



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

**MARZO – 2026**

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO S O R I G I N A D O P O R F E N Ó M E N O S  
N A T U R A L E S  
R. J. N° 056-2018C-ENEPRD/J  
C.I.R. 188741

**CONTENIDO**

|   |           |
|---|-----------|
| <u>PRESENTACIÓN .....</u>   | <u>11</u> |
| <u>INTRODUCCIÓN .....</u>   | <u>12</u> |
| <u>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES .....</u>   | <u>13</u> |
| 1.1. OBJETIVOS .....  | 13        |
| 1.2. FINALIDAD .....  | 13        |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN .....  | 13        |
| <u>CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE EVALUACIÓN .....</u>                | <u>16</u> |
| 2.1. UBICACIÓN .....  | 16        |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES .....   | 19        |
| 2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....   | 21        |
| 2.4. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS .....  | 23        |
| 2.5. GEOMORFOLOGÍA .....  | 26        |
| 2.6. PENDIENTE DE TERRENO .....   | 29        |
| 2.7. GEOLOGÍA .....   | 31        |
| 2.9. SISTEMAS ESTRUCTURALES Y ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE ESTUDIO ..... | 36        |
| 2.10. ZONIFICACIÓN DE PELIGRO SÍSMICO POR ACCELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO .....             | 40        |
| 2.11. DISTANCIA DE RECORRIDO DE ROCAS .....   | 41        |
| <u>CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO .....</u>                                      | <u>44</u> |
| 3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO .....                                  | 44        |
| 3.2. PONDERACIÓN DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN .....  | 45        |
| 3.3. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE CAÍDA DE ROCAS .....                             | 47        |
| 3.3.1. FACTORES CONDICIONANTES .....  | 47        |
| 3.3.2. FACTOR DESENCADENANTE .....  | 50        |
| 3.3.3. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS .....  | 51        |
| <u>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....</u>                                   | <u>55</u> |
| 4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....                              | 55        |
| 4.2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....  | 56        |
| 4.2.1. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL .....  | 56        |

4.2.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA .....63

4.2.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL .....68

4.2.4 JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD .....73

4.2.5 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD .....74

CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO .....76

5.1 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO .....76

5.2 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.....77

5.2.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO .....78

5.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES .....80

5.3.1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES .....80

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....81

6.1 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO .....81

CONCLUSIONES .....89

RECOMENDACIONES .....91

PANEL FOTOGRAFICO.....92

**CUADROS**

|  |    |
|--|----|
| CUADRO 1. ACCESIBILIDAD AL PROYECTO .....  | 17 |
| CUADRO 2. CENTROS EDUCATIVOS CERCANOS AL PROYECTO .....  | 20 |
| CUADRO 3. CENTROS DE SALUD CERCANOS AL PROYECTO .....  | 20 |
| CUADRO 4 ACABADOS GENERALES Y ESPECIFICACIONES .....   | 23 |
| CUADRO 5 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO .....   | 24 |
| CUADRO 6 PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO .....   | 25 |
| CUADRO 7 VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.....   | 26 |
| CUADRO 8 DESCRIPTORES DISTANCIA RECORRIDA POR ROCAS CAÍDAS .....   | 46 |
| CUADRO 9 PONDERACIÓN DE DESCRIPTORES DISTANCIA RECORRIDA POR ROCAS CAÍDAS .....  | 46 |
| CUADRO 10 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DISTANCIA RECORRIDA POR ROCAS CAÍDAS. .... | 47 |
| CUADRO 11 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.....   | 48 |
| CUADRO 12 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES. ....  | 48 |
| CUADRO 13 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL FACTOR CONDICIONANTE. ....   | 48 |
| CUADRO 14 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTES. ....  | 48 |
| CUADRO 15 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO PENDIENTES.....  | 49 |
| CUADRO 16 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO PENDIENTES. ....   | 49 |
| CUADRO 17 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA .....                                   | 49 |
| CUADRO 18 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA.....  | 49 |
| CUADRO 19 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES LITOLÓGICAS.....                                | 49 |
| CUADRO 20 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS. ....  | 50 |
| CUADRO 21 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....   | 50 |
| CUADRO 22 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....                            | 50 |
| CUADRO 23 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL FACTOR DESENCADENANTE .....   | 50 |
| CUADRO 24 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL FACTOR DESENCADENANTE .....  | 51 |
| CUADRO 25 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL FACTOR DESENCADENANTE.....   | 51 |
| CUADRO 26: ELEMENTOS EXPUESTOS AL PELIGRO POR CAÍDA DE ROCAS .....   | 51 |
| CUADRO 27 NIVELES DE PELIGRO. ....   | 53 |
| CUADRO 28 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD POR CAÍDA DE ROCAS.....  | 53 |
| CUADRO 29 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....   | 56 |
| CUADRO 30 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL. ....   | 56 |
| CUADRO 31 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL .....                           | 56 |
| CUADRO 32 PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN SOCIAL. ....   | 56 |
| CUADRO 33 DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO DENSIDAD POBLACIONAL.....   | 57 |
| CUADRO 34 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DENSIDAD POBLACIONAL. ....   | 57 |

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

CUADRO 35 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DENSIDAD POBLACIONAL .....57

CUADRO 36 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: DENSIDAD POBLACIONAL .....57

CUADRO 37 PARÁMETROS DE FRAGILIDAD SOCIAL .....58

CUADRO 38 DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO GRUPO ETARIO .....58

CUADRO 39 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO. ....58

CUADRO 40 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO. ....58

CUADRO 41 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: GRUPO ETARIO. ....59

CUADRO 42 DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS. ....59

CUADRO 43 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.....59

CUADRO 44 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.....59

CUADRO 45 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS. ....59

CUADRO 46 PARÁMETROS DE RESILIENCIA SOCIAL .....60

CUADRO 47 DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO ORGANIZACIÓN COMUNITARIA.....60

CUADRO 48 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN COMUNITARIA. ....61

CUADRO 49 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN COMUNITARIA. ....61

CUADRO 50 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN COMUNITARIA.....62

CUADRO 51 ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....62

CUADRO 52 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES. ....62

CUADRO 53 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....63

CUADRO 54 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....63

CUADRO 55 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA. ....64

CUADRO 56 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA. ....64

CUADRO 57 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA. ....64

CUADRO 58 PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN ECONÓMICA.....64

CUADRO 59 PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DEL LOTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO .....64

CUADRO 60 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO .....65

CUADRO 61 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO 65

CUADRO 62 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO .....65

CUADRO 63 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA. ....65

CUADRO 64 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA. ....65

CUADRO 65 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. ....66

CUADRO 66 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. ....66

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

CUADRO 67 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. ....66

CUADRO 68 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. ....66

CUADRO 69 ESTADO DE CONSERVACIÓN. ....67

CUADRO 70 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA.....67

CUADRO 71 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA .....68

CUADRO 72 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA .....68

CUADRO 73 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....69

CUADRO 74 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL. ....69

CUADRO 75 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL. ....69

CUADRO 76 PARÁMETROS EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL. ....69

CUADRO 77 SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL. ....69

CUADRO 78 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES: SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL. ....70

CUADRO 79 MATRIZ DE COMPARACIÓN DEL PARÁMETRO: SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL. ....70

CUADRO 80 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL. ....70

CUADRO 81 PESO PARÁMETRO FRAGILIDAD AMBIENTAL. ....70

CUADRO 82 PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL. ....71

CUADRO 83 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL. ....71

CUADRO 84 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN PARÁMETRO: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL. ....71

CUADRO 85 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL. ....71

CUADRO 86 PARÁMETROS DE RESILIENCIA AMBIENTAL.....72

CUADRO 87 RECUPERACIÓN AMBIENTAL. ....72

CUADRO 88 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: RECUPERACIÓN AMBIENTAL. ....72

CUADRO 89 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: RECUPERACIÓN AMBIENTAL. ....73

CUADRO 90 ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA: RECUPERACIÓN AMBIENTAL .....73

CUADRO 91 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES – PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD. ....73

CUADRO 92 MATRIZ DE NORMALIZACIÓN – PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD. ....73

CUADRO 93 ÍNDICE Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA – PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD. ....73

CUADRO 94 NIVELES DE VULNERABILIDAD. ....74

CUADRO 95 ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD. ....74

CUADRO 96 CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO.....77

CUADRO 97 NIVELES DE RIESGO. ....77

CUADRO 98 ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS.....78

CUADRO 99 VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS. ....81

CUADRO 100 VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA. ....81

CUADRO 101 NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO. ....82

CUADRO 102 DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE CONSECUENCIA Y DAÑO. ....82

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

CUADRO 103 ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA. ....82  
CUADRO 104 NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO. ....82  
CUADRO 105 PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN. ....83

---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. Nº 056-2018C-ENEPRD/J  
C.I.R. 88741

**ILUSTRACIONES**

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1 PLANO DE UBICACIÓN DEL PREDIO 70201 Y SUS LÍMITES.....  | 16 |
| ILUSTRACIÓN 2. ACCESO A LA ZONA DE PROYECTO .....   | 19 |
| ILUSTRACIÓN 3 CLASIFICACIÓN DE LOS PELIGROS IDENTIFICADOS .....   | 44 |
| ILUSTRACIÓN 4 SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTO EN MASA DE ACUERDO AL INGEMMET .....   | 45 |
| ILUSTRACIÓN 5 ESQUEMA DEL RECORRIDO DE LAS ROCAS EN CAÍDA .....   | 46 |
| ILUSTRACIÓN 6 DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD.....  | 47 |
| ILUSTRACIÓN 7 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....   | 55 |
| ILUSTRACIÓN 8: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL .....  | 56 |
| ILUSTRACIÓN 9: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA. ....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 10: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....   | 68 |
| ILUSTRACIÓN 11: ANÁLISIS DE RIESGO.....   | 76 |
| ILUSTRACIÓN 12 MODELO DE BARRERAS DINÁMICAS .....   | 85 |
| ILUSTRACIÓN 13 IMAGEN REFERENCIAL DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO, LA SUSCEPTIBILIDAD A CAÍDA DE ROCAS Y LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE DESASTRES DE ORDEN ESTRUCTURAL..... | 87 |

**MAPAS**

MAPA 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....18

MAPA 2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....28

MAPA 3 PENDIENTES .....30

MAPA 4 GEOLOGÍA .....35

MAPA 5 SISTEMAS ESTRUCTURALES Y ACTIVIDAD SÍSMICA .....39

MAPA 6 ACCELERACIÓN SÍSMICA EN TÉRMINOS DE PGA EXPRESADOS EN G, PARA LA FALLA TAMBOMACHAY .....41

MAPA 7 DISTANCIA DE RECORRIDO .....43

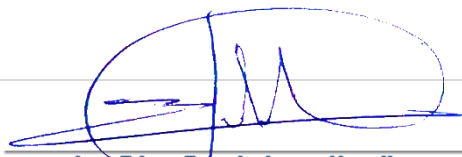
MAPA 8 ELEMENTOS EXPUESTOS .....52

MAPA 9 PELIGRO POR CAÍDA DE ROCAS .....54

MAPA 10 VULNERABILIDAD POR CAÍDA DE ROCAS .....75

MAPA 11 RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS .....79

MAPA 12 MEDIDAS ESTRUCTURALES PARA SER IMPLEMENTADAS EN EL ÁMBITO DEL PROYECTO .....88



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 096-2018C-ENEPR-EDJ  
C.I.R. 18874

**FOTOGRAFÍAS**

FOTOGRAFÍA 1 AFLORAMIENTO DEL GRUPO COPACABANA .....32

FOTOGRAFÍA 2 CONGLOMERADO DE LA FORMACIÓN PISAC.....32

FOTOGRAFÍA 3 DEPÓSITOS COLUVIALES EN LA ZONA DEL PROYECTO .....33

FOTOGRAFÍA 4 DEPÓSITOS ALUVIALES.....34

---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. Nº 096-2018C-ENE/PE/BJ  
CIR. 188741

## PRESENTACIÓN

En cumplimiento de las funciones establecidas en la Ley N.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), el presente estudio se desarrolla en el marco del proceso de Estimación del Riesgo. Dicho proceso comprende la identificación y caracterización de los peligros o amenazas presentes en el ámbito de estudio, así como el análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con la finalidad de determinar los niveles de riesgo existentes y sustentar la toma de decisiones orientadas a la Gestión del Riesgo de Desastres.

En este contexto, se ha elaborado el estudio denominado “Estudio de Evaluación de Riesgos por Caída de Rocas para el Proyecto de Habilitación Urbana Qhawarina Willcamayu en el Sector de Qhawarina del Distrito de San Salvador, Provincia de Calca y Departamento de Cusco”, el cual tiene por objetivo identificar, analizar y zonificar las áreas expuestas a peligros de caída de rocas, así como evaluar su interacción con los elementos expuestos dentro del área de intervención del proyecto.

La metodología aplicada corresponde al “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, segunda versión, desarrollado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Este marco metodológico permite el análisis de los parámetros de para hallar el peligro, considerando factores condicionantes y desencadenantes y el parámetro general; y la evaluación de la vulnerabilidad en función de la exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social, económica y ambiental de los elementos expuestos; así como la determinación de los niveles de riesgo, complementado con la formulación de medidas estructurales y no estructurales orientadas a la prevención y reducción del riesgo.

Para el desarrollo del estudio se ha recopilado y analizado información técnica proveniente de entidades especializadas como el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Esta información ha sido complementada con los registros y observaciones obtenidas en campo por el equipo técnico, permitiendo una caracterización integral del área de estudio y una evaluación consistente de las condiciones de riesgo existentes.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene por finalidad determinar los niveles de riesgo por caída de rocas en el marco de la Evaluación del Riesgo de Desastres del proyecto de Habilitación Urbana Qhawarina – Wilcamayu, con el propósito de identificar, analizar y zonificar las condiciones de exposición y riesgo presentes en el área de intervención, en concordancia con la normativa vigente del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

El estudio se estructura en seis capítulos. En el primero se desarrollan los aspectos generales, incluyendo los objetivos, la finalidad, justificación y el marco normativo aplicable. En el segundo capítulo se describen las características generales del área de estudio, tales como su ubicación geográfica, condiciones físicas del territorio y aspectos sociales, económicos y territoriales relevantes para el análisis.

En el tercer capítulo se realiza la caracterización y evaluación del peligro por caída de rocas, considerando sus parámetros de los condicionantes y desencadenante, delimitando el área de influencia y su respectiva zonificación de niveles de peligrosidad. En el cuarto capítulo se desarrolla el análisis de vulnerabilidad en sus dimensiones social, económica y ambiental, evaluando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos expuestos bajo un enfoque prospectivo propio de proyectos de habilitación urbana.

Finalmente, en el quinto capítulo se presenta el cálculo del riesgo mediante la integración de los niveles de peligro y vulnerabilidad, determinando los niveles de riesgo por caída de rocas en el área de estudio. El sexto capítulo comprende el control del riesgo, orientada a establecer su nivel de aceptabilidad o tolerancia, complementándose con las conclusiones y recomendaciones técnicas para la gestión, prevención y reducción del riesgo de desastres.

## CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Objetivos

#### ✓ General

- Determinar el riesgo por caída de rocas, en el ámbito de intervención del proyecto de habilitación urbana “Qhawarina Willcamayu”.

#### ✓ Específicos:

- Hallar los niveles de peligro por caída de rocas.
- Determinar los niveles de vulnerabilidad de manera prospectiva ante el peligro identificado.
- Determinar los niveles de riesgo por caída de rocas y plantear medidas estructurales y no estructurales.

### 1.2. Finalidad

La presente evaluación tiene como finalidad generar información técnica especializada sobre las condiciones de peligrosidad y vulnerabilidad por caída de rocas en el ámbito del proyecto “Qhawarina Willcamayu”, permitiendo identificar y comprender los niveles de riesgo existentes en el área de intervención.

Asimismo, busca constituirse en un insumo técnico de referencia para la planificación del territorio, orientado exclusivamente al reconocimiento de las condiciones de riesgo, contribuyendo a la toma de decisiones informadas en el marco del ordenamiento urbano y la seguridad física del área evaluada.

### 1.3. Justificación

Sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción del riesgo por caída de rocas, en el área del proyecto de habilitación urbana “Qhawarina Willcamayu”.

### 1.4. Marco Normativo

- Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD): Establece el marco legal e institucional de cumplimiento obligatorio para los tres niveles de gobierno, determinando que los procesos de desarrollo urbano deben incorporar de manera transversal la identificación de peligros y el análisis de vulnerabilidades, sustentando técnicamente la obligatoriedad de elaborar la presente Evaluación de Riesgos (EVAR).
- Decreto Legislativo N° 1587 – Que modifica la Ley N° 29664: Introduce precisiones y modificaciones normativas orientadas a fortalecer la fiscalización, la asignación de responsabilidades en la mitigación del riesgo y la intangibilidad de las zonas de alto riesgo no mitigable; vinculando directamente los resultados técnicos del EVAR con las restricciones legales de ocupación y el diseño seguro de la nueva habilitación urbana. Decreto Supremo N° 038-2021-PCM – Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050: Establece las prioridades y objetivos estratégicos del Estado peruano

- a largo plazo para reducir la vulnerabilidad, prevenir la generación de nuevos riesgos y garantizar una respuesta oportuna ante emergencias, siendo el marco orientador para el análisis de resiliencia territorial en el presente EVAR.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM – Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: Desarrolla los componentes y procesos del SINAGERD, determinando las responsabilidades de los profesionales y entidades en la identificación de peligros, el análisis de vulnerabilidades y el cálculo del riesgo, sirviendo como base operativa para el desarrollo del presente estudio técnico.
  - Decreto Supremo N° 115-2022-PCM – Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2022–2030: Define los objetivos nacionales y las metas prioritarias para reducir la vulnerabilidad física del territorio nacional, articulando el control del crecimiento urbano ordenado con la obligatoriedad de ejecutar evaluaciones de riesgo previendo el impacto de fenómenos naturales.
  - Decreto Supremo N° 060-2024-PCM – Que modifica el Reglamento de la Ley que crea el SINAGERD: Introduce precisiones normativas actualizadas sobre los mecanismos de control, fiscalización y las competencias institucionales en la emisión de los informes técnicos de riesgo, reforzando el carácter vinculante de las recomendaciones del EVAR para los proyectos de inversión y habilitación urbana.
  - Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD – Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres: Establece el marco metodológico e institucional vigente para la identificación de peligros y el análisis de la vulnerabilidad, normando de manera específica el proceso de Estimación como eje rector para la elaboración de los informes técnicos de seguridad física del suelo.
  - Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J – Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2da Versión): Constituye la guía metodológica y la herramienta técnica de uso obligatorio a nivel nacional que rige los procedimientos analíticos del presente informe, empleada para la ponderación de parámetros, la estratificación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y la determinación cuantitativa y cualitativa del riesgo. Norma Técnica CE.020 – Estabilización de Suelos y Taludes (RNE): Criterios de análisis de estabilidad de taludes, factores de seguridad, condiciones estáticas y sísmicas, así como las medidas de estabilización y drenaje.
  - Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación (D.S. N° 029-2019-VIVIENDA): Norma matriz que exige de forma obligatoria la presentación de la Evaluación de Riesgos (EVAR) para la aprobación de proyectos nuevos en terrenos susceptibles a peligros naturales, actuando como el filtro legal de viabilidad del suelo.
  - Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente (RNE): Fija la zonificación sísmica nacional, los parámetros de sitio y las aceleraciones de diseño indispensables para evaluar el peligro sísmico y el comportamiento dinámico del suelo, asegurando la resiliencia estructural de la futura habilitación urbana.
  - Norma Técnica E.050 – Suelos y Cimentaciones (RNE): Establece las exigencias técnicas obligatorias para el estudio geotécnico del terreno, regulando los factores de seguridad para la capacidad portante, asentamientos y la estabilidad del suelo frente a cargas estáticas y dinámicas.

## 1.5. Antecedentes



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C-ENEPRED/J  
C.I.R. 18741

Los desastres han constituido, y continuará siendo, una de las principales causas en la pérdida de vidas humanas y en la afectación de recursos económicos a gran escala. Estos eventos interrumpen el normal desarrollo socioeconómico de la población, destruyen infraestructura vital para la subsistencia y provocan retrocesos significativos en las economías locales y nacionales, impactando directamente tanto al núcleo familiar como a la gestión del gobierno.

No obstante, debido a que el área del proyecto corresponde a una habilitación urbana nueva y, por tanto, no cuenta actualmente con infraestructura construida ni elementos expuestos en el terreno, los eventos identificados no pueden ser calificados como impactos o daños de un peligro materializado. En consecuencia, el análisis de antecedentes se restringe estrictamente a registrar la ocurrencia previa de fenómenos naturales en la zona, destacando de manera específica la presencia de bloques de rocas caídas, los cuales han sido debidamente identificados y cartografiados durante los trabajos de campo.

---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C-ENEPRELJ  
CIR. 18741

## CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE EVALUACIÓN

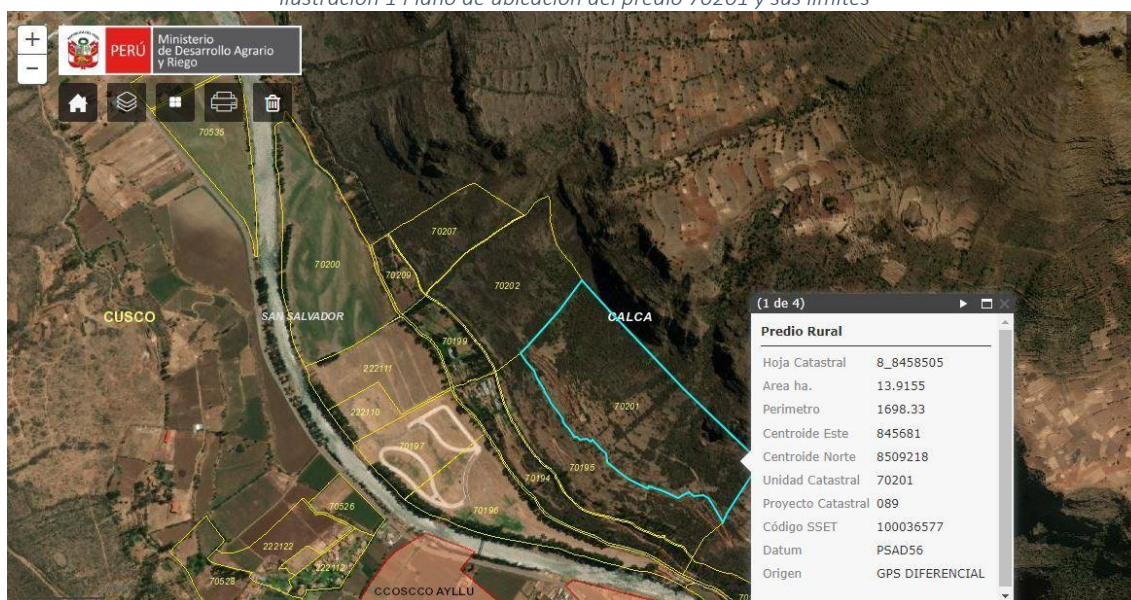
### 2.1. Ubicación

El proyecto de habilitación urbana “Qhawarina Willcamayu” representa una iniciativa de desarrollo territorial estratégicamente ubicada en la región de Cusco. El proyecto se asienta sobre el predio denominado Ccossanca y Pampa, situados dentro de la jurisdicción del distrito de San Salvador. Esta ubicación es relevante no solo por su pertenencia a la provincia de Calca, sino también por su conexión geográfica con el Valle Sagrado de los Incas, lo que sugiere un entorno con alto valor paisajístico y potencial de crecimiento urbano organizado.

En términos administrativos y geográficos, la delimitación del proyecto en el departamento de Cusco asegura su integración en una de las zonas de mayor dinamismo inmobiliario y cultural del sur peruano. Al estar localizado específicamente en San Salvador, el desarrollo se beneficia de un clima templado y una cercanía relativa a la capital regional, facilitando el acceso a servicios básicos y vías de comunicación. La descripción técnica del cuadro refleja una estructuración clara de la propiedad, permitiendo una identificación precisa del terreno para fines legales, de planificación y de inversión dentro del marco de las habilitaciones urbanas provinciales.

- Predio : Ccossanca y Pampa
- Distrito : San Salvador
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco

Ilustración 1 Plano de ubicación del predio 70201 y sus límites



Fuente: Sistema Catastral para Predios Rurales

### Vías de Acceso

El acceso al área del proyecto desde la Plaza Mayor del Cusco hasta el centro poblado de San Salvador se realiza principalmente mediante transporte interprovincial y vehículos particulares. En el caso de los buses interprovinciales, el recorrido tiene una distancia aproximada de 46 km, con un tiempo de viaje de alrededor de 1 hora y 20 minutos. Por otro lado, el uso de autos

particulares permite reducir el tiempo de desplazamiento a aproximadamente 45 minutos, manteniendo la misma distancia.

Desde el Puente de San Salvador hasta el proyecto Hu Qhawarina Wilcamayu, el acceso se efectúa mediante diferentes medios de transporte local. En vehículos particulares, el recorrido es de aproximadamente 4.5 km, con un tiempo estimado de 12 minutos. En el caso de motocicletas, el tiempo de viaje se reduce ligeramente a unos 10 minutos, debido a su mayor maniobrabilidad en vías locales.

Finalmente, el acceso peatonal desde el Puente de San Salvador hasta el área del proyecto demanda un tiempo aproximado de 35 minutos. Esta alternativa corresponde a una caminata de menor velocidad, influenciada por las condiciones del terreno y la distancia recorrida, siendo una opción utilizada principalmente en desplazamientos locales o de reconocimiento del área.

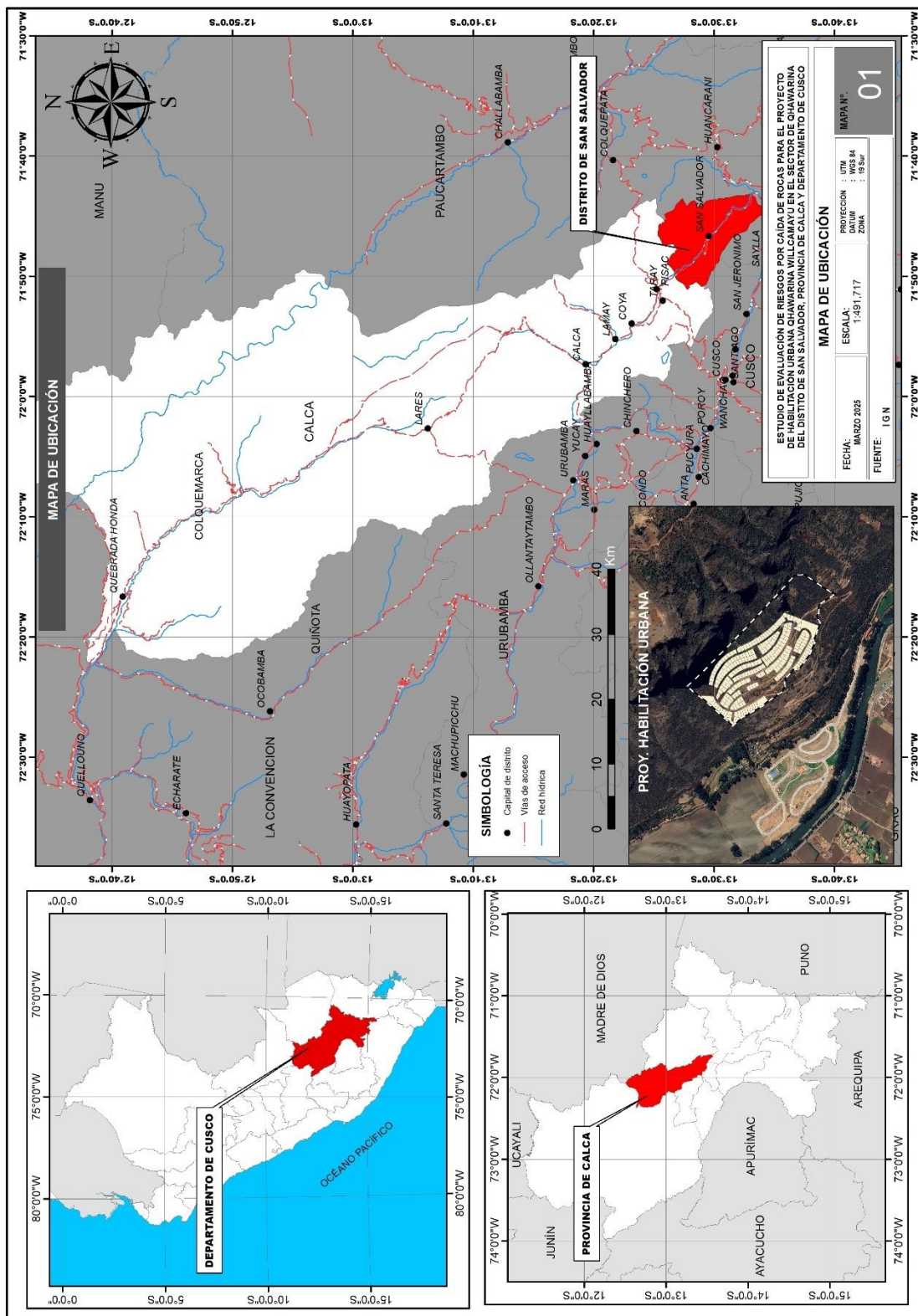
*Cuadro 1. Accesibilidad al Proyecto*

| ACCESIBILIDAD                 |   | MEDIO DE TRANSPORTE   | KM     | TIEMPO   |
|-------------------------------|---|-----------------------|--------|----------|
|                               |   |                       |        |          |
| DESDE LA PLAZA MAYOR DE CUSCO | HASTA EL CP DE SAN SALVADOR                 | Buses Interprovincial | 46 km  | 1.20 hrs |
|                               |   | Autos particulares    |        | 45 min   |
| DESDE PUENTE DE SAN SALVADOR  | HASTA EL PROYECTO DE HU QHAWARINA WILCAMAYU | Autos particulares    | 4.5 km | 12 min   |
|                               |   | Motocicleta           |        | 10 min   |
|                               |   | A pie                 |        | 35 min   |

*Fuente: Elaboración propia*

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

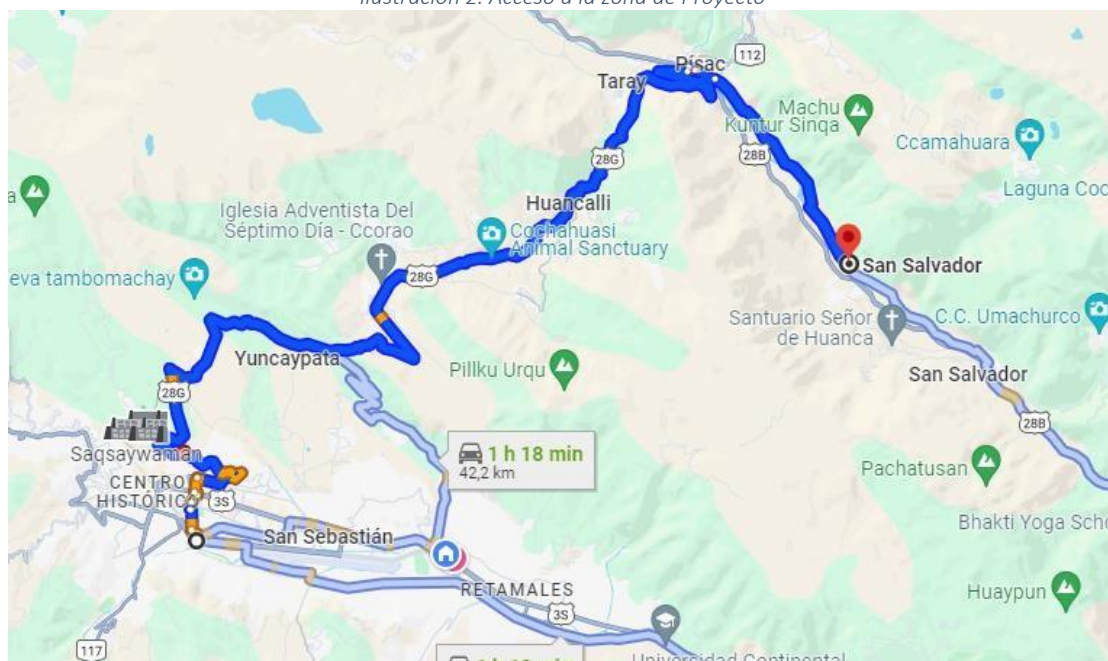
Mapa 1 Ubicación del proyecto



Fuente: Instituto geográfico Nacional – IGN

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENOMENOS  
 NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C ENFEREDJ  
 CIR. 8874

Ilustración 2. Acceso a la zona de Proyecto



Fuente: Google Maps

## 2.2. Características Sociales

Se describe a continuación las características sociales del del Proyecto de Habilitación Urbana “Qhawarina Willcamayu”, enfocado principalmente a los servicios existentes.

### Servicio educativo

En el ámbito de estudio y sus sectores aledaños, donde se ubica el proyecto en evaluación, se identifican diversas instituciones educativas distribuidas según nivel educativo, las cuales atienden a una población escolar diferenciada tanto en magnitud como en cobertura.

En el centro poblado de San Salvador se concentran tres instituciones principales. La I.E. N.º 50183 “San Martín de Porres”, de nivel primaria, registra aproximadamente 180 alumnos y 10 docentes, constituyéndose en la de mayor población estudiantil. Asimismo, la I.E. “Virgen del Carmen”, de nivel secundaria, atiende a cerca de 150 alumnos con 12 docentes, mientras que la I.E. N.º 677, de nivel inicial, cuenta con una población aproximada de 40 alumnos y 3 docentes.

En los sectores aledaños, en Tiraanchi se ubica la I.E. N.º 50741 de nivel primaria, con alrededor de 30 alumnos y 2 docentes. De igual manera, en el sector Colca funciona la I.E. N.º 50174, también de nivel primaria, con una matrícula aproximada de 20 alumnos y 2 docentes bajo la modalidad multigrado.

En conjunto, la distribución evidencia una mayor concentración de la oferta educativa en el centro poblado de San Salvador, mientras que en las zonas periféricas la atención educativa es de menor escala y con menor dotación de recursos humanos.

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N.º 056-2018C-ENEPREUJ  
C.I.R. 18874

*Cuadro 2. Centros educativos cercanos al proyecto*

| Nombre de la Institución           | Nivel Educativo | Ubicación             | Alumnos (Est.) | Docentes (Est.) |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| I.E. N° 50183 San Martín de Porres | Primaria        | San Salvador (Centro) | 180            | 10              |
| I.E. Virgen del Carmen             | Secundaria      | San Salvador (Centro) | 150            | 12              |
| I.E. N° 677                        | Inicial         | San Salvador (Centro) | 40             | 3               |
| I.E. N° 50741                      | Primaria        | Tiracanchi (Aledaño)  | 30             | 2               |
| I.E. N° 50174                      | Primaria        | Colca (Aledaño)       | 20             | 2 (Multigrado)  |

Fuente: ESCALE

### Servicio de salud

El establecimiento de salud más próximo al área del proyecto corresponde al Centro de Salud de San Salvador, el cual se ubica en la Carretera Pisac – San Salvador, sin número, dentro del distrito de San Salvador.

Este establecimiento pertenece a la categoría I-3 y se clasifica como un establecimiento de salud sin internamiento, orientado a la atención primaria de la población. Se encuentra bajo la administración de la Red de Servicios de Salud Cusco Norte, lo que le permite brindar servicios básicos de salud preventiva, promocional y de atención ambulatoria.

En el contexto del área de intervención del proyecto, este centro de salud representa el principal punto de atención sanitaria disponible en las inmediaciones, constituyéndose en el servicio de salud más cercano para la población del ámbito evaluado.

*Cuadro 3. Centros de salud cercanos al proyecto*

| CARACTERÍSTICAS                 | Dirección                                | Categoría | Tipo de establecimiento                    | Unidad de gestión               |
|---------------------------------|--|-----------|--|---------------------------------|
| Centro de salud de San Salvador | CARRETERA PISAC                          | I-3       | ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO | RED DE SERVICIOS DE SALUD CUSCO |
|                                 | - SAN SALVADOR SIN NUMERO / SAN SALVADOR |           |  | NORTEI                          |
|                                 |  |           |  |                                 |

Fuente: DIRESA

### Servicios Básicos

#### Tipo de Abastecimiento de Agua:

El proyecto de H.U. "Qhawarina Willcamayu" generará su propia fuente de agua para consumo humano mediante un pozo perforado en la parte baja donde se ubica la H.U. "Willcamayu Valle Sagrado", posterior bombeo hasta la zona del proyecto y la construcción de un reservorio elevado.

Con respecto al sistema de abastecimiento de agua potable, el proyecto de H.U. "Willcamayu Valle Sagrado" cuenta con la Resolución Administrativa N°133-2020-ANA-AAA.UV-ALA.CZ en donde se autorizó la Ejecución de Estudios de Disponibilidad Hídrica con perforación de pozo exploratorio con fines de uso poblacional, en concordancia a esto se aprovechará el mismo pozo haciendo un expediente de ampliación o el trámite que correspondiera según necesidad y demanda.

### Servicios de Alcantarillado:

Se fijan las condiciones exigibles para la evacuación de las aguas residuales provenientes de los domicilios proyectados, para lo cual se contempla el uso de tuberías de PVC de 160 mm de diámetro, conforme a la norma NTP ISO 4435:2005 UF C/ANILLO. Dichas tuberías, instaladas con la pendiente adecuada según los criterios de diseño sanitario, permitirán garantizar el adecuado auto lavado de la red, asegurando un funcionamiento eficiente del sistema y facilitando su operación y mantenimiento incluso en condiciones exigentes. Todo lo descrito forma parte integral del proyecto de habilitación urbana.

De manera complementaria, el proyecto contempla la construcción de cámaras de inspección mediante buzones de concreto armado con tapa, los cuales permitirán realizar labores de control, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario. La red proyectada descargará hacia un colector que se conecta con el sistema de alcantarillado de la habilitación urbana "Willcamayu Valle Sagrado", el cual conduce las aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Asimismo, el proyecto contempla la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en la habilitación urbana. Esta infraestructura permitirá realizar el tratamiento correspondiente antes de su disposición final, garantizando el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente. Se considera que el vertimiento final se realizará hacia el río Vilcanota, asegurando que la calidad

del efluente tratado no genere impactos negativos sobre el cuerpo receptor ni sobre los ecosistemas asociados, considerando además la capacidad de autodepuración natural del río.

### Tipo de Alumbrado Público:

Todo el perímetro del ámbito de actuación dispone de alumbrado público al tratarse de espacios ya urbanizados en la actualidad con comunidades cercanas.

Las redes de Media Tensión (de 10 a 22.9kV) serán aéreas y las redes de Baja Tensión serán subterráneas para cada manzana.

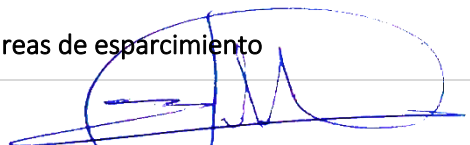
## 2.3. Descripción del Proyecto

La obra se realizará de conformidad a lo dispuesto en la Ley N° 29090 y la Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones, y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### Manzanas y Lotes

El proyecto de Qhawarina comprende 249 lotes unifamiliares, con un lote promedio de 238.63 m<sup>2</sup> y cuenta con diferentes formas desde rectángulo hasta trapecios y un frente promedio desde 10.00 ml. y un largo de promedio de 18.00 ml.

### Infraestructura y áreas de esparcimiento



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C/ENFERREJ  
C.I.R. 18741

#### B.1 Pórtico de ingreso.

Es un elemento urbano importante dentro del proyecto. El diseño de este merece un especial cuidado, ya que este representa la imagen del condominio o proyecto.

Los componentes del pórtico son: Los accesos que se deben diferenciar, tanto para vehículos como para peatones, la caseta de seguridad y vigilancia.

#### B.2. Casa Club

La casa club es un lugar de reunión en medio de la naturaleza: fomenta las relaciones sociales alrededor de un paisaje natural, es por ello que es muy importante la conexión del edificio con su entorno inmediato.

Espacios requeridos en la edificación:

Hall de ingreso.

Zona de usos múltiples

Bar.

Mini Marquet.

Juegos para niños.

Parking bicicleta.

#### B.3. Zona de Fogatas

El lugar más apropiado tranquilo y hermoso para que descanses rodeado por la naturaleza en un ambiente cómodo y seguro, con vistas al imponente Valle Sagrado.

#### B.4. Zona de Parrillas.

Esta zona contara con módulos de parrillas, la cuales contarán con los servicios necesarios para el confort del usuario.

#### B.5. Área meditación.

Qhawarina Willcamayu es un lugar lleno de naturaleza, magia e intimidad donde es posible practicar la meditación al aire libre.

#### B.6. Zona Juegos para niños.

Se cuenta con una zona para el esparcimiento de los niños, con juegos al aire libre y con elementos que denote naturaleza, el tipo de juegos es totalmente rustico, pero con las medidas adecuadas para que sean totalmente seguro para el usuario.

#### B.7. Zona Biohuerto, bosque de Eucalipto

Una de las ventajas de vivir en el proyecto Qhawarina rodeado de áreas verdes, es que incentiva a las familias a cuidar de su salud, por ejemplo, sembrando un biohuerto con lo que podrán tener alimentos sanos y naturales.

#### B.8. Otros servicios:



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO S ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. Nº 056-2018C-ENEPRD-J  
C.I.R. 18741

- ✓ Estacionamiento de vehículos para invitados.
- ✓ Parking bicicletas.
- ✓ Zona para trekking o downhill.

### Firmes y pavimentos

#### C.1. Pistas.

Vía anillo de conexión: Las pistas del proyecto cuentan con un ancho de 5.40 m. con dos carriles de diferente dirección.

Vías Internas, las vías tienen un ancho de 5.40 m. de dos sentidos

#### C.2. Veredas.

Cuentan con una medida de 0.90 m. de ancho con una diferenciación de altura pista vereda de 0.15 m.

#### C.3. Camineras.

Las camineras se encuentran como medio de conexión entre los diferentes espacios de recreación, las cuales tendrán un estilo rustico.

*Cuadro 4 Acabados Generales y Especificaciones*

|       | Ítem              | Acabados  |
|-------|-------------------|---|
| Vías  | Pistas            | Concreto acabado con detalles en piedra.  |
|       | Veredas           | Veredas, en las todas vías serán de 0.90 m. de concreto con detalles en piedra.   |
| Redes | Agua y desagüe    | Contarán con sus respectivas conexiones domiciliarias.  |
|       | Redes Eléctricas  | Redes eléctricas aéreas para red de media tensión, y subterráneas para red de baja tensión en las manzanas, también conexiones domiciliarias. |
| Muros | Cerco Perimétrico | Cerco vivo, reforzado con malla metálica.   |

## 2.4. Aspectos Geográficos y Climáticos

Las condiciones climáticas del área de influencia del estudio corresponden a las características propias de los valles interandinos de la región sur del Perú. Para la caracterización climática se ha utilizado información climatológica proveniente de las estaciones meteorológicas administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), considerando la estación más cercana al ámbito de estudio. Dicha información ha sido empleada como referencia para describir las condiciones atmosféricas predominantes aplicables al área de influencia del estudio, permitiendo representar de manera aproximada el comportamiento de variables como temperatura, precipitaciones y viento en el entorno del proyecto.

Cabe señalar que los registros meteorológicos utilizados corresponden a datos históricos sistematizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, los cuales permiten caracterizar el comportamiento climático de la zona y sirven como base para el análisis de los factores ambientales que pueden influir en la dinámica del territorio evaluado. En ese sentido, la información climática considerada resulta representativa para el área de estudio, dada la

proximidad geográfica y similitud de condiciones fisiográficas entre la estación meteorológica utilizada y el ámbito de intervención del proyecto.

### Temperatura

La temperatura en el área de influencia del estudio presenta características típicas del clima andino intermontano del Valle Sagrado de los Incas, con una marcada variación térmica diaria. Durante el día se registran temperaturas templadas debido a la radiación solar, mientras que durante la noche las temperaturas descienden considerablemente, especialmente durante la temporada seca entre mayo y agosto. En promedio, las temperaturas máximas se sitúan entre 18 °C y 22 °C, mientras que las mínimas pueden descender hasta valores cercanos a 3 °C o 5 °C durante los meses más fríos del año. Estas condiciones responden a la altitud aproximada de la zona (alrededor de 2 900–3 000 m s. n. m.) y a la dinámica atmosférica característica de los valles interandinos.

*Cuadro 5 Temperatura media mensual en el ámbito de estudio*

| Mes        | Temp. Máx (°C) | Temp. Mín (°C) |
|------------|----------------|----------------|
| Enero      | 20             | 9              |
| Febrero    | 20             | 9              |
| Marzo      | 20             | 8              |
| Abril      | 21             | 7              |
| Mayo       | 21             | 5              |
| Junio      | 21             | 3              |
| Julio      | 21             | 3              |
| Agosto     | 22             | 4              |
| Septiembre | 22             | 6              |
| Octubre    | 21             | 7              |
| Noviembre  | 21             | 8              |
| Diciembre  | 20             | 9              |

*Fuente: SENAMHI*

### Precipitaciones

El régimen de precipitaciones del área de influencia del estudio es de tipo estacional, con una marcada concentración de lluvias durante el verano austral, entre los meses de noviembre y marzo. Este periodo húmedo está asociado a la influencia de la circulación atmosférica amazónica, la cual transporta masas de aire cargadas de humedad hacia la vertiente oriental de los Andes, generando precipitaciones de intensidad variable. En contraste, entre los meses de mayo y agosto se presenta la estación seca, caracterizada por precipitaciones muy reducidas o prácticamente nulas, lo que genera condiciones de déficit hídrico en el territorio. El comportamiento anual responde al patrón climático típico de los valles interandinos del sur del Perú, donde la distribución de lluvias es altamente irregular.

De acuerdo con el Cuadro 4, la precipitación media mensual evidencia claramente esta estacionalidad. Los valores más altos se registran en los meses de enero (150 mm), febrero (140 mm) y marzo (110 mm), coincidiendo con el periodo de máxima actividad pluviométrica. A partir

de abril se observa una disminución progresiva de las lluvias, alcanzando niveles mínimos en junio y julio con 5 mm, lo que confirma la estación seca más marcada del año. Posteriormente, hacia octubre, noviembre y diciembre, las precipitaciones vuelven a incrementarse gradualmente con valores de 40 mm, 80 mm y 120 mm respectivamente, indicando el inicio del nuevo ciclo húmedo.

En términos generales, el total anual de precipitación en el área de estudio oscila entre 600 y 800 mm, distribuidos de manera no uniforme a lo largo del año. Esta variabilidad climática influye directamente en la disponibilidad hídrica, la dinámica de los suelos y los procesos geomorfológicos del entorno, particularmente en zonas de pendiente donde las lluvias intensas pueden incrementar la susceptibilidad a erosión superficial y movimientos en masa. La información presentada ha sido elaborada a partir de datos del SENAMHI, constituyendo una base climática representativa para la caracterización del ámbito de estudio.

*Cuadro 6 Precipitación media mensual en el ámbito de estudio*

| Mes        | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| Enero      | 150                |
| Febrero    | 140                |
| Marzo      | 110                |
| Abril      | 40                 |
| Mayo       | 10                 |
| Junio      | 5                  |
| Julio      | 5                  |
| Agosto     | 10                 |
| Septiembre | 20                 |
| Octubre    | 40                 |
| Noviembre  | 80                 |
| Diciembre  | 120                |

*Fuente: SENAMHI*

**Viento**

La dinámica del viento en el ámbito de influencia del estudio se caracteriza por velocidades generalmente bajas a moderadas, debido a la configuración topográfica del valle. Las velocidades promedio del viento suelen oscilar entre 2 y 6 m/s, presentándose con mayor intensidad durante las horas de la tarde como resultado del calentamiento diferencial del suelo y la circulación de brisas valle–montaña. La dirección predominante suele variar según la configuración del valle, aunque generalmente se presentan vientos provenientes de los sectores norte y noreste durante el día. Estas condiciones influyen en la dispersión de humedad y en la sensación térmica percibida en la zona.

*Cuadro 7 Velocidad media del viento en el ámbito de estudio*

| Mes        | Velocidad promedio (m/s) |
|------------|--------------------------|
| Enero      | 3.5                      |
| Febrero    | 3.4                      |
| Marzo      | 3.2                      |
| Abril      | 3.0                      |
| Mayo       | 2.8                      |
| Junio      | 2.7                      |
| Julio      | 2.8                      |
| Agosto     | 3.0                      |
| Septiembre | 3.2                      |
| Octubre    | 3.4                      |
| Noviembre  | 3.5                      |
| Diciembre  | 3.6                      |

*Fuente: SENAMHI*

## 2.5. Geomorfología

El análisis geomorfológico se ha realizado mediante un enfoque sistémico y descendente a lo largo de la ladera, combinando la fotointerpretación de imágenes satelitales con la verificación de evidencias físicas y cartografiado de bloques en campo. Esta caracterización es un insumo importante para la Evaluación de Riesgos por caída de rocas, ya que permite segmentar el territorio según la dinámica y comportamiento mecánico de los fragmentos desprendidos; de este modo, se logra zonificar desde la fuente del peligro hasta el alcance horizontal máximo sobre el área de influencia del proyecto, sustentando técnicamente el diseño de las obras y la delimitación de las áreas para el desarrollo urbano.

**Farallón o Escarpe Rocoso (Zona de arranque):** Corresponde a la masa rocosa verticalizada y fuertemente fracturada que se observa en la parte superior. Geomorfológicamente, es una unidad de relieve montañoso estructural de pendiente 45°, caracterizada por procesos activos de meteorización y descompresión mecánica, siendo la fuente de origen y desprendimiento de los bloques de roca.

**Talud de detritos o cono de deyección pasiva (Zona de tránsito):** Es la ladera intermedia que se extiende al pie del escarpe, con trazas de escorrentía superficial. Es una geoforma coluvio-aluvial de pendiente fuerte constituida por la acumulación histórica de fragmentos rocosos sueltos. Actúa como la rampa de aceleración y trayectoria cinemática de los bloques en movimiento.

**Pie de monte o glacis de coluvionamiento (Zona de Desaceleración):** Zona de transición suave ubicada en la base de la ladera, justo antes de entrar a la zona plana. Es una unidad deposicional de pendiente moderada donde la pérdida de inclinación del terreno genera una alta fricción, obligando a los bloques de roca que transitan a cambiar su movimiento de saltos a rodadura, funcionando como amortiguador natural del alcance horizontal.

**Terraza aluvial alta / pampa (Zona de deposición y emplazamiento):** Corresponde a la planicie horizontal. Es una geoforma de origen fluvial llana y estable ante procesos internos de ladera, pero expuesta externamente como zona receptora del impacto final o distancia de parada de los bloques de mayor masa.

**Lecho de río:** Corresponde al canal natural por donde discurre el flujo de agua y sedimentos, ubicado al sur del área de estudio. Es la unidad geomorfológica de menor altitud del modelo, delimitada por sus márgenes dinámicas, que define el límite físico inferior del valle y el nivel de base local del sistema hidro-geomorfológico analizado.

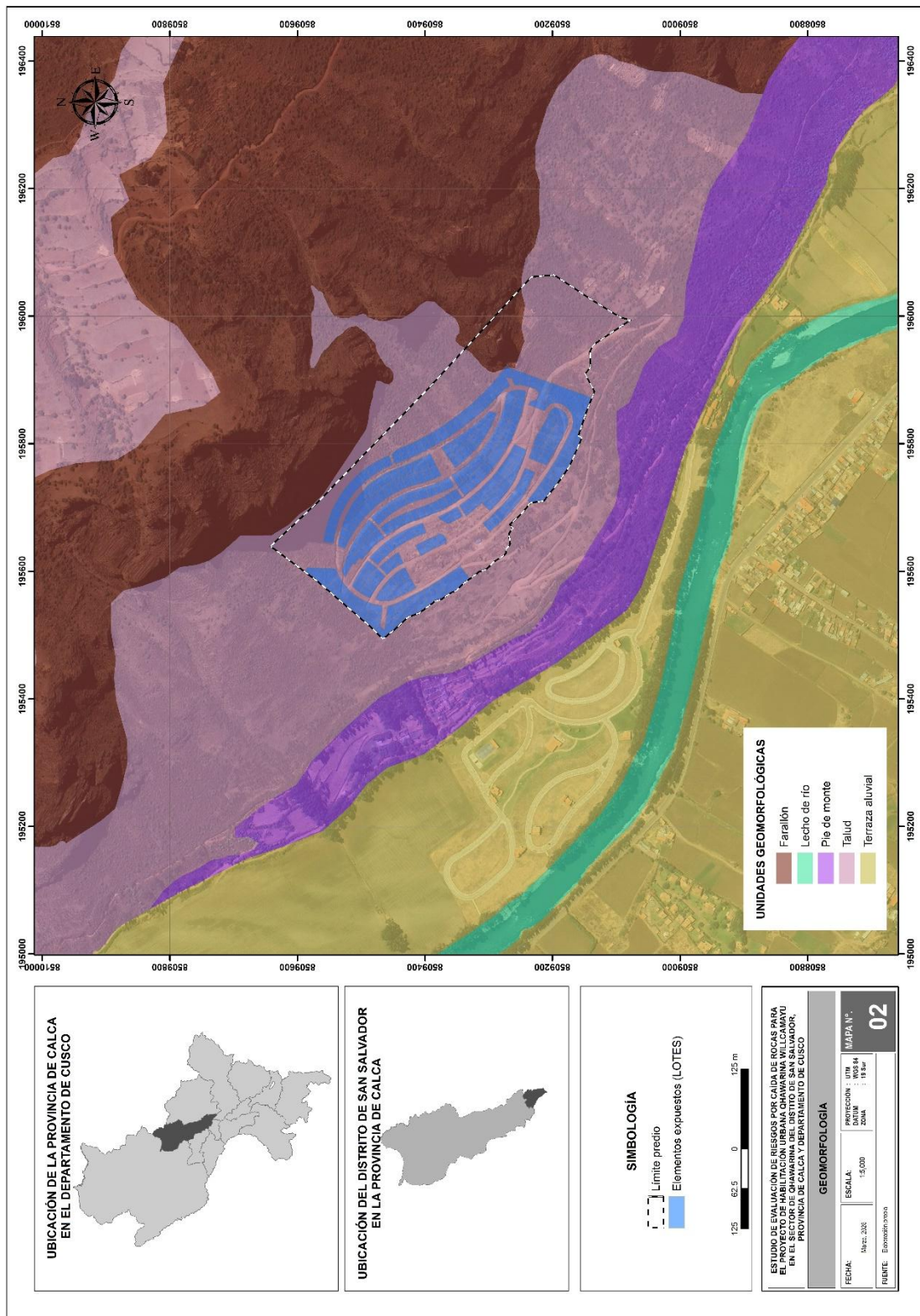
---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C-ENEPRD/J  
C.I.R. 188741

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 2 Unidades geomorfológicas*



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 098-2018C/ENPRELUJ  
 CIR. 88741

## 2.6. Pendiente de Terreno

En el proceso de desarrollo de los fenómenos por movimientos en masa, las pendientes son un factor importante a evaluar debido a que la diferencia de alturas en distancias cortas y la gravedad obligan al desplazamiento de los materiales. El relieve del área evaluada presenta una topografía variada, presentando una altitud que van desde los 3,000 a 3,750 m.s.n.m., en la zona donde se desarrollara el proyecto de habilitación urbana la pendiente es fuertemente empinada en la parte central, inclinada a llana en la parte baja. A continuación, se describe la clasificación de pendientes:

**Llano o Casi Llano (0° a 5°):** Corresponde a la zona de deposición final. En este rango, la gravedad no genera movimiento propio en los bloques, actuando únicamente como sector receptor del alcance horizontal de las rocas.

**Moderadamente Inclinado (5° a 15°):** Zona de transición baja o pie de monte. Los bloques grandes que logran llegar a este sector pierden velocidad rápidamente debido a la fricción con el suelo, cambiando su cinemática de saltos a rodadura pura hasta detenerse.

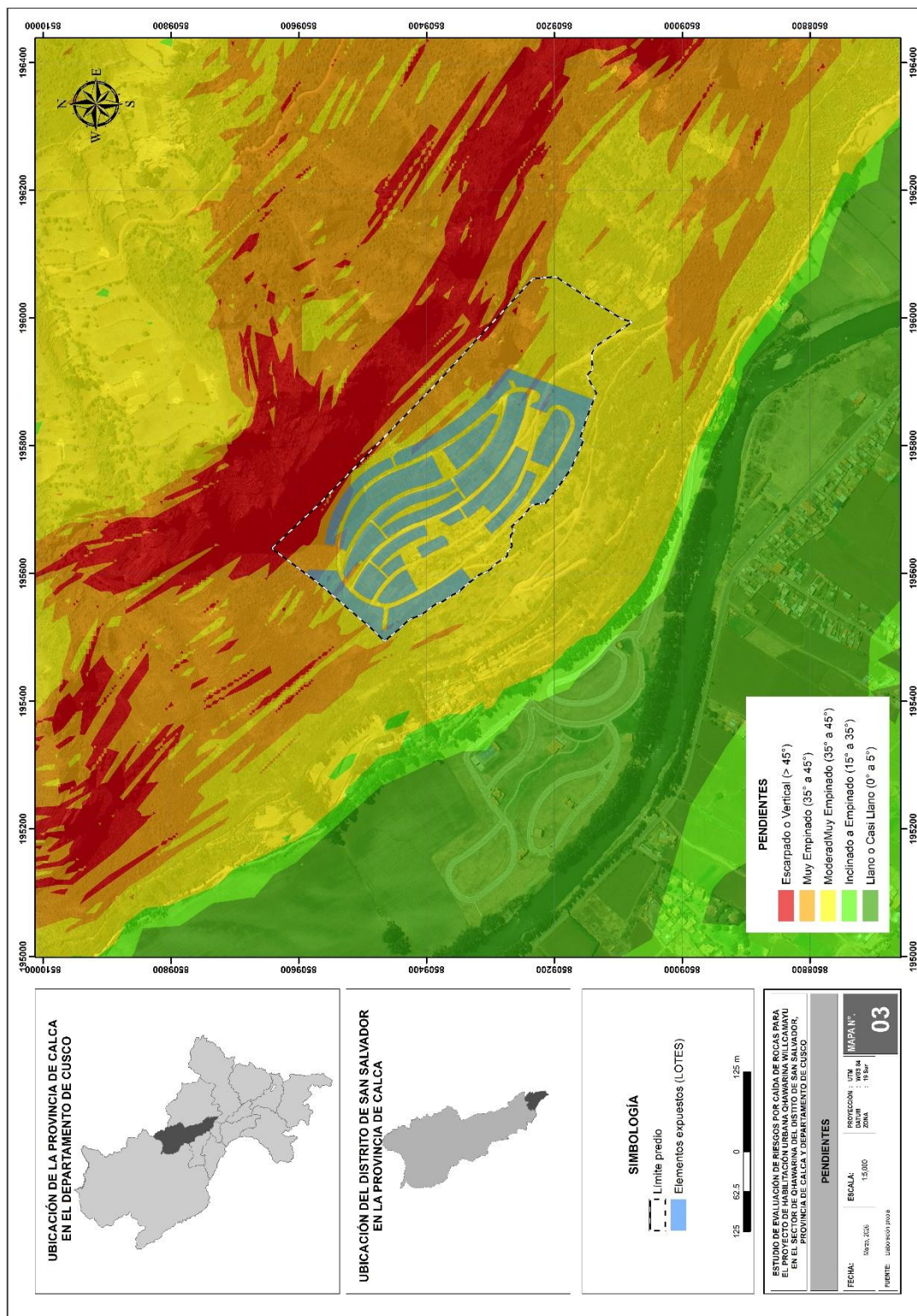
**Inclinado a Empinado (15° a 35°):** Corresponde a la ladera o talud de detritos intermedio. Es una zona crítica de tránsito donde los bloques de roca rebotan, se fragmentan y ganan aceleración o mantienen una trayectoria continua de saltos.

**Muy Empinado (35° a 45°):** Sector de fuerte quiebre topográfico, cercano a la base del escarpe. Supera el ángulo de reposo natural de los fragmentos sueltos, por lo que es un área altamente inestable donde cualquier bloque desprendido adquiere energía de manera inmediata.

**Escarpado o Vertical (> 45°):** Representa el frente del macizo rocoso o farallón. Es la zona de arranque o desprendimiento por excelencia; las discontinuidades mecánicas del macizo combinadas con esta pendiente extrema provocan caídas libres directas y colapsos estructurales por gravedad.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 3 Pendientes*



*Fuente: Elaboración propia*

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 098-2018C-ENEPREDJ  
 CIR. 8874

## 2.7. Geología

A nivel del área de estudio, se han podido identificar varios tipos de unidades geológicas que, de acuerdo con su naturaleza litológica y condiciones de meteorización, pueden incrementar o disminuir la susceptibilidad a la generación de caídas de rocas y otros procesos de remoción en masa.

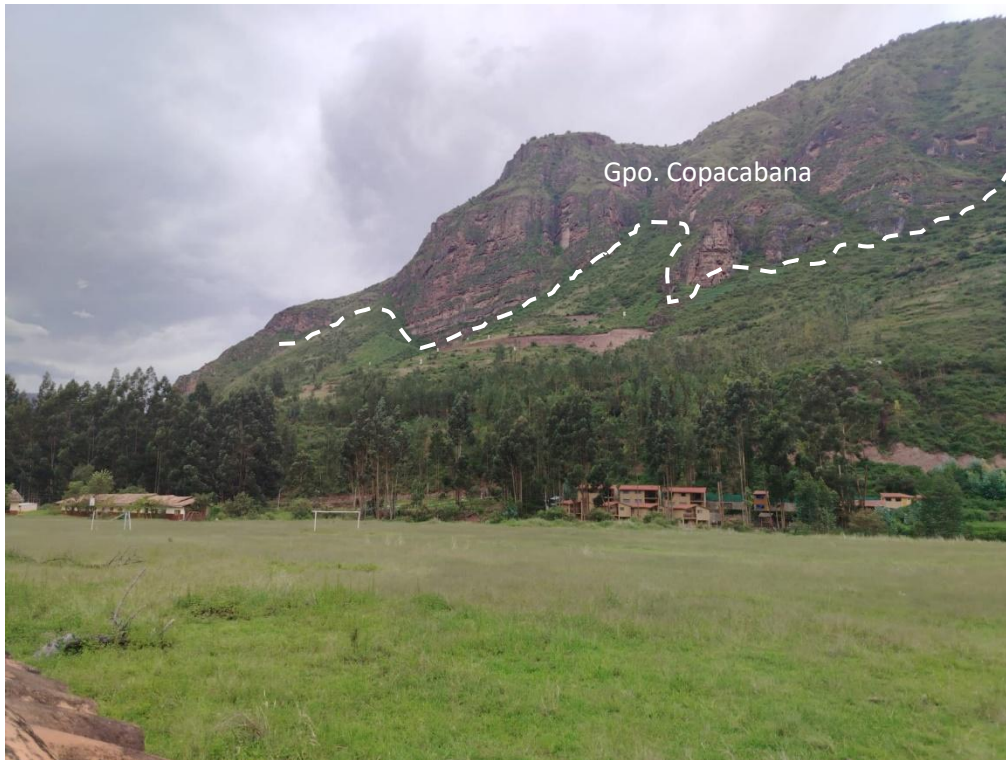
La identificación de estas unidades geológicas se ha realizado tomando como referencia la información técnica elaborada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), entidad encargada de la generación de la cartografía geológica oficial del territorio nacional. En ese sentido, la descripción de las unidades presentes en el ámbito de estudio se sustenta en los mapas geológicos y estudios regionales publicados por dicha institución, los cuales permiten contar con una base técnica confiable para el análisis del comportamiento del substrato rocoso frente a procesos de inestabilidad de laderas.

Bajo este marco, las unidades geológicas identificadas en el área de influencia del proyecto han sido interpretadas conforme a la información del INGEMMET, considerando sus características litológicas y estructurales, las cuales resultan determinantes en la susceptibilidad a la caída de rocas, especialmente en zonas de fuerte pendiente y exposición de afloramientos rocosos.

### Grupo Copacabana.

El grupo Copacabana este compuesto principalmente por calizas, también hay presencia de lutitas, las calizas son de color gris claro presentan también nódulos, pero la matriz es de grano fino, existe una particularidad de esta litología en esta zona y es que se presenta también areniscas cuarzosas blancas, Esta litología aflora ampliamente en la zona norte y contigua al terreno del proyecto de habilitación urbana y constituye la zona de arranque de caídas de rocas; existen autores que determinan que desde el punto de vista geomecánico estos afloramientos tienen comportamientos diferenciados, en cuanto a las calizas son taludes estables, pero cuando las intercalaciones tienen bancos tienen potencias considerables de lutitas pueden desestabilizar los taludes y generar movimientos en masa, el talud contiguo al norte tiene intercalaciones de calizas, areniscas cuarzosas y lutitas en menor proporción.

Fotografía 1 Afloramiento del Grupo Copacabana



#### Grupo Mitu – Formación Písac

Esta formación está compuesta por brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas, pero en menor proporción, es característico que los conglomerados tengan clastos de calizas, volcánicos y cuarcitas; aflora ampliamente en la zona más alejada al norte de la zona estudiada. Conforman laderas de pendiente inclinada y altillanuras de topografía relativamente suave.

Fotografía 2 Conglomerado de la formación Písac

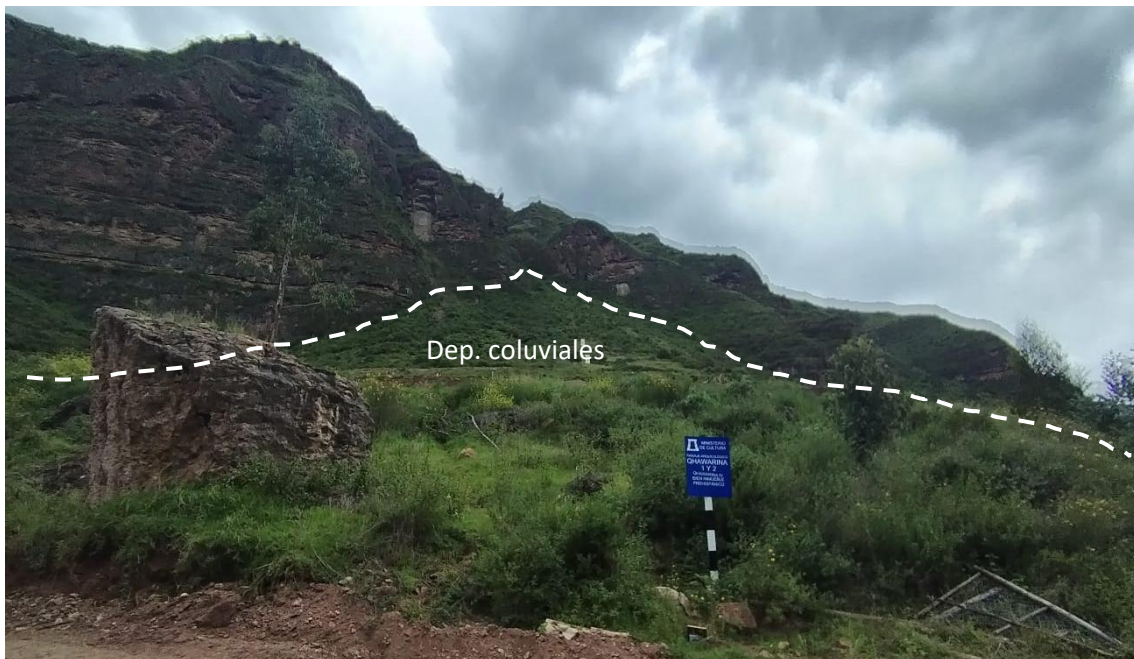


#### Depósitos Coluviales

Son acumulaciones de materiales sueltos entre conglomerados del Gpo Mitu y calizas del Gpo. Copacaban, en matriz de suelos y arenas que se originan por la desintegración y transporte de

rocas desde las partes altas de una ladera hacia zonas más bajas, principalmente por acción de la gravedad, escorrentía superficial o pequeños movimientos en masa. Estos depósitos suelen encontrarse en la base o a lo largo de las laderas y se caracterizan por presentar materiales heterogéneos, poco consolidados y con escasa estabilidad. Estos depósitos coluviales pueden representar zonas con alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa o caída de rocas, debido a la presencia de fragmentos inestables que pueden movilizarse fácilmente ante lluvias intensas, sismos o intervenciones humanas, precisamente sobre esta unidad geológica se emplaza el proyecto de la habilitación urbana en estudio.

Fotografía 3 Depósitos coluviales en la zona del proyecto



### Depósitos aluviales

Son acumulaciones de materiales transportados y depositados por la acción del agua del río Vilcanota. Están compuestos de gravas, arenas, limos y arcillas que se depositan en planicies de inundación, presentan distintos tamaños de partículas y grados variables de compactación.

Fotografía 4 Depósitos aluviales

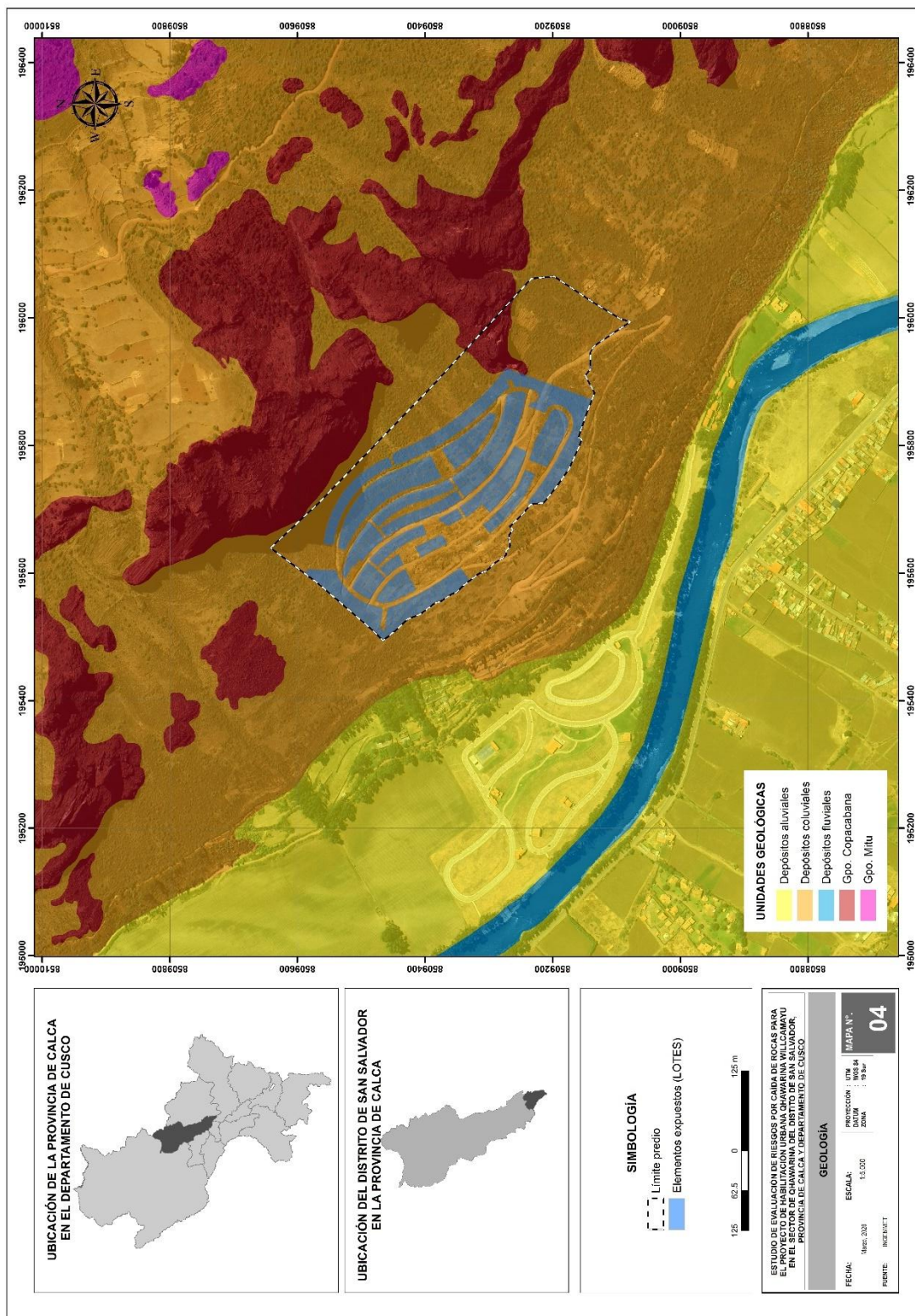


### Depósito Fluvial

Son acumulaciones de sedimentos transportados y depositados por la dinámica del río Vilcanotaa lo largo de su cauce. Están conformados por materiales como bloques, gravas, arenas, limos y, en menor proporción, arcillas, los cuales se han depositado por la disminución de la velocidad del flujo de agua.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 4 Geología*



Fuente: Modificado del INGEMMET

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. Nº 056-2018C/ENFEREJ  
 CIR. 8874

## 2.9. Sistemas estructurales y actividad sísmica en el área de influencia de estudio

El área de influencia de estudio se ubica en una región de alta actividad sísmica debido a su configuración geológica única dentro de los Andes peruanos que está disectado por numerosas estructuras geológicas denominadas fallas geológicas activas. A diferencia de la costa, donde los sismos se originan mayormente por la subducción de placas, en Cusco los sismos son generados principalmente por fallas geológicas activas locales, lo que los hace superficiales y altamente destructivos, a continuación, se describen las fallas que se encuentran más cercanas al área de influencia de estudio y que al activarse podrían desencadenar caídas de rocas o deslizamientos.

**Falla Cusco.** Se trata de un alineamiento de dirección NO-SE que se inicia en la quebrada Saphy, coincide con el piso de valle Huatanay en la ciudad del Cusco se prolonga hasta la localidad de Oropesa. Tomando consideraciones geológicas, esta se considera como una antigua falla geológica sellada por los sedimentos cuaternarios de la formación San Sebastián. Actualmente, no muestra signos de reactivaciones recientes. Sin embargo, durante el sismo del 21 de mayo de 1950, se observaron un conjunto de desplazamientos en terrenos recientes del piso de valle (Benavente et al. 2013).

**Falla Tambomachay.** Esta estructura está ubicada aproximadamente a km 4 de Noreste del Centro Histórico del Cusco, tiene una dirección aproximada de NO-SE, con inclinación hacia el sur. En su extremo sureste se encuentra cubierto por conos aluviales, mientras que el extremo noroeste se trunca en contacto con la falla Tamboray. Con relación a la geología, esta estructura pone en contacto al sur a los sedimentos del Grupo Yuncaypata y hacia el norte con las rocas del Grupo San Jerónimo. De acuerdo con Carlotto, 1988, esta falla es un accidente que ha tenido muchas actividades desde el Mesozoico y que en el Cenozoico ha tenido comportamientos con movimientos de rumbo e inversa.

**Falla Pachatusán.** Se trata de varios segmentos de fallas que tienen una dirección NO-SE con buzamientos hacia el sur, ubicada aproximadamente a 10 km al noreste del Centro Histórico del Cusco. Su extremo noroeste se ubica en las montañas Pachatusan mientras que el extremo sureste llega hasta Andahuaylillas donde continúa hacia el sureste con el nombre de falla Urcos.

Con relación a la actividad sísmica, el año 2024 se produjeron varios sismos, de los cuales se menciona los sismos del 16 y 30 de abril, que tuvieron magnitudes de 4.1 y 4.5, que estarían relacionados a la falla Pachatusan.

**Falla Qoricocha.** La Falla Qoricocha viene a ser varios segmentos de fallas de rumbo E-O, que serían la continuación hacia el Noroeste de los segmentos de fallas del Sistema de fallas Pachatusan. Tiene un tramo relativamente corto de aproximadamente 7.5 km. Con relación al Centro Histórico del Cusco, se ubica aproximadamente a 10 km al norte. Un aspecto importante para tener en consideración es que de acuerdo con las observaciones neotectónicas hechas por Cabrera (1988), el sismo del cusco del 5 de abril de 1986 se debió a la reactivación de un segmento de esta falla.

**Falla Tamboray.** Se ubica aproximadamente a 7 km al Noroeste del Centro Histórico del Cusco, tiene una dirección N-S, se extiende en una longitud de 3.5 km.

### Sismos más representativos que afectaron el área de influencia de estudio

**Sismo del 31 de marzo de 1650.** Sin duda alguna, uno de los sismos más intensos que ha sufrido la ciudad del Cusco fue el del 31 de marzo de 1650 a las 14:10 hrs, produciendo una intensidad de 7.2 Mb, a una profundidad de 30 km, y tuvo como epicentro las coordenadas Lat. -13.50; Long. -71.10 (Tavera et al., 2010d).

El libro “Anales de Cuzco”<sup>1</sup> describe que “... el terremoto fue el más formidable de cuantos se hayan experimentado en esta parte fue tan horrible que, en breve tiempo, echó por tierra los mejores edificios de aquella nobilísima ciudad, sus casas, los conventos y las iglesias suntuosamente fabricadas”. Así mismo el libro describe que después del sismo se repitieron varias réplicas de menor intensidad, contados alrededor de 200 sismos desde el 30 de marzo hasta el 20 de mayo. La afectación se describe que fue en todo el Collao hasta Sicasica, Arequipa, Apurímac, que dejó más de 30 fallecidos.

**Sismo del 18 de setiembre de 1941.** El 18 de setiembre a las 08:15 hrs. se produjo un fuerte movimiento sísmico en el Cuzco, que dañó varias iglesias, capillas, edificios públicos y Viviendas. Grado VI-VII MM. Este sismo se sintió en Abancay y en los pueblos de Pararca y Caravelí. Las lecturas de los sismogramas de La Paz, Bolivia, indicaban una distancia epicentral de 510 km. (Silgado et al., 1978)

**Sismo del 21 de mayo de 1950.** El 21 mayo 1950, a las 14:00 hrs., se produjo un movimiento sísmico de 6.0 Mb, a una profundidad de 15 km, en las coordenadas Lat. -13.50; Long. -72.00 (Tavera et al., 2010d). Este sismo causó daños en más de 50% de las estructuras, murieron 120 personas y quedaron heridas unas 275, se estima que templos, reliquias arquitectónicas erigidas hace 250 a 300 años, con muros hechos de bloques de piedra con techos abovedados de ladrillo, sustentados en arcos de piedra. Los campanarios fueron los más averiados, derrumbándose algunos de ellos. También resultaron muy averiadas las antiguas construcciones de adobe y las combinadas de adobe y piedra o ladrillo (Silgado et al., 1978).

**Sismo del 5 de abril de 1986.** El 05 abril 1986, se produjo un movimiento sísmico de 5.6 Mb, a una profundidad de 7 km, en las coordenadas Lat. -13.51; Long. -72.03 (IGP-Datos sísmicos). Este sismo causó daños en monumentos históricos, viviendas de adobe y de concreto (Zegarra C., y otros, 1987).

Huamán D.<sup>2</sup> describe que “el sismo dejó 7 muertos, 80 heridos y más de 13,000 damnificados, así mismo a nivel de la ciudad del Cusco, las intensidades percibidas varían del orden de IV MM localizada en un área pequeña correspondiente a Coripata, intensidades V MM se distribuye en varias zonas: una franja NE-SO de 300 m. que pasa por la Plaza de Armas y abarca parte de la ciudad antigua; un área de 1000 m, alrededor de la Unidad Escolar "Clorinda Matto de Turner" un vasto sector en la parte meridional (barrio Huancayo, Bancopata, TTio, Tiobamba, Manco

<sup>1</sup> “Anales del Cuzco” 1650 – 1750. Esquivel y Navia, Diego

<sup>2</sup> Aspecto sismotécnicos del sismo del Cuzco del 5 de abril de 1986.

Cápac y Gral. Ollanta); y otras pequeñas áreas ubicadas al Norte de la Universidad, en Santa Ursula y al extremo Este del Aeropuerto, y finalmente intensidades VI MM, abarca gran parte de la ciudad siguiendo la parte central del valle”. De otro lado, el documento Evaluación de Inmuebles del Centro Histórico del Sismo de 1986, menciona que el Centro Histórico del Cusco tuvo una afectación de 54 inmuebles con daños muy graves, 220 inmuebles con daños graves, 199 inmuebles con daños moderados y 68 inmuebles con daños leves.

Como se ha observado en las descripciones de las fallas geológicas y los sismos registrados, estos evidencian que la susceptibilidad a la ocurrencia de un sismo es alta.

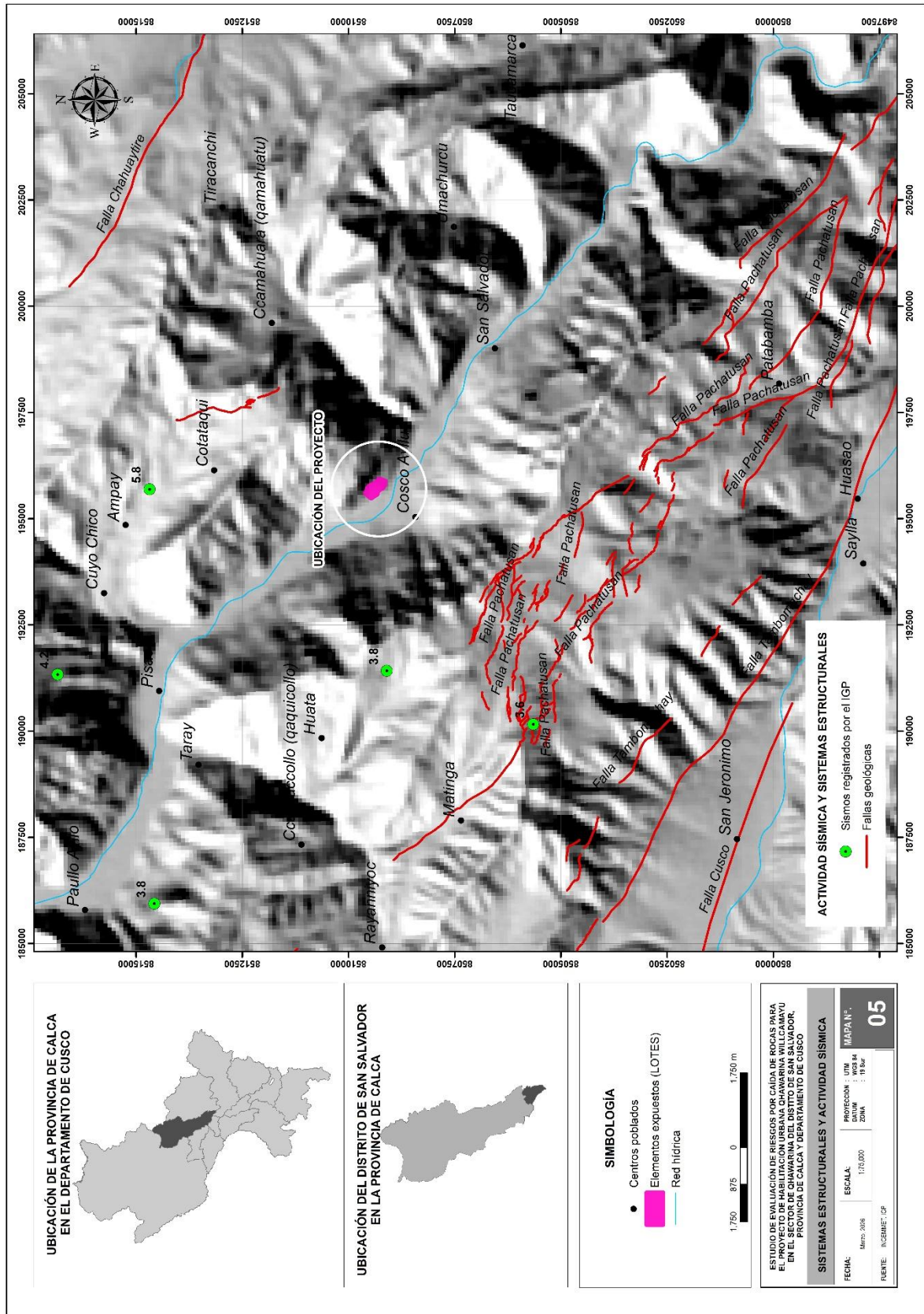
---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C-ENEPRD/J  
C.I.R. 188741

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Mapa 5 Sistemas estructurales y actividad sísmica



Fuente: INGENMET, IGP

**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 056-2018C ENFEREDJ  
 C.I.R. 88741

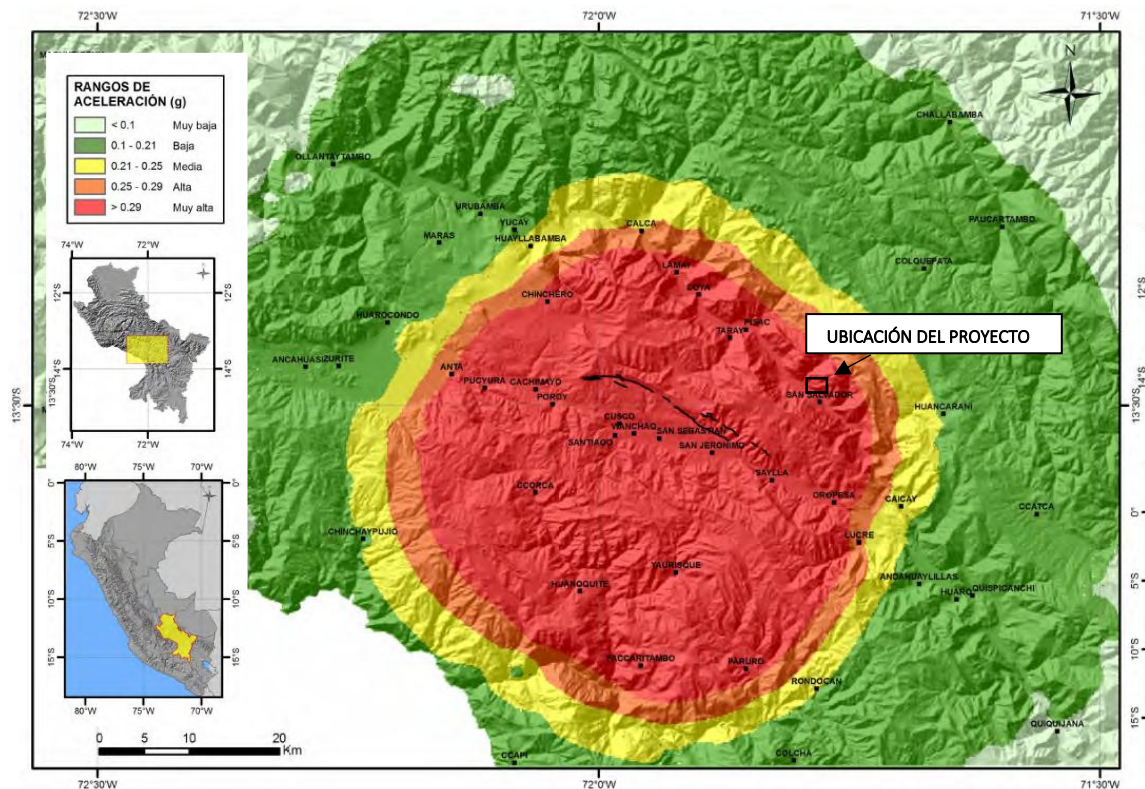
## 2.10. Zonificación de Peligro Sísmico por Aceleración Máxima del Suelo

Para el desarrollo de la presente EVAR, el análisis de la aceleración sísmica esperada en el área de estudio se ha estructurado tomando como referencia fundamental la información cartográfica y los modelos geodinámicos generados por el INGEMMET.

Bajo este marco técnico aplicado al proyecto, la aceleración sísmica se define como la medida de qué tan rápido y con qué fuerza se sacude el suelo de un lado a otro durante un sismo. Este parámetro, expresado en fracciones de la aceleración de la gravedad (g), define la máxima intensidad de sacudida que experimentará el terreno ante un evento telúrico. Su análisis en el área de influencia es crítico, ya que actúa como el principal parámetro desencadenante para la pérdida de estabilidad en macizos rocosos fracturados y depósitos superficiales, acelerando procesos de remoción en masa como la caída de rocas.

- Rango Muy Alto ( $> 0.29 g$ ): Constituye el núcleo central del modelo y representa la zona de máxima severidad sísmica, vinculada directamente a la actividad de sistemas de fallas geológicas locales. Este sector de sacudida extrema concentra a distritos clave como Cusco, San Jerónimo, San Sebastián, Wanchaq, Santiago, Saylla, Oropesa, San Salvador, Taray, Písac, Coya y Lamay.
- Rango Alto ( $0.25 g - 0.29 g$ ): Zona de transición periférica inmediata al núcleo crítico, caracterizada por un nivel de sacudida elevado que compromete la estabilidad de laderas y estructuras.
- Rango Medio ( $0.21 g - 0.25 g$ ): Franja intermedia que presenta una severidad moderada ante sollicitaciones sísmicas.
- Rango Bajo ( $0.10 g - 0.21 g$ ): Amplia extensión territorial periférica donde las aceleraciones estimadas disminuyen considerablemente.
- Rango Muy Bajo ( $< 0.10 g$ ): La atenuación de la onda sísmica reduce el peligro a niveles mínimos de afectación.

Mapa 6 Aceleración sísmica en términos de PGA expresados en g, para la falla Tambomachay



Fuente: Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Cusco (INGEMMET, 2013)

### 2.11. Distancia de recorrido de rocas

La distancia de recorrido de los bloques de roca desprendidos es un parámetro cinemático fundamental para delimitar el alcance real y el área de impacto del peligro de caída de rocas sobre el proyecto de habilitación urbana. Esta distancia no es homogénea y depende estrictamente de la interacción entre la energía potencial del bloque en la cresta, la inclinación de la pendiente topográfica (ángulo de la ladera), la rugosidad de la superficie, la vegetación y el coeficiente de restitución del suelo (capacidad del material coluvial o aluvial para absorber o amplificar la energía del rebote).

Para el modelamiento espacial, se ha subdividido el trayecto de los bloques en cinco rangos métricos de alcance. Esta clasificación permite diferenciar las fases físicas del movimiento (caída libre, rebote, rodamiento y depositación), sustentando los niveles de energía cinética e impacto esperados en cada sector del proyecto.

#### Rango Menor a 10 metros: Zona de Desprendimiento e Inestabilidad Inmediata

Abarca el área comprendida desde los planos de ruptura iniciales en las crestas rocosas altas de caliza hasta los primeros 10 metros de distancia horizontal ladera abajo, sector donde el movimiento se encuentra en su fase inicial de pérdida de sustentación y los bloques experimentan pequeños deslizamientos o vuelcos cortos antes de ganar velocidad; debido a la

pendiente casi vertical del sustrato rocoso, el material pasa inmediatamente de la condición estática a la dinámica bajo la acción pura de la gravedad, definiendo la aceleración inicial del bloque.

#### **Rango de 10 a 30 metros: Zona de Caída Libre y Aceleración Gravitacional**

Se desarrolla inmediatamente por debajo de los escarpes rocosos superiores, ocupando el sector de transición hacia las laderas medias de alta pendiente donde los bloques fracturados se desplazan a través del aire mediante trayectorias parabólicas y caída libre; al no existir contacto continuo con la superficie del terreno, la fricción es nula y los bloques alcanzan un incremento exponencial de su energía cinética, marcando el límite de los 30 metros el punto de primer impacto o choque severo contra el talud, donde el material tiende a fracturarse y generar impactos múltiples ladera abajo.

#### **C. Rango de 30 a 150 metros: Zona de Rebotes Sucesivos y Tránsito Alto**

Esta zona cubre las laderas intermedias ocupadas por depósitos coluviales con pendientes pronunciadas que varían entre los 35° y 45°, tramo en el cual la trayectoria de los bloques se transforma en una secuencia de rebotes sucesivos al impactar contra el suelo, adquiriendo además una alta energía de rotación; el depósito coluvial actúa como una rampa natural que disipa solo una fracción de la energía y redirige los bloques hacia abajo, facilitando saltos de gran altura que superan la vegetación baja o pequeños obstáculos del terreno.

#### **Rango de 150 a 500 metros: Zona de Rodamiento, Desaceleración y Área de Exposición del Proyecto**

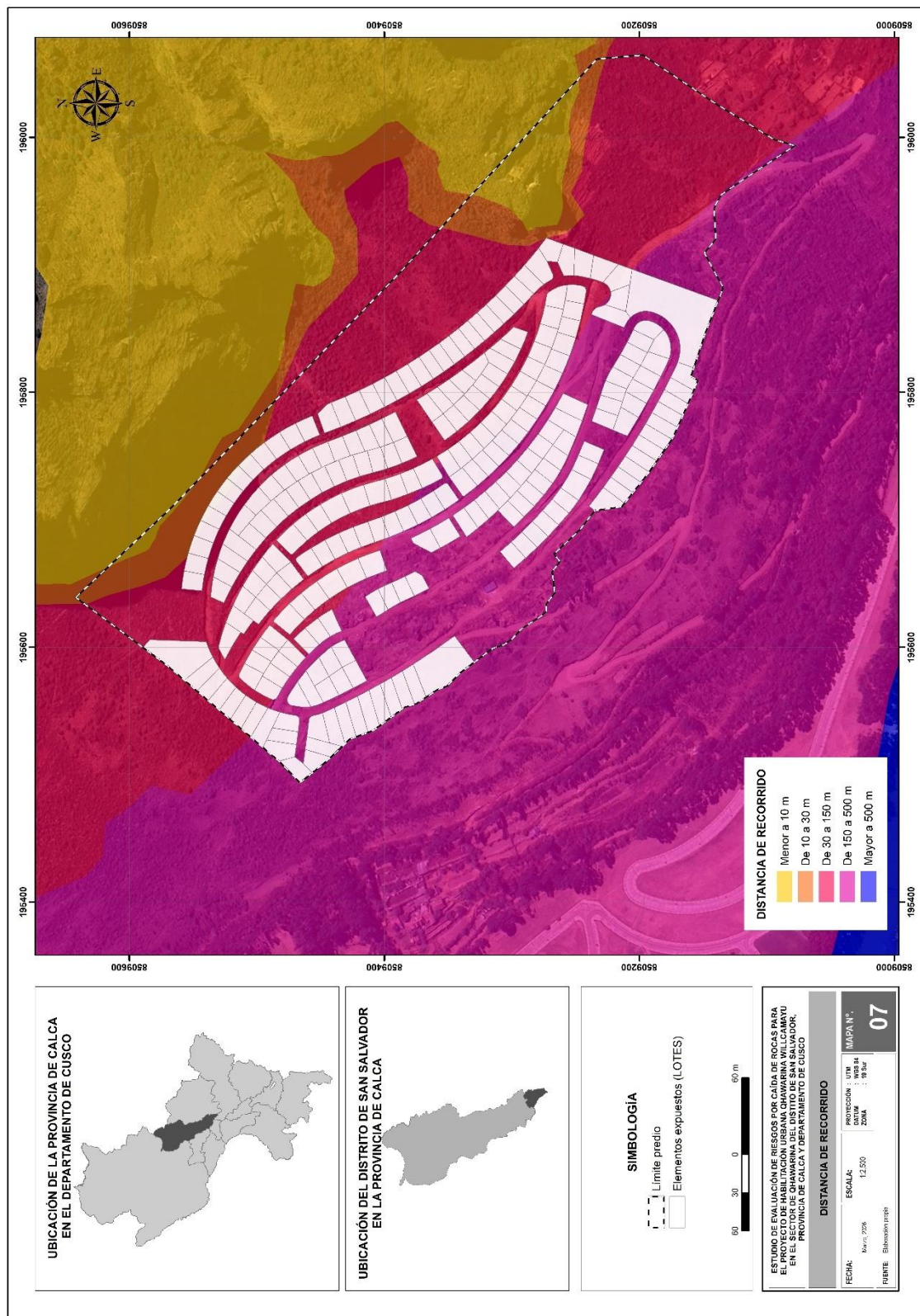
Comprende la base de la ladera coluvial y la transición hacia la planicie aluvial, coincidiendo directamente con el polígono donde se emplazará la infraestructura del proyecto de habilitación urbana y sus áreas vulnerables; debido al cambio de pendiente de fuerte a moderada, los bloques pierden la capacidad de dar grandes saltos y modifican su avance hacia el rodamiento continuo, donde la fricción del suelo absorbe su energía, pero la inercia acumulada por la gran masa de las calizas permite que las rocas sigan rodando distancias considerables dentro de la habilitación urbana, representando la zona crítica de impacto estructural directo.

#### **Rango Mayor a 500 metros: Zona de Alcance Máximo y Límite del Fondo de Valle**

Se extiende más allá de los 500 metros desde la zona de arranque original hasta alcanzar los sectores más bajos y planos adyacentes al cauce del río principal, representando el límite físico exterior o el punto de parada definitivo para bloques con geometrías esféricas o masas excepcionales que lograron desarrollar la máxima inercia cinemática; en este sector, la topografía casi horizontal del fondo de valle disipa por completo la energía remanente, deteniendo los bloques de forma natural y constituyendo el límite de seguridad absoluta para el análisis de riesgo del proyecto.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Mapa 7 Distancia de recorrido



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L. Nº 056-2018C-ENFEREDJ  
 C.I.R. 88741

### CAPÍTULO III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

#### 3.1. Metodología para la determinación del peligro

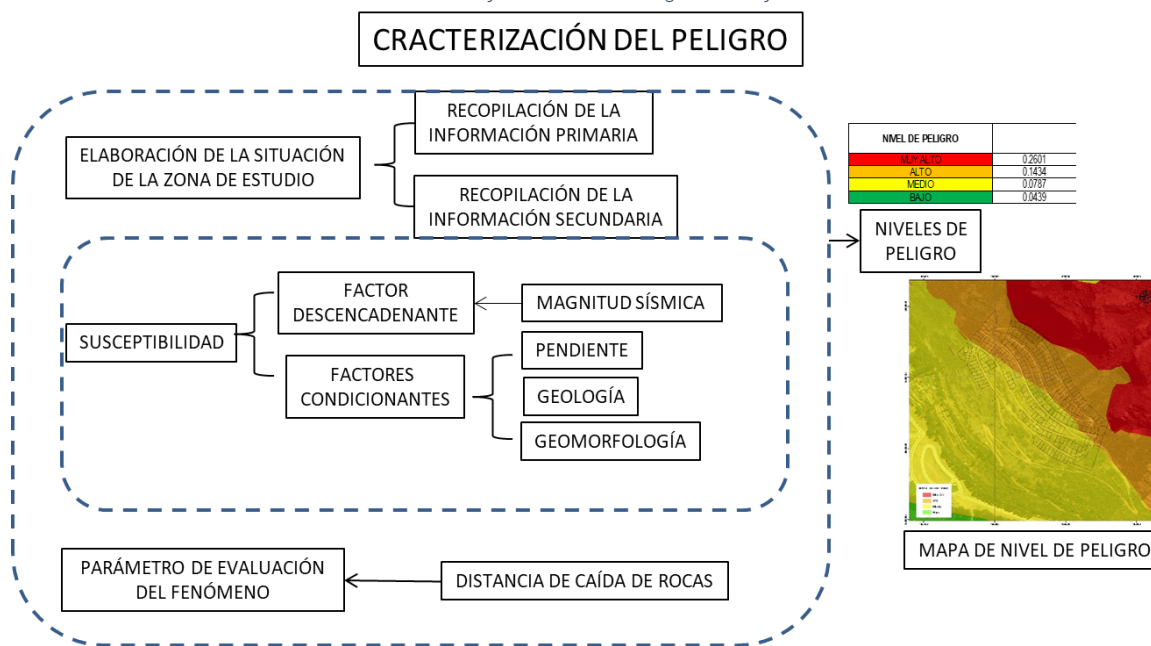
El peligro se define como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural y/o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia de tiempo definidos.

Para determinar el nivel de peligro, se utilizó la metodología descrita en el Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 02, del CENEPRED, que involucra identificar y caracterizar los parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos.

Así mismo, la determinación de los valores de cada parámetro y sus descriptores se ha ponderado mediante el método SAATY, desarrollado por Thomas Saaty en 1980, que se basa en toma de decisiones multicriterio que permite evaluar y priorizar diferentes opciones o alternativas.

A continuación, se muestra el planteamiento esquematizado en un gráfico que sintetiza los parámetros intervinientes en la determinación del peligro por caída de rocas.

*Ilustración 3 Clasificación de los Peligros Identificados*



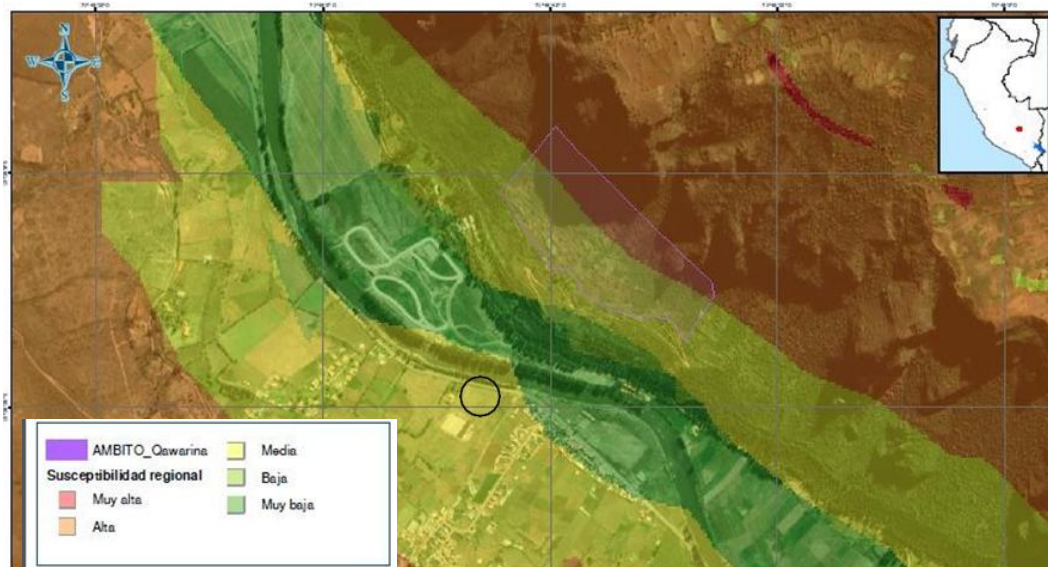
*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.2. Recopilación, análisis y sistematización de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como INGEMMET, CENEPRED, SENAMHI, información de estudio de peligros, topografía, geología de la provincia de Calca.

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada por la empresa encargada del Proyecto de Habilitación Urbana “Qhawarina Willcamayu”, mediante sus propuestas de manzaneo y lotización, accesibilidad y servicios básicos, así como su memoria descriptiva. En plataformas regionales y nacionales existe información sobre susceptibilidad como en SIGRID, precisamente los niveles muy alto y alto que se observan prenden las alertas para realizar una evaluación específica y enfocada a la ubicación de la inversión del proyecto.

Ilustración 4 Susceptibilidad a movimiento en masa de acuerdo al INGEMMET



Fuente: SIGRID

### 3.3 Caracterización del peligro

#### 3.3.1. Identificación y delimitación del área de influencia asociada al peligro

Para la identificación y delimitación del área de influencia de estudio asociada al peligro, se ha evaluado todos los peligros que se presentan, de los cuales luego de hacer el análisis, se ha llegado a la conclusión, que el peligro más crítico sería el de caída de rocas que podría afectar directamente a la ubicación de viviendas (en prospectivo) de la habilitación urbana en proyecto objeto del estudio.

#### 3.2 Ponderación del parámetro de evaluación

Para identificar los niveles de susceptibilidad a la ocurrencia del peligro por caída de rocas, se utilizó como parámetros de evaluación:

**Distancia de Recorrido de Rocas:** Se consideró como único parámetro de evaluación de Distancia de Recorrido de Rocas del evento producidos para la obtención de pesos ponderados, lo que permite estimar valores de importancia relativa de cada descriptor para ellos se realiza la comparación de pares, obteniendo los siguientes resultados.

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
R.L. Nº 056-2018C ENFERREJ  
C.I.R. 18874

Ilustración 5 Esquema del recorrido de las rocas en caída



Fuente: Adaptado de INGEMMET / Esquema cinemático de caída de rocas en vertientes de alternancia litológica.

El esquema anterior muestra un perfil tipo de ladera muy similar al que se encuentra en la zona de estudio y se muestra la dinámica de un bloque o guija que podría desprenderse del macizo rocoso, de acuerdo a la ubicación de los bloques encontrados en campo, la pendiente y el área estudiada se determinan la siguiente clasificación de distancias recorridas usadas para este caso particular.

Cuadro 8 Descriptores distancia recorrida por rocas caídas

| DISTANCIA DE RECORRIDO DE CAÍDA DE ROCAS | Menor a 10 m | De 10 m a 30 m | De 30 m a 150 m | De 150 m a 500 m | Mayor a 500 m |
|--|--------------|----------------|-----------------|------------------|---------------|
| Menor a 10 m                             | 1.00         | 2.00           | 4.00            | 6.00             | 8.00          |
| De 10 m a 30 m                           | 0.50         | 1.00           | 2.00            | 4.00             | 6.00          |
| De 30 m a 150 m                          | 0.25         | 0.50           | 1.00            | 2.00             | 4.00          |
| De 150 m a 500 m                         | 0.17         | 0.25           | 0.50            | 1.00             | 2.00          |
| Mayor a 500 m                            | 0.13         | 0.17           | 0.25            | 0.50             | 1.00          |
| SUMA                                     | 2.04         | 3.92           | 7.75            | 13.50            | 21.00         |
| 1/SUMA                                   | 0.49         | 0.26           | 0.13            | 0.07             | 0.05          |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9 Ponderación de descriptores distancia recorrida por rocas caídas

| DISTANCIA DE RECORRIDO DE CAÍDA DE ROCAS | Menor a 10 m | De 10 m a 30 m | De 30 m a 150 m | De 150 m a 500 m | Mayor a 500 m | Vector Priorización |
|--|--------------|----------------|-----------------|------------------|---------------|---------------------|
| Menor a 10 m                             | 0.490        | 0.511          | 0.516           | 0.444            | 0.381         | 0.468               |
| De 10 m a 30 m                           | 0.245        | 0.255          | 0.258           | 0.296            | 0.286         | 0.268               |
| De 30 m a 150 m                          | 0.122        | 0.128          | 0.129           | 0.148            | 0.190         | 0.144               |
| De 150 m a 500 m                         | 0.082        | 0.064          | 0.065           | 0.074            | 0.095         | 0.076               |
| Mayor a 500 m                            | 0.061        | 0.043          | 0.032           | 0.037            | 0.048         | 0.044               |

Fuente: Elaboración propia.

*Cuadro 10 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro de evaluación distancia recorrida por rocas caídas.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.012 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.010 |

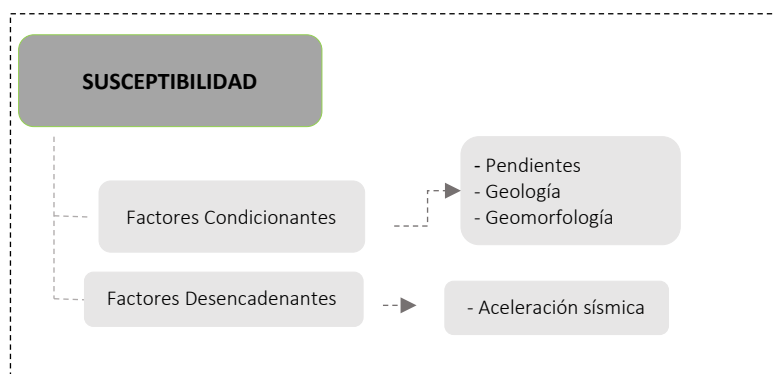
*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3 Susceptibilidad del territorio ante caída de rocas

La susceptibilidad ante caídas de rocas está referida a la mayor o menor predisposición a que este evento suceda en el área de emplazamiento del proyecto de habilitación urbana el cual depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico, para efectos prácticos se evalúa los aspectos geomorfológicos, litológicos, pendiente, actividad sísmica y umbrales de precipitación que definirán el comportamiento del espacio con respecto al proceso en cuestión. La zona evaluada con mayor énfasis en este caso son las zonas más cercanas a los macizos rocosos y terrenos que recaen precisamente en las zonas lotizadas y accesos.

A continuación, analizamos los principales factores condicionantes y desencadenantes del peligro por caída de rocas, valorando y ordenando los respectivos descriptores que determinan este fenómeno de manera particular)

*Ilustración 6 Determinación de la susceptibilidad.*



*Fuente: CENEPRED, 2014.*

#### 3.3.1 Factores condicionantes

Son los parámetros propios del ámbito geográfico de evaluación, el cual contribuye de manera favorable o desfavorable al desarrollo del fenómeno de origen natural. Para el análisis de los parámetros condicionantes del peligro identificado, se consideró los siguientes parámetros físicos que condicionan la probable ocurrencia de un evento

### Ponderación de los factores condicionantes

*Cuadro 11 Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.*

| PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD | PENDIENTE | GEOLOGÍA | GEOMORFOLOGÍA |
|-------------------------------|-----------|----------|---------------|
| PENDIENTE                     | 1.00      | 3.00     | 5.00          |
| GEOLOGÍA                      | 0.33      | 1.00     | 1.00          |
| GEOMORFOLOGÍA                 | 0.20      | 1.00     | 1.00          |
| SUMA                          | 1.53      | 5.00     | 7.00          |
| 1/SUMA                        | 0.65      | 0.20     | 0.14          |

*Fuente: Elaboración propia.*

*Cuadro 12 Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.*

| PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD | PENDIENTE | GEOLOGÍA | GEOMORFOLOGÍA | Vector Priorización |
|-------------------------------|-----------|----------|---------------|---------------------|
| PENDIENTE                     | 0.652     | 0.692    | 0.556         | 0.633               |
| GEOLOGÍA                      | 0.217     | 0.231    | 0.333         | 0.260               |
| GEOMORFOLOGÍA                 | 0.130     | 0.077    | 0.111         | 0.106               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 13 Índice de consistencia y relación de consistencia del factor condicionante.*

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Índice de consistencia             | 0.15 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.27 |

*Fuente: Elaboración propia.*

### Parámetro Pendiente

Este parámetro condiciona la susceptibilidad del terreno, definiendo zonas de movimientos en masa, se expresada a través del grado de inclinación del terreno. Para la evaluación del peligro se ha considerado los siguientes descriptores.

*Cuadro 14 Matriz de comparación de pares del parámetro pendientes.*

| Pendiente                 | Pendientes mayores a 45° | Pendiente entre 35° a 45° | Pendiente entre 15° a 35° | Pendiente entre 5° a 15° | Pendientes menores a 5° |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Pendientes mayores a 45°  | 1.00                     | 3.00                      | 5.00                      | 7.00                     | 9.00                    |
| Pendiente entre 35 a 40°  | 0.33                     | 1.00                      | 3.00                      | 5.00                     | 7.00                    |
| Pendiente entre 15° a 35° | 0.20                     | 0.33                      | 1.00                      | 3.00                     | 5.00                    |
| Pendiente entre 5° a 15°  | 0.14                     | 0.20                      | 0.33                      | 1.00                     | 3.00                    |
| Pendiente 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: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 15 Matriz de normalización del parámetro pendientes*

| Pendiente                 | Pendientes mayores a 45° | Pendiente entre 35° a 45° | Pendiente entre 15° a 35° | Pendiente entre 5° a 15° | Pendientes menores a 5° | Vector Priorización |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Pendientes mayores a 60°  | 0.560                    | 0.642                     | 0.524                     | 0.429                    | 0.360                   | 0.503               |
| Pendiente entre 45° a 60° | 0.187                    | 0.214                     | 0.315                     | 0.306                    | 0.280                   | 0.260               |
| Pendiente entre 35° a 45° | 0.112                    | 0.071                     | 0.105                     | 0.184                    | 0.200                   | 0.134               |
| Pendiente entre 20 a 35°  | 0.080                    | 0.043                     | 0.035                     | 0.061                    | 0.120                   | 0.068               |
| Pendiente menor a 20°     | 0.062                    | 0.031                     | 0.021                     | 0.020                    | 0.040                   | 0.035               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 16 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro pendientes.*

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

*Fuente: Elaboración propia*

### Parámetro geología

El parámetro geología define la naturaleza de las rocas y suelos del terreno, determinando su resistencia o debilidad frente al desprendimiento de rocas en el proyecto. Para la evaluación del peligro se ha considerado los siguientes descriptores:

*Cuadro 17 Matriz de comparación de pares del parámetro descriptores del parámetro geología*

| Geología                     | Grupo Copacabana | Depósitos Coluviales | Grupo Mitu – Formación Písac | Depósitos Aluviales | Depósitos Fluviales |
|------------------------------|------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Grupo Copacabana             | 1.00             | 2.00                 | 4.00                         | 6.00                | 8.00                |
| Depósitos Coluviales         | 0.50             | 1.00                 | 2.00                         | 4.00                | 6.00                |
| Grupo Mitu – Formación Písac | 0.25             | 0.50                 | 1.00                         | 2.00                | 4.00                |
| Depósitos Aluviales          | 0.17             | 0.25                 | 0.50                         | 1.00                | 2.00                |
| Depósitos Fluviales          | 0.13             | 0.17                 | 0.25                         | 0.50                | 1.00                |
| SUMA                         | 2.04             | 3.92                 | 7.75                         | 13.50               | 21.00               |
| 1/SUMA                       | 0.49             | 0.26                 | 0.13                         | 0.07                | 0.05                |

*Fuente: Elaboración propia.*

*Cuadro 18 Matriz de normalización del parámetro geología*

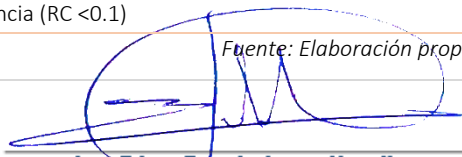
| Geología                     | Grupo Copacabana | Depósitos Coluviales | Grupo Mitu – Formación Písac | Depósitos Aluviales | Depósitos Fluviales | Vector Priorización |
|------------------------------|------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Grupo Copacabana             | 0.490            | 0.511                | 0.516                        | 0.444               | 0.381               | 0.468               |
| Depósitos Coluviales         | 0.245            | 0.255                | 0.258                        | 0.296               | 0.286               | 0.268               |
| Grupo Mitu – Formación Písac | 0.122            | 0.128                | 0.129                        | 0.148               | 0.190               | 0.144               |
| Depósitos Aluviales          | 0.082            | 0.064                | 0.065                        | 0.074               | 0.095               | 0.076               |
| Depósitos Fluviales          | 0.061            | 0.043                | 0.032                        | 0.037               | 0.048               | 0.044               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 19 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro unidades litológicas.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.012 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.010 |

*Fuente: Elaboración propia*

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C/ENFEREDJ  
 C.I.R. 18741

### Parámetro Unidades geomorfológicas

La caracterización de las unidades geomorfológicas es fundamental, ya que estas determinan el origen, la trayectoria y el lugar de depósito de los fragmentos rocosos.

*Cuadro 20 Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas.*

| Unidades geomorfológicas | Farallón | Talud | Pie de monte | Terrazas aluviales | Lecho de río |
|--------------------------|----------|-------|--------------|--------------------|--------------|
| Farallón                 | 1.00     | 2.00  | 3.00         | 7.00               | 9.00         |
| Talud                    | 0.50     | 1.00  | 2.00         | 3.00               | 7.00         |
| Pie de monte             | 0.33     | 0.50  | 1.00         | 2.00               | 3.00         |
| Terraza aluvial          | 0.14     | 0.33  | 0.50         | 1.00               | 2.00         |
| Lecho de río             | 0.11     | 0.14  | 0.33         | 0.50               | 1.00         |
| SUMA                     | 2.09     | 3.98  | 6.83         | 13.50              | 22.00        |
| 1/SUMA                   | 0.48     | 0.25  | 0.15         | 0.07               | 0.05         |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 21 Matriz de normalización de pares del parámetro unidades geomorfológicas.*

| Unidades geomorfológicas | Farallón | Talud | Pie de monte | Terrazas aluviales | Lecho de río | Vector Priorización |
|--------------------------|----------|-------|--------------|--------------------|--------------|---------------------|
| Farallón                 | 0.479    | 0.503 | 0.439        | 0.519              | 0.409        | 0.470               |
| Talud                    | 0.240    | 0.251 | 0.293        | 0.222              | 0.318        | 0.265               |
| Pie de monte             | 0.160    | 0.126 | 0.146        | 0.148              | 0.136        | 0.143               |
| Terraza aluvial          | 0.068    | 0.084 | 0.073        | 0.074              | 0.091        | 0.078               |
| Llanura aluvial          | 0.053    | 0.036 | 0.049        | 0.037              | 0.045        | 0.044               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 22 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro unidades geomorfológicas.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.007 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.007 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.2. Factor desencadenante

Se adopta la Aceleración sísmica expresada en fracciones de la gravedad (g) como el parámetro desencadenante principal para para la inestabilidad de laderas y caída de rocas ante un movimiento sísmico.

*Cuadro 23 Matriz de comparación de pares del factor desencadenante*

| Aceleración sísmica (rango) | Muy alto > 0.29 g | Alto (0.25 g – 0.29 g) | Medio (0.21 g – 0.29 g) | Bajo (0.10 g – 0.21 g) | Muy bajo (< 0.10 g) |
|-----------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Muy alto > 0.29 g           | 1.00              | 3.00                   | 5.00                    | 7.00                   | 9.00                |
| Alto (0.25 g – 0.29 g)      | 0.33              | 1.00                   | 3.00                    | 5.00                   | 7.00                |
| Medio (0.21 g – 0.29 g)     | 0.20              | 0.33                   | 1.00                    | 3.00                   | 5.00                |
| Bajo (0.10 g – 0.21 g)      | 0.14              | 0.20                   | 0.33                    | 1.00                   | 3.00                |
| Muy bajo (< 0.10 g)         | 0.11              | 0.14                   | 0.20                    | 0.33                   | 1.00                |
| SUMA                        | 1.79              | 4.68                   | 9.53                    | 16.33                  | 25.00               |
| 1/SUMA                      | 0.56              | 0.21                   | 0.10                    | 0.06                   | 0.04                |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 24 Matriz de normalización del factor desencadenante*

| Aceleración sísmica (rango) | Muy alto > 0.29 | Alto (0.25 g – 0.29 g) | Medio (0.21 g – 0.29 g) | Bajo (0.10 g – 0.21 g) | Muy bajo (< 0.10 g) | Vector Priorización |
|-----------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Muy alto > 0.29 g           | 0.560           | 0.642                  | 0.524                   | 0.429                  | 0.360               | 0.503               |
| Alto (0.25 g – 0.29 g)      | 0.187           | 0.214                  | 0.315                   | 0.306                  | 0.280               | 0.260               |
| Medio (0.21 g – 0.29 g)     | 0.112           | 0.071                  | 0.105                   | 0.184                  | 0.200               | 0.134               |
| Bajo (0.10 g – 0.21 g)      | 0.080           | 0.043                  | 0.035                   | 0.061                  | 0.120               | 0.068               |
| Muy bajo (< 0.10 g)         | 0.062           | 0.031                  | 0.021                   | 0.020                  | 0.040               | 0.035               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 25 Índice de consistencia y relación de consistencia del factor desencadenante.*

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

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.3. Análisis de Elementos Expuestos

Al tratarse de una futura ocupación se realiza un análisis prospectivo de los elementos expuestos.

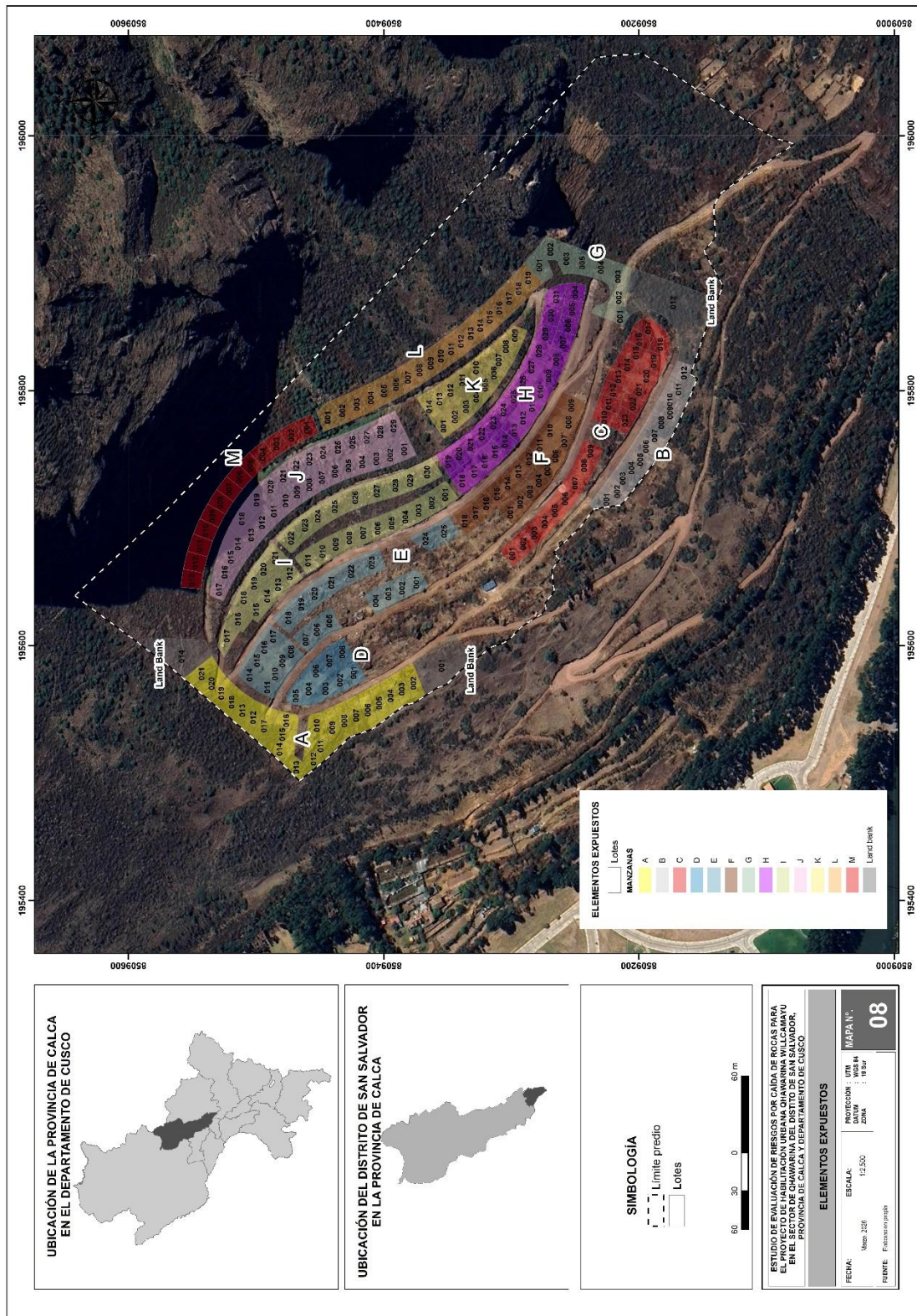
*Cuadro 26: Elementos expuestos al peligro por caída de rocas*

| Elementos                                 | UM         | Cantidad |
|---|------------|----------|
| Lotes unifamiliares                       | lote       | 317      |
| Planta de tratamiento de aguas residuales | planta     | 1        |
| Áreas recreacionales                      | lote       | 5        |
| Zonas de esparcimiento                    | Área verde | 2        |
| Accesos vehiculares                       | Vías       |          |

*Fuente: Elaboración propia*

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Mapa 8 Elementos expuestos



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C ENFEREJ  
 CIR. 88741

### 3.4 Definición de escenarios Escenario por caída de rocas

Se ha considerado el escenario más crítico a la manifestación de un sismo de fuerte intensidad que desencadena una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g, que desencadenaría una caída de rocas en distancias menores a 100 metros, que tendría más incidencia en los sectores donde la pendiente de la topografía es muy abrupta mayores a 65°, afloran rocas muy fracturadas, y unidades geomorfológicas de cimas o conos de deyección

*Cuadro 27 Niveles de peligro.*

| NIVEL    | RANGO |   |   |   |       |
|----------|-------|---|---|---|-------|
| MUY ALTO | 0.266 | ≤ | P | ≤ | 0.477 |
| ALTO     | 0.141 | ≤ | P | < | 0.266 |
| MEDIO    | 0.074 | ≤ | P | < | 0.141 |
| BAJO     | 0.042 | ≤ | P | < | 0.074 |

*Fuente: Elaboración propia*

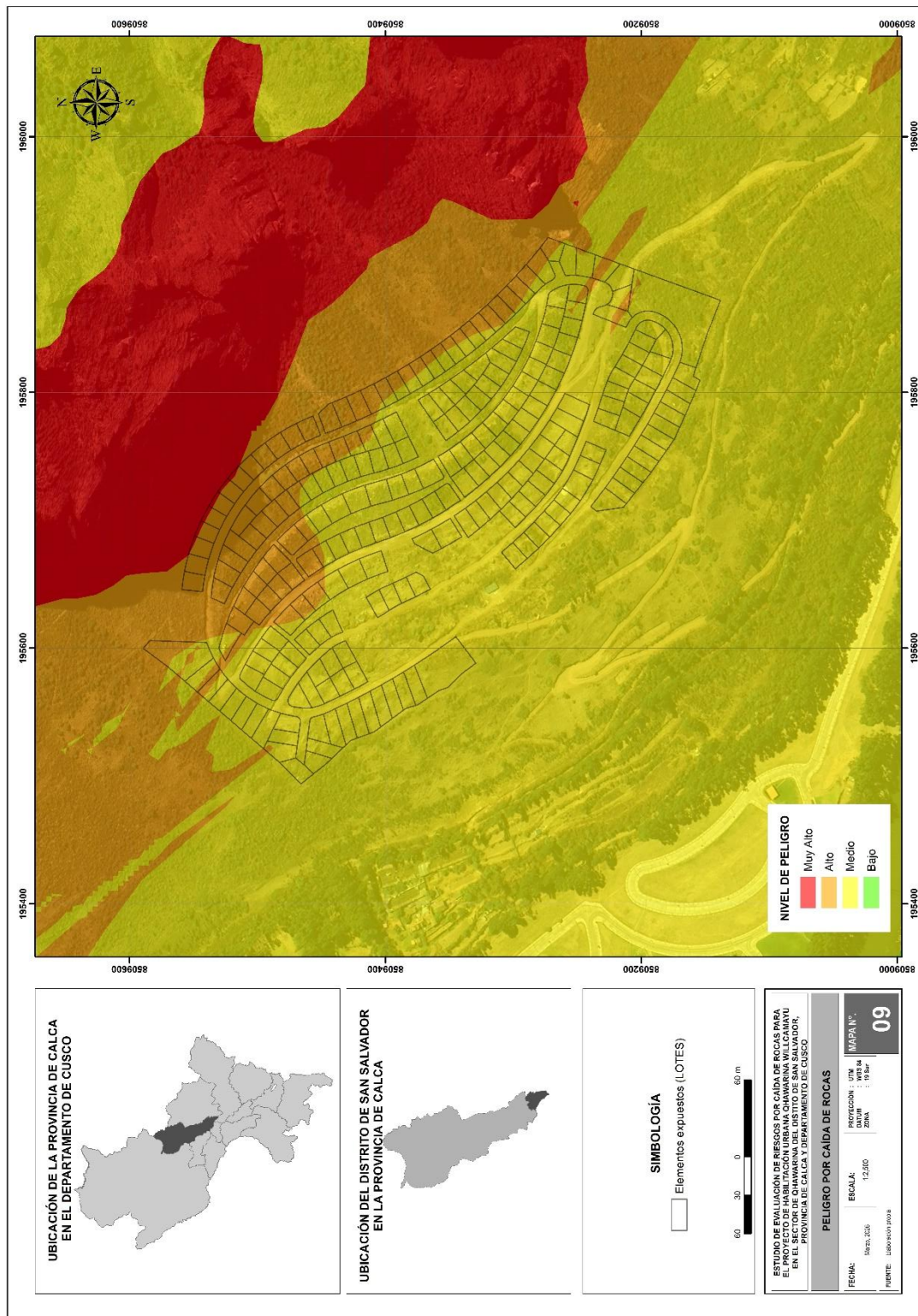
*Cuadro 28 Estratificación del Nivel de Peligrosidad por caída de rocas*

| NIVELES DE PELIGRO | DESCRIPCIÓN  | RANGO             |
|--------------------|--|-------------------|
| MUY ALTO           | Zonas con pendientes mayores a 35°; unidad geológica del Grupo Copacabana; unidad geomorfológica farallón, que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g.  | 0.266 ≤ P ≤ 0.477 |
| ALTO               | Zonas con pendientes entre 15° a 35°; unidades geológicas de depósitos coluviales o Formación Písac; unidad geomorfológica talud, que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g.                                       | 0.141 ≤ P < 0.266 |
| MEDIO              | Zonas con pendientes entre 5° a 15°, unidad geológica de depósitos aluviales, unidades geomorfológicas de pie de monte o terraza aluvial, que pueden ser desencadenados que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g. | 0.074 ≤ P < 0.141 |
| BAJO               | Zonas con pendientes menores a 5°; unidad geológica de depósitos fluviales; unidad geomorfológica lecho de río, que pueden ser desencadenados que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g.                           | 0.042 ≤ P < 0.074 |

*Fuente: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 9 Peligro por caída de rocas*



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C/ENEPREDJ  
 CIR. 88741

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

En marco de la Ley N° 29664 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.

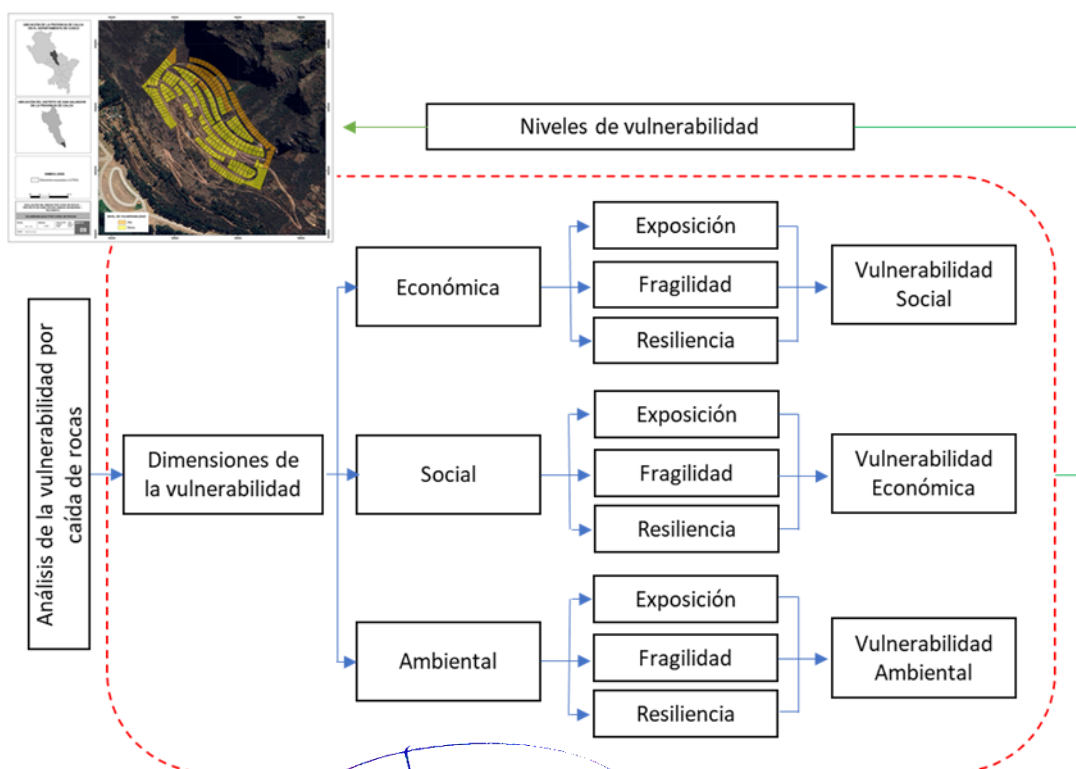
Bajo esta definición se recabó la información primaria en base a encuestas sobre los factores de exposición, fragilidad y resiliencia a nivel de lote.

En el área de estudio se realizó el análisis de la vulnerabilidad en sus factores de exposición, fragilidad y resiliencia de acuerdo con la cuantificación de los elementos expuestos al peligro por sismos como población, vivienda, servicios básicos, ingresos económicos, organización de la población, disposición de residuos sólidos, etc.

### 4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del proyecto, se consideró la Dimensión Social, Económica y Ambiental habiendo además utilizado a la información cartográfica digitalizada de los lotes, que fueron elaboradas y procesadas para la evaluación de riesgos , así como datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado en el área de evaluación, información basada en la cuantificación de los elementos expuestos en los diferentes niveles de peligrosidad del área de evaluación, la metodología se basa en el siguiente diagrama:

Ilustración 7 Metodología del análisis de vulnerabilidad.



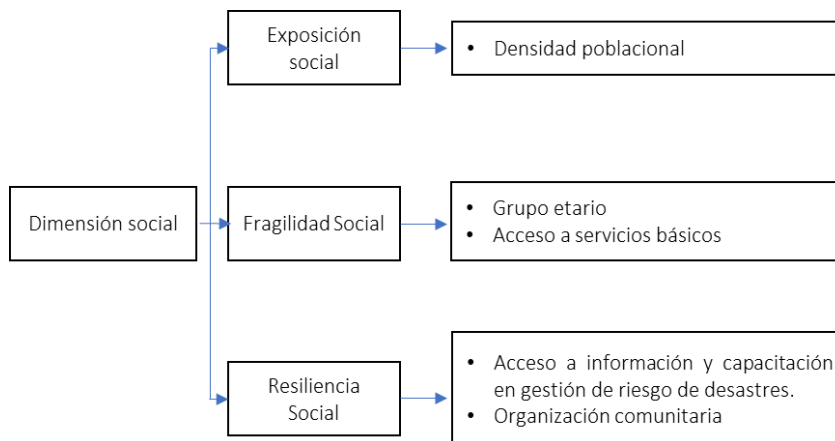
Fuente: CENEPRÉD.

## 4.2 Análisis de la vulnerabilidad

### 4.2.1. 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.

Ilustración 8: Metodología del análisis de la dimensión social.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29 Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social.

| V - SOCIAL  | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|-------------|------------|------------|-------------|
| Exposición  | 1.00       | 2.00       | 3.00        |
| Fragilidad  | 0.50       | 1.00       | 2.00        |
| Resiliencia | 0.33       | 0.50       | 1.00        |
| SUMA        | 1.83       | 3.50       | 6.00        |
| 1/SUMA      | 0.55       | 0.29       | 0.17        |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 30 Matriz de normalización de pares factores de la dimensión social.

| V - SOCIAL  | Fragilidad | Exposición | Resiliencia | Vector Priorización |
|-------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| Exposición  | 0.545      | 0.571      | 0.500       | 0.539               |
| Fragilidad  | 0.273      | 0.286      | 0.333       | 0.297               |
| Resiliencia | 0.182      | 0.143      | 0.167       | 0.164               |
|             | 1.000      | 1.000      | 1.000       | 1.000               |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31 Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia              | 0.005 |
| Relación de consistencia (RC <0.04) | 0.009 |

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de la exposición social

El parámetro considerado para el análisis de Exposición social es la cantidad de habitantes por lote.

Cuadro 32 Parámetro de exposición social.

| Parámetro                          | Descripción          | Valor |
|------------------------------------|----------------------|-------|
| Parámetros de La Exposición Social | Densidad poblacional | 1.00  |

Fuente: Elaboración propia

**Parámetro: Cantidad de habitantes por lote**

Este parámetro caracteriza la densidad de habitantes que viven en un lote.

*Cuadro 33 Descriptores del parámetro densidad poblacional.*

| DENSIDAD POBLACIONAL | DESCRIPCIÓN  |
|----------------------|--|
| Mayor a 15 hab.      | Este descriptor es el más crítico pues abarca a mayor cantidad de personas que se encuentran en un lote y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir hasta más de 04 familias si el uso de suelo fuese residencial. |
| 10 a 15 hab.         | Este descriptor es también crítico pues abarca una cantidad de personas considerables que se encuentran en un lote y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 03 familias.                                 |
| 5 a 10 hab.          | Este descriptor es menos crítico, pero abarca una cantidad de personas que se encuentran en un lote y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir 03 familias cortas.  |
| 3 a 5 hab.           | Este descriptor es más tolerable pues abarca menos cantidad de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad disminuye. En estas puede existir 02 familias cortas                                  |
| Menos de 3 Hab.      | Este descriptor es el menos vulnerable por la cantidad de personas que se encuentran en una vivienda. Es considerado como lo normal (01 familia corta)   |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 34 Matriz de comparación de pares del parámetro: Densidad poblacional.*

| DENSIDAD POBLACIONAL | Mayor a 15 hab. | 10 a 15 hab. | 5 a 10 hab. | 3 a 5 hab. | Menos de 3 Hab. |
|----------------------|-----------------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| Mayor a 15 hab.      | 1.00            | 2.00         | 3.00        | 5.00       | 7.00            |
| 10 a 15 hab.         | 0.50            | 1.00         | 2.00        | 3.00       | 5.00            |
| 5 a 10 hab.          | 0.33            | 0.50         | 1.00        | 2.00       | 3.00            |
| 3 a 5 hab.           | 0.20            | 0.33         | 0.50        | 1.00       | 2.00            |
| Mayor a 15 hab.      | 0.14            | 0.20         | 0.33        | 0.50       | 1.00            |
| SUMA                 | 2.18            | 4.03         | 6.83        | 11.50      | 18.00           |
| 1/SUMA               | 0.46            | 0.25         | 0.15        | 0.09       | 0.06            |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 35 Matriz de normalización de pares del parámetro: Densidad poblacional.*

| DENSIDAD POBLACIONAL | Mayor a 15 hab. | 10 a 15 hab. | 5 a 10 hab. | 3 a 5 hab. | Menos de 3 Hab. | Vector Priorización |
|----------------------|-----------------|--------------|-------------|------------|-----------------|---------------------|
| Mayor a 15 hab.      | 0.460           | 0.496        | 0.439       | 0.435      | 0.389           | 0.444               |
| 10 a 15 hab.         | 0.230           | 0.248        | 0.293       | 0.261      | 0.278           | 0.262               |
| 5 a 10 hab.          | 0.153           | 0.124        | 0.146       | 0.174      | 0.167           | 0.153               |
| 3 a 5 hab.           | 0.092           | 0.083        | 0.073       | 0.087      | 0.111           | 0.089               |
| Mayor a 15 hab.      | 0.066           | 0.050        | 0.049       | 0.043      | 0.056           | 0.053               |
|                      | 1.000           | 1.000        | 1.000       | 1.000      | 1.000           | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 36 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Densidad poblacional.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.007 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.006 |

*Fuente: Elaboración propia.*

**Análisis de la fragilidad social**

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Grupo Etario
- Acceso a servicios básicos.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 37 Parámetros de fragilidad social.*

| Parámetros                  | Pesos |
|-----------------------------|-------|
| Grupo etario                | 0.5   |
| Acceso de servicios básicos | 0.5   |

*Fuente: Elaboración propia.*

**Parámetro: Grupo Etario**

Este parámetro caracteriza al grupo de personas por edades, con la finalidad de identificar las personas más frágiles de acuerdo con un grupo de edad. Para esto se identifica los siguientes descriptores:

*Cuadro 38 Descriptores del parámetro grupo etario.*

| GRUPO ETARIO          | DESCRIPCIÓN   |
|-----------------------|---|
| 0-5 y mayor a 60 años | Se refiere a las personas más vulnerables por la condición de su edad, ya que en el momento que se desencadene cualquier evento de sismo, ellos serían probablemente los primeros que sufran lesiones si no tienen ayuda instantánea, porque ellos no pueden trasladarse fácilmente y también porque les afectaría más la pérdida de cualquier infraestructura en su medio de vida. |
| 6 a 11 años           | Se refiere a personas que tienen algún tipo de dependencia con otras personas de la familia por la edad que poseen, estas personas tendrían la posibilidad de escapar con dificultades al momento de la ocurrencia de un sismo, pero también sufrirían mucho por la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida.   |
| 12 a 17 años          | Se refiere a personas que por su edad podrían escapar al momento de la ocurrencia de un sismo, pero sufrirían mucho la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida además que por su edad podrían ser de poca ayuda para reponerse del desastre.   |
| 18 a 29 años          | Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al momento de la ocurrencia de un sismo, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad podrían ayudar para reponerse del desastre.   |
| 30 a 59 años          | Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al momento de la ocurrencia de un sismo, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad ayudarían y hasta dirigir las tareas de reconstrucción y de ayuda de primeros auxilios para reponerse del desastre.                                       |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 39 Matriz de comparación de pares del parámetro: Grupo etario.*

| GRUPO ETARIO            | 0 a 5 y mayor a 60 años | 6 a 11 años | 12 a 17 años | 18 a 29 años | 30 a 59 años |
|-------------------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 a 5 y mayor a 60 años | 1.00                    | 2.00        | 3.00         | 5.00         | 9.00         |
| 6 a 11 años             | 0.50                    | 1.00        | 2.00         | 3.00         | 5.00         |
| 12 a 17 años            | 0.33                    | 0.50        | 1.00         | 2.00         | 3.00         |
| 18 a 29 años            | 0.20                    | 0.33        | 0.50         | 1.00         | 2.00         |
| 30 a 59 años            | 0.11                    | 0.20        | 0.33         | 0.50         | 1.00         |
| SUMA                    | 2.14                    | 4.03        | 6.83         | 11.50        | 20.00        |
| 1/SUMA                  | 0.47                    | 0.25        | 0.15         | 0.09         | 0.05         |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 40 Matriz de normalización de pares del parámetro: Grupo etario.*

| GRUPO ETARIO            | 0 a 5 y mayor a 60 años | 6 a 11 años | 12 a 17 años | 18 a 29 años | 30 a 59 años | Vector Priorización |
|-------------------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| 0 a 5 y mayor a 60 años | 0.466                   | 0.496       | 0.439        | 0.435        | 0.450        | 0.457               |
| 6 a 11 años             | 0.233                   | 0.248       | 0.293        | 0.261        | 0.250        | 0.257               |
| 12 a 17 años            | 0.155                   | 0.124       | 0.146        | 0.174        | 0.150        | 0.150               |
| 18 a 29 años            | 0.093                   | 0.083       | 0.073        | 0.087        | 0.100        | 0.087               |
| 30 a 59 años            | 0.052                   | 0.050       | 0.049        | 0.043        | 0.050        | 0.049               |
|                         | 1.000                   | 1.000       | 1.000        | 1.000        | 1.000        | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia.*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 41 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Grupo etario.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.004 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.004 |

*Fuente: Elaboración propia*

**Parámetro: Acceso a servicios básicos**

*Cuadro 42 Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos.*

| ACCESO A SERVICIOS BASICOS        | DESCRIPCIÓN  |
|-----------------------------------|--|
| Ninguno                           | Se refiere a viviendas que no cuentan con servicios básicos y son los más vulnerables ante cualquier evento sísmico ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o no tienen ningún interés o conocimiento de gestionar sus servicios.   |
| Solo un SSBB                      | Se refiere a viviendas que cuentan con un servicio básico (agua, luz o desagüe) y son vulnerables ante cualquier evento sísmico ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o tiene poco interés o conocimiento de gestionar los demás servicios.   |
| Dos SSBB                          | Se refiere a viviendas que cuentan con dos servicios básicos (agua, luz o desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento sísmico ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar más accesible de instalar y tiene mediano interés y poco conocimiento de gestionar los demás servicios.  |
| Tres SS.BB.                       | Se refiere a viviendas que cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento sísmico ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de las economías para mantenerlas.  |
| Todos los SSBB/teléfono, internet | Se refiere a viviendas que cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe) además de algún otro como seguridad, teléfono fijo, etc. y son mucho menos vulnerables ante cualquier evento sísmico ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de las economías para mantenerlas. |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 43 Matriz de comparación de pares del parámetro: acceso a servicios básicos.*

| ACCESO A SERVICIOS BASICOS        | Ninguno | Solo un SSBB | Dos SSBB | Tres SSBB | Todos los SSBB/teléfono, internet |
|-----------------------------------|---------|--------------|----------|-----------|-----------------------------------|
| Ninguno                           | 1.00    | 2.00         | 4.00     | 7.00      | 9.00                              |
| Solo un SSBB                      | 0.50    | 1.00         | 3.00     | 5.00      | 7.00                              |
| Dos SSBB                          | 0.25    | 0.33         | 1.00     | 4.00      | 6.00                              |
| Tres SS.BB.                       | 0.14    | 0.20         | 0.25     | 1.00      | 2.00                              |
| Todos los SSBB/teléfono, internet | 0.11    | 0.14         | 0.17     | 0.50      | 1.00                              |
| SUMA                              | 2.00    | 3.68         | 8.42     | 17.50     | 25.00                             |
| 1/SUMA                            | 0.50    | 0.27         | 0.12     | 0.06      | 0.04                              |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 44 Matriz de normalización del parámetro: acceso a servicios básicos.*

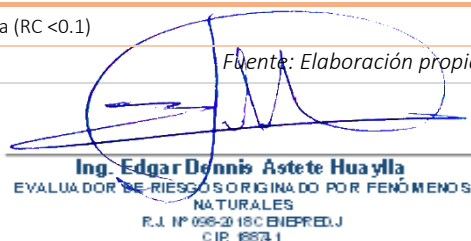
| ACCESO A SERVICIOS BASICOS        | Ninguno | Solo un SSBB | Dos SSBB | Tres SSBB | Todos los SSBB/teléfono, internet | Vector Priorización |
|-----------------------------------|---------|--------------|----------|-----------|-----------------------------------|---------------------|
| Ninguno                           | 0.499   | 0.544        | 0.475    | 0.400     | 0.360                             | 0.456               |
| Solo un SSBB                      | 0.250   | 0.272        | 0.356    | 0.286     | 0.280                             | 0.289               |
| Dos SSBB                          | 0.125   | 0.091        | 0.119    | 0.229     | 0.240                             | 0.161               |
| Tres SS.BB.                       | 0.071   | 0.054        | 0.030    | 0.057     | 0.080                             | 0.059               |
| Todos los SSBB/teléfono, internet | 0.055   | 0.039        | 0.020    | 0.029     | 0.040                             | 0.037               |
|                                   | 1.000   | 1.000        | 1.000    | 1.000     | 1.000                             | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia.*

*Cuadro 45 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a servicios básicos.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.043 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.039 |

*Fuente: Elaboración propia*



**Análisis de la resiliencia social**

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

- Organización comunitaria
- Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres.

*Cuadro 46 Parámetros de resiliencia social.*

| Parámetros  | Pesos |
|---|-------|
| Organización comunitaria  | 0.5   |
| Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres | 0.5   |

*Fuente: Elaboración propia*

**Parámetro: Organización comunitaria**

*Cuadro 47 Descripción del parámetro organización comunitaria*

| ORGANIZACIÓN COMUNITARIA  | DESCRIPCIÓN   |
|---|---|
| Ausencia total de organización comunitaria  | Los habitantes de la comunidad no cuentan con estructuras organizativas, líderes reconocidos ni mecanismos de coordinación para tomar decisiones o enfrentar problemas comunes.                             |
| Organización comunitaria muy débil o inactiva   | Existen algunas formas de organización en la comunidad, pero funcionan poco, de manera irregular o casi no participan los vecinos.  |
| Organización comunitaria básica con participación limitada  | Existe una estructura mínima de organización en la comunidad, pero la participación de los vecinos es reducida y las actividades se realizan de manera ocasional.   |
| Organización comunitaria activa con participación de vecinos  | La comunidad cuenta con organizaciones que funcionan regularmente y los vecinos participan en actividades colectivas y en la toma de decisiones.  |
| Organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional | Nivel avanzado de organización social, donde la comunidad no solo está organizada, sino que también trabaja de manera articulada con instituciones para la prevención y respuesta ante riesgos o desastres. |

*Fuente: Elaboración propia.*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 48 Matriz de comparación de pares del parámetro: organización comunitaria.*

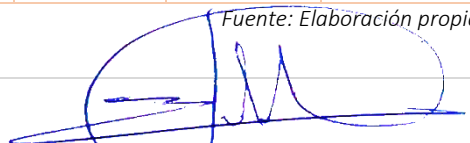
| ORGANIZACION COMUNITARIA  | Ausencia total de organización comunitaria | Organización comunitaria muy débil o inactiva | Organización comunitaria básica con participación limitada | Organización comunitaria activa con participación de vecinos | Organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional |
|---|--|---|--|--|---|
| Ausencia total de organización comunitaria  | 1.00                                       | 3.00  | 5.00   | 7.00   | 9.00  |
| Organización comunitaria muy débil o inactiva   | 0.33                                       | 1.00  | 3.00   | 5.00   | 7.00  |
| Organización comunitaria básica con participación limitada  | 0.20                                       | 0.33  | 1.00   | 3.00   | 5.00  |
| Organización comunitaria activa con participación de vecinos  | 0.14                                       | 0.20  | 0.33   | 1.00   | 3.00  |
| Organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional | 0.11                                       | 0.14  | 0.20   | 0.33   | 1.00  |
| SUMA  | 1.79                                       | 4.68  | 9.53   | 16.33  | 25.00   |
| 1/SUMA  | 0.56                                       | 0.21  | 0.10   | 0.06   | 0.04  |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 49 Matriz de normalización del parámetro: organización comunitaria.*

| ORGANIZACIÓN COMUNITARIA  | Ausencia total de organización comunitaria | Organización comunitaria muy débil o inactiva | Organización comunitaria básica con participación limitada | Organización comunitaria activa con participación de vecinos | Organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional | Vector Priorización |
|---|--|---|--|--|---|---------------------|
| Ausencia total de organización comunitaria  | 0.560                                      | 0.642   | 0.524  | 0.429  | 0.360   | 0.503               |
| Organización comunitaria muy débil o inactiva   | 0.187                                      | 0.214   | 0.315  | 0.306  | 0.280   | 0.260               |
| Organización comunitaria básica con participación limitada  | 0.112                                      | 0.071   | 0.105  | 0.184  | 0.200   | 0.134               |
| Organización comunitaria activa con participación de vecinos  | 0.080                                      | 0.043   | 0.035  | 0.061  | 0.120   | 0.068               |
| Organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional | 0.062                                      | 0.031   | 0.021  | 0.020  | 0.040   | 0.035               |
|   | 1.000                                      | 1.000   | 1.000  | 1.000  | 1.000   | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. Nº 098-2018C/ENFEREDJ  
 C.I.R. 18874

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 50 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: organización comunitaria*

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

*Fuente: Elaboración propia.*

**Parámetro: Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres**

Este parámetro se refiere al nivel de conocimiento sobre la ocurrencia de peligros y desastres, en los pobladores que residen en el área de estudio. Se ha identificado los siguientes descriptores:

*Cuadro 51 Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres.*

| ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES            | DESCRIPCIÓN   |
|--|---|
| Población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo         | La población no recibe orientación, educación ni entrenamiento para prevenir o enfrentar desastres.   |
| Acceso muy limitado a información sobre riesgos y desastres                      | La población recibe muy poca información sobre los peligros que pueden afectar a su comunidad y sobre cómo prevenirlos o actuar ante una emergencia   |
| Acceso básico a información y capacitaciones ocasionales                         | La población recibe cierta información sobre riesgos y desastres, pero de manera esporádica y sin un proceso continuo de capacitación.  |
| Población con acceso frecuente a información y programas de capacitación         | Los habitantes reciben de manera continua información y formación sobre los riesgos y desastres que pueden afectar a su comunidad.  |
| Población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo | Conoce de forma precisa los peligros que pueden afectar su barrio, sector o lote, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, así mismo muestra interés sobre la prevención y preparación ante riesgos ya que conoce el origen de los peligros y desastres, así como de las consecuencias. |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 52 Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres.*

| ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES            | Población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo | Acceso muy limitado a información sobre riesgos y desastres | Acceso básico a información y capacitaciones ocasionales | Población con acceso frecuente a información y programas de capacitación | Población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo |
|--|--|---|--|--|--|
| Población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo         | 1.00   | 2.00  | 4.00   | 6.00   | 8.00   |
| Acceso muy limitado a información sobre riesgos y desastres                      | 0.50   | 1.00  | 2.00   | 4.00   | 6.00   |
| Acceso básico a información y capacitaciones ocasionales                         | 0.25   | 0.50  | 1.00   | 2.00   | 4.00   |
| Población con acceso frecuente a información y programas de capacitación         | 0.17   | 0.25  | 0.50   | 1.00   | 2.00   |
| Población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo | 0.13   | 0.17  | 0.25   | 0.50   | 1.00   |
| Suma   | 2.04   | 3.92  | 7.75   | 13.50  | 21.00  |
| 1/suma   | 0.49   | 0.26  | 0.13   | 0.07   | 0.05   |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 53 Matriz de normalización del parámetro: Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres*

| ACCESO A INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES            | Población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo | Acceso muy limitado a información sobre riesgos y desastres | Acceso básico a información y capacitaciones ocasionales | Población con acceso frecuente a información y programas de capacitación | Población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo | Vector Priorización |
|--|--|---|--|--|--|---------------------|
| Población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo         | 0.490  | 0.511   | 0.516  | 0.444  | 0.381  | 0.468               |
| Acceso muy limitado a información sobre riesgos y desastres                      | 0.245  | 0.255   | 0.258  | 0.296  | 0.286  | 0.268               |
| Acceso básico a información y capacitaciones ocasionales                         | 0.122  | 0.128   | 0.129  | 0.148  | 0.190  | 0.144               |
| Población con acceso frecuente a información y programas de capacitación         | 0.082  | 0.064   | 0.065  | 0.074  | 0.095  | 0.076               |
| Población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo | 0.061  | 0.043   | 0.032  | 0.037  | 0.048  | 0.044               |
|  | 1.000  | 1.000   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 54 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a información y capacitación en gestión de riesgo de desastres*

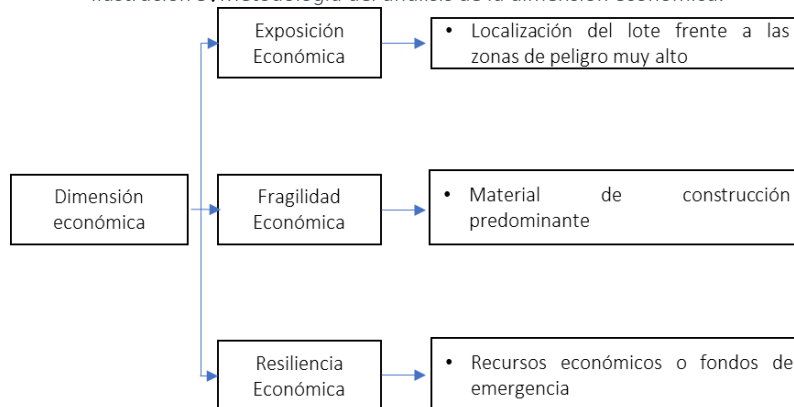
|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.012 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.010 |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2 Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la dimensión económica se considera la localización del lote frente al peligro muy alto y las características de las viviendas como el material de construcción y los recursos económicos o fondos de emergencia (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población), para ello se identificó y seleccionó parámetros de evaluación agrupados por factores de Exposición, Fragilidad y Resiliencia.

*Ilustración 9: Metodología del análisis de la dimensión económica.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 55 Matriz de comparación de pares factores de la dimensión económica.*

| V - ECONÓMICA | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|---------------|------------|------------|-------------|
| Exposición    | 1.00       | 3.00       | 5.00        |
| Fragilidad    | 0.33       | 1.00       | 4.00        |
| Resiliencia   | 0.20       | 0.25       | 1.00        |
| SUMA          | 1.53       | 4.25       | 10.00       |
| 1/SUMA        | 0.65       | 0.24       | 0.10        |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 56 Matriz de normalización de pares de la dimensión económica.*

| V - ECONÓMICA | Exposición | Fragilidad | Resiliencia | Vector Priorización |
|---------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| Exposición    | 0.652      | 0.706      | 0.500       | 0.619               |
| Fragilidad    | 0.217      | 0.235      | 0.400       | 0.284               |
| Resiliencia   | 0.130      | 0.059      | 0.100       | 0.096               |
|               | 0.652      | 0.706      | 0.500       | 0.619               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 57 Índice de consistencia y relación de consistencia de la dimensión económica.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.043 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.083 |

*Fuente: Elaboración propia*

### **Análisis de la exposición económica**

El parámetro considerado para el análisis de la exposición económica es localización del lote frente a zonas de peligro muy alto

*Cuadro 58 Parámetro de exposición económica*

| PARÁMETROS                            | PARÁMETRO  | VALOR |
|---------------------------------------|--|-------|
| PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA | LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO | 1.00  |

*Fuente: Elaboración propia*

### **Parámetro: Localización del lote frente a zonas de peligro muy alto.**

En este parámetro se consideró la cercanía a zonas de peligro muy alto y alto, según los siguientes descriptores.

*Cuadro 59 Parámetro: localización del lote a zonas de peligro muy alto*

| LOCALIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO | DESCRIPCIÓN                      |
|---|----------------------------------|
| Muy cercana   | Muy cercana (< 5 m)              |
| Cercana   | Cercana (5 - 20 m)               |
| Medianamente cerca  | Medianamente cerca (20 m - 50 m) |
| Alejada   | Alejada (50 m - 100m)            |
| Muy alejada   | Muy alejada (> 100 m)            |

*Fuente: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 60 Matriz de comparación de pares del parámetro: localización del lote frente a zonas de peligro muy alto*

| LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO | Muy cercana (< 5 m) | Cercana (5 - 20 m) | Medianamente cerca (20 m - 50 m) | Alejada (50 m - 100m) | Muy alejada (> 100 m) |
|--|---------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Muy cercana (< 5 m)                                      | 1.00                | 2.00               | 4.00                             | 7.00                  | 9.00                  |
| Cercana (5 - 20 m)                                       | 0.50                | 1.00               | 2.00                             | 4.00                  | 6.00                  |
| Medianamente cerca (20 m - 50 m)                         | 0.25                | 0.50               | 1.00                             | 3.00                  | 5.00                  |
| Alejada (50 m - 100m)                                    | 0.14                | 0.25               | 0.33                             | 1.00                  | 3.00                  |
| Muy alejada (> 100 m)                                    | 0.11                | 0.17               | 0.20                             | 0.33                  | 1.00                  |
| SUMA   | 2.00                | 3.92               | 7.53                             | 15.33                 | 24.00                 |
| 1/SUMA   | 0.50                | 0.26               | 0.13                             | 0.07                  | 0.04                  |

Fuente: Elaboración propia

*Cuadro 61 Matriz de normalización del parámetro: localización del lote frente a zonas de peligro muy alto*

| LOCALIZACIÓN DEL LOTE FRENTE A ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO | Muy cercana (< 5 m) | Cercana (5 - 20 m) | Medianamente cerca (20 m - 50 m) | Alejada (50 m - 100m) | Muy alejada (> 100 m) | Vector Priorización |
|--|---------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Muy cercana (< 5 m)                                      | 0.499               | 0.511              | 0.531                            | 0.457                 | 0.375                 | 0.474               |
| Cercana (5 - 20 m)                                       | 0.250               | 0.255              | 0.265                            | 0.261                 | 0.250                 | 0.256               |
| Medianamente cerca (20 m - 50 m)                         | 0.125               | 0.128              | 0.133                            | 0.196                 | 0.208                 | 0.158               |
| Alejada (50 m - 100m)                                    | 0.071               | 0.064              | 0.044                            | 0.065                 | 0.125                 | 0.074               |
| Muy alejada (> 100 m)                                    | 0.055               | 0.043              | 0.027                            | 0.022                 | 0.042                 | 0.038               |
|  | 1.000               | 1.000              | 1.000                            | 1.000                 | 1.000                 | 1.000               |

Fuente: Elaboración propia

*Cuadro 62 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: localización del lote frente a zonas de peligro muy alto*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.031 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.028 |

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de la fragilidad económica

El parámetro considerado para el análisis de la fragilidad económica es:

- Material de construcción.

*Cuadro 63 Análisis de la fragilidad económica.*

| PARÁMETROS               | DESCRIPCIÓN   |
|--------------------------|---|
| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | Determina la capacidad estructural, ductilidad y resistencia sísmica. |

Fuente: Elaboración propia

*Cuadro 64 Matriz de comparación de pares factores de la fragilidad económica.*

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Fragilidad - Económica   | Pesos |
| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | 1.00  |

Fuente: Elaboración propia

**Parámetro: Material de construcción**

*Cuadro 65 Material de construcción.*

| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN     | DESCRIPCIÓN  |
|------------------------------|--|
| Mixto / otros                | Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sean plástico, palos, calamina en los lotes.   |
| Adobe                        | Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea adobe en los lotes.                        |
| Acero - drywall              | Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea de acero - drywall en los lotes.           |
| Ladrillo / bloqueta - piedra | Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea ladrillo / bloqueta o piedra en los lotes. |
| Concreto armado              | Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea de concreto armado en los lotes.           |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 66 Matriz de comparación de pares del parámetro: Material de construcción.*

| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN     | Mixto / otros | Adobe | Acero - drywall | Ladrillo / bloqueta - piedra | Concreto armado |
|------------------------------|---------------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Mixto / otros                | 1.00          | 2.00  | 4.00            | 6.00                         | 9.00            |
| Adobe                        | 0.50          | 1.00  | 3.00            | 5.00                         | 8.00            |
| Acero - drywall              | 0.25          | 0.33  | 1.00            | 4.00                         | 6.00            |
| Ladrillo / bloqueta - piedra | 0.17          | 0.20  | 0.25            | 1.00                         | 3.00            |
| Concreto armado              | 0.11          | 0.13  | 0.17            | 0.33                         | 1.00            |
| SUMA                         | 2.03          | 3.66  | 8.42            | 16.33                        | 27.00           |
| 1/SUMA                       | 0.49          | 0.27  | 0.12            | 0.06                         | 0.04            |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 67 Matriz de normalización del parámetro: Material de construcción.*

| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN     | Mixto / otros | Adobe | Acero - drywall | Ladrillo / bloqueta - piedra | Concreto armado | Vector priorización |
|------------------------------|---------------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| Mixto / otros                | 0.493         | 0.547 | 0.475           | 0.367                        | 0.333           | 0.443               |
| Adobe                        | 0.247         | 0.273 | 0.356           | 0.306                        | 0.296           | 0.296               |
| Acero - drywall              | 0.123         | 0.091 | 0.119           | 0.245                        | 0.222           | 0.160               |
| Ladrillo / bloqueta - piedra | 0.082         | 0.055 | 0.030           | 0.061                        | 0.111           | 0.068               |
| Concreto armado              | 0.055         | 0.034 | 0.020           | 0.020                        | 0.037           | 0.033               |
|                              | 1.000         | 1.000 | 1.000           | 1.000                        | 1.000           | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 68 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material de construcción.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.057 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.051 |

*Fuente: Elaboración propia*

**Análisis de la resiliencia económica**

El parámetro considerado para el análisis de la resiliencia económica es:

- Recursos económicos o fondos de emergencia.

**Parámetro: Recursos económicos o fondos de emergencia**

*Cuadro 69 Estado de conservación.*

| RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA                                    | DESCRIPCIÓN  |
|---|--|
| Sin ahorro ni recursos económicos para emergencias                            | Las familias no cuentan con dinero, reservas económicas ni recursos materiales para enfrentar eventos inesperados como desastres o crisis  |
| Con recursos económicos muy limitados   | Las familias tienen ingresos muy bajos y apenas logran cubrir sus necesidades básicas, por lo que su capacidad para enfrentar emergencias o desastres es muy reducida                                      |
| Con algunos ahorros o recursos básicos  | Las familias cuentan con ciertos recursos económicos o pequeños ahorros, que les permiten cubrir algunas necesidades o enfrentar emergencias menores, aunque su capacidad de recuperación aún es limitada. |
| Con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos               | Las familias cuentan con ingresos relativamente estables y pueden disponer de ahorros o recursos para enfrentar emergencias, aunque estos no siempre son suficientes para cubrir pérdidas muy grandes.     |
| Con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias. | Las familias cuentan con recursos económicos adecuados o posibilidades de financiamiento que les permiten responder y recuperarse frente a eventos adversos o desastre.                                    |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 70 Matriz de comparación de pares del parámetro: Recursos económicos o fondos de emergencia*

| RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA                                    | Sin ahorro ni recursos económicos para emergencias | Con recursos económicos muy limitados | Con algunos ahorros o recursos básicos | Con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos | Con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias. |
|---|--|---------------------------------------|--|---|---|
| Sin ahorro ni recursos económicos para emergencias                            | 1.00   | 2.00                                  | 4.00                                   | 7.00  | 9.00  |
| Con recursos económicos muy limitados   | 0.50   | 1.00                                  | 2.00                                   | 4.00  | 7.00  |
| Con algunos ahorros o recursos básicos  | 0.25   | 0.50                                  | 1.00                                   | 3.00  | 5.00  |
| Con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos               | 0.14   | 0.25                                  | 0.33                                   | 1.00  | 3.00  |
| Con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias. | 0.11   | 0.14                                  | 0.20                                   | 0.33  | 1.00  |
| SUMA  | 2.00   | 3.89                                  | 7.53                                   | 15.33   | 25.00   |
| 1/SUMA  | 0.50   | 0.26                                  | 0.13                                   | 0.07  | 0.04  |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 71 Matriz de normalización del parámetro: Recursos económicos o fondos de emergencia*

| RECURSOS ECONÓMICOS O FONDOS DE EMERGENCIA                                    | Sin ahorro ni recursos económicos para emergencias | Con recursos económicos muy limitados | Con algunos ahorros o recursos básicos | Con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos | Con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias. | Vector Priorización |
|---|--|---------------------------------------|--|---|---|---------------------|
| Sin ahorro ni recursos económicos para emergencias                            | 0.499  | 0.514                                 | 0.531                                  | 0.457   | 0.360   | 0.472               |
| Con recursos económicos muy limitados   | 0.250  | 0.257                                 | 0.265                                  | 0.261   | 0.280   | 0.263               |
| Con algunos ahorros o recursos básicos  | 0.125  | 0.128                                 | 0.133                                  | 0.196   | 0.200   | 0.156               |
| Con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos               | 0.071  | 0.064                                 | 0.044                                  | 0.065   | 0.120   | 0.073               |
| Con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias. | 0.055  | 0.037                                 | 0.027                                  | 0.022   | 0.040   | 0.036               |
|   | 1.000  | 1.000                                 | 1.000                                  | 1.000   | 1.000   | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 72 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Recursos económicos o fondos de emergencia*

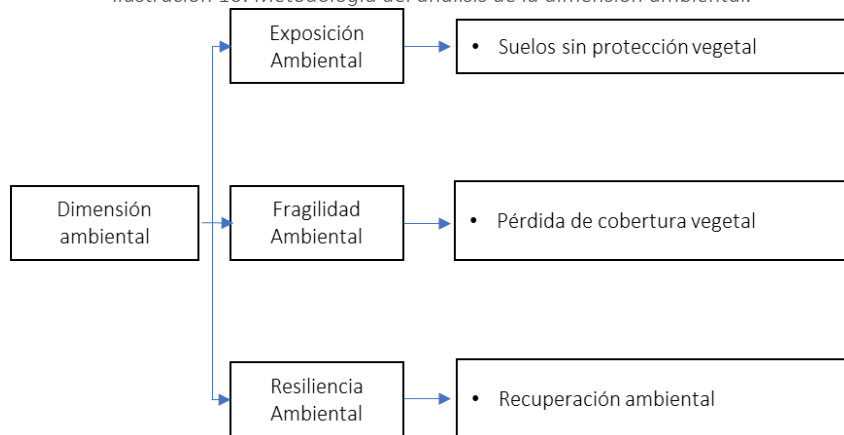
|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.029 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.026 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.2.3 Análisis de la dimensión ambiental

Para el análisis de la dimensión ambiental se considera características del medio ambiente con respecto a la protección vegetal, pérdida de la cobertura vegetal y la recuperación ambiental en sus dimensiones de la exposición, fragilidad y resiliencia.

*Ilustración 10: Metodología del análisis de la dimensión ambiental.*



*Fuente: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 73 Matriz de comparación de pares factores de la dimensión ambiental.*

| DIMENSIÓN AMBIENTAL   | EXPOSICIÓN AMBIENTAL | FRAGILIDAD AMBIENTAL | RESILIENCIA AMBIENTAL |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| EXPOSICIÓN AMBIENTAL  | 1.00                 | 2.00                 | 3.00                  |
| FRAGILIDAD AMBIENTAL  | 0.50                 | 1.00                 | 2.00                  |
| RESILIENCIA AMBIENTAL | 0.33                 | 0.50                 | 1.00                  |
| SUMA                  | 1.83                 | 3.50                 | 6.00                  |
| 1/SUMA                | 0.55                 | 0.29                 | 0.17                  |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 74 Matriz de normalización de pares factores de la dimensión ambiental.*

| V - AMBIENTAL | EXPOSICIÓN | FRAGILIDAD | RESILIENCIA | VECTOR PRIORIZACIÓN |
|---------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| EXPOSICIÓN    | 0.545      | 0.571      | 0.500       | 0.539               |
| FRAGILIDAD    | 0.273      | 0.286      | 0.333       | 0.297               |
| RESILIENCIA   | 0.182      | 0.143      | 0.167       | 0.164               |
|               | 1.000      | 1.000      | 1.000       | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 75 Índice de consistencia y relación de consistencia de la dimensión ambiental.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.005 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.009 |

*Fuente: Elaboración propia*

### Análisis de la exposición ambiental

El parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental es la cercanía a pasivos ambientales.

*Cuadro 76 Parámetros exposición de la dimensión ambiental.*

| PARÁMETROS                            | PARÁMETRO                     | VALOR |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------|
| PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL | SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL | 1.00  |

*Fuente: Elaboración propia*

### Parámetro: Suelos sin protección vegetal

*Cuadro 77 Suelos sin protección vegetal.*

| SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL                                  | DESCRIPCIÓN  |
|--|--|
| Suelo totalmente desnudo sin cobertura vegetal                 | La superficie del terreno no presenta vegetación (pastos, arbustos o árboles), lo que lo hace altamente vulnerable a procesos de degradación ambiental.              |
| Suelo con pérdida severa de vegetación y erosión visible       | Gran parte de la cobertura vegetal ha desaparecido y el suelo muestra signos claros de degradación, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a procesos naturales. |
| Suelo con cobertura vegetal escasa y degradada                 | Existe vegetación en el terreno, pero es poca, dispersa o se encuentra deteriorada, lo que reduce su capacidad de proteger el suelo                                  |
| Suelo con cobertura vegetal parcial                            | Parte del terreno está cubierta por vegetación, lo que brinda cierta protección al suelo, aunque todavía existen áreas expuestas                                     |
| Suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación | El terreno está protegido por vegetación abundante o se están realizando acciones para recuperar la cobertura vegetal, lo que contribuye a la estabilidad del suelo. |

*Fuente: Elaboración propia.*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 78 Matriz de comparación de pares: Suelos sin protección vegetal.*

| SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL                                  | Suelo totalmente desnudo sin cobertura vegetal | Suelo con pérdida severa de vegetación y erosión visible | Suelo con cobertura vegetal escasa y degradada | Suelo con cobertura vegetal parcial | Suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación |
|--|--|--|--|-------------------------------------|--|
| Suelo totalmente desnudo sin cobertura vegetal                 | 1.00   | 3.00   | 5.00   | 7.00                                | 9.00   |
| Suelo con pérdida severa de vegetación y erosión visible       | 0.33   | 1.00   | 3.00   | 5.00                                | 7.00   |
| Suelo con cobertura vegetal escasa y degradada                 | 0.20   | 0.33   | 1.00   | 3.00                                | 5.00   |
| Suelo con cobertura vegetal parcial                            | 0.14   | 0.20   | 0.33   | 1.00                                | 3.00   |
| Suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación | 0.11   | 0.14   | 0.20   | 0.33                                | 1.00   |
| SUMA   | 1.79   | 4.68   | 9.53   | 16.33                               | 25.00  |
| 1/SUMA   | 0.56   | 0.21   | 0.10   | 0.06                                | 0.04   |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 79 Matriz de comparación del parámetro: Suelos sin protección vegetal.*

| SUELOS SIN PROTECCIÓN VEGETAL                                  | Suelo totalmente desnudo sin cobertura vegetal | Suelo con pérdida severa de vegetación y erosión visible | Suelo con cobertura vegetal escasa y degradada | Suelo con cobertura vegetal parcial | Suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación | Vector Priorización |
|--|--|--|--|-------------------------------------|--|---------------------|
| Suelo totalmente desnudo sin cobertura vegetal                 | 0.560  | 0.642  | 0.524  | 0.429                               | 0.360  | 0.503               |
| Suelo con pérdida severa de vegetación y erosión visible       | 0.187  | 0.214  | 0.315  | 0.306                               | 0.280  | 0.260               |
| Suelo con cobertura vegetal escasa y degradada                 | 0.112  | 0.071  | 0.105  | 0.184                               | 0.200  | 0.134               |
| Suelo con cobertura vegetal parcial                            | 0.080  | 0.043  | 0.035  | 0.061                               | 0.120  | 0.068               |
| Suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación | 0.062  | 0.031  | 0.021  | 0.020                               | 0.040  | 0.035               |
|  | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000                               | 1.000  | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 80 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Suelos sin protección vegetal.*

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

*Fuente: Elaboración propia*

### **Análisis de la fragilidad ambiental**

Para el presente análisis se tomaron en cuenta el siguiente parámetro ambiental en cuanto a la fragilidad:

*Cuadro 81 Peso parámetro fragilidad ambiental.*

| Parámetros                   | Pesos |
|------------------------------|-------|
| Pérdida de cobertura vegetal | 1.0   |

*Fuente: Elaboración propia*

### **Parámetro: Pérdida de cobertura vegetal**

Este parámetro está referido a la fragilidad ambiental en cuanto a La pérdida de cobertura vegetal es el proceso mediante el cual desaparece o se reduce la vegetación que cubre el suelo, como

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C/ENFEREDJ  
 C.I.R. 18874

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

árboles, arbustos, pastos o cultivos. Esto deja el terreno expuesto a procesos de degradación ambiental.

*Cuadro 82 Pérdida de cobertura vegetal.*

| PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL                        | DESCRIPCIÓN  |
|---|--|
| Eliminación total de la cobertura vegetal natural   | Más crítico puesto que generaría focos de contaminación y proliferación de vectores.   |
| Pérdida severa de vegetación con suelos expuestos   | Crítico genera focos de contaminación y proliferación de vectores, pero al estar en las vías y calles pueden ser recogidas por el servicio de limpieza.  |
| Reducción moderada de vegetación natural            | Genera focos de contaminación, pero al ser puntos focalizados son de rápida recolección por el servicio de limpieza.                                     |
| Cobertura vegetal parcialmente conservada           | Es el tipo de disposición adecuada que no genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente.  |
| Conservación o recuperación de la cobertura vegetal | Es el óptimo ya que hay conocimiento de las características de los residuos sólidos, genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente. |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 83 Matriz de comparación de pares del parámetro: Pérdida de cobertura vegetal.*

| PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL                        | Eliminación total de la cobertura vegetal natural | Pérdida severa de vegetación con suelos expuestos | Reducción moderada de vegetación natural | Cobertura vegetal parcialmente conservada | Conservación o recuperación de la cobertura vegetal |
|---|---|---|--|---|---|
| Eliminación total de la cobertura vegetal natural   | 1.00  | 2.00  | 5.00                                     | 7.00                                      | 9.00  |
| Pérdida severa de vegetación con suelos expuestos   | 0.50  | 1.00  | 3.00                                     | 6.00                                      | 7.00  |
| Reducción moderada de vegetación natural            | 0.20  | 0.33  | 1.00                                     | 3.00                                      | 6.00  |
| Cobertura vegetal parcialmente conservada           | 0.14  | 0.17  | 0.33                                     | 1.00                                      | 3.00  |
| Conservación o recuperación de la cobertura vegetal | 0.11  | 0.14  | 0.17                                     | 0.33                                      | 1.00  |
| SUMA  | 1.95  | 3.64  | 9.50                                     | 17.33                                     | 26.00   |
| 1/SUMA  | 0.51  | 0.27  | 0.11                                     | 0.06                                      | 0.04  |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 84 Matriz de normalización parámetro: Pérdida de cobertura vegetal.*

| PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL                        | Eliminación total de la cobertura vegetal natural | Pérdida severa de vegetación con suelos expuestos | Reducción moderada de vegetación natural | Cobertura vegetal parcialmente conservada | Conservación o recuperación de la cobertura vegetal | Vector Priorización |
|---|---|---|--|---|---|---------------------|
| Eliminación total de la cobertura vegetal natural   | 0.512   | 0.549   | 0.526                                    | 0.404                                     | 0.346   | 0.467               |
| Pérdida severa de vegetación con suelos expuestos   | 0.256   | 0.275   | 0.316                                    | 0.346                                     | 0.269   | 0.292               |
| Reducción moderada de vegetación natural            | 0.102   | 0.092   | 0.105                                    | 0.173                                     | 0.231   | 0.141               |
| Cobertura vegetal parcialmente conservada           | 0.073   | 0.046   | 0.035                                    | 0.058                                     | 0.115   | 0.065               |
| Conservación o recuperación de la cobertura vegetal | 0.057   | 0.039   | 0.018                                    | 0.019                                     | 0.038   | 0.034               |
|   | 1.000   | 1.000   | 1.000                                    | 1.000                                     | 1.000   | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 85 Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Pérdida de cobertura vegetal.*

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Índice de consistencia             | 0.056 |
| Relación de consistencia (RC <0.1) | 0.050 |

*Fuente: Elaboración propia*

### Análisis de la resiliencia ambiental

*Cuadro 86 Parámetros de resiliencia ambiental.*

| Parámetros             | Pesos |
|------------------------|-------|
| Recuperación ambiental | 1.00  |

*Fuente: Elaboración propia*

### Parámetro recuperación ambiental

*Cuadro 87 Recuperación ambiental.*

| Manejo de Residuos Solidos   | DESCRIPCIÓN  |
|--|--|
| Suelos altamente degradados sin cobertura vegetal                              | Es el más crítico hay desconocimiento total de la normatividad y buenas prácticas ambientales.     |
| Taludes erosionados o con deslizamientos                                       | Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad y buenas prácticas ambientales.  |
| Alteración o obstrucción de drenajes naturales                                 | Se evidencia el conocimiento de normatividad y buenas prácticas ambientales.                       |
| Escasez de áreas verdes o vegetación urbana                                    | Ya se evidencia la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.                   |
| Programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico) | Se garantiza la sostenibilidad de la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales. |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 88 Matriz de comparación de pares del parámetro: Recuperación ambiental.*

| Manejo de Residuos Solidos   | Suelos altamente degradados sin cobertura vegetal | Taludes erosionados o con deslizamientos | Alteración o obstrucción de drenajes naturales | Escasez de áreas verdes o vegetación urbana | Programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico) |
|--|---|--|--|---|--|
| Suelos altamente degradados sin cobertura vegetal                              | 1.00  | 2.00                                     | 4.00   | 6.00  | 8.00   |
| Taludes erosionados o con deslizamientos                                       | 0.50  | 1.00                                     | 2.00   | 4.00  | 6.00   |
| Alteración o obstrucción de drenajes naturales                                 | 0.25  | 0.50                                     | 1.00   | 2.00  | 4.00   |
| Escasez de áreas verdes o vegetación urbana                                    | 0.17  | 0.25                                     | 0.50   | 1.00  | 2.00   |
| Programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico) | 0.13  | 0.17                                     | 0.25   | 0.50  | 1.00   |
| SUMA   | 2.04  | 3.92                                     | 7.75   | 13.50                                       | 21.00  |
| 1/SUMA   | 0.49  | 0.26                                     | 0.13   | 0.07  | 0.05   |

*Fuente: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Cuadro 89 Matriz de normalización del parámetro: Recuperación ambiental.*

| Manejo de Residuos Solidos   | Suelos altamente degradados sin cobertura vegetal | Taludes erosionados o con deslizamientos | Alteración o obstrucción de drenajes naturales | Escasez de áreas verdes o vegetación urbana | Programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico) | Vector Priorización |
|--|---|--|--|---|--|---------------------|
| Suelos altamente degradados sin cobertura vegetal                              | 0.490   | 0.511                                    | 0.516  | 0.444                                       | 0.381  | 0.468               |
| Taludes erosionados o con deslizamientos                                       | 0.245   | 0.255                                    | 0.258  | 0.296                                       | 0.286  | 0.268               |
| Alteración o obstrucción de drenajes naturales                                 | 0.122   | 0.128                                    | 0.129  | 0.148                                       | 0.190  | 0.144               |
| Escasez de áreas verdes o vegetación urbana                                    | 0.082   | 0.064                                    | 0.065  | 0.074                                       | 0.095  | 0.076               |
| Programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico) | 0.061   | 0.043                                    | 0.032  | 0.037                                       | 0.048  | 0.044               |
|  | 1.000   | 1.000                                    | 1.000  | 1.000                                       | 1.000  | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 90 Índice de consistencia y relación de consistencia: Recuperación ambiental*

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Índice de consistencia</b>                | <b>0.012</b> |
| <b>Relación de consistencia (RC &lt;0.1)</b> | 0.010        |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.4 Jerarquización de las dimensiones de la vulnerabilidad

*Cuadro 91 Matriz de comparación de pares – parámetros de análisis de vulnerabilidad.*

| DIMENSIÓN DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD | DIMENSIÓN ECONÓMICA | DIMENSIÓN SOCIAL | DIMENSIÓN AMBIENTAL |
|---|---------------------|------------------|---------------------|
| DIMENSIÓN ECONÓMICA                     | 1.00                | 2.00             | 4.00                |
| DIMENSIÓN SOCIAL                        | 0.50                | 1.00             | 4.00                |
| DIMENSIÓN AMBIENTAL                     | 0.25                | 0.25             | 1.00                |
| SUMA                                    | 1.75                | 3.25             | 9.00                |
| 1/SUMA                                  | 0.57                | 0.31             | 0.11                |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 92 Matriz de normalización – parámetros de análisis de vulnerabilidad.*

| PARÁMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD | DIMENSIÓN ECONÓMICA | DIMENSIÓN SOCIAL | DIMENSIÓN AMBIENTAL | VECTOR PRIORIZACIÓN |
|--|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| DIMENSIÓN ECONÓMICA                      | 0.571               | 0.615            | 0.444               | 0.544               |
| DIMENSIÓN SOCIAL                         | 0.286               | 0.308            | 0.444               | 0.346               |
| DIMENSIÓN AMBIENTAL                      | 0.143               | 0.077            | 0.111               | 0.110               |
|  | 1.000               | 1.000            | 1.000               | 1.000               |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 93 Índice y relación de consistencia – parámetros de análisis de vulnerabilidad.*

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| <b>Índice de consistencia (IC)</b>   | <b>0.018</b> |
| <b>Relación de consistencia (RC)</b> | <b>0.020</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.5 Definición y estratificación de los niveles de vulnerabilidad

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

*Cuadro 94 Niveles de vulnerabilidad.*

| NIVEL    | RANGO |   |   |   |       |
|----------|-------|---|---|---|-------|
| MUY ALTA | 0.267 | ≤ | V | ≤ | 0.461 |
| ALTA     | 0.152 | ≤ | V | < | 0.267 |
| MEDIA    | 0.077 | ≤ | V | < | 0.152 |
| BAJA     | 0.042 | ≤ | V | < | 0.077 |

*Fuente: Elaboración propia*

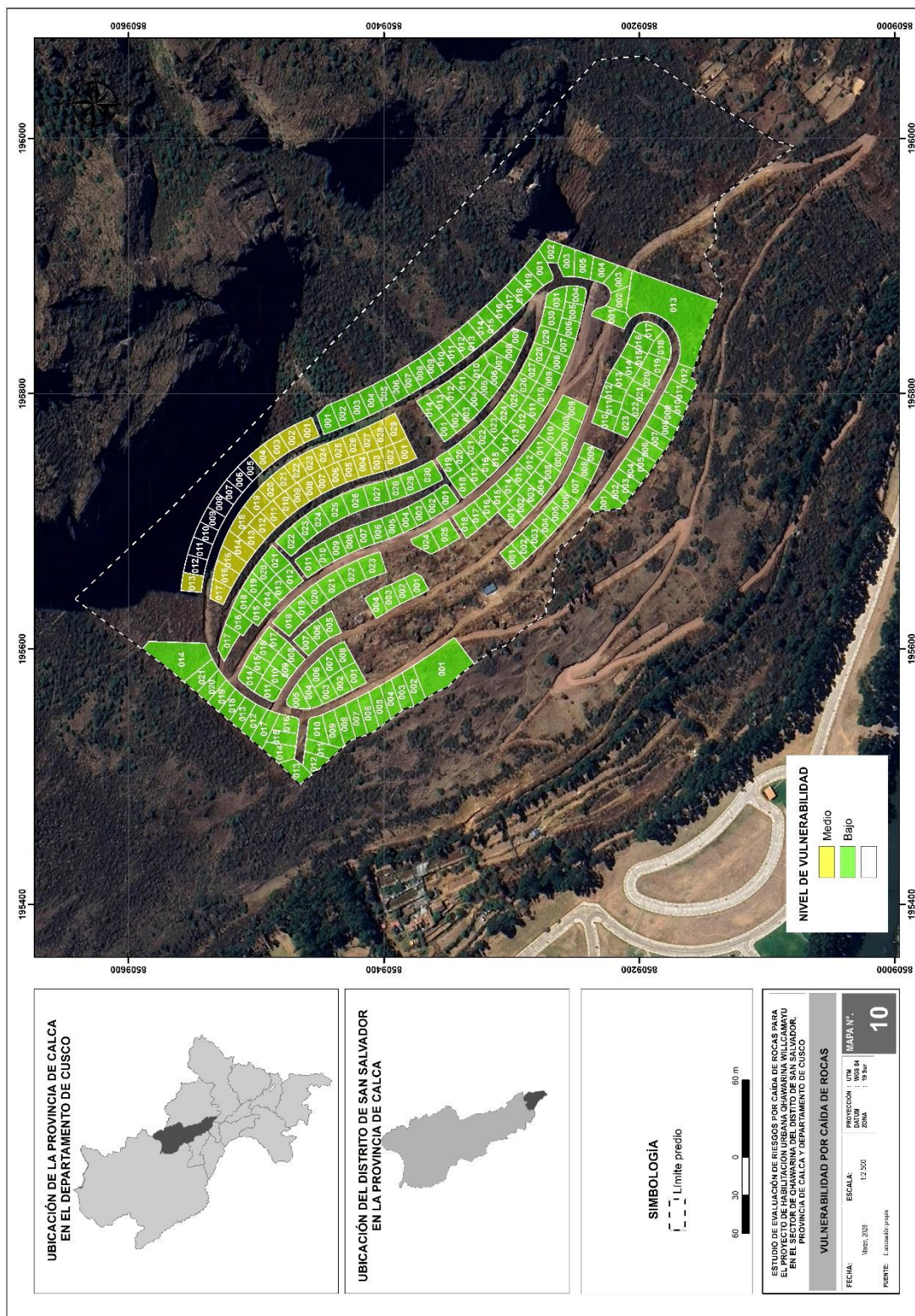
*Cuadro 95 Estratificación de los niveles de vulnerabilidad.*

| NIVELES DE VULNERABILIDAD | DESCRIPCIÓN  | RANGO                     |
|---------------------------|--|---------------------------|
| MUY ALTA                  | En la dimensión social la densidad poblacional es mayor a 15 habitantes, el grupo etario es 0 a 5 años y mayor de 60 años, el acceso a los servicios básicos es ninguno, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo, la organización comunitaria es ausencia total de organización comunitaria; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es muy cercana (< 5 m), el material de construcción predominante es mixto u otros, los recursos económicos o fondos de emergencia son sin ahorro ni recursos económicos para emergencias, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal suelos totalmente desnudo sin cobertura vegetal, la pérdida de cobertura vegetal es eliminación total de la cobertura vegetal natural, la recuperación ambiental son suelos altamente degradados sin cobertura vegetal.   | $0.267 \leq V \leq 0.481$ |
| ALTA                      | En la dimensión social la densidad poblacional es entre 5 a 15 habitantes, el grupo etario es entre 6 a 17 años, el acceso a los servicios básicos es al menos dos SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población tiene acceso básico a información y capacitaciones ocasionales, la organización comunitaria es básica con participación limitada; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es cercana y medianamente cercana entre 5 a 50 m, el material de construcción predominante es adobe y acero drywall, los recursos económicos o fondos de emergencia son con algunos ahorros o recursos básicos, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son con cobertura vegetal escasa y degradada, la pérdida de cobertura vegetal es reducción moderada de vegetación natural, la recuperación ambiental son alteración o obstrucción de drenajes naturales.   | $0.152 \leq V < 0.267$    |
| MEDIA                     | En la dimensión social la densidad poblacional es entre 3 a 5 habitantes, el grupo etario es entre 18 a 29 años, el acceso a los servicios básicos son tres SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población con acceso frecuente a información y programas de capacitación la organización comunitaria es activa con participación de vecinos; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es cercana y medianamente cercana entre 50 a 100 m, el material de construcción predominante es ladrillo /bloqueta piedra, los recursos económicos o fondos de emergencia son con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son suelo con cobertura vegetal parcial, la pérdida de cobertura vegetal es cobertura vegetal parcialmente conservada, la recuperación ambiental son escasez de áreas verdes o vegetación urbana.   | $0.077 \leq V < 0.152$    |
| BAJA                      | En la dimensión social la densidad poblacional es menos de 3 habitantes, el grupo etario es entre 30 a 59 años, el acceso a los servicios básicos cuenta con todos los SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo la organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es cercana y muy alejada mayor a 100 m, el material de construcción predominante es concreto armado, los recursos económicos o fondos de emergencia son con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación, la pérdida de cobertura vegetal es conservación o recuperación de la cobertura vegetal, la recuperación ambiental son con programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico). | $0.042 \leq V < 0.077$    |

*Fuente: Elaboración propia*

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 10 Vulnerabilidad por caída de rocas*



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS NATURALES  
 R.L. Nº 098-20180 ENFERMEDAD CIR. 88741

## CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

### 5.1 Metodología para determinar el nivel 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:

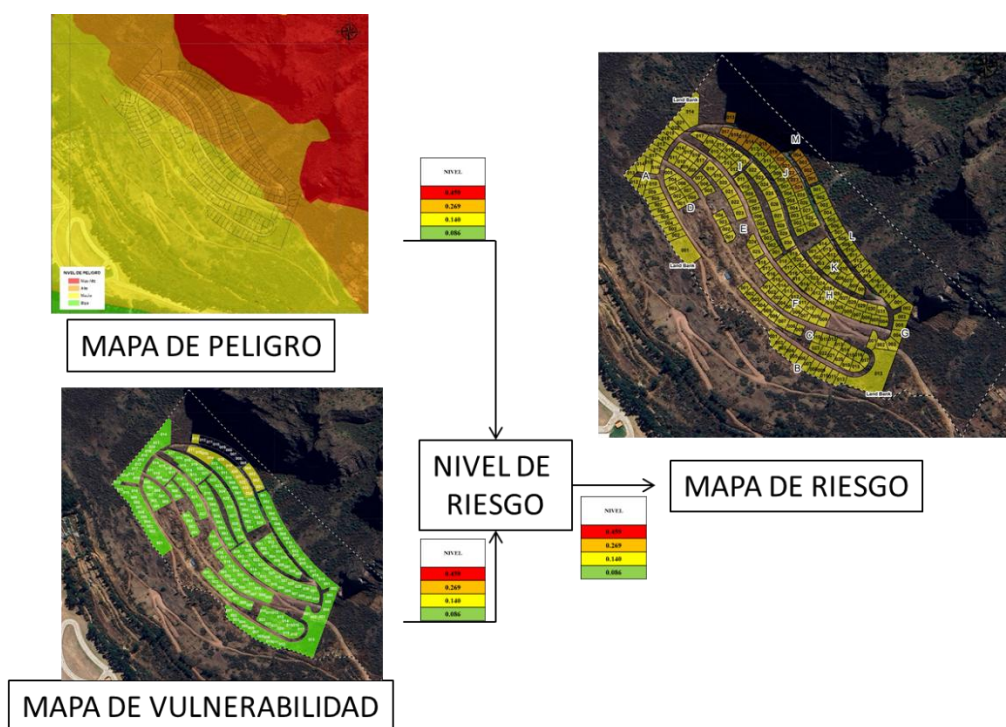
R= Riesgo.

f= En función

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

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Ilustración 11: Análisis de riesgo



Fuente: Modificado del CENEPRED

### 5.2 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 96 Cálculo de los niveles de riesgo.*

|     |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| PMA | 0.477 | 0.037 | 0.073 | 0.127 | 0.220 |
| PA  | 0.266 | 0.021 | 0.041 | 0.071 | 0.123 |
| PM  | 0.141 | 0.011 | 0.022 | 0.038 | 0.065 |
| PB  | 0.074 | 0.006 | 0.011 | 0.020 | 0.034 |
|     |       | 0.077 | 0.152 | 0.267 | 0.461 |
|     |       | VB    | VM    | VA    | VMA   |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 97 Niveles de riesgo.*

| NIVEL    | RANGO |   |   |   |       |
|----------|-------|---|---|---|-------|
| MUY ALTO | 0.071 | ≤ | R | ≤ | 0.220 |
| ALTO     | 0.022 | ≤ | R | < | 0.071 |
| MEDIO    | 0.006 | ≤ | R | < | 0.022 |
| BAJO     | 0.002 | ≤ | R | < | 0.006 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.1 Estratificación del nivel de riesgo

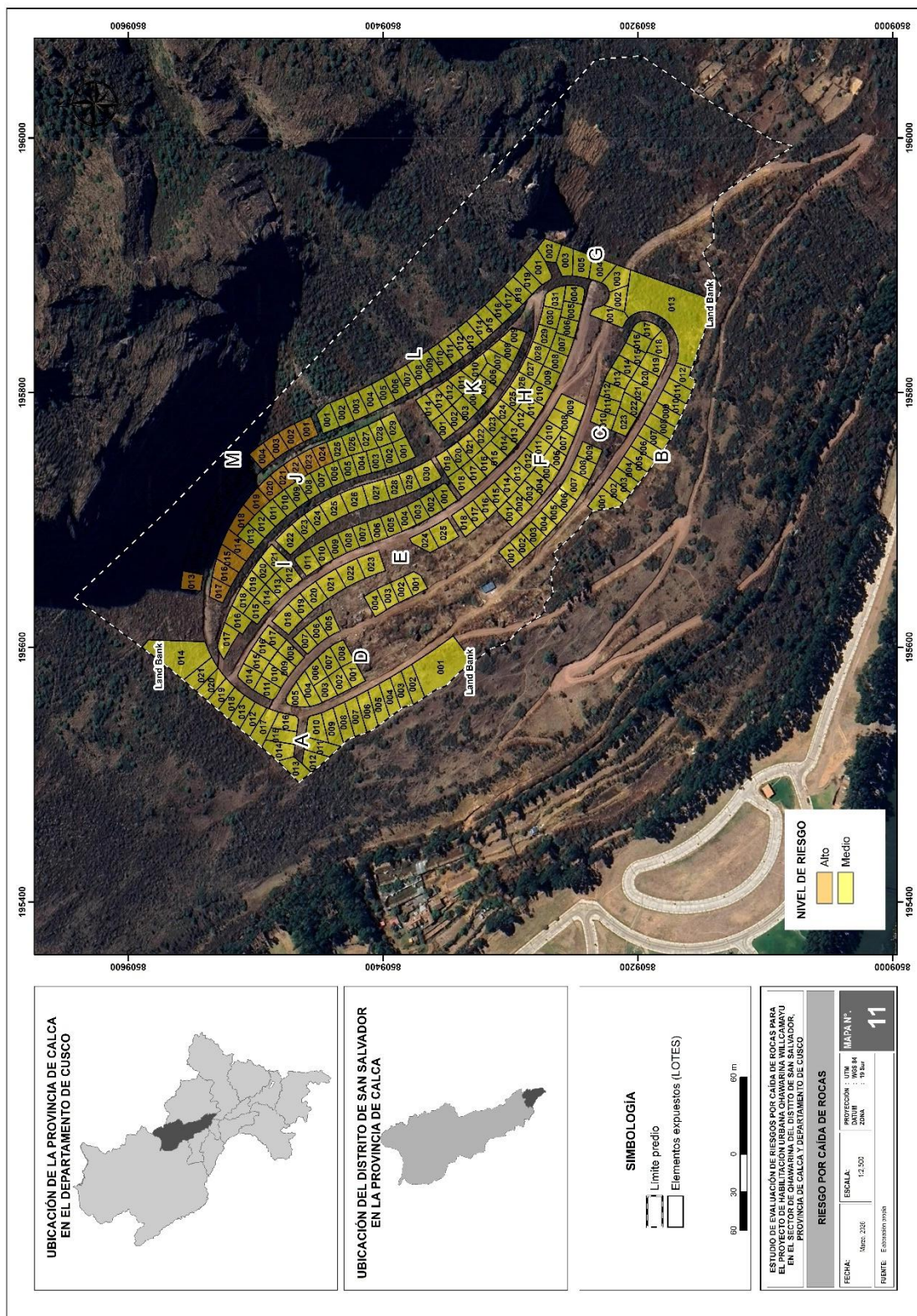
*Cuadro 98 Estratificación de los niveles de riesgo por caída de rocas.*

| NIVELES DE RIESGO      | DESCRIPCIÓN   | RANGO                  |
|------------------------|---|------------------------|
| <b>RIESGO MUY ALTO</b> | Zonas con pendientes mayores a 35°; unidad geológica del Grupo Copacabana; unidad geomorfológica farallón, que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g. En la dimensión social la densidad poblacional es mayor a 15 habitantes, el grupo etario es 0 a 5 años y mayor de 60 años, el acceso a los servicios básicos es ninguno, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población sin acceso a información ni capacitación en gestión del riesgo, la organización comunitaria es ausencia total de organización comunitaria; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es menor a 100m, el material de construcción predominante es mixto u otros, los recursos económicos o fondos de emergencia son sin ahorro ni recursos económicos para emergencias, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal suelos totalmente desnudo sin cobertura vegetal, la pérdida de cobertura vegetal es eliminación total de la cobertura vegetal natural, la recuperación ambiental son suelos altamente degradados sin cobertura vegetal.   | $0.078 \leq R < 0.218$ |
| <b>RIESGO ALTO</b>     | Zonas con pendientes entre 15° a 35°; unidades geológicas de depósitos coluviales o Formación Písac; unidad geomorfológica talud, que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g. En la dimensión social la densidad poblacional es entre 5 a 15 habitantes, el grupo etario es entre 6 a 17 años, el acceso a los servicios básicos es al menos dos SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población tiene acceso básico a información y capacitaciones ocasionales, la organización comunitaria es básica con participación limitada; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es 100 a 200 m, el material de construcción predominante es adobe y acero drywall, los recursos económicos o fondos de emergencia son con algunos ahorros o recursos básicos, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son con cobertura vegetal escasa y degradada, la pérdida de cobertura vegetal es reducción moderada de vegetación natural, la recuperación ambiental son alteración u obstrucción de drenajes naturales.   | $0.021 \leq R < 0.078$ |
| <b>RIESGO MEDIO</b>    | Zonas con pendientes entre 5° a 15°, unidad geológica de depósitos aluviales, unidades geomorfológicas de pie de monte o terraza aluvial, que pueden ser desencadenados que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g. En la dimensión social la densidad poblacional es entre 3 a 5 habitantes, el grupo etario es entre 18 a 29 años, el acceso a los servicios básicos son tres SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población con acceso frecuente a información y programas de capacitación la organización comunitaria es activa con participación de vecinos; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es entre 200 a 300 m, el material de construcción predominante es ladrillo /bloqueta piedra, los recursos económicos o fondos de emergencia son con capacidad moderada de ahorro o acceso a recursos económicos, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son suelo con cobertura vegetal parcial, la pérdida de cobertura vegetal es cobertura vegetal parcialmente conservada, la recuperación ambiental son escasez de áreas verdes o vegetación urbana.   | $0.005 \leq R < 0.021$ |
| <b>RIESGO BAJO</b>     | Zonas con pendientes menores a 5°; unidad geológica de depósitos fluviales; unidad geomorfológica lecho de río, que pueden ser desencadenados que pueden ser desencadenados por una aceleración sísmica de rango muy alto > 0.29g. En la dimensión social la densidad poblacional es menos de 3 habitantes, el grupo etario es entre 30 a 59 años, el acceso a los servicios básicos cuenta con todos los SSBB, el acceso a la información y capacitación en gestión de riesgo de desastres la población capacitada y organizada con educación permanente en gestión del riesgo la organización comunitaria fortalecida con comités de gestión del riesgo y coordinación institucional; en la dimensión económica la localización del lote frente a zonas de peligro muy alto es mayor a 300 m, el material de construcción predominante es concreto armado, los recursos económicos o fondos de emergencia son con ahorros suficientes o acceso a financiamiento para enfrentar emergencias, en la dimensión ambiental los suelos sin protección vegetal son suelo con buena cobertura vegetal o en proceso de revegetación, la pérdida de cobertura vegetal es conservación o recuperación de la cobertura vegetal, la recuperación ambiental son con programas activos de recuperación ambiental (reforestación y manejo ecológico). | $0.001 \leq R < 0.005$ |

*Fuente: Elaboración propia.*

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Mapa 11 Riesgo por caída de rocas



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO SORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L. N° 096-2018C ENFEREJ  
 CIR. 88741

### 5.3 Cálculo de pérdidas probables

#### 5.3.1 Cálculo de pérdidas probables

| Valores en soles por metro cuadrado de área techada |                    |  |   | Costo (S/.) |        |
|---|--------------------|--|---|-------------|--------|
| Tipo  | Elementos          | Descripción  | Costo en soles  |             |        |
| Estructuras   | Muros y columnas   | Columnas, vigas y/o placas de concreto armado y/o metálicas                        | 399.56  | 441.27      |        |
|   | Techos             | Teja sobre viguería de madera  | 41.71   |             |        |
|   | Pisos              | Mármol nacional o reconstituido, parquet fino, cerámica importada, madera fina     | 206.61  | 777.54      |        |
|   | Puertas y ventanas | Aluminio pesado con perfiles especiales, madera fina ornamental, vidrio insulated. | 265.07  |             |        |
| Acabados  | Revestimientos     | Superficie caravista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos.      | 221.11  | 777.54      |        |
|   | Baños              | Baños completos importados con mayólica o cerámico decorativo de color             | 84.75   |             |        |
| Instalaciones eléctricas y sanitarias               |                    |  | Sistema de bombeo de agua potable, ascensor, teléfono, agua caliente y fría, gas natural. | 248.64      | 248.64 |
| Costo en soles por m2 de área techada               |                    |  | 1467.45   | 1467.45     |        |

*Fuente: Elaboración propia*

Se puede calcular que las afectaciones serán mayores a 161 419. 00 soles por predio expuesto (riesgo muy alto y alto), que es el monto calculado con el valor en soles por m2 del anterior cuadro multiplicado por los 110 lotes en condiciones de riesgo alto y muy alto, tomando en cuenta que el valor monetario de posibles pérdidas podría calcularse en más de 87 millones de soles en el posible escenario que no se incorpore la reducción del riesgo en el proyecto habitacional

## CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

La aplicación de medidas preventivas y correctivas en el proyecto de habilitación urbana no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias a futuro, razón por la cual el riesgo por caída de rocas no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona, el riesgo nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas y reductivas del riesgo.

### 6.1 Aceptabilidad y tolerancia del riesgo

#### Valoración de las consecuencias

Del cuadro obtenemos que las c consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo, los que corresponden a un nivel de valoración de consecuencias **ALTO** con un **valor 3**.

Cuadro 99 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

#### Valoración de la frecuencia de recurrencia

Como se indica anteriormente, el fenómeno por caída de rocas mediana recurrencia, de acuerdo con el cuadro la frecuencia presenta un valor 2 con **NIVEL MEDIO**, indicando que puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.

Cuadro 100 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

#### Nivel de consecuencia y daño (Matriz):

Del análisis de la consecuencia y frecuencia del fenómeno natural de caída de rocas, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en el proyecto de habilitación urbana es de **NIVEL 4– ALTO**.

*Cuadro 101 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

### Medidas cualitativas de consecuencia y daño

De las medidas cualitativas de consecuencias y daños por el fenómeno natural de caída de rocas para la habilitación urbana es de **NIVEL 2 – MEDIO**. Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.

*Cuadro 102 Descripción de los niveles 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

### Aceptabilidad y tolerancia

Del cuadro de aceptabilidad y/o tolerancia se obtiene el nivel 3 con el descriptor INACEPTABLE que describe, Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.

*Cuadro 103 Aceptabilidad y/o tolerancia.*

| NIVEL | DESCRIPTOR  | 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

### Matriz de aceptabilidad y tolerancia:

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

*Cuadro 104 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

En el proyecto de habilitación urbana, presenta una consecuencia alta y la frecuencia es media el **riesgo es Inaceptable**, es decir los posibles daños por el riesgo por sismo en el proyecto de habilitación urbana se torna **Inaceptable**.

**Prioridad de la Intervención**

*Cuadro 105 Prioridad de intervención.*

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

*Fuente: CENEPRED, 2014.*

Del cuadro se obtiene que el **NIVEL DE PRIORIZACIÓN ES II – INACEPTABLE**, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.

**6.2 Medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres**

**6.2.1 Medidas de prevención del riesgo de desastres**

Las medidas de prevención del riesgo de desastres comprenden un conjunto de acciones orientadas a evitar la ocurrencia de daños o a reducir sus efectos sobre la población, la infraestructura y el entorno. Estas medidas se clasifican en estructurales y no estructurales, según su naturaleza y forma de intervención.

**A. Medidas de prevención de orden estructural**

Estas medidas actúan sobre la causa o la exposición. Su objetivo es que la roca no llegue a desprenderse o que no haya elementos vulnerables en su trayectoria

- **Desquinche de rocas.** Se debe de eliminar bloques rocosos agrietados o inestables que se encuentren a punto de desprenderse en las crestas y pendientes pronunciadas reduciendo el peligro de caída de rocas
- previa y controlada de aquellos del Sector A. Esta labor de purga preventiva en la fuente es obligatoria para estabilizar el talud superior, inicial antes de consolidar las defensas de la habilitación urbana.

**B. Medidas de prevención de orden no estructural**

Las medidas no estructurales recomendadas para el proyecto incluyen acciones de planificación, regulación, control y educación que buscan evitar o reducir el riesgo antes de que ocurra el evento, sin construir obras físicas.

- **Educación y sensibilización comunitaria.**  
La Municipalidad de San Salvador en coordinación con la asociación de la urbanización en proyecto deben de realizar capacitaciones sobre identificación de señales de desprendimiento, medidas de prevención y acciones durante una emergencia.

- **Supervisión y Cumplimiento Normativo de Estabilidad Estructural**

La Municipalidad Distrital de San Salvador, a través de sus órganos de control, deberá fiscalizar que el diseño y la ejecución de las edificaciones en los lotes del proyecto se ciñan estrictamente al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Se exigirá el cumplimiento riguroso de las normas E.050 (Suelos y Cimentaciones) y E.020 (Cargas) para garantizar la estabilidad estructural, considerando el nivel alto y muy alto a caída de rocas.

- **Redefinición de áreas para la implementación de medidas estructurales**

Se establece que las áreas ubicadas al pie de los taludes del sector norte del proyecto queden exentas de cualquier tipo de infraestructura residencial o urbana. Bajo este criterio, los espacios correspondientes a los lotes 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011 y 012 de la Manzana M serán usados exclusivamente para la implementación y emplazamiento de las medidas estructurales de mitigación (instalación de barreras). Esta disposición permite consolidar una franja de seguridad o área de amortiguamiento con un ancho máximo de 20 metros, reorientando el uso del suelo para alejar la ocupación urbana de la zona de trayectoria de rocas y priorizar la seguridad física de la habilitación urbana.

- **Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Instrumentos de Planificación Territorial y Urbanismo.**

La Municipalidad distrital de San Salvador debe de incluir el riesgo de caída de rocas en los planes urbanos y reglamentos de construcción, y supervisión por parte de la municipalidad de San Salvador para evitar construcciones en zonas que se hayan delimitado como muy alto peligro o en las áreas de amortiguamiento.

### 6.2.2. Medidas de reducción de desastres de orden estructural

Las presentes medidas corresponden a intervenciones físicas y obras de ingeniería orientadas a reducir y controlar el impacto del desprendimiento de rocas que podrían afectar al área del Proyecto de Habilitación Urbana Qhawarina – Wilcamayu.

- **Instalación de barreras**

Considerando que la principal fuente generadora de caída de rocas se localiza en el sector norte del área de estudio, donde se identifican afloramientos rocosos y pendientes pronunciadas, se plantea la implementación de sistemas de barreras de protección.

Estas estructuras están diseñadas para interceptar, contener y disipar la energía cinética de bloques rocosos de diferentes tamaños que descienden por la ladera, evitando su impacto sobre la población, viviendas e infraestructura.

#### Instalación de barreras vivas

La instalación de barreras vivas (bosques de protección) constituye una medida de bioingeniería sostenible y efectiva para la reducción del riesgo por caída de rocas.

En ese sentido, se deberá contemplar la implementación de una barrera viva continua, conformada por especies arbóreas nativas de diferentes, que permitan formar una pantalla flexible natural capaz de reducir la velocidad y energía de los fragmentos rocosos

en descenso. Para garantizar un adecuado anclaje y adaptación a las condiciones bioclimáticas locales, se priorizará el uso de especies forestales y arbustivas de la región, como el Chachacomo o Queñua, las cuales actúan eficazmente en la fijación del suelo coluvial y la amortiguación de impactos mecánicos.

La ubicación de esta barrera deberá establecerse entre las barreras dinámicas y el muro de gaviones, conforme a lo indicado en el Mapa N.º 12: Medidas Estructurales.

### Instalación de Barreras Dinámicas

Las barreras dinámicas contra caída de rocas son sistemas pasivos diseñados para interceptar bloques rocosos desprendidos de laderas, con alta capacidad de absorción de energía de impacto.

En tal sentido, se deberá implementar barreras dinámicas en la parte superior de las barreras vivas, en una longitud aproximada de 550 m, conforme a lo señalado en el Mapa N.º 12: Medidas Estructurales.

*Ilustración 12 Modelo de Barreras Dinámicas*



*Fuente: Imagen referencial de sistemas de mallas de protección contra caída de rocas (rockfall protection systems)*

### Instalación de Muros de Gaviones

La implementación de Muros de Gaviones (con una longitud aproximada de 540 m y una altura de 2.50 a 3.50 m) se establece como una medida estructural pasiva por gravedad en la zona de trayectoria y acumulación, posicionándose longitudinalmente como la última línea de defensa física inmediatamente superior al límite de la lotización de la habilitación urbana. Estas estructuras flexibles y permeables de malla rellenas con roca local absorben impactos dinámicos mediante el reacomodo de las piedras y anulan presiones hidrostáticas gracias a su alta

porosidad, trabajando además en cascada por debajo de las barreras dinámicas para capturar fragmentos menores; asimismo, colindan directamente con las barreras vivas para que sus raíces penetren el cuerpo del muro consolidando una defensa biomecánica integral, dejando una berma horizontal de amortiguamiento frente al pie del talud para forzar la pérdida de inercia del material en descenso (Mapa N.º 12: Medidas Estructurales).

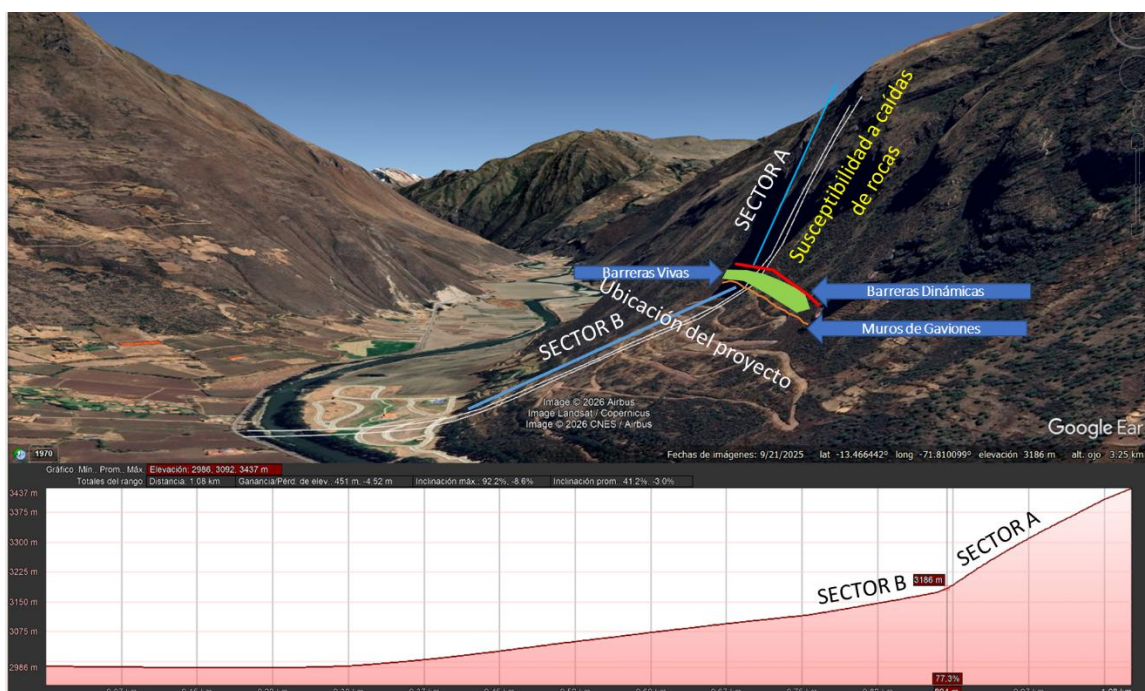
### Descripción grafica de la propuesta de las medidas de reducción de riesgo de orden estructural

La imagen 15, presenta un modelo tridimensional junto con un perfil topográfico del área de estudio, el cual permite analizar la exposición de la ubicación del proyecto ante peligros por caídas de rocas en una zona de ladera.

En el análisis del terreno se distinguen dos sectores principales. **El Sector A** corresponde a la zona de desprendimiento, ubicada en la parte superior del talud, donde se identifica un afloramiento rocoso con pendientes muy pronunciadas, constituyéndose como el área de origen del peligro por inestabilidad de rocas. Por su parte, el **Sector B** corresponde a la zona de trayectoria y acumulación potencial, caracterizada por pendientes más moderadas que conectan la base del talud con la plataforma donde se proyecta el desarrollo urbano. El perfil topográfico evidencia además un desnivel altitudinal significativo, variando aproximadamente entre los 2986 m s.n.m. y 3437 m s.n.m.

En el punto de transición entre ambos sectores se han planteado medidas de reducción de riesgo de tipo estructural, orientadas a la reducción del peligro identificado. Estas comprenden la instalación de barreras dinámicas, conformadas por sistemas de redes y postes capaces de absorber la energía de impacto de bloques en movimiento, implementación de barreras vivas mediante franjas de vegetación densa que actúan como un sistema de contención natural y estabilización superficial del terreno y la instalación de Muros de Gaviones. El objetivo de estas intervenciones es conformar una línea de defensa que permita contener, frenar y desviar posibles desprendimientos desde el **Sector A**, reduciendo la vulnerabilidad del área y garantizando la seguridad de las edificaciones proyectadas en la zona del proyecto.

*Ilustración 13 Imagen referencial de la ubicación del proyecto, la susceptibilidad a caída de rocas y las medidas de reducción de desastres de orden estructural*



*Fuente: Imagen elaborada tomando como fuente Google earth, para la zona de estudio*

#### 6.4. Medidas de reducción de riesgos orden no estructural

- **Monitoreo y mantenimiento del talud**

La Municipalidad de San Salvador en coordinación con la asociación de la urbanización en proyecto debe de realizar inspecciones periódicas para detectar rocas sueltas en los macizos rocosos ubicados principalmente en la zona norte del proyecto.

- **Protocolo de Control de Emisiones Sonoras y Vibraciones Mecánicas**

El Proyecto de Habilitación Urbana Qhawarina – Wilcamayu debe de realizar la habilitación urbana minimizando el impacto sonoro y la generación de microsismos. Las actividades deben ejecutarse empleando métodos de baja frecuencia y tecnologías de control de vibración, limitando estas acciones estrictamente a los niveles necesarios para garantizar la estabilidad estructural sin comprometer la integridad del macizo rocoso.

- **Planes de emergencia y evacuación**

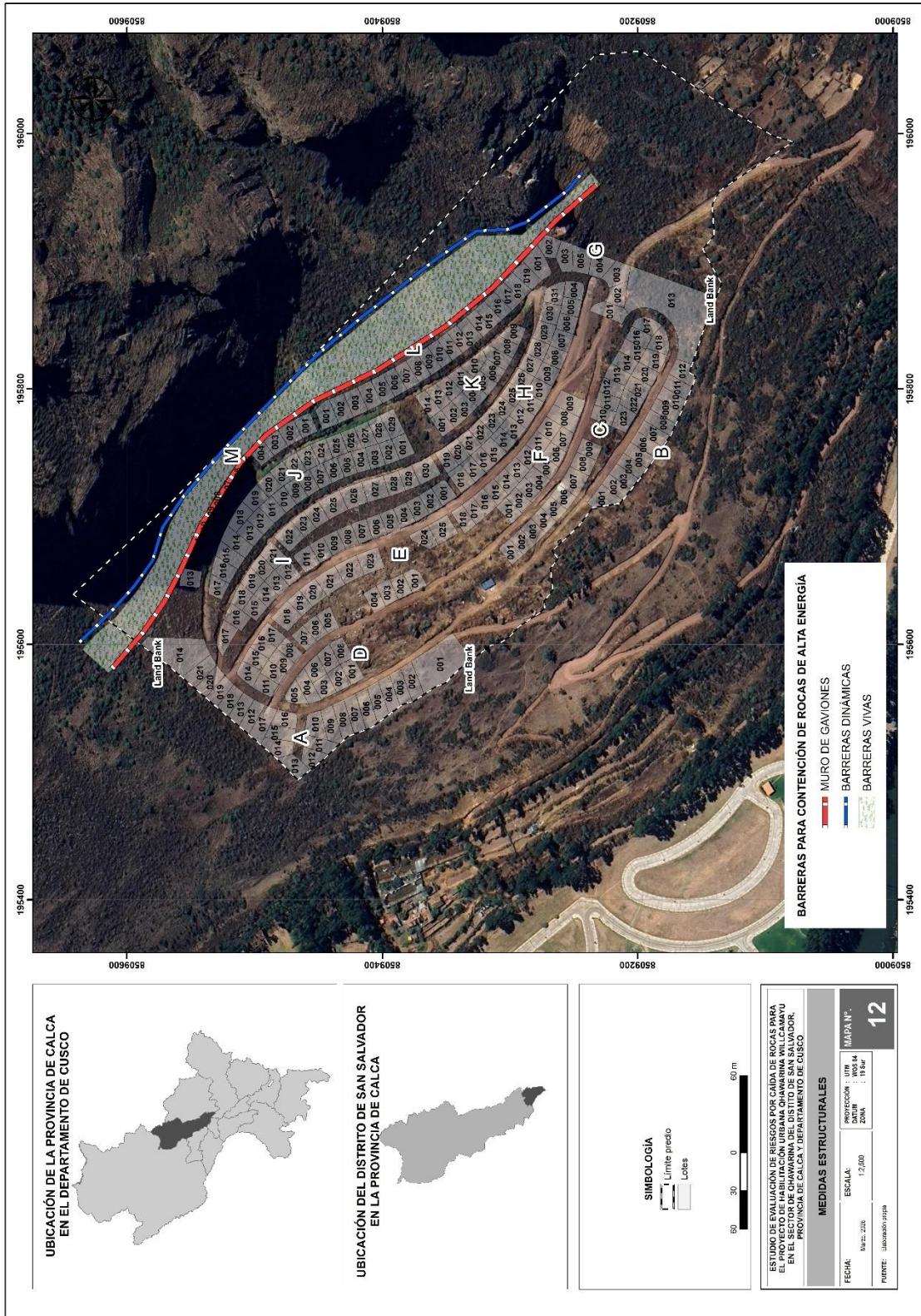
El Proyecto de Habilitación Urbana Qhawarina – Wilcamayu debe de contemplar un plan de emergencia y evacuación donde estén definidas las rutas de evacuación y zonas seguras dentro de la habilitación urbana.

- **Protocolo de Respuesta Operativa: Brigada de Rescatistas**

Se dispone que la Municipalidad de San Salvador supervise la creación de brigadas de rescate vecinales dentro del marco de la Ley N° 29664. Los propietarios y residentes de la urbanización en proyecto asumirán el compromiso de integrar estos equipos de respuesta rápida, los cuales serán instruidos en técnicas de rescate y primeros auxilios para actuar de forma inmediata ante desastres derivados del riesgo de caída de rocas, garantizando la resiliencia de la comunidad.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR CAÍDA DE ROCAS PARA EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA QHAWARINA WILLCAMAYU EN EL SECTOR DE QHAWARINA DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

*Mapa 12 Medidas estructurales para ser implementadas en el ámbito del proyecto*



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
 EVALUADOR DE RIESGO S ORIGINADO POR FENOMENOS NATURALES  
 R.L. N° 056-2018C ENFEREJ  
 CIR. 88741

## CONCLUSIONES

- El proyecto de habilitación urbana 'Qhawarina Willcamayu' se localiza en la margen derecha del río Vilcanota, dentro del distrito de San Salvador, provincia de Calca (Cusco). La propuesta contempla el desarrollo de 250 lotes residenciales de uso familiar, diseñados bajo criterios de ordenamiento territorial y seguridad estructural.
- Las características físicas geográficas del territorio donde se emplaza el proyecto se resumen de la siguiente forma:
  - Las pendientes son bien diferenciadas, pendientes inclinadas en la zona de emplazamiento del proyecto, mientras que hacia el norte es muy notoria la pendiente escarpada en las y pendientes inclinadas en zonas de transición.
  - Las unidades geológicas presentes son los depósitos aluviales que constituyen el terreno de emplazamiento del proyecto de habilitación urbana, así mismo las calizas, conglomerados y lutitas del grupo Copacabana constituye el macizo de origen del fenómeno de caída de rocas.
  - Las unidades geomorfológicas más importantes son las laderas que pueden ser sedimentarias o metamórficas, así mismo el cono de deyección.
- Luego del análisis realizado en el área de estudio, se ha determinado que el nivel de peligro por caída de rocas oscila entre Medio y Alto.
- Bajo un enfoque de gestión prospectiva, se han identificado como elementos expuestos la totalidad de las unidades inmobiliarias proyectadas en la habilitación urbana.
- El análisis de vulnerabilidad aplicado a las unidades inmobiliarias del proyecto con enfoque prospectivo, concluye que hay lotes que presentan vulnerabilidad media (16 lotes) ubicados al norte del proyecto de habilitación urbana y vulnerabilidad baja (226 lotes) de la parte media hacia los lotes de la parte sur
- Como resultado de la matriz de evaluación que integra los factores de peligro y vulnerabilidad, se determinó que los lotes proyectados presentan niveles diferenciados de riesgo, clasificándose en Riesgo Alto (16 lotes) y Riesgo Medio (226 lotes).
- Se determina la redefinición de áreas al pie de los taludes del sector norte, estableciendo que los espacios de los lotes 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011 y 012 de la Manzana M queden exentos de uso residencial y sean destinados exclusivamente para el emplazamiento de las medidas estructurales de reducción de riesgos (instalación de barreras). Esta disposición consolida una franja de seguridad y amortiguamiento de hasta 20 metros de ancho, reorientando el uso del suelo para alejar la ocupación urbana de la zona de trayectoria de rocas y garantizando la seguridad física de la habilitación urbana.
- Los resultados de las matrices de Aceptabilidad y Tolerancia indican que el Riesgo inaceptable lo cual implica actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo

de riesgos; de acuerdo a esto es necesario recomendar la asignación del riesgo según corresponda.

---



**Ing. Edgar Dennis Astete Huaylla**  
EVALUADOR DE RIESGOS ORIGINADO POR FENÓMENOS  
NATURALES  
R.L. N° 056-2018C-ENEPRD/J  
C.I.R. 188741

## RECOMENDACIONES

- La empresa promotora de la ejecución del Proyecto de Habilitación Urbana, debe cumplir la implementación estricta e integral de todas las medidas de prevención y reducción del riesgo descritas en la EVAR, tanto de carácter estructural como no estructural, debiendo para tal efecto coordinar de manera permanente con la Municipalidad Distrital de San Salvador, en el marco de sus competencias en gestión del riesgo de desastres, a fin de viabilizar, supervisar y garantizar la adecuada ejecución de dichas medidas.

El cumplimiento de estas disposiciones resulta fundamental para salvaguardar la vida humana, proteger las viviendas y garantizar la integridad de la infraestructura, contribuyendo a la reducción significativa de la vulnerabilidad de las familias que ocuparán los lotes del proyecto.

- En el marco de sus competencias, la Municipalidad distrital de San Salvador debe de, garantizar y fiscalizar el cumplimiento por parte de la empresa ejecutora de todas las recomendaciones establecidas en la EVAR, asegurando que las medidas de prevención y reducción del riesgo sean implementadas de manera adecuada, oportuna y conforme a las normas técnicas vigentes.

En ese sentido, la Municipalidad cumple un rol fundamental como ente supervisor y garante del interés público, velando por que el proyecto se desarrolle bajo condiciones seguras y que se proteja la vida de la población, las futuras familias beneficiarias, sus viviendas y la infraestructura, reduciendo los niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo frente a la caída de rocas.

PANEL FOTOGRAFICO

Vista panorámica de la ubicación del proyecto de habilitación urbana



Vista del sector de Qhawarina, al fondo se puede observar el proyecto habilitación urbana



Bloques caídos antiguos en la zona del proyecto habilitación urbana



Vías de acceso provisionales en la zona del proyecto habilitación urbana



Afloramiento de roca (calizas) con pendiente muy pronunciada, con fracturamiento moderado a fuerte



Material cuaternario (depósitos coluviales)



Afloramiento de roca muy fracturada



Trabajos de remoción de tierra en la zona del proyecto

