E, sus aguas desembocaran en la red de subdrenes.
- 733 m a lo largo del PJE Las Mercedes, sus aguas desembocaran en la quebrada de Saqramayo.
- **Imagen N°2:** subdrenes

Cuadro N°110: Total, de pérdidas probables.

OBRAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES				
TIPO DE INTERVENCIÓN	UNIDAD	MEDIDA	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
Canal de evacuación de aguas pluviales y subdrenes	m	1,714	300	514,200.00
Conformación de la superficie del talud	m3	4,665	40	186,600.00
Armado y llenado de Gavión 1x1x5m (h=5.5m)	m3	14,160	143.18	2,027,428.80
Recolección de piedra mediana	m3	14,160	66.15	936,684.00
Dique de concreto ciclópeo	und	9.00	630,000	5,670,000.00
TOTAL		9,334,912.80		

Fuente: Propio

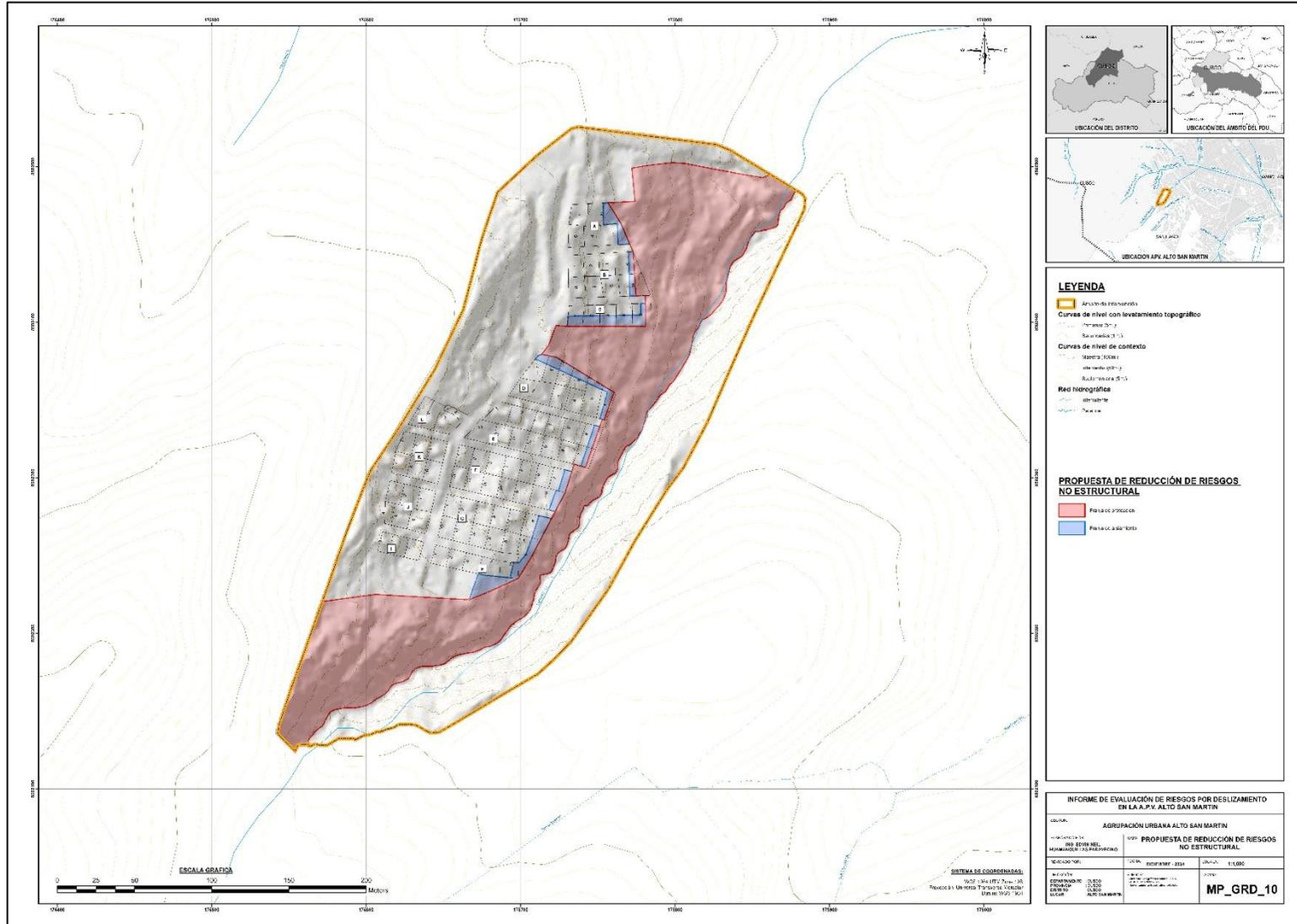
6.5.2 Medidas no estructurales

- Evitar el relleno y arrojado de desmontes en el cauce de la quebrada Saqramayo.
- Fortalecer las capacidades de la población en temas de gestión de riesgos ante la ocurrencia de deslizamientos y flujo de contemplando rutas de evacuación y zonas seguras.
- Orientar el asentamiento de viviendas en zonas de menor riesgo, evitando la ocupación de terrenos en áreas inestables propensas a deslizarse.

A continuación, en la imagen N° 21 se propone una franja de protección por peligro alto y muy alto, esta área es intangible y está prohibida la ocupación de viviendas por ser área donde se da la mayor probabilidad a la ocurrencia de deslizamientos, caída de suelos y roca. Está destinado únicamente para emplazar obras de reducción de riesgos como canales, dissipadores, reforestación y entre otros.

Así mismo se propone una franja de aislamiento por peligro muy alto, se recomienda mantener libre de construcciones que emitan mucha carga, puede formar parte del área libre del lote. Su objetivo es alejarse de las zonas de peligro muy alto ante deslizamientos.

Imagen N° 26: Propuesta de reducción de riesgo no estructural



Fuente: Equipo Técnico

CAPÍTULO VII: CONTROL DEL RIESGO.

7.1 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO.

a) Valoración de las Consecuencias

De la Cuadro obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural por ser recurrente las que origina la ocurrencia de movimientos en masa como deslizamiento, pueden ser gestionadas con recursos disponibles ya sea estatal o privado, los que corresponden a un nivel de valoración de consecuencias **MUY ALTO** con un **valor 4**.

Cuadro N°111: Valoración De Consecuencias.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	MEDIO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED, 2014.

b) Valoración De La Frecuencia De Recurrencia

Como se indica anteriormente, los fenómenos hidrometeorológicos presentan recurrencia originando peligros por flujo de detritos, de acuerdo con el cuadro la frecuencia presenta un **valor 3** con **NIVEL ALTO**, indicando que puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias como podrían ser la activación o formación de deslizamientos en la zona, por el impacto inducido en ellos (elevando el nivel de vulnerabilidad).

Cuadro N°112: Valoración de frecuencia de recurrencia.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTO	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIO	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: CENEPRED, 2014.

c) Nivel De Consecuencia Y Daño (Matriz):

En la siguiente matriz de doble entrada se obtiene el resultado de consecuencia y daño como **NIVEL ALTO**, (consecuencia y frecuencia medias).

Cuadro N°113: Nivel de consecuencia y daño.

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	4	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

Fuente: CENEPRED, 2014.

d) Medidas Cualitativas de consecuencia y daño.

Entonces se deduce en la Cuadro anterior de la matriz de doble entrada el nivel de consecuencias y daño que corresponde al **Valor 4 con nivel MUY ALTO**, y en la Cuadro siguiente corresponde la descripción “requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas”.

Cuadro N°114: Medidas cuatitativas de consecuencia y daño.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieras importantes.
3	ALTO	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	MEDIO	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.
1	BAJO	Tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.

Fuente: CENEPRED, 2014.

b) Aceptabilidad Y Tolerancia

De la Cuadro de aceptabilidad y/o tolerancia se obtiene el nivel 4 con el descriptor tolerante que describe, se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos, entonces corresponde al **NIVEL 4 – INADMISIBLE**.

Cuadro N°115: Aceptabilidad y/o tolerancia.

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

Fuente: CENEPRED, 2014

c) Matriz De Aceptabilidad Y Tolerancia:

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

Cuadro N°116: Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.

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

Fuente: CENEPRED, 2014

De la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el **RIESGO ES INADMISIBLE** en las viviendas de riesgo muy alto y alto de la zona en el área de estudio.

d) Prioridad de la Intervención:

Cuadro N°117: Prioridad de intervención.

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

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del Análisis se obtiene que el nivel de priorización de **INTERVENCIÓN ES I**, debido a que el área de estudio se presentan peligros deslizamientos, además las viviendas en el área de estudio ocupan laderas de montaña y quebrada de fuerte pendiente.

CONCLUSIONES.

- En el ámbito de estudio existen la quebrada Saqramayo que en épocas de lluvia se carga y erosiona el pie de talud, lo cual podría aumentar el riesgo ante deslizamientos en la zona de estudio Alto San Martin.
- Se han identificado elementos expuestos como población, vivienda, red de agua y alcantarillado y red vial.
- Se ha determinado el peligro por deslizamiento evaluando los factores condicionantes como son la geología, pendientes, y unidades geomorfológicas. Los umbrales de precipitación se consideraron como factores desencadenantes de la susceptibilidad, y cómo parámetros de evaluación a las áreas con mayor volumen de deslizamiento, teniendo los siguientes resultados en el nivel de exposición en áreas de peligrosidad: El 54.7% del área está en un nivel de peligro muy alto, el 40.6% del área de estudio está en nivel de peligro alto, el 4.7% está en peligro medio y el 0% en peligro bajo.
- Se ha realizado el análisis de la vulnerabilidad en área de estudio, con la cuantificación de los elementos expuestos de población, viviendas, servicios básicos, en 90 lotes. Se ha identificado en campo viviendas colapsadas y con daño estructural severo, medio a leve, a continuación se muestran los resultados de la vulnerabilidad:

En vulnerabilidad Muy alta:

27 lotes en vulnerabilidad muy alta

En vulnerabilidad Alta:

56 lotes en vulnerabilidad alta

En vulnerabilidad Media:

03 lotes en vulnerabilidad media

En vulnerabilidad baja

03 lotes en vulnerabilidad baja

- El cálculo del nivel de riesgo por deslizamiento en el ámbito de estudio del plan integral se ha determinado el riesgo en 540 lotes teniendo como resultados lo siguiente:

En riesgo Muy Alto:

42 lotes en riesgo muy alto

En riesgo Alto

44 lotes en riesgo alto

En riesgo Medio:

03 lotes en riesgo medio

En riesgo Bajo:

00 lotes en riesgo bajo

- Los lotes críticos (con daños estructurales severos y/o colapsados) son los siguientes: Manzana E lotes 9,10,12; Manzana F lote 5 y Manzana G lote 6.

- Las pérdidas estimadas por deslizamiento en el ámbito de estudio alcanzan el monto referencial de 17,521,635.60.
- Se han identificado como medidas de reducción de riesgos estructurales diques de concreto o ciclópeo, muros de gaviones, conformaciones del terreno y obras de drenaje los cuales ascienden a un costo referencial de 9,334,912.80 de soles.

RECOMENDACIONES

- Dadas las condiciones topográficas, hidrogeológicas y geotécnicas de la zona evaluada, se establece la necesidad de realizar principalmente intervenciones de estabilización de taludes mediante la construcción de muro gavión, conformación de talud y la construcción de canales.
- Se deberá realizar la construcción de captación de agua con reservorios y tuberías de desfogue para los manantes existentes.
- Todos los parámetros utilizados para los análisis de estabilidad deben estar sustentados en ensayos de laboratorio de las muestras o ensayos de resistencia en campo.
- La solución geotécnica de estabilización de taludes debe seguir las especificaciones técnicas según la Norma Técnica CE.020 Suelos y Taludes y asesoramiento de un Ingeniero con especialidad en geotecnia.
- El diseño y la construcción de sistema de evacuación de aguas pluviales deberá estar regido según la Norma Técnica CE040 drenaje pluvial.
- Las edificaciones deberán poseer sistemas estructurales que resistan las acciones ocasionadas por el sismo según lo estipulado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, y que garanticen los requerimientos mínimos estructurales para la prevención y reducción del riesgo.
- El diseño y construcción de las edificaciones deberán seguir las especificaciones de las normas técnicas del Título III.2 Estructuras del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Exigir como requisito mínimo indispensable el EMS (Estudio de Mecánica de Suelos) exigiendo el cumplimiento de la norma E.050 (Suelos y Cimentaciones) en los proyectos de construcción y licencias de obra, así como memorias de cálculo de los sistemas estructurales que se propongan y medidas a tomar para evitar afectación a terceros.
- Las cimentaciones deberán considerar vigas de conexión como mínimo, u otro sistema planteado por el especialista del proyecto edificatorio particular, y estar emplazadas sobre un estrato resistente.
- Establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros.
- Todos los parámetros utilizados para los análisis de estabilidad deben estar sustentados en ensayos de laboratorio de las muestras o ensayos de resistencia en campo.
- Para las excavaciones verticales de más de 1,50 m de profundidad, medidas a partir del nivel de terreno natural en el momento de iniciar la excavación, requeridas para alcanzar los niveles del proyecto (zanjas, sótanos y cimentaciones) no deben permanecer sin obras de sostenimiento, salvo que el estudio de mecánica de suelos realizado por el profesional responsable determine que no es necesario, caso contrario se deberá realizar obras de sostenimiento como calzaduras, muros de contención o muros de sótano intermedios para la estabilización del talud.
- Los taludes naturales o modificados (por efecto de cortes o rellenos) que se presenten en un proyecto, deberán ser estudiados en forma integral con el fin de analizar los posibles agentes erosivos y las condiciones de

estabilidad actual (taludes naturales) y futura; y proceder a definir y diseñar las obras de protección y estabilización de taludes que sean necesarias. En todos los casos se debe garantizar un factor de seguridad mínimo de 1.5 en condiciones estáticas y de 1.0 en condiciones pseudoestáticas.

- Los taludes en corte no deben tener una pendiente superior a 3/4H:1V, salvo que estén en roca firme y sin problemas de posibles fallas en cuña o planares, o que estén reforzados.
- Los taludes en relleno no deben tener pendientes superiores a 1.5H:1V excepto que estén reforzados.
- En todos los casos los taludes deben recubrirse utilizando vegetación u otro tipo de cobertura permanente y se debe construir las zanjas revestidas de corona, de pie e intermedias que se requieran con sus respectivas obras de entrega definitivas.
- Para las manzanas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K y L de la APV San Martín, se propone una red de canales para la evacuación de aguas pluviales, sus aguas desembocaran en la quebrada de Saqramayo
- Para las manzanas A, B, C, D, E, F, G y H de la APV San Martín, se propone la construcción de diques de concreto ciclópeo y muros de gavión, para estabilizar la ladera y controlar la erosión del suelo, con lo que se reduce el riesgo, quedando apto para su zonificación con 6 m de altura o 2 niveles.
- De acuerdo con los niveles de riesgo, propuestas de reducción de riesgos y al análisis de costo y beneficio, se recomienda a las autoridades competentes evaluar la declaratoria como zona de riesgo no mitigable.

BIBLIOGRAFÍA

- Municipalidad Provincial del Cusco: Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2013-2023.
- Municipalidad Provincial del Cusco: Plan de Acondicionamiento Territorial del Cusco 2018-2038.
- Municipalidad Provincial del Cusco: Habilitación Urbana Territorial del Cusco 2018-2038.
- 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.
- Municipalidad Provincial De Cusco, Plan Desarrollo Urbano Del Cusco 2013-2023.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias Para Las Comunidades Andinas, Pma: Gca, 2007). Movimientos En Masa En La Región Andina, Una Guía Para La Evaluación De Amenazas
- Instituto Nacional De Estadística e Informática (INEI). (2015). Sistema De Información Estadístico De Apoyo A La Prevención A Los Efectos Del Fenómeno De El Niño Y Otros Fenómenos Naturales.
- Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres (CENEPRED) 2014, Ley 29664 Ley Que Crea El Sistema Nacional De Gestión De Riesgo De Desastres (SINAGERD).
- Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres (CENEPRED) 2014, Ley 29869 De Reasentamiento Poblacional.
- Consultas web:
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrid>
<http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geológica-nacional>.
<http://igp.gob.pe>
http://earthquake.usgs.gov/learning/topics/mag_vs_int.php