

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS
CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE
REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y
CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO – 2021**

PRESENTADO POR:

Br. STACI ADIETH NOA HUANCA

Br. GABRIELA VARGAS CURSE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

La que suscribe, asesora del trabajo de investigación de tesis titulado: Evaluación de Riesgo por deslizamiento para mejorar las condiciones de habitabilidad de las zonas de reglamentación especial en las quebradas Luis Huayo y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del Distrito, Provincia y departamento del Cusco - 2021 presentado por: Staci Adrieth Noatunanca con Nro. DNI: 70324370, y Gabriela Vargas Curse con Nro. DNI: 74021694, para optar al título profesional de Ingeniero Geólogo.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 vez, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesora, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 25 de septiembre de 2024



Firma

Post firma Dra. Josefina Escalante Gutiérrez

Nro. De DNI 23809533

ORCID del Asesor 0000-0001-9359-0401

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio con la tesis completa.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:385334468

NOMBRE DEL TRABAJO

**Evaluacion de Riesgo por Deslizamiento
para mejorar las condiciones de Habitabi-
lidad de las Zonas**

AUTOR

Noa, S.-Vargas, G.

RECUENTO DE PALABRAS

44091 Words

RECUENTO DE CARACTERES

264560 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

179 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

15.7MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 25, 2024 6:55 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 25, 2024 6:57 PM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- Material bibliográfico
- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

A mi mamita Teodora por ser la fuente de amor, fortaleza y ejemplo constante que me ha guiado en cada paso de este camino. Sus sacrificios y enseñanzas han sido el pilar de todo lo que he logrado y a mi papá Mauro por su apoyo.

A Boris, mi hermanito, por su apoyo incondicional y su cariño que siempre ha sido un refugio en los momentos más difíciles.

A mis gatitos, pequeños ángeles, por ser una compañía inigualable, llenando mis días de ternura y alegría.

Esta tesis es el resultado de la suma de todos ustedes. Gracias por ser mi motor e inspiración.

Staci Adieth Noa Huanca

A Dios primeramente porque grande es su fidelidad y sus misericordias son nuevas cada mañana.

Con todo mi amor a mis Padres Wilbert y Fermina por el esfuerzo inmensurable que hicieron para que pueda cumplir esta meta.

De mi especial consideración a Yari, Heber, Juanje y Mical, porque me animaron y acompañaron en este proceso.

¡Gracias Dios!

Gabriela Vargas Curse

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios por darnos sabiduría y paciencia; a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la culminación de esta tesis.

Agradecemos a la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco y a la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica – FIGMM, por brindarnos la formación académica y los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros asesores Dra. Josefina Escalante Gutiérrez e Ing. Jorge Henry Cuenca Sánchez por su invaluable guía, paciencia y conocimiento, que fueron fundamentales para la realización de esta tesis.

A nuestras familias, por su incondicional apoyo, comprensión y aliento en los momentos más desafiantes.

Queremos hacer una mención especial al Arq. Miguel A. Oscco A. e Ing. Alcira E. Olivera S., quienes con su generosidad y conocimiento nos motivaron a dar lo mejor de nosotras en cada etapa de este proceso.

A nuestros amigos del SAT – ORGRDS por hacernos reír en tiempos difíciles.

A los hermanos de la iglesia IBEC por su aprecio y consideración.

A nuestros amigos de la Universidad con quienes compartimos momentos inigualables.

A nuestros amigos de la Oficina de Defensa Civil de la MPC, por su amistad y motivación.

A todos los mencionados y a aquellos que de alguna manera contribuyeron a este logro, les expreso mi eterna gratitud.

Staci y Gabi

INTRODUCCION

“La evaluación de riesgo es un componente del procedimiento técnico del análisis de riesgo, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgo”, manifestó el especialista del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014), Ing. Jhon Chahua Janampa.

Hoy en día, el análisis de riesgo ya no se limita solamente a la naturaleza como causante de desastres naturales, sino también estudian el rol de la sociedad y sus formas de vida.

La ciudad de Cusco, además de ser un paisaje cultural en expansión, es una realidad dinámica donde los problemas de reorganización interna del espacio urbano y ocupación de zonas de peligro alto y muy alto ante movimientos en masa, representan áreas con mayor incidencia de habitabilidad.

Los movimientos en masa, son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera. (GEMA, 2007)

De acuerdo al Marco Normativo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD, Ley N° 29664 y su Reglamento aprobado mediante D.S. N° 048 – 2011 – PCM, las evaluaciones de riesgo se encuentran dentro del proceso de estimación del riesgo, el cual determina utilizando la metodología descrita en el “Manual para la Elaboración de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales” 2da versión, para determinar los niveles y control de los riesgos.

Como inicio de la presente investigación, se enmarca en la búsqueda de antecedentes, el que se incide en información existente de entidades técnico – científicas: Instituto Geológico,

Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); así como de las entidades asesoras de la Gestión de la Gestión del Riesgo de Desastres: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) e Instituto de Defensa Civil (INDECI), a través del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) y el Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD) correspondientemente.

La presente investigación intitulada “EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO – 2021”; abarca lo siguiente:

En el primer capítulo: Aspectos Generales, se abarcó el planteamiento del problema, la justificación e importancia, los objetivos; asimismo, se exponen las variables y se describe la ubicación de la zona de estudio. Se desarrolla el Marco Referencial y Marco Legal.

En el segundo capítulo, se describe las características geomorfológicas a nivel regional y local de la zona, siendo las laderas moderadamente empinadas a muy escarpadas predominantes en la zona de estudio.

En el tercer capítulo, se abarca la geología, determinándose a nivel regional cuatro unidades geológicas y a nivel local nueve unidades litológicas.

En el cuarto capítulo, se desarrollan las características estructurales, describiéndose las estructuras locales correspondiente a las fallas Cusco y Tambomachay.

En el quinto capítulo, se realizó la caracterización hidrológica e hidrogeológica, así como el mapeo de fuentes de agua.

En el sexto capítulo: Geotecnia, se realizó la síntesis de los estudios de suelos realizados en las Zonas de Reglamentación Especial, en un total de quince (15) estaciones geotécnicas; y se realizaron dos líneas sísmicas mediante el ensayo de refracción sísmica para determinar la estratigrafía y potencia de material en cárcavas impactadas por la acción humana.

En el séptimo capítulo: Geodinámica, se identificó a los sismos como procesos de geodinámica interna más relevante. En la geodinámica externa, se realizó la caracterización de los movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y flujo), y proceso de erosión en laderas.

En el décimo capítulo: Riesgo Geológico, primeramente, se desarrolla el análisis del peligro por deslizamiento (peligro más incidente), en el cual se identificó el área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representando en el mapa de peligrosidad; seguidamente se realizó el análisis de la vulnerabilidad explicado en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia; en sus dimensiones social, económica y ambiental para la determinación de los niveles de vulnerabilidad, el cual fue representando en un mapa. Finalmente se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por deslizamiento de los elementos expuestos y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad. Se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas medidas de prevención y reducción del riesgo.

Finalizando el trabajo de investigación con las Conclusiones donde se indica el nivel de riesgo por deslizamiento de las Zonas de Reglamentación Especial; así como las Recomendaciones de acuerdo al diagnósticos realizados y Bibliografía correspondiente.

RESUMEN

La presente tesis, tiene como objetivo determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos comprendidos en las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco; de esta manera proponer medidas de prevención y reducción para mejorar las condiciones de habitabilidad de la población.

La zona de estudio con un ámbito de influencia correspondiente a 125.42 ha donde se ubicó seis Zonas de Reglamentación Especial, zonificadas de la siguiente manera: 01_ZRE: 3.07 ha, 02_ZRE: 5.81 ha, 03_ZRE: 3.56 ha, 04_ZRE: 1.10 ha, de 05_ZRE: 6.71 ha, 06_ZRE: 2.18 ha.

Para la determinación del peligro se realizó la recopilación de datos de campo y gabinete, donde se determinó: 03 deslizamientos rotacionales activos, 14 deslizamientos rotacionales inactivos y 10 derrumbes; por lo cual se determinó como peligro principal el deslizamiento. Asimismo, se realizó el análisis de la susceptibilidad teniendo como factores condicionantes: geología, geomorfología, pendientes del terreno y cobertura vegetal; como factores desencadenantes: umbrales de precipitaciones máximas y magnitudes sísmicas; finalmente se determinaron los parámetros de evaluación: volumen de deslizamiento y zonificación de áreas inestables.

En cuanto a las Zonas de Reglamentación Especial, se determinó que, 72 lotes se encuentran en peligro muy alto, 99 lotes en peligro alto, 37 lotes en peligro medio y 01 lote en peligro bajo.

Para el análisis de la vulnerabilidad se realizó trabajos de recolección de datos en campo tomando en cuenta los factores exposición, fragilidad y resiliencia en las dimensiones social, económica y ambiental. Del análisis en las Zonas de Reglamentación Especial, se determinó que, 41 lotes se encuentran en vulnerabilidad muy alta, 114 lotes en vulnerabilidad alta, 50 lotes en vulnerabilidad media y 04 lotes en vulnerabilidad baja.

Para el análisis del riesgo, se realizó en función del cálculo del peligro y vulnerabilidad ($f(p, v) = P * V$); del análisis se determinó que, en las Zonas de Reglamentación Especial, 54 lotes se encuentran en riesgo muy alto, 117 lotes en riesgo alto, 37 lotes en riesgo medio y 01 lote en riesgo bajo.

Del Control de riesgo, la zona de estudio se encuentra en riesgo inaceptable de priorización II y se deben realizar actividades inmediatas y prioritarias.

Para los cálculos correspondientes de la presente investigación, se utilizó el Análisis Jerárquico propuesto por Thomas Saaty y para el procesamiento de datos y cartografiado se utilizó el software ArcGIS como Sistema de Información Geográfica (SIG).

PALABRAS CLAVE: Peligro, vulnerabilidad, riesgo, deslizamiento, Zonas de Reglamentación Especial (ZRE), susceptibilidad.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the level of risk of the exposed elements included in the Special Regulation Zones of the Luis Huayco and Chaquihuaycco streams; In this way, propose prevention and reduction measures to improve the living conditions of the population.

The study area with a scope of influence corresponding to 125.42 ha where 06 Special Regulation Zones were located, zoned as follows: 01_ZRE: 3.07 ha, 02_ZRE: 5.81 ha, 03_ZRE: 3.56 ha, 04_ZRE: 1.10 ha, from 05_ZRE: 6.71 ha, 06_ZRE: 2.18 ha.

To determine the danger, field and office data were collected, where it was determined: 03 active rotational landslides, 14 inactive rotational landslides and 10 landslides; Therefore, landslide was determined as the main danger. Likewise, the susceptibility analysis was carried out taking as conditioning factors: geology, geomorphology, terrain slopes and vegetation cover; as triggering factors: maximum rainfall thresholds and seismic magnitudes; finally, the evaluation parameters were determined: landslide volume and zoning of unstable areas.

Regarding the Special Regulation Zones, it was determined that 72 lots are in very high danger, 99 lots in high danger, 37 lots in medium danger and 01 lot in low danger.

For the analysis of vulnerability, data collection work was carried out in the field taking into account the factors exposure, fragility and resilience in the social, economic and environmental dimensions. From the analysis in the Special Regulation Zones, it was determined that 41 lots are in very high vulnerability, 114 lots in high vulnerability, 50 lots in medium vulnerability and 04 lots in low vulnerability.

For the risk analysis, it was carried out based on the calculation of danger and vulnerability ($f(p,v)=P*V$); From the analysis it was determined that, in the Special Regulation Zones, 54 lots are at very high risk, 117 lots at high risk, 37 lots at medium risk and 01 lot at low risk.

From Risk Control, the study area is at unacceptable risk of prioritization II and immediate and priority activities must be carried out.

For the corresponding calculations of this research, the Hierarchical Analysis proposed by Thomas Saaty was used and for data processing and mapping, the ArcGIS software was used as a Geographic Information System (GIS).

KEYWORDS

Danger, vulnerability, risk, landslide, Special Regulation Zones (SRZ), susceptibility.

INDICE

INTRODUCCION.....	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
INDICE	xi
INDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE IMAGENES.....	xvii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xviii
ACRÓNIMOS.....	xx
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	21
1.1 Problema Objeto de Investigación	21
1.1.1 Planteamiento de Problema.....	21
1.1.2 Formulación del Problema	24
1.2 Justificación e Importancia de la Tesis	25
1.2.1 Justificación del Estudio.....	25
1.2.2 Importancia del Estudio.....	25
1.3 Alcances del Estudio	26
1.4 Objetivos de la Investigación	26
1.4.1 Objetivo General.....	26
1.4.2 Objetivos Específicos	26
1.5 Hipótesis de la Investigación	27
1.5.1 Hipótesis General	27
1.5.2 Hipótesis Específicas	27
1.6 Identificación de Variables	28
1.6.1 Variable Dependiente.....	28
1.6.2 Variables Independientes.....	29
1.7 Metodología de la Investigación	29
1.7.1 Tamaño de Muestra.....	29
1.7.2 Métodos que se Emplearon en la Investigación	30
1.7.3 Fases de la Investigación	31
1.7.4 Recolección de Datos	33
1.7.5 Equipos.....	33
1.7.6 Materiales.....	33
1.7.7 Procesamiento de Datos.....	34
1.8 Antecedentes de la Investigación	34
1.8.1 A Nivel Internacional	34
1.8.2 A nivel Nacional	35
1.8.3 A Nivel Regional.....	36
1.8.4 A Nivel Local.....	36
1.8.5 De Tesistas	39
1.9 Ubicación	40
1.9.1 Ubicación Política.....	40
1.9.2 Ubicación Geográfica	40
1.9.3 Ubicación Hidrográfica.....	41
1.10 Accesibilidad	44
1.11 Condiciones Climáticas	45
1.12 Diversidad Biológica	48
1.12.1 Diversidad General de Flora	49
1.12.2 Diversidad General de Fauna	50

1.13	Cobertura Vegetal	51
1.13.1	Arbórea	51
1.13.2	Matorral	52
1.13.3	Herbazal	52
1.13.4	Pastizal	53
1.13.5	Escasa Cobertura	53
1.13.6	Zona Urbana	54
1.14	Marco Referencial	56
1.14.1	Marco Teórico	56
1.14.2	Marco Conceptual	58
1.15	Marco Legal	77
2	CAPÍTULO II: GEOMORFOLOGÍA	79
2.1	Generalidades	79
2.2	Geomorfología Regional	79
2.2.1	Colina en Roca Sedimentaria (RC-rs)	79
2.2.2	Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)	80
2.2.3	Montaña Estructural en Roca Sedimentaria (RME-rs)	80
2.3	Geomorfología Local	82
2.3.1	Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	82
2.3.2	Lecho de Quebrada	82
2.3.3	Ladera Moderadamente Empinada	83
2.3.4	Ladera Empinada	83
2.3.5	Ladera Escarpada o Muy Empinada	84
2.3.6	Cárcava	85
2.4	Análisis de Pendientes	88
2.4.1	Pendientes Llanas a Suaves (0° - 5°)	89
2.4.2	Pendiente Moderada (5° - 15°)	91
2.4.3	Pendiente Fuerte (15° - 25°)	91
2.4.4	Pendiente Muy Fuerte (25° - 45°)	92
2.4.5	Pendiente Muy Escarpada (>45°)	92
3	CAPÍTULO III: GEOLOGÍA	94
3.1	Geología Regional	94
3.1.1	Formación San Sebastián (Qp-ss3)	94
3.1.2	Formación Kayra (Peo-k3)	94
3.1.3	Formación Quilque (Pp-qu3)	94
3.1.4	Formación Puquín (Ks-puq3)	94
3.2	Geología Local	97
3.2.1	Litología	97
4	CAPÍTULO IV: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	108
4.1	Generalidades	108
4.2	Estructuras locales	108
4.2.1	Fallas	108
5	CAPÍTULO V: HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	111
5.1	Hidrografía de las Quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco	111
5.2	Hidrología	111
5.2.1	Parámetros Generales Morfométricos	111
5.3	Hidrogeología	117
5.3.1	Clasificación Hidrogeológica	118
5.3.2	Mapeo Hidrogeológico de Fuentes	121
6	CAPÍTULO VI: GEOTÉCNIA	125
6.1	Resumen del Estudio de Suelos	125
6.1.1	CU-01 Portales de Tica Tica – Distrito Cusco	125

6.1.2	Mecánica de rocas – CU1.....	127
6.1.3	CU-02 Huasahuara, Camino Real, Los Portales de Tica Tica – Distrito Cusco.....	129
6.1.4	CU-03 Javier Pérez de Cuellar – Distrito Cusco.....	131
6.1.5	Mecánica de rocas – CU3.....	133
6.1.6	CU-04 Señor de Huanca – Distrito Cusco.....	135
6.1.7	CU-06 Asociación Lourdes Carrión, El Pedregal – Distrito Cusco.....	136
6.2	Resumen del Estudio Geofísico.....	139
6.2.1	LS – 07 – 472.91 m - Sector: Quebrada Camino Real.....	139
6.2.2	LS – 08 – 302.31 m - Sector: Quebrada Camino Inca.....	144
7	CAPÍTULO VII: GEODINÁMICA.....	148
7.1	Generalidades.....	148
7.2	Geodinámica Interna.....	148
7.2.1	Sismicidad.....	148
7.3	Geodinámica Externa.....	152
7.3.1	Indicadores.....	152
7.3.2	Procesos de Geodinámica Externa – Movimientos en masa.....	153
8	CAPITULO VIII: RIESGO GEOLÓGICO.....	181
8.1	Análisis de Peligro.....	181
8.1.1	Identificación del Peligro.....	181
8.1.2	Metodología para el Análisis de Peligrosidad.....	183
8.1.3	Identificación del Ámbito de Influencia.....	183
8.1.4	Determinación del Peligro.....	184
8.1.5	Análisis de Elementos Expuestos.....	204
8.1.6	Definición de Escenarios.....	206
8.1.7	Estratificación del Nivel de Peligro.....	207
8.1.8	Niveles de Peligro.....	208
8.1.9	Mapa de Peligros.....	209
8.2	Análisis de la Vulnerabilidad.....	211
8.2.1	Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad.....	211
8.2.2	Análisis de la Dimensión Social.....	211
8.2.3	Análisis de la Dimensión Económica.....	214
8.2.4	Análisis de la Dimensión Ambiental.....	217
8.2.5	Cálculo de Vulnerabilidad.....	220
8.2.6	Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad.....	222
8.2.7	Niveles de Vulnerabilidad.....	223
8.2.8	Mapa de Vulnerabilidad.....	224
8.3	Análisis del Riesgo.....	226
8.3.1	Metodología para el Análisis del Riesgo.....	226
8.3.2	Cálculo del Riesgo.....	227
8.3.3	Estratificación del Nivel de Riesgo.....	227
8.3.4	Niveles de Riesgo.....	230
8.3.5	Matriz de Riesgos.....	230
8.3.6	Mapa de Riesgo.....	232
8.4	Control del Riesgo.....	233
8.4.1	Del Control de Riesgos.....	233
8.5	Medidas y Propuestas de Gestión del Riesgo de Desastres.....	237
8.5.1	Medidas Prospectivas y Correctivas.....	237
8.6	Medidas Reactivas.....	244
9	CONCLUSIONES.....	245
10	RECOMENDACIONES.....	247
11	BIBLIOGRAFÍA.....	248
12	ANEXOS.....	252
12.1.1	Matriz de consistencia y operacionabilidad de variables.....	252

12.1.2	Matrices de SAATY.....	252
12.1.3	Modelo de FICHA DE VULNERABILIDAD	252
12.1.4	Mapas temáticos – A-3	252

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Registro de Emergencia 2010, SINPAD	23
Tabla 2 Ubicación política de la zona de estudio	40
Tabla 3 Ubicación geográfica de la zona de estudio	40
Tabla 4 Ubicación hidrográfica de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco	41
Tabla 5 Datos estación meteorológica (1964 – 2014)	46
Tabla 6 Precipitación total mensual – Promedio multi-mensual	47
Tabla 7 Tipos de movimientos en masa	59
Tabla 8 Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera	64
Tabla 9 Clasificación de deslizamientos según su actividad	65
Tabla 10 Características empleadas en el reconocimiento de movimientos del terreno	66
Tabla 11 Escala de SAATY	73
Tabla 12 Geomorfología respecto al área total	86
Tabla 13 Valoración del tipo de pendiente	88
Tabla 14 Pendientes respecto al área total	89
Tabla 15 Geología respecto al área total	106
Tabla 16 Parámetros morfométricos de la zona	112
Tabla 17 Índice de compacidad para la evaluación de la forma	115
Tabla 18 Rangos aproximados del Factor Forma	116
Tabla 19 Altitud media de la Microcuenca	116
Tabla 20 Altitud media	117
Tabla 21 Clasificación hidrogeológica de acuerdo al área de estudio	119
Tabla 22 Inventario de afloramientos	121
Tabla 23 Parámetros de clasificación geomecánica - CU-01 Portales de Tica Tica	126
Tabla 24	126
Tabla 25 Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-01 Portales de Tica Tica	127
Tabla 26 Estación geomecánica 01	127
Tabla 27 Datos del Mapeo de Geomecánica	127
Tabla 28 Valoración del macizo rocoso (R.M.R.)	128
Tabla 29 Calidad del macizo rocoso en función al número de discontinuidades	129
Tabla 30 Calidad de la roca en función al RQD Estación geomecánica (EG – 01)	129
Tabla 31 CU-02 Huasahuara, Camino Real, Portales de Tica Tica	130
Tabla 32 Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-03 Huasahuara, Camino Real, Portales de Tica Tica	131
Tabla 33 CU-03 Javier Pérez de Cuellar	132
Tabla 34 Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-03 Javier Pérez de Cuellar	132
Tabla 35 Estación geomecánica 02	133
Tabla 36 Valoración del macizo rocoso (R.M.R.)	133
Tabla 37 Calidad del macizo rocoso en función al número de discontinuidades	134
Tabla 38 Calidad de la roca en función al RQD Estación geomecánica (EG – 02)	134
Tabla 39 CU-04 Señor de Huanca	136
Tabla 40 Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-04 Señor de Huanca	136
Tabla 41 CU-06 Asoc. Lourdes Carrión, El Pedregal	137
Tabla 42 Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-06 Asoc. Lourdes Carrión, El Pedregal	137
Tabla 43 Ubicación de la línea sísmica ejecutada en la zona	139
Tabla 44 Ubicación UTM de las líneas realizadas	140
Tabla 45 Resumen de resultados del Perfil sísmico LS-07 para A y B	141
Tabla 46 Interpretación de resultados	143
Tabla 47 Ubicación de la línea sísmica ejecutada en la zona	144
Tabla 48 Ubicación UTM de las líneas realizadas	144
Tabla 49 Resumen de resultados del Perfil sísmico LS-07 para A y B	145
Tabla 50 Interpretación de resultados	146
Tabla 51 Factor de zona	149
Tabla 52 Catálogo de sismos históricos del Perú y el grado de intensidad en la Región de Cusco	151
Tabla 53 Inventario de movimientos en masa	153

Tabla 54	Inventario de derrumbes	153
Tabla 55	Inventario de deslizamientos rotacionales activos	154
Tabla 56	Inventario de deslizamientos rotacionales inactivos	155
Tabla 57	Área del flujo de detritos	155
Tabla 58	Descripción del deslizamiento – D1	158
Tabla 59	Panel fotográfico del deslizamiento D1	159
Tabla 60	Descripción de deslizamiento – D2	161
Tabla 61	Panel Fotográfico del deslizamiento D2	162
Tabla 62	Descripción del deslizamiento D3	164
Tabla 63	Descripción de los deslizamientos – D4_D5	165
Tabla 64	Descripción del deslizamiento D6	166
Tabla 65	Descripción de los deslizamientos D7 al D13	167
Tabla 66	Descripción de los deslizamientos D14_15	168
Tabla 67	Descripción del deslizamiento D16	169
Tabla 68	Panel fotográfico del deslizamiento D16	170
Tabla 69	Descripción del deslizamiento D17	172
Tabla 70	Descripción del derrumbe DR1	173
Tabla 71	Descripción del derrumbe DE2	174
Tabla 72	Descripción de los derrumbes – DR3 al DR6	175
Tabla 73	Descripción de los derrumbes-DR7_DR8	176
Tabla 74	Descripción del derrumbe DR9	177
Tabla 75	Descripción del derrumbe DR10	178
Tabla 76	Factores condicionantes respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE	185
Tabla 77	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE	186
Tabla 78	Geología respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE	186
Tabla 79	Pendiente respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE	186
Tabla 80	Factores condicionantes respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE	187
Tabla 81	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE	188
Tabla 82	Geología respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE	188
Tabla 83	Pendientes respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE	188
Tabla 84	Factores condicionantes al área de la zona de estudio 03_ZRE	189
Tabla 85	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE	190
Tabla 86	Geología respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE	190
Tabla 87	Pendientes respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE	190
Tabla 88	Factores Condicionantes respecto al área de la zona de estudio 04_05_ZRE	191
Tabla 89	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE	192
Tabla 90	Geología respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE	192
Tabla 91	Pendientes respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE	192
Tabla 92	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE	193
Tabla 93	Geología respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE	193
Tabla 94	Pendientes respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE	193
Tabla 95	Factores Condicionantes respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE	194
Tabla 96	Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE	195
Tabla 97	Geología respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE	195
Tabla 98	Pendientes respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE	195
Tabla 99	Umbral de precipitaciones mínimas	197
Tabla 100	Magnitud de sismo	198
Tabla 101	Susceptibilidad del área total	198
Tabla 102	Volumen de los deslizamientos rotacionales activos	201
Tabla 103	Volumen de deslizamiento	201
Tabla 104	Zonificación de áreas inestables	202
Tabla 105	Matriz de Peligrosidad	205
Tabla 106	Estratificación del Peligro	207
Tabla 107	Niveles de Peligro	208
Tabla 108	Resumen de la cantidad de lotes respecto al peligro	210
Tabla 109	Parámetro Número de Personas por Lote	212
Tabla 110	Parámetros Tipo de Discapacidad	213

Tabla 111	Parámetro Acceso a Servicios Básicos	213
Tabla 112	Parámetro Conocimiento en Temas de Gestión del Riesgo de Desastres	214
Tabla 113	Parámetro Organización de la Población	214
Tabla 114	Parámetro de la Edificación frente al peligro	215
Tabla 115	Parámetro Material de Construcción de la Edificación	215
Tabla 116	Parámetro Estado de Conservación de la Edificación	216
Tabla 117	Parámetro Ocupación de la Población	216
Tabla 118	Parámetro Ocupación de la Población	216
Tabla 119	Parámetro Cercanía Residuos Sólidos	217
Tabla 120	Parámetro Disposición de Residuos Sólidos	218
Tabla 121	Parámetro Tipo de Disposición de Excretas	218
Tabla 122	Parámetro Manejo de Residuos Sólidos	219
Tabla 123	Parámetro Conocimiento en Temas Ambientales	219
Tabla 124	Cálculo de la Vulnerabilidad del área de estudio	220
Tabla 125	Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad	222
Tabla 126	Niveles de Vulnerabilidad	223
Tabla 127	Resumen de los lotes respecto a la vulnerabilidad	225
Tabla 128	Determinación del Nivel de Riesgo	227
Tabla 129	Estratificación del Nivel de Riesgo	228
Tabla 130	Niveles de Riesgo	230
Tabla 131	Matriz de Riesgo	230
Tabla 132	Resumen de los lotes respecto al riesgo	230
Tabla 133	Valoración de consecuencias	233
Tabla 134	Valoración de la Frecuencia de Recurrencia	234
Tabla 135	Nivel de consecuencia y daño	234
Tabla 136	Consecuencia y daño	235
Tabla 137	Aceptabilidad y/o tolerancia	235
Tabla 138	Matriz de aceptabilidad y tolerancia del riesgo	236
Tabla 139	Priorización de intervención	237

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Ubicación de la zona de estudio	42
Imagen 2	Accesibilidad a la zona de estudio	45
Imagen 3	Cobertura Vegetal de la zona de estudio	55
Imagen 4	Columna Estratigráfica Regional de Cusco	58
Imagen 5	Esquema de caída de rocas	67
Imagen 6	Mapa de la Geomorfología Regional	81
Imagen 7	Mapa de geomorfología de la zona de estudio	87
Imagen 8	Pendientes de la zona de estudio	90
Imagen 9	Mapa de Geología Regional	96
Imagen 10	Mapa Geológico de la zona de estudio	107
Imagen 11	Distancia a las Fallas de la Provincia de Cusco	110
Imagen 12	Mapa de Clasificación hidrogeológica	120
Imagen 13	Inventario de manantes	124
Imagen 14	Mapa de la clasificación SUCS, en las ZRE	138
Imagen 15	Ubicación de las líneas sísmicas	147
Imagen 16	Mapa de Geodinámica externa del área de estudio	157
Imagen 17	Susceptibilidad del área de estudio	199
Imagen 18	Zonificación de áreas inestables	203
Imagen 19	Mapa de peligro del área de estudio	209
Imagen 20	Mapa de vulnerabilidad del área de estudio	224
Imagen 21	Mapa de Riesgo del área de estudio	232

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Hietograma de precipitaciones máximas registradas en 24 horas	46
Gráfico 2 Precipitación total mensual – Promedio multi-mensual	47
Gráfico 3 Temperatura máximas registradas en 24 horas	48
Gráfico 4 Polígono de frecuencias	117
Gráfico 5 Línea Símica LS-07 – A	140
Gráfico 6 Línea Símica LS-07 – B	141
Gráfico 7 Línea Símica LS-08	145
Gráfico 8 Metodología para el análisis de la peligrosidad	183
Gráfico 9 Modelo conceptual de dimensiones de deslizamientos	200
Gráfico 10 Cantidad de lotes respecto al peligro	210
Gráfico 11 Metodología General para determinar los Niveles de Vulnerabilidad	211
Gráfico 12 Metodología del análisis de la dimensión social	212
Gráfico 13 Metodología del análisis de la dimensión económica	214
Gráfico 14 Metodología del análisis de la dimensión ambiental	217
Gráfico 15 Cantidad de Lotes respecto a la vulnerabilidad	225
Gráfico 16 Metodología General para determinar los Niveles de Riesgo	226
Gráfico 17 Cantidad de Lotes respecto al riesgo	231

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Vista panorámica de la zona de estudio orientación NE	43
Fotografía 2 Vista panorámica de la zona de estudio orientación SW	43
Fotografía 3 Vista panorámica de la zona de estudio orientación NE	44
Fotografía 4 Flora de la zona de estudio	49
Fotografía 5 Quebrada Luis Huayco con presencia de eucaliptos	50
Fotografía 6 Vista de los eucaliptos	51
Fotografía 7 Vista de los matorrales de la zona d estudio	52
Fotografía 8 Vista de áreas con pastizales	53
Fotografía 9 Vista de la zona urbana	54
Fotografía 10 Vista de la plataforma vial, el cual es una geoforma de plataforma	82
Fotografía 11 Vista del lecho de quebrada de Luis Huayco	83
Fotografía 12 Vista de la ladera empinada	84
Fotografía 13 Ladera Escarpada	85
Fotografía 14 Cárcavas hacia la margen derecha de la Quebrada Luis Huayco	86
Fotografía 15 Vista de terrenos suaves	89
Fotografía 16 Vista de pendientes moderadamente empinada	91
Fotografía 17 Vista de pendiente fuerte	91
Fotografía 18 Vista de zonas con pendiente muy fuerte	92
Fotografía 19 Vista de pendientes muy escarpadas	93
Fotografía 20 Vista de depósito de relleno	98
Fotografía 21 Vista del depósito residual en calicata	99
Fotografía 22 Vista del depósito residual	99
Fotografía 23 Vista del depósito coluvial	100
Fotografía 24 Vista de los fragmentos de rocas en matriz limo arenoso-arcilloso	101
Fotografía 25 Vista de la Formación San Sebastián	101
Fotografía 26 Vista de los niveles de arenisca de la Formación Kayra	102
Fotografía 27 Vista de la Formación Quilque	103
Fotografía 28 Vista de la Formación Puquín	104
Fotografía 29 Vista de la Formación Maras	105
Fotografía 30 Afloro de manantial, Sector de Villa Rosario	122
Fotografía 31 Afloramiento de manantial, A.P.V. Camino Inca	122
Fotografía 32 Afloramiento de manantial, A.P.V. Cuna del Inca	123
Fotografía 33 Procesos de erosión	179

Fotografía 34 Procesos de erosión.....	179
Fotografía 35 Derrumbe latente	180
Fotografía 36 Procesos de erosión y susceptibilidad alta ante flujos.	180

ACRÓNIMOS

A.P.V.	Asociación Pro Vivienda
CENEPRED	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
GEOCATMIN	Sistema de Información Geológico y Catastral Minero
GDUR	Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
LS	Línea Sísmica
SAATY	The Analytic Hierarchy Process (El Proceso de Jerarquía Analítica)
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGRID	Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres
SINPAD	Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres
SGOT	Subgerencia de Ordenamiento Territorial
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
ZRE	Zonas de Reglamentación Especial
IGP	Instituto Geofísico del Perú



CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problema Objeto de Investigación

1.1.1 Planteamiento de Problema

Durante los últimos años, la demanda urbana de la provincia de Cusco ha estado relacionado directamente con el acelerado crecimiento demográfico de la ciudad, proceso que ha venido ocurriendo espontáneamente y de manera informal, sin la orientación técnica respectiva. En consecuencia, se generó asentamientos humanos no planificados en áreas no aptas para las habilitaciones urbanas identificadas como Zonas de Reglamentación Especial (ZRE), según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco 2013 – 2023, ubicadas en quebradas y laderas, que son zonas favorables a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa como los movimientos en masa.

Se identificó que, las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco afluentes del río Saphy del sector Tica Tica de la Provincia y Región de Cusco han sido afectadas por movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes), debido a las condiciones locales de la zona (geología, geomorfología, pendiente y cobertura vegetal) y por la presencia de precipitaciones pluviales.

Las Asociaciones Pro vivienda que forman parte de las Zonas de Reglamentación Especial, son las A.P.V.'s: Portales de Tica Tica, Javier Pérez de Cuellar, Huasahuara Camino Real, Asociación Villa Cazorla, Señor de Huanca, Camino Inca, Campo Verde, Mirador Salkantay y Lourdes Carrión, los cuales no cuentan con una zonificación del nivel de riesgo ante la ocurrencia de deslizamientos.

Se identificaron 02 deslizamientos rotacionales activos en las A.P.V.'s Huasahuara Camino Real y Portales de Tica Tica; asimismo, existen deslizamientos inactivos con probabilidad de reactivarse en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.



Así mismo, según el reporte de emergencias en el Sistema de Información Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD), se registraron 04 emergencias por lluvias intensas que desencadenaron deslizamientos en el año 2010 en las A.P.V.'s Los Pedregales, Camino Real, Camino Inca y circundantes, los cuales forman parte de las zonas de estudio, lo que ha generado daños a infraestructura pública y privada y pérdidas económicas, como se detalla a continuación:



Tabla 1

Registro de Emergencia 2010, SINPAD

Código	Fecha	Grupo fenómeno	Tipo	Hechos	Daños
56499	16/02/2013	Geodinámica externa	Deslizamiento	Intensas lluvias desencadenan movimientos de masa de tierra y o desplazamiento superficial del suelo a través de líneas de falla o superficie de rotura, se evidencio la presencia de manantes y ausencia de canales de evacuación de aguas pluviales. Asentamiento en los taludes de soporte e la vía vehicular y viviendas de la A.PV. Camino Inca	15 ml de vía vehicular interrumpida 01 muro de contención de vivienda afectada Viviendas en la parte baja del deslizamiento en riesgo de ser aplastado por el desprendimiento de grandes volúmenes de tierra.
37254	24/02/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Intensas lluvias produjeron deslizamientos en la parte noroccidental del distrito del Cusco APV Los Pedregales	90 personas y 17 viviendas afectadas
36484	26/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Intensas lluvias produjeron deslizamientos, huaycos e inundación en sector Tica Tica, Saphy y Centro Histórico del Cusco	1855 personas y 705 viviendas afectadas
37429	25/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Desborde de aguas y deslizamientos en la quebrada Camino Inca desencadenó inundaciones en vías públicas y colapso de viviendas en la APV. Camino Inca.	
37430	26/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Deslizamientos de taludes sobre la vía de la APV. Campo Verde - APV. Inca	Colapso de tramos de la vía de transporte urbano

Fuente: (INSTITUTO DE DEFENSA CIVIL, 2024)



1.1.2 Formulación del Problema

Problema General

- i. ¿Cuál es el nivel de riesgo por deslizamiento de las Zonas de Reglamentación Especial en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco?

Problema Específico

- i. ¿Cuáles son las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas e hidrogeológicas de la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?
- ii. ¿Cuáles son los factores condicionantes, desencadenantes y parámetros de evaluación para el análisis de la peligrosidad?
- iii. ¿Cuál es el nivel de peligro por deslizamiento en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?
- iv. ¿Cuáles son los elementos expuestos ante el peligro en las Zonas de Reglamentación Especial?
- v. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento?
- vi. ¿Cuál es el control de riesgo ante deslizamiento en la Zona de Reglamentación Especial?
- vii. ¿Qué medidas estructurales y no estructurales se recomendará para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?



1.2 **Justificación e Importancia de la Tesis**

1.2.1 **Justificación del Estudio**

El desarrollo del trabajo de investigación es importante porque determina el nivel de riesgo en las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco para lo cual se identificará el peligro predominante al deslizamiento y la vulnerabilidad en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

En la zona de estudio se tiene antecedentes de eventos ocurridos por deslizamientos en las A.P.V's Los Pedregales, Camino Real, Camino Inca y circundantes, para lo cual, la presente investigación propondrá medidas y recomendaciones para prevenir y reducir el riesgo de desastres para mejorar las condiciones de habitabilidad de las Zonas de Reglamentación Especial con el fin de salvaguardar la vida y salud de la población.

Como justificación legal, está basada en el Artículo 5.e.- La promoción, el desarrollo y la difusión de estudios e investigaciones relacionadas con la generación del conocimiento para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Ley N° 29664 – Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento aprobado con el D.S. N° 048 – 2011 – PCM.

Como justificación personal, el siguiente trabajo de investigación tiene finalidad de afianzar nuestros conocimientos académicos en Gestión del Riesgo de Desastres y asimismo en beneficio de las autoridades locales y población de las A.P.V's que se ubican en la zona de estudio.

1.2.2 **Importancia del Estudio**

La Evaluación de Riesgo por fenómenos naturales, es un instrumento de la Gestión de Riesgo de Desastres el cual permite conocer el nivel de riesgo, en el cual se propone medidas y recomendaciones para prevenir y reducir el riesgo determinado.



La presente investigación, determinará el nivel de riesgo por deslizamiento en las Zonas de Reglamentación Especial; el cual tiene por finalidad reducir la vulnerabilidad y el peligro para mejorar las condiciones de habitabilidad conforme a las normativas de planificación urbana.

1.3 Alcances del Estudio

El presente trabajo de tesis tiene como fin, determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos de las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco, el cual permitirá caracterizar las zonas de riesgo muy alto y alto frente a la ocurrencia de deslizamientos; asimismo, describirá las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas y geotécnicas a nivel local.

La presente investigación es importante porque permitirá formular proyectos de prevención y reducción del Riesgo de Desastres; de manera que se salvaguarde la vida y salud de la población.

Esta investigación es de importancia para los profesionales interesados en la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgo y generar antecedentes del área de estudio.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de riesgo por deslizamiento para determinar el nivel de riesgo en las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco.

1.4.2 Objetivos Específicos

- i. Determinar las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas e hidrogeológicas de la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.



- ii. Identificar y cuantificar los factores condicionantes y desencadenantes, así como los parámetros de evaluación para el análisis de peligrosidad.
- iii. Determinar el nivel de peligro por deslizamiento en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.
- iv. Identificar los elementos expuestos ante el peligro en las Zonas de Reglamentación Especial.
- v. Determinar el nivel de vulnerabilidad de las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento.
- vi. Analizar el control de riesgo ante deslizamientos, identificando su aceptabilidad y tolerancia de las Zonas de Reglamentación Especial.
- vii. Proponer medidas estructurales y no estructurales para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.

1.5 **Hipótesis de la Investigación**

1.5.1 **Hipótesis General**

Los Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco se encuentran en niveles de riesgo alto y muy alto por deslizamiento.

1.5.2 **Hipótesis Específicas**

- i. La zona de estudio está constituida predominantemente por depósitos cuaternarios, con geoformas de laderas empinadas a escarpadas, con procesos geodinámicos de erosión en laderas y deslizamientos, sobre suelos predominantes tipo gravas con limos, acuíferos porosos no consolidados e incidencia de manantes
- ii. Para el análisis de la peligrosidad, se tiene como factores condicionantes: pendiente, geología y geomorfología; factores desencadenantes: umbrales de precipitación y



magnitud sísmica; y parámetros de evaluación: volumen de deslizamiento y áreas inestables.

- iii. La zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco se encuentra en niveles de peligro medio, alto y muy alto.
- iv. Los elementos expuestos ante el peligro son la población y viviendas de las Zonas de Reglamentación Especial.
- v. Las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento se encuentran con niveles de vulnerabilidad baja, media, alta y muy alta.
- vi. El control del Riesgo en las Zonas de Reglamentación Especial es inaceptable de priorización II, se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias ante deslizamientos.
- vii. Las medidas estructurales para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco deben ser sistemas de protección de taludes con drenajes pluviales; asimismo, en cuanto a las medidas no estructurales se deben realizar talleres de sensibilización con la población y autoridades.

1.6 Identificación de Variables

1.6.1 Variable Dependiente

- i. Evaluación de riesgo por deslizamiento.



1.6.2 Variables Independientes

Peligro

- i. Geología
- ii. Geomorfología
- iii. Pendiente
- iv. Cobertura Vegetal
- v. Precipitaciones pluviales

Vulnerabilidad

- i. Exposición
- ii. Fragilidad
- iii. Resiliencia

1.7 Metodología de la Investigación

1.7.1 Tamaño de Muestra

Tamaño de muestra:

- Área total: 125.42 ha.

Muestra:

Zonas de Reglamentación Especial que se encuentran en las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco de un área total de 125.42 ha:

- Área de 01_ZRE: 0.93 ha
- Área de 02_ZRE: 1.26 ha
- Área de 03_ZRE: 1.61 ha
- Área de 04_ZRE: 0.23 ha
- Área de 05_ZRE: 1.25 ha



- Área de 06_ZRE: 1.55 ha

Asimismo, se determinó ámbitos de influencia de cada ZRE:

- Área de estudio de 01_ZRE: 3.07 ha; perteneciente a la A.P.V. Portales de Tica Tica.
- Área de estudio de 02_ZRE: 5.81 ha; perteneciente a las A.P.V's. Portales de Tica Tica y Javier Pérez de Cuellar.
- Área de estudio de 03_ZRE: 3.56 ha; perteneciente a la A.P.V. Huasahuara Camino Real.
- Área de estudio de 04_ZRE: 1.10 ha; perteneciente a las A.P.V's. Huasahuara Camino Real, Asociación Villa Cazorla y Señor de Huanca.
- Área de estudio de 05_ZRE: 6.71 ha; perteneciente a las A.P.V's. Camino Inca, Campo Verde y Mirador Salkantay.
- Área de estudio de 06_ZRE: 2.18 ha; perteneciente a la A.P.V. Lourdes Carrión

1.7.2 **Métodos que se Emplearon en la Investigación**

La metodología utilizada en la investigación, es:

Diseño: Investigación No Experimental

El trabajo de investigación es no experimental porque no se realizaron cambios en las variables y datos obtenidos.

Alcance: Investigación Explicativa

El trabajo de investigación no solo persigue describir el problema, sino que busca explicar las relaciones causales expuestas en la hipótesis. Asimismo, utilizamos el análisis y la para obtener el porqué del objeto que se investiga.

Enfoque: Investigación Cuantitativa

El trabajo de investigación es cuantitativo, ya que se realizan encuestas sociales para recoger, procesar y analizar características que se dan en el ámbito de estudio.



1.7.3 Fases de la Investigación

Fase de Planeamiento y Organización

Una vez teniendo el tema apropiado para la realización de la presente tesis de investigación, se programó las fechas de las actividades y trabajos a cumplir y se establecieron las fechas de gabinete y salida de campo en el ámbito de estudio delimitado por las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.

Fase de Gabinete I

Primero, se realizó la recopilación, revisión y clasificación de la información existente: Plan de Desarrollo Urbano Provincia Cusco 2013-2023, Registro histórico de eventos de geodinámica externa en el ámbito de estudio, se recopiló imágenes satelitales del Distrito de Cusco, así como aerofotos de 1984 y 1970 de la provincia del Cusco (ver anexos mapa Cód. EVAR 02 y EVAR 03). Todos los datos e información obtenida se seleccionaron de tal manera que fueron las más actualizadas y fiables posibles.

Segundo, se delimitó el ámbito de influencia de estudio, tomando en cuenta la ocurrencia de deslizamientos de interés identificados satelitalmente, ubicados en las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco y las posibles zonas de afectación directa e indirecta. Por lo que el ámbito está en la zona noroccidental del distrito de Cusco.

Tercero, se eligió la escala de trabajo de campo que ha sido 1/7000 para las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.

Cuarto, se efectuó la preparación de mapas preliminares, para las labores de campo, utilizando las imágenes satelitales disponibles, con ayuda de la data geológica del INGEMMET.



Fase de Trabajo de Campo

Se realizó levantamiento topográfico y toma de Ortofotos con Drone en las Zonas de Reglamentación Especial para un mejor detalle de la zona urbana.

El trabajo de campo estuvo destinada al reconocimiento del área de trabajo; mapeo de unidades geológicas locales, unidades geomorfológicas locales, procesos e inventario de deslizamientos; inventario de fuentes de agua, y otros parámetros condicionantes para el análisis de la susceptibilidad.

Se realizó las encuestas a la población que reside en las Zonas de Reglamentación Especial, tomando en consideración su condición social, económica y ambiental.

Fase de Gabinete II

- i. Se realizó el procesamiento de datos obtenidos en campo para la elaboración de los mapas temáticos de los factores condicionantes y parámetros de evaluación, mediante el software SIG.
- ii. Se realizó el análisis y ponderación de los factores condicionantes parámetros de evaluación de acuerdo a la matriz de Jerarquización Satty a partir de los mapas temáticos, para la determinación de la peligrosidad.
- iii. Se realizó el análisis y ponderación de los factores desencadenantes de acuerdo a la matriz de Jerarquización Satty.
- iv. Se procesó las encuestas realizadas para el análisis y determinación del nivel de la vulnerabilidad.
- v. Se realizó el cálculo de riesgo por deslizamiento en función del peligro y la vulnerabilidad.
- vi. Elaboración del informe final, el cual contendrá los resultados de la investigación y evaluación realizada.



1.7.4 **Recolección de Datos**

El trabajo de investigación abarca lo siguiente:

Técnicas

Encuestas

Las fichas de campo (encuestas) aplicadas en el área de estudio, comprende un cuestionario para la identificación de la población respecto a la dimensión social, económica y ambiental, tomando en consideración aspectos del territorio y respecto al peligro expuesto.

Es un procedimiento de investigación cuantitativa donde el investigador recopila información mediante el cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información.

Observación

Se realizó la preparación de mapas base (geología regional, topográfica a 1 m, ortofoto y aerofotos de 1984 y 1970) para la ubicación de las quebradas; asimismo, el mapeo de unidades geológicas, geomorfológicas, geodinámicas y ubicación de fuentes de agua.

1.7.5 **Equipos**

Instrumentos de Campo

- GPS, brújula, cámara.

Instrumentos de Gabinete

- Laptop, computadora, fotocopidora, impresora.

1.7.6 **Materiales**

Materiales de Campo

- Imagen satelital
- Aerofotos



- Ortofotos-Drone
- Mapa topográfico
- Mapa geológico
- Tablero, lápiz, colores
- Ácido, lupa, rayador
- Poncho de agua
- Picota

Materiales de Gabinete

- Boletines
- Informes técnicos
- Recopilación bibliográfica

1.7.7 Procesamiento de Datos

Se utilizó diferentes programas como el Microsoft Word, Microsoft Excel para realizar cálculos; Google Earth Pro y ArcGIS que servirá para la generación de los diversos mapas.

1.8 Antecedentes de la Investigación

De acuerdo a estudios e investigaciones relacionados con la Evaluación de Riesgos, se ha realizado las consultas de definiciones y metodologías como modelo para el desarrollo de la presente investigación.

1.8.1 A Nivel Internacional

La información recaba en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, fue la siguiente:

Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015

La reducción del riesgo de desastres puede desempeñar un papel fundamental en la promoción de programas debido a sus estrechos vínculos con reducción de la pobreza, el crecimiento sostenible según el Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de



Desastres de las Naciones Unidas, con décadas de experiencia en materia de gestión de desastres y de reducción del riesgo de desastres y del riesgo climático han generado una gran cantidad de conocimientos y buenas prácticas que pueden aplicarse en el sector social y en el sector de la producción y que resulten lógicos desde el punto de vista financiero. Se indica también que, hasta el 2015 las pérdidas económicas ocasionadas por desastres tienen un promedio entre 250.000 millones y 300.00 millones de dólares americanos. Las pérdidas futuras anuales esperadas estiman actualmente de 314.000 millones de dólares americanos solo en el entorno construido.

La evaluación probabilística del riesgo simula que, los desastres futuros según las pruebas científicas es probable que ocurran; en consecuencia, estas evaluaciones del riesgo resuelven el problema que presenta la limitación de datos históricos. A pesar de que exista todo un siglo de datos sobre inundaciones y sequías extremas ocurridas en un país, cualquier modelo derivado de estos datos no podría mostrar los eventos extremos previos que ocurrieron a lo largo de los últimos 1000 años. (INFORME DE EVALUACIÓN GLOBAL SOBRE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, 2015)

1.8.2 **A nivel Nacional**

La información recaba en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, fue la siguiente:

Según la Ley N°29664 Ley de creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, asimismo la creación de los lineamientos y demás normas complementarias para el cumplimiento de los mismos. Mediante Decreto supremo N°111-2012-PCM, del 02 de noviembre del 2012, se aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, definida como “el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.



1.8.3 **A Nivel Regional**

De acuerdo al desarrollo de los planes de la Región Cusco como es: Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, Plan de Contingencia ante Lluvias Intensas y Plan de Operaciones de Emergencia.

1.8.4 **A Nivel Local**

El Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco 2013-2023 (ver anexos mapa Cód. EVAR 04), es un instrumento técnico-normativo que, orienta el desarrollo urbano de las ciudades o conglomerados urbanos, en concordancia con el Plan de Acondicionamiento Territorial; a fin de garantizar la ocupación racional y sostenible del territorio urbano, la reducción de la vulnerabilidad ante desastres, prevención y atención oportuna de los riesgos y contingencias físico-ambientales, y la eficiente dotación de servicios a la población.

Del Plan de Acondicionamiento Territorial Cusco 2018-2038 2023 (ver anexos mapa Cód. EVAR 04), indica que las condiciones topográficas de la provincia, en general, presentan un relieve agreste con pendientes elevadas, las zonas aptas para la urbanización son reducidas, supeditadas a los fondos de valle y rodeadas de vertientes con pendientes fuertemente inclinadas; estas características físicas del territorio provincial hacen que el suelo urbano sea escaso y por lo tanto económicamente inalcanzable, entonces la opción más rápida y sencilla, para la población carente de vivienda (nuevos hogares, familias jóvenes, migrantes, etc.), es ocupar zonas inestables, escarpadas o inundables, las cuales son comercializadas por traficantes de terrenos quienes se valen de la necesidad de vivienda, el débil control urbano y los bajos ingresos económicos.



Según el INGEMMET, en el Boletín serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°8°, año 2021: “Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la Ciudad del Cusco”, se identificaron puntos críticos a peligros geológicos a procesos de movimientos en masa en la zona de estudio correspondiente al sector Camino Real-Tica Tica. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

Las Zonas de Reglamentación Especial (ZRE) en la quebrada Camino Real, según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco 2013 – 2023 (MPCUSCO, 2013), son áreas de peligro muy alto ante movimientos en masa, en este caso los deslizamientos representan una amenaza de alto grado probabilidad de ocurrencia en laderas de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, que expone a la población, infraestructura y medios de vida al peligro. Considerando que estas zonas representan áreas con mayor incidencia de habitabilidad negativa donde se ubican las A.P.V.´s con ocupación territorial de carácter informal. Del reporte SINPAD, las emergencias registradas por la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial del Cusco, se obtuvo la siguiente información:



Cuadro 1

Registro SINPAD – emergencias registradas

REGISTRO SINPAD					
Código	Fecha	Grupo fenómeno	Tipo	Hechos	Daños
37254	24/02/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Intensas lluvias produjeron deslizamientos en la parte nor occidental del distrito del cusco A.P.V. Los Pedregales	90 personas y 17 viviendas afectadas
36484	26/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Intensas lluvias produjeron deslizamientos, huaycos e inundación en sector Tica Tica, Saphy y Centro Histórico del Cusco	1855 personas y 705 viviendas afectadas
37429	25/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Desborde de aguas y deslizamientos en la quebrada Camino Inca desencadenó inundaciones en vías públicas y colapso de viviendas en la A.P.V. Camino Inca	
37430	26/01/2010	Meteorológicos oceanográficos	Precipitaciones lluvia	Deslizamientos de taludes sobre la vía de la A.P.V. Campo Verde – A.P.V. Inca	Colapso de tramos de la vía de transporte urbano

Fuente: SINPAD



1.8.5 De Tesistas

Guisado Sota, K. Y. y Huaman Mescoco, A. (2023), UNSAAC, en su trabajo de investigación “Evaluación de Riesgos Geológicos por Movimientos en Masa en la Comunidad Patacolca, del distrito de Cusipata, Provincia de Quispicanchis del Departamento de Cusco”, indica que en la zona de estudio que comprende los sectores Huancané, Huayllapata y Orcac, se identificaron dos peligros: deslizamiento y reptación de suelos, haciendo el análisis de peligros respectivamente y la vulnerabilidad de la zona de estudio ante la posible ocurrencia, el riesgo es muy alto, afectando en un 100% de la población.

Olivera Borda, M. y Apaza Quispe L. A. (2021), UNSAAC, en su tesis “Evaluación del Riesgo Geológico ante Movimientos en Masa en la Quebrada Sicre, Distrito de Huayopata, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco” explica que, en la quebrada Sicre en mayor proporción predomina el nivel Alto a Muy alto en los sectores de Sicre, Yanayaco, Pedregal y Tablahuasi ante flujo de detritos.

Aguilar Chávez, Y. Y. y Cáceres Quispe, J. M. (2023), UNSAAC, en su investigación “Evaluación del riesgo geológico para la adecuada expansión del borde urbano en el Sector Quilque, Distrito-Cusco-Cusco, 2021”; formula evaluar el riesgo geológico para la adecuada expansión del borde urbano en el sector Quilque, distrito – Cusco – Cusco, obteniendo como resultado que en la zona existe riesgo geológico alto a muy alto respecto a remoción en masa por precipitaciones y también por sismicidad.

Condorhuacho Valdeiglesias, R. F. y Suni Mendoza, K. (2023), UNSAAC, en su tesis “Evaluación de riesgos por deslizamiento en la quebrada Saqramayo – en los distritos de Cusco, provincia y región del Cusco 2020”, determinó que 109 lotes se encuentran en riesgo muy alto, 61 lotes en riesgo alto, 36 lote en riesgo medio y 35 lotes en riesgo bajo.



1.9 Ubicación

La zona de estudio, es una microcuenca delimitada por las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco afluentes del río Saphy, situado al noroccidente de la ciudad de Cusco, el cual limita hacia el noreste con la zona arqueológica de Sacsayhuamán, hacia el suroeste con la Comunidad Campesina de Huampár del distrito de Poroy.

1.9.1 Ubicación Política

Políticamente la zona de estudio que está delimitada las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, se encuentra ubicada en:

Tabla 2

Ubicación política de la zona de estudio

Región	Provincia	Distrito	Sector
Cusco	Cusco	Cusco	Tica Tica

1.9.2 Ubicación Geográfica

Geográficamente la zona de estudio se encuentra en la proyección WGS84, franja 18L, con las siguientes coordenadas geográficas y UTM:

Tabla 3

Ubicación geográfica de la zona de estudio

Quebrada	Zona	Coordenadas Geográficas	
		Latitud Sur	Longitud Oeste
Luis Huayco y ChaquiHuaycco	18L	13.504035	71.999801
		Coordenadas UTM	
		Este	Norte
		824803.849	8505103.523
		Altitud Media m.s.n.m.	
		3615	



1.9.3 Ubicación Hidrográfica

A nivel hidrográfico, la zona de estudio pertenece a la categoría siguiente:

Tabla 4

Ubicación hidrográfica de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco

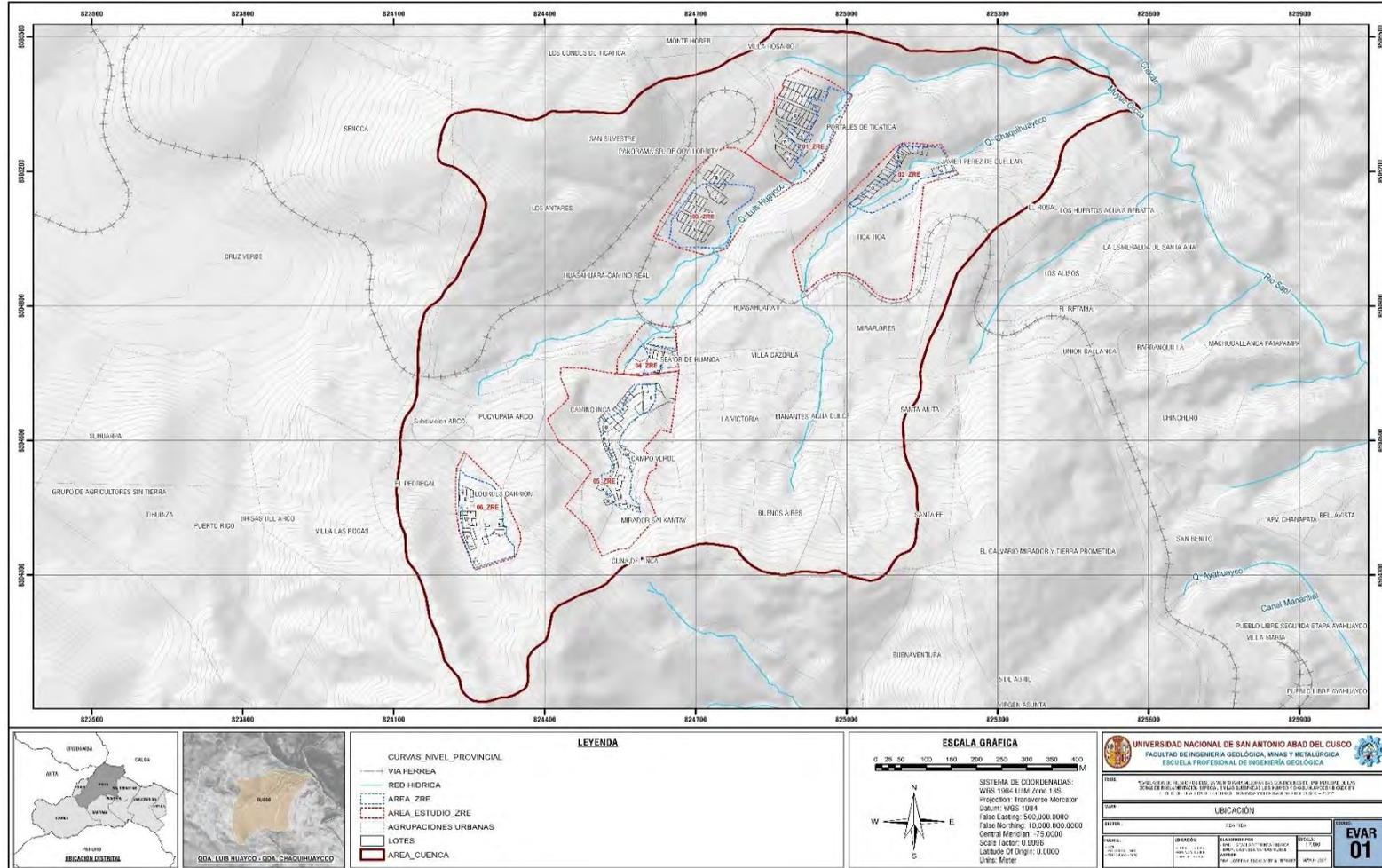
Cuenca (Unidad Hidrográfica)	Nivel	Código Pfafstetter
Región hidrográfica del río Amazonas	1	4
Intercuenca Alto Amazonas	2	49
Cuenca hidrográfica del río Ucayali	3	499
Cuenca del río Urubamba - Vilcanota	4	4994
Cuenca río Huatanay	5	4994974
Microcuenca del río Saphy	6	4994974
Quebradas Luis Huayco – Chaquihuaycco	7	499497466

Fuente: Delimitación y Codificación de unidades hidrográficas del Perú (*MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2012*)



Imagen 1

Ubicación de la zona de estudio



Nota. Vista de la delimitación de la microcuenca de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco



Fotografía 1

Vista panorámica de la zona de estudio orientación NE



Nota. Orientación NE

Fotografía 2

Vista panorámica de la zona de estudio orientación SW



Nota. Orientación SW



Fotografía 3

Vista panorámica de la zona de estudio orientación NE



Nota. Orientación NE

1.10 Accesibilidad

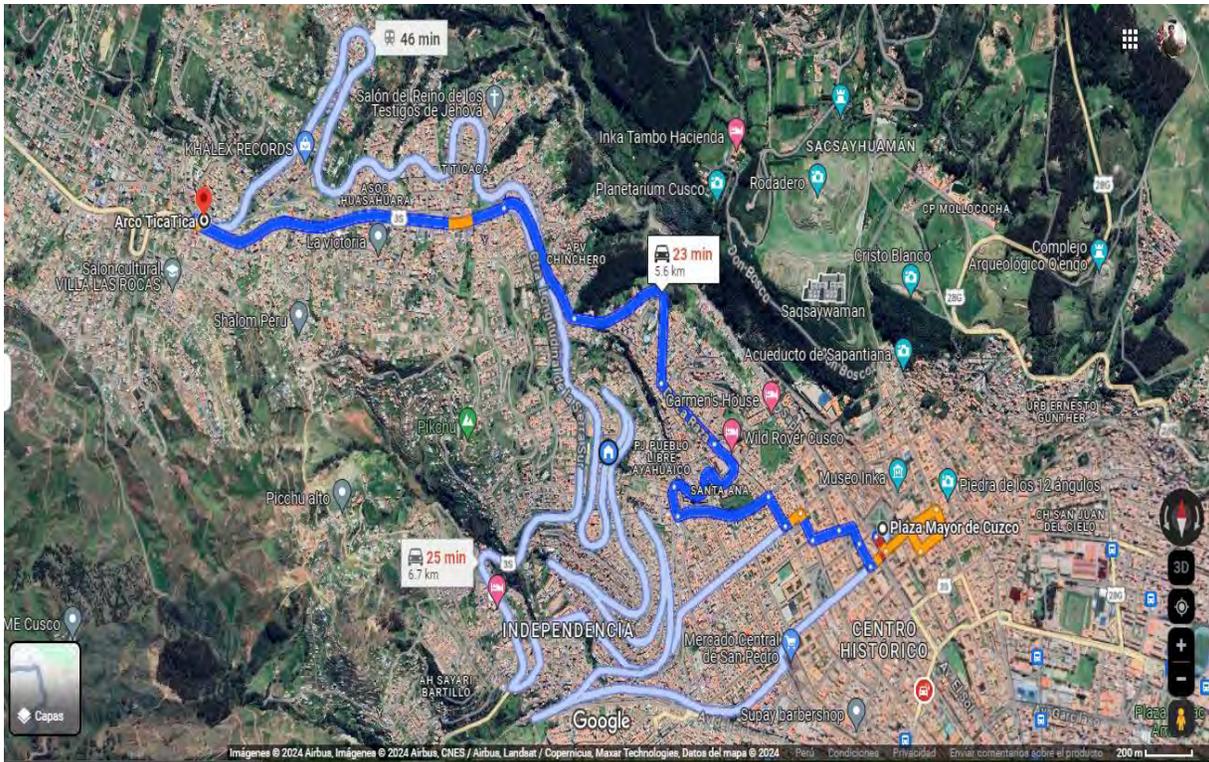
El acceso a la zona de estudio, se detalla a continuación:

- Por la vía asfaltada de primer orden Cusco – Abancay 3S, a 23 min de la Plaza de Armas de la ciudad del Cusco; en el paradero denominado Huanca.



Imagen 2

Accesibilidad a la zona de estudio



Fuente: Google Maps

1.11 Condiciones Climáticas

El clima en la provincia de Cusco es relativamente fresco, aunque muy variante, ya que puede cambiar de un sol radiante a una lluvia torrencial en cuestión de minutos.

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

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



Precipitación

- **Precipitación diaria máxima:** se tienen las series históricas de los parámetros climatológico: precipitación máxima 24 horas, de la estación meteorológica de Kayra:

Tabla 5

Datos estación meteorológica (1964 – 2014)

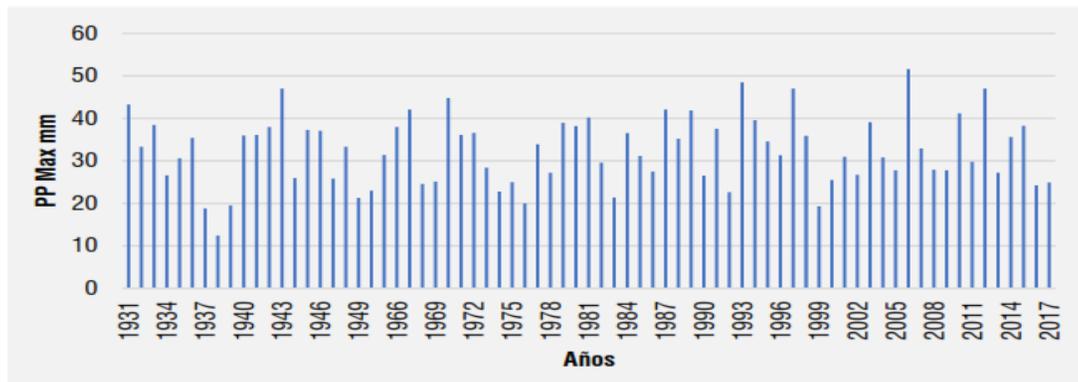
CAT	Estación	Provincia	Distrito	Altitud	Latitud	Longitud
CO	Kayra	Cusco	San Jerónimo	3219.00	13°33´25´´	72°52´31´´

Fuente: SENAMHI – Estación Kayra / Adaptado 41ZRE

Debido a la mayor cercanía al ámbito de estudio, para el análisis de precipitaciones máximas de han utilizado los datos de la estación Kayra, cuyo registro de precipitación máxima en 24 horas se muestran en el siguiente gráfico:

Gráfico 1

Hietograma de precipitaciones máximas registradas en 24 horas



Fuente: Datos obtenidos de SENAMHI – Estación Kayra / Adaptado 41ZRE

- **Régimen de la precipitación estacional:** las características estacionales del clima en el ámbito de evaluación manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones. En el siguiente cuadro se presentan el promedio multi-mensual de la precipitación total de la estación que se encuentra en el ámbito de



influencia, asimismo en el gráfico se aprecia la variación de la precipitación, lo que demuestra el carácter estacional de la precipitación. El comportamiento de la precipitación de la estación meteorológica considerada en la presente evaluación, de acuerdo a los periodos de lluvia y meses de transición, se detallan a continuación:

Tabla 6

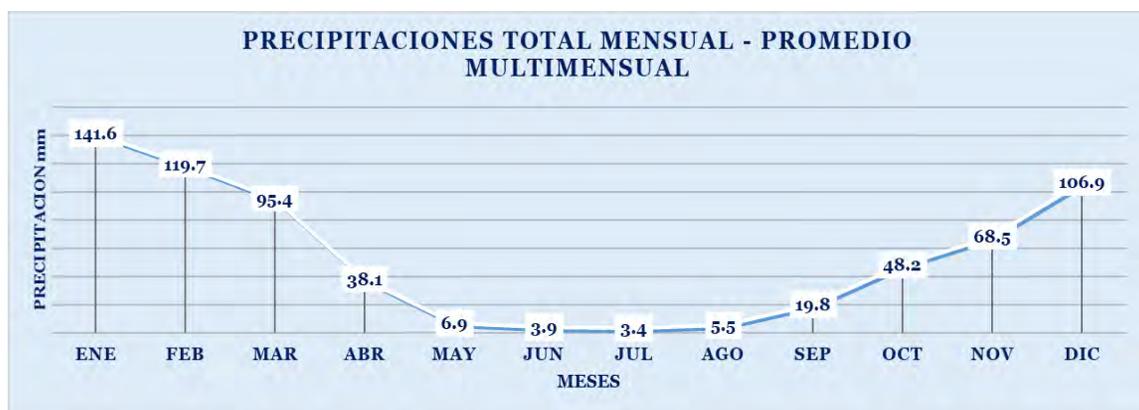
Precipitación total mensual – Promedio multi-mensual

Promedio de Precipitación (mm)			
ENE	141.6	JUL	3.4
FEB	119.7	AGO	5.5
MAR	95.4	SEP	19.8
ABR	38.1	OCT	48.2
MAY	6.9	NOV	68.5
JUN	3.9	DIC	106.9
TOTAL, PROMEDIO		658.0	
		54.83 (mensual)	

Fuente: SENAMHI – Estación Kayra / Adaptado 41ZRE

Gráfico 2

Precipitación total mensual – Promedio multi-mensual



Fuente: SENAMHI – Estación Kayra / Adaptado 41ZRE



Temperatura

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

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

Gráfico 3

Temperatura máximas registradas en 24 horas



Fuente: SENAMHI – Estación Kayra / Adaptado 41ZRE

1.12 Diversidad Biológica

En la zona de estudio de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco se tiene una gran variedad de flora y fauna concorde al clima.



1.12.1 Diversidad General de Flora

Las especies más abundantes fueron ichu (*Stipa ichu*), eucalipto (*eucalyptus Globulus*), arbustos espinosos (*colletia spinosissima*), zapatillas (*calceolaria tripartita*), arbustos pequeños (*senna versicolor*).

Fotografía 4

Flora de la zona de estudio





Fotografía 5

Quebrada Luis Huayco con presencia de eucaliptos



1.12.2 Diversidad General de Fauna

Las especies que se avistaron en la zona de estudio fueron poroncco (cavia tschudii), asimismo por las indicaciones de la población circundante se indica que avistaron comadrejas (mustela frenata).



1.13 Cobertura Vegetal

Las áreas y porcentajes ocupados por los diferentes tipos de cobertura en la zona de estudio, fueron las siguientes:

1.13.1 Arbórea

Muy pocas áreas de estudio tuvieron este tipo de vegetación, se evidenció en general plantaciones dispersas de Eucalyptus Globulus, siendo Stipa ichu una especie abundante en el sotobosque de estas plantaciones. A pesar de presentar una gran abundancia el eucalipto en este tipo de cobertura, este no presentó una clara dominancia, esto también se refleja en el bajo grado de uniformidad y diversidad, lo que indica que Eucalyptus globulus y Stipa ichu dominan este tipo de cobertura.

Fotografía 6

Vista de los eucaliptos





1.13.2 **Matorral**

De manera general, los matorrales dominan todo el ámbito de estudio, debido a que es un área urbana principalmente, las coberturas vegetales no tienen una formación plenamente natural. Las especies más abundantes fueron *Colletia spinosissima*, *Ageratina* sp., y *Senna versicolor* siendo la primera una especie muy utilizada como cerco vivo y planta ornamental. Este tipo de cobertura mostró un alto grado de uniformidad, indicando que las especies se distribuyen equitativamente en este tipo de formaciones.

Fotografía 7

Vista de los matorrales de la zona d estudio



1.13.3 **Herbazal**

Las hierbas parecen competir con los matorrales por espacio y luz, por lo que su área es reducida. Sin embargo, algunas especies de hierbas prosperan en cuanto a diversidad, debido a que las hierbas necesitan un poco de sombra y humedad para poder desarrollarse, por lo que la presencia de un riachuelo por la zona ayuda a su desarrollo. Este tipo de especies se distribuyeron muy equitativamente en este tipo de cobertura.



1.13.4 **Pastizal**

El ámbito de estudio presenta indicios de haber sido antes un área mayormente dominada por pastizales, debido a la presencia de *Stipa ichu* (Ichu) en todas las unidades de vegetación. Todos los tipos de cobertura son actualmente utilizados como áreas para pastoreo. La especie más abundante fue *S. ichu*, la cual mostró una dominancia relativamente alta.

Fotografía 8

Vista de áreas con pastizales



1.13.5 **Escasa Cobertura**

Comprende aquellas zonas del área de estudio, donde la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.



1.13.6 Zona Urbana

Se considera área urbana o centros poblados urbanos aquellos con 2 mil y más habitantes, de la zona de estudio se observa que la zona urbana ocupa el mayor porcentaje de área.

Fotografía 9

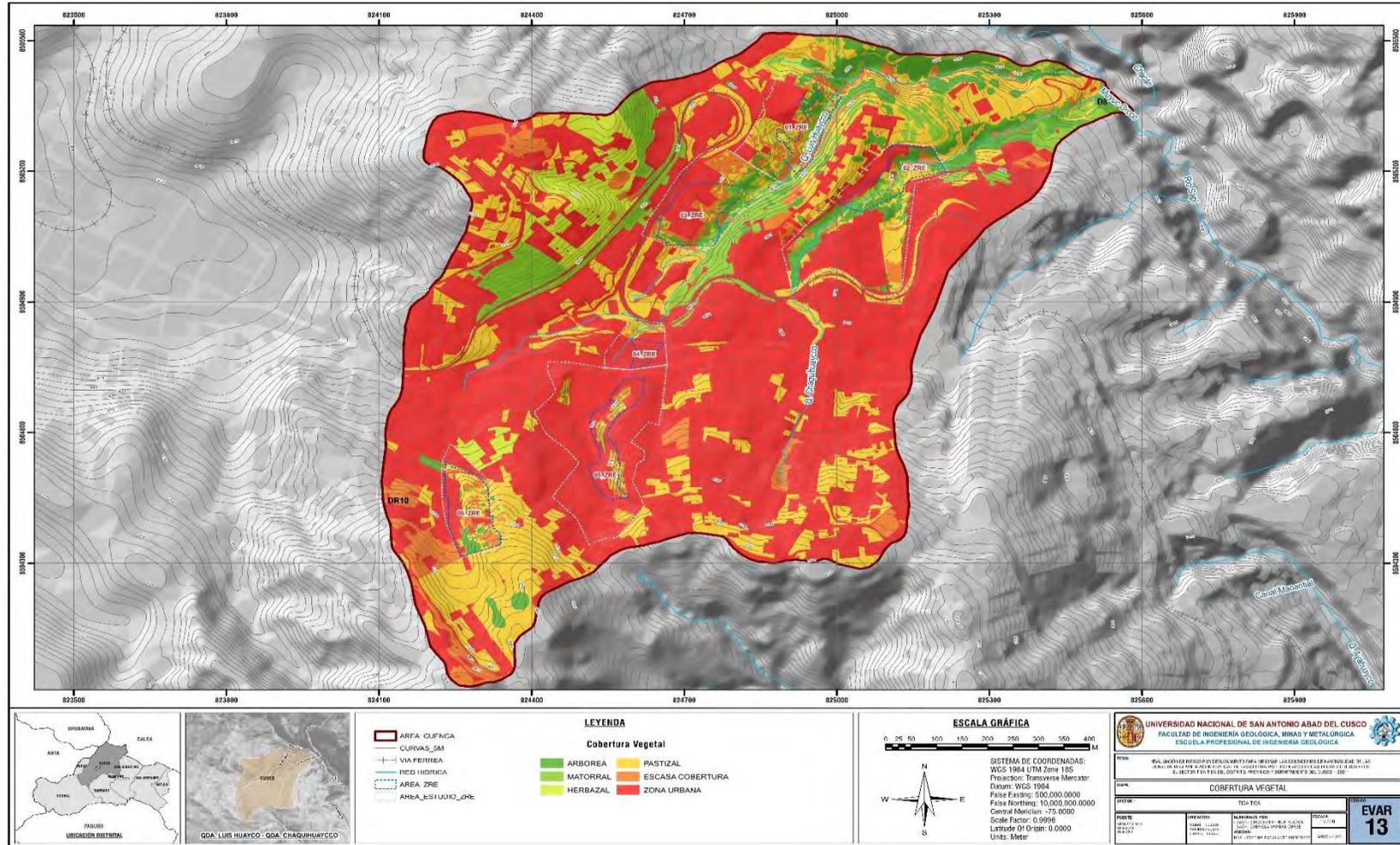
Vista de la zona urbana





Imagen 3

Cobertura Vegetal de la zona de estudio



Nota. Hillshade a partir del DEM



1.14 Marco Referencial

1.14.1 Marco Teórico

Geología regional

Formación San Sebastián: Pleistoceno inferior (Q-sa)

La Formación San Sebastián (Gregory, 1916), está caracterizada por formar dos secuencias (Cabrera, 1988), la primera, grano decreciente constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos y lutitas lacustres y palustres con niveles de diatomitas y calcáreos en la parte superior. La segunda, grano creciente, compuesta por conglomerados y areniscas de conos – terrezas fluvio torrenciales que indican el cierre de la cuenca. (INGEMMET, GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO, 2011)

Formación Kayra: Eoceno Inferior (Peo-ky)

La Formación Kayra (Córdova, 1986; Carlotto, 1998), aflora ampliamente al sur de la ciudad del Cusco, donde forma parte del sinclinal de Anahuarqui y anticlinal de Puquín, al oeste. Está constituida esencialmente por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y microconglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos de un medio fluvial altamente entrelazado. El espesor de esta unidad varía entre 2000 y 3000 m. (INGEMMET, GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO, 2011)

Formación Quilque- Paleoceno Inferior (Pp-qu)

La Formación Quilque (Gregory, 1916; Carlotto, 1992), aflora al oeste de la ciudad del Cusco. Litológicamente es un conjunto de más de 150 m de grano estrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados, estos últimos formados por la erosión de costras calcáreas y calizas. (INGEMMET, GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO, 2011)



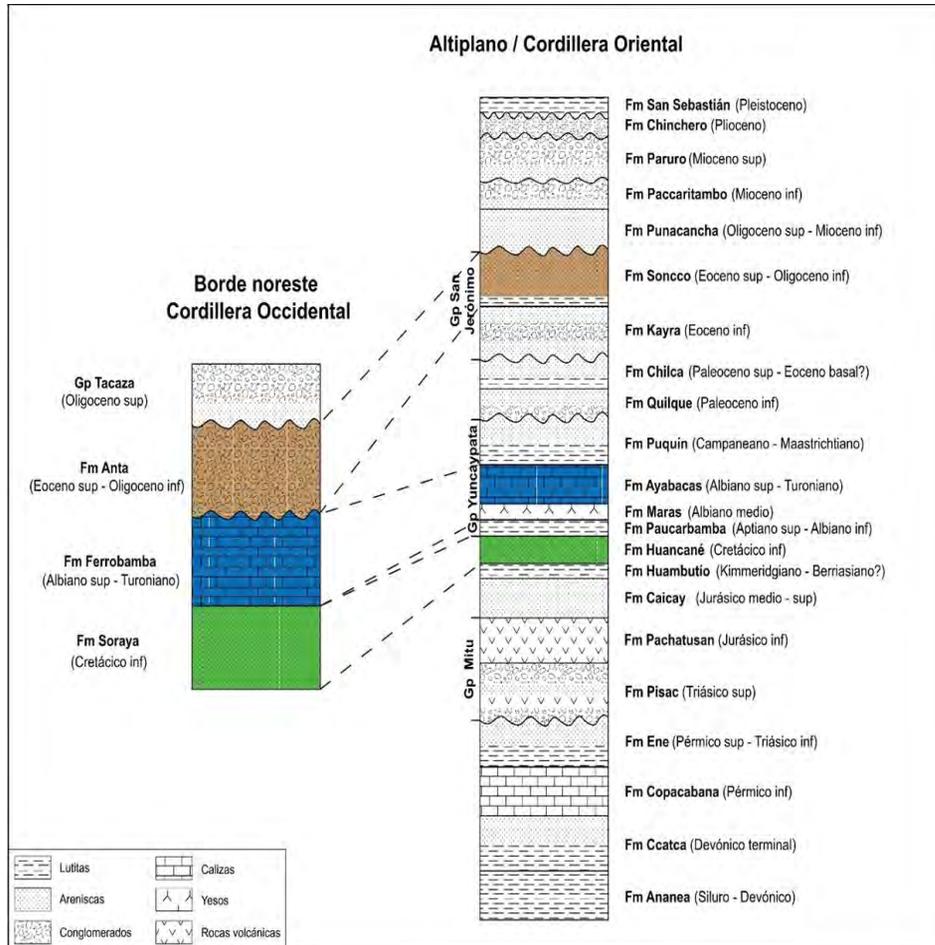
Formación Puquín: Coniaciano-Maestrichtiano (Ks-pu)

La Formación Puquín (Carlotto, 1992; Carlotto et al.,1992), sobreyace a la Formación Ayabacas, pero en general, el contacto corresponde a un nivel de despegue. La Formación Puquín al igual que la Formación Vilquechico, de la región de Puno está dividida en tres miembros llamados M1, M2, y M3 y aflora ampliamente en el núcleo del anticlinal de Puquín. En cuanto a su litología, el Miembro M1 (30m) del sector de Puquín (Carlotto, 1992) está constituido por lutitas rojas, yesos laminados, nodulosos o en mallas y por brechas con elementos pelíticos, que indican un medio de sabkha continental, hacia la parte superior se observan dolomitas laminadas, intercaladas con yesos de medio intertidal. El Miembro M2 (180 m) aflora ampliamente en el anticlinal de Puquín, compuesto en la base por calizas, margas, lutitas negras ricas en materia orgánica y pirita, mientras que la parte media y superior por lutitas verdes y rojas asociadas a yesos laminares, nodulosas y en mallas. El Miembro M3 (>170 m) aflora en el anticlinal de Puquín, donde sobreyace al Miembro M2, sin embargo, en este mismo sector el techo se halla parcialmente erosionado. Este miembro es esencialmente arenoso y globalmente más detrítico que los precedentes (Fig. 12); comienza con bancos arenosos fluviales, seguidos por intercalaciones de lutitas, margas y calizas lacustres e intertidales, en tanto que la parte media y superior grano-estrato creciente está representado por areniscas feldespáticas de color rojo y de origen fluvial. (INGEMMET, GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO, 2011)



Imagen 4

Columna Estratigráfica Regional de Cusco



Fuente: Cuadrángulo de Cusco, Boletín 138-a

1.14.2 Marco Conceptual

i. Movimientos en Masa

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (CRUDEN, 1991). Algunos movimientos como la reptación de suelos son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse como límites claros por superficie de rotura (Crozier, 1999, en Glade y Crozier, 2005).



ii. **Tipos de Movimientos en Masa**

Se describen a continuación las clases de movimientos en masa:

Tabla 7

Tipos de movimientos en masa

TIPO DE MOVIMIENTO	TIPO DE MATERIAL		
	ROCA	SUELO	
		DE GRANO GRUESO	DE GRANO FINO
Caídas	Caídas de rocas	Caídas de detritos	Caídas de suelos
Basculamientos	Basculamientos de rocas	Basculamientos de detritos	Basculamientos de suelos
Rotacionales	Deslizamiento rotacional de rocas	Deslizamiento rotacional de detritos	Deslizamiento rotacional de suelos
Deslizamientos			
Traslacionales	Deslizamiento traslacional de rocas	Deslizamiento traslacional de detritos	Deslizamiento traslacional de suelos
Separaciones laterales	Separación lateral en roca	Separación lateral en detritos	Separación lateral en suelos
Flujos	Flujo de detritos	Flujo de detritos	Flujo de suelos
Complejos		Combinación de detritos	

Fuente: (D.M. CRUDEN, D.J. VARNES, 1996)

Deslizamientos

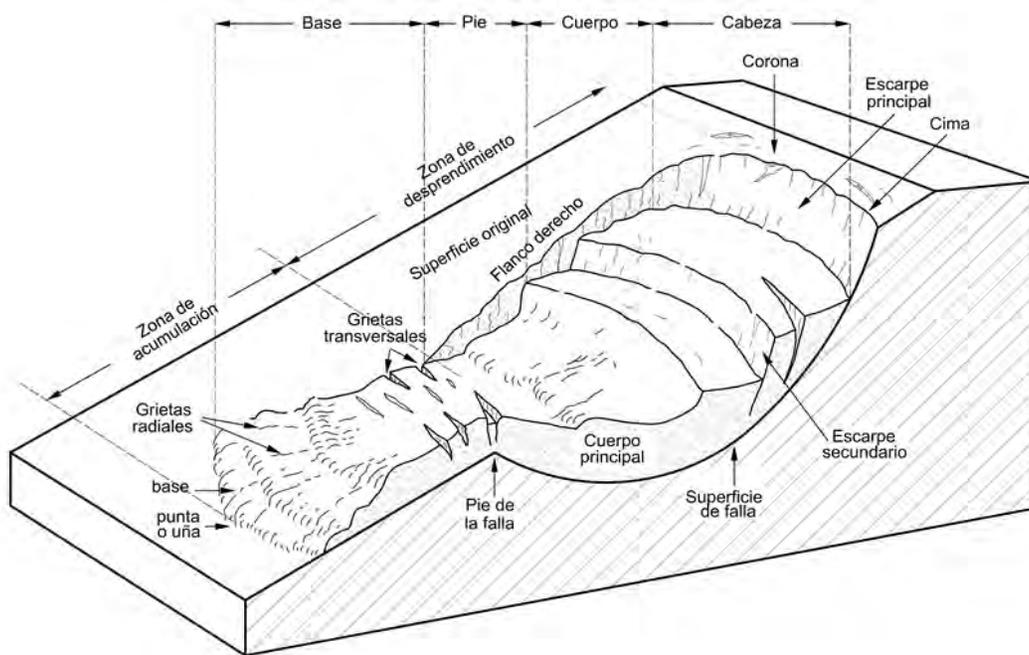
Los deslizamientos consisten en movimientos de masas de roca, residuos o tierra hacia debajo de un talud. (CRUDEN, 1991)

Los movimientos ocurren generalmente a lo largo de las superficies de falla, por caída libre, movimientos en masa, erosión o flujos. Asimismo, los fenómenos de inestabilidad incluyen una combinación de procesos erosionales y denudacionales interrelacionados entre sí y a menudo mezclados. (SUAREZ, 2009)



Ilustración 1

Partes de un deslizamiento



Fuente: (SUAREZ, 2009)

iii. **Deslizamiento rotacional**

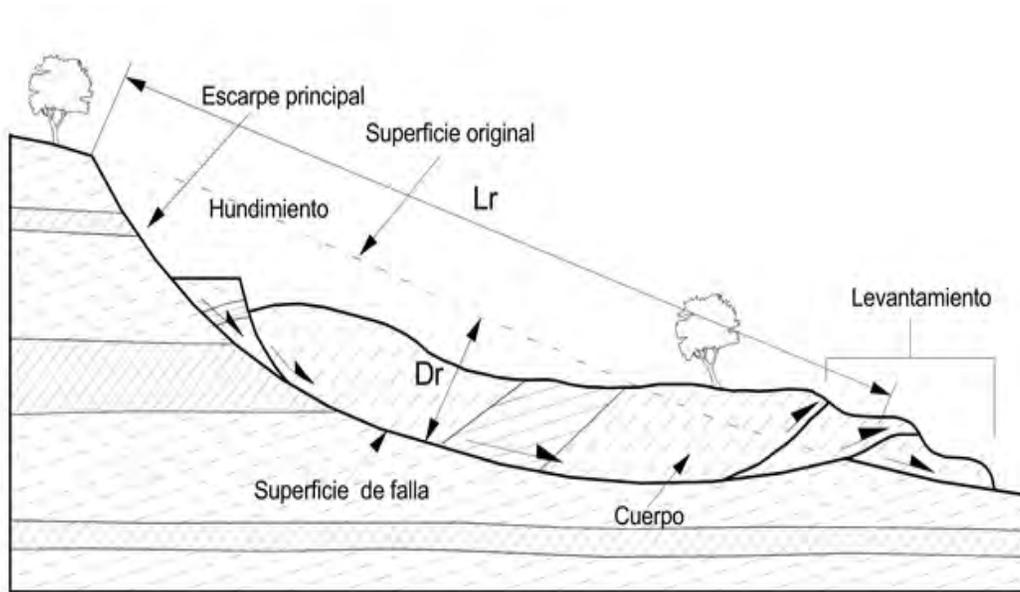
Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento aparente es semi-vertical y tiene muy poca rotación. No obstante, se puede observar que la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud; aunque otros bloques giren en dirección opuesta. Los casos más conocidos de deslizamientos de rotación se presentan en suelos arcillosos blandos con perfil profundo y en suelos residuales con perfiles meteorizados de gran espesor.



Ilustración 2

Deslizamiento rotacional



Fuente: (SUAREZ, 2009)

Deslizamiento de traslación

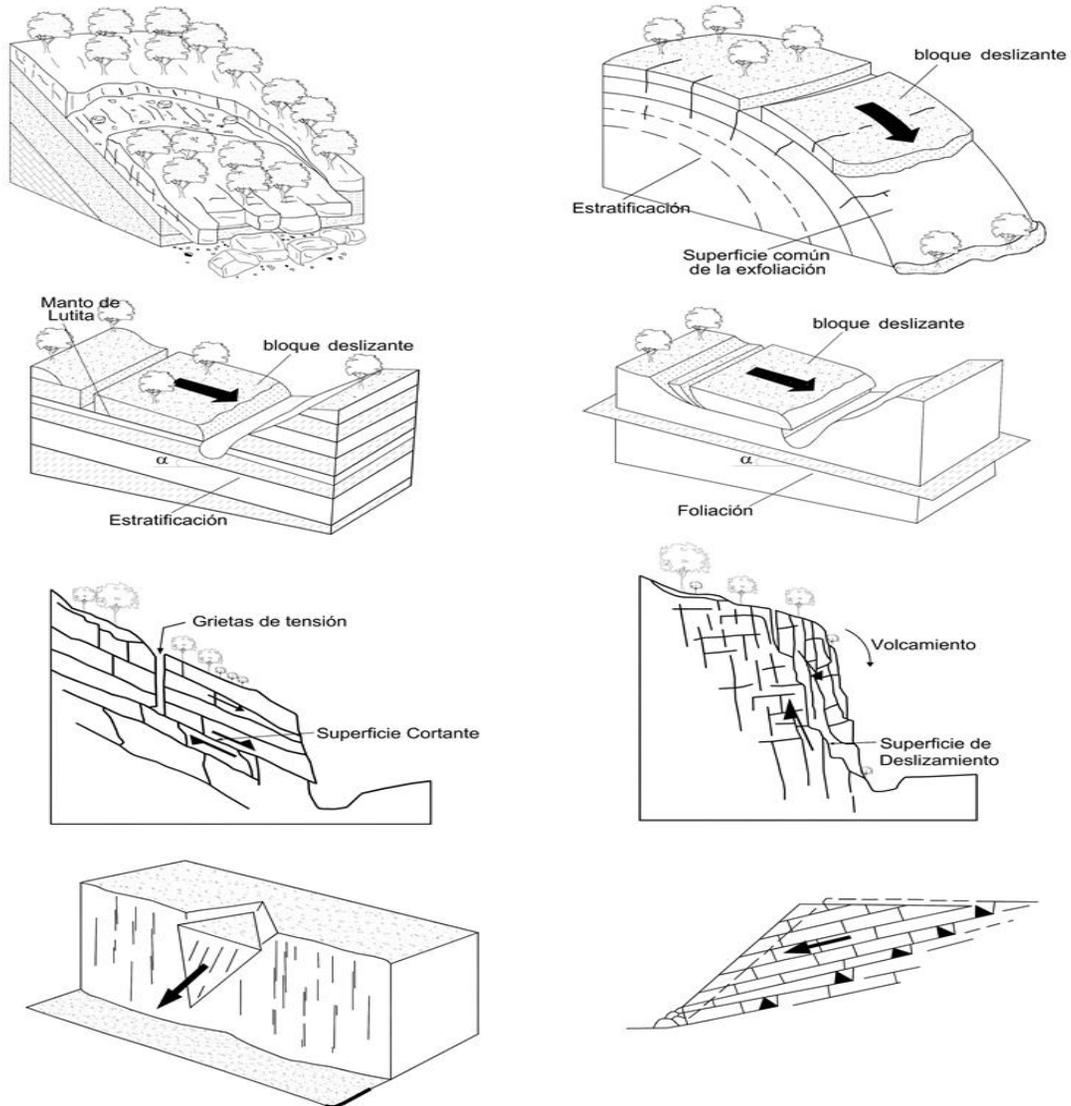
Es el desplazamiento de traslación donde la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación de volteo. (SUAREZ, 2009)

Estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella. (D.M. CRUDEN, D.J. VARNES, 1996)



Ilustración 3

Ejemplos de deslizamientos de traslación



Fuente: (SUAREZ, 2009)



Reconocimientos de movimientos de ladera actuales y antiguos

(GONZALES DE VALLEJO, 2002) Los reconocimientos generales de movimientos en laderas a nivel regional incluyen la identificación o evaluación de los siguientes aspectos:

- ∞ Relieve, geomorfología y pendientes.
- ∞ Litología y disposición estratigráfica del terreno.
- ∞ Estructura de los materiales rocosos; orientación de planos de discontinuidad.
- ∞ Tipos de espesor de suelos; alteración de los materiales y formaciones superficiales.
- ∞ Aspectos hidrogeológicos, cursos de agua naturales, sistemas de drenaje, fuentes.
- ∞ Vegetación presente en las laderas y usos del suelo.
- ∞ Procesos actuantes (erosivos, sísmicos, tectónicos, etc.)
- ∞ Modificaciones por procesos naturales y antrópicos.
- ∞ Reconocimiento de movimientos de ladera actuales y antiguos: deslizamientos, flujos, desprendimientos, etc.



Tabla 8

Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera

Tipo de movimiento	Zona de cabecera y parte superior de la ladera	Zona baja de la ladera	Geometría
Desprendimiento	Laderas irregulares y rocosas escarpadas con material suelto o derrubios en la parte superior. Bloques independizados por discontinuidades o fracturas. Grietas tras el talud. Vegetación escasa.	Acumulación de bloques y fragmentos rocosos.	Pendientes elevadas >50°
Deslizamientos rotacionales	Grietas de tracción curvas cóncavas hacia la ladera. Escarpes curvos con estrías, que pueden ser verticales en la parte superior. Superficiales basculadas con encharcamientos. Contrastes de vegetación. Malas condiciones de drenajes y encharcamientos en depresiones.	Depósitos convexos, lobulados. Desvío de cauces. Desvío de cauces.	Pendiente entre 20° – 40° D/L <0.3 a 0.1
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos	Grietas de tracción verticales paralelas al talud. Escarpes verticales poco profundos. Material en bloques con grietas entre ellos. Sin encharcamiento en cabecera. Drenaje desordenado o ausencia del mismo.	En ocasiones acumulaciones de material con forma de lóbulos.	Pendientes uniformes D/L < 0.1
Desplazamientos laterales	Bloques desplazados y basculados en varias direcciones. Pendientes suaves o muy suaves. Grandes grietas separando los bloques. Bloques con formas irregulares controladas por fracturas. Sistemas de drenaje interrumpidos, obstrucciones en cauces, valles asimétricos. Nichos cóncavos poco profundos.	-	Pendientes suaves incluso < 10°
Flujos de barro	Pocas grietas. Contrastes en la vegetación con las zonas estables. Encharcamientos. Sin irregularidades importantes en el drenaje. Concavidades y lóbulos en el área fuente.	Lóbulos, morfología irregular ondulada.	Pendientes 15° – 25° D/L = 0.05 – 0.01
Flujos de tierra y derrubios	Varios escarpes. Depósitos con forma de corriente en valles. Ausencia de vegetación. Drenaje irregular y perturbado en la masa deslizada.	Lóbulos, depósitos convexos. Morfología irregular	Pendientes >25° D/L muy pequeño

Nota. D/L = profundidad/longitud de la masa desplazada. Datos de Soeters y Van Westen, 1996 y otros autores.



Tabla 9

Clasificación de deslizamientos según su actividad

Clasificación y edad estimada	Descripción	Rasgos característicos
Activo < 100 años	Se mueve actualmente. Puede corresponder a una reactivación.	Topografía irregular y lobulada. Escarpe principal bien definido y sin vegetación. Depresiones encharcadas. Arroyos en los flancos. Depósitos a pie de ladera. Desvío de cauces.
Inactivo 100 – 5000 años (Holoceno superior)	No presentan movimiento actualmente.	Relieve lobulado, escarpes vegetados en parte. Depresiones drenadas o sin drenaje. Vegetación diferente de las zonas adyacentes. El pie puede estar cortado por corrientes actuales.
Fósil o antiguo 5000 – 10000 años (Holoceno inferior)	Inactivo desde hace miles de años. Se reconoce en el relieve	Relieve y escarpe suaves. Con vegetación. Drenaje modificado. Vegetación diferente de las zonas adyacentes. El pie puede estar cortado por corrientes actuales.
Relicto > 10000 años (Pleistoceno superior)	Inactivo desde hace miles de años. No se reconoce en el relieve.	Topografía suave y ondulada. Sin escarpes. Terrazas excavadas en la masa deslizada. Llanura de inundación actual uniforme.

Fuente: (GONZALES DE VALLEJO, 2002, pág. 666)

iv. Características empleadas en el reconocimiento de procesos de remoción en masa

(ALCANTARA AYALA, 2000) Los procesos de remoción en masa o movimientos del terreno ocurren debido a dos causas fundamentales, las cuales son de tipo externo y de tipo interno (Terzaghi, 1950; Sleby, 1993). Las causas externas son todas aquellas que producen un incremento en la tensión o esfuerzos, pero no a la resistencia de materiales; en tanto, que las causas internas son las que disminuyen la resistencia de los materiales sin cambiar la tensión o esfuerzos.

El tipo de actividad de un movimiento está relacionado con sus características morfológicas, si estas últimas son observadas y estudiadas con atención, es posible diagnosticar de manera precisa el estado de actividad de un deslizamiento.



Tabla 10

Características empleadas en el reconocimiento de movimientos del terreno

Depósitos	Movimientos activos	Movimientos inactivos
Crestas transversales en la corona. Crestas longitudinales en el cuerpo.	Los escarpes y fracturas tienen ejes abruptos y filosos. No hay presencia de rellenos secundarios.	Escarpes y fracturas intemperizadas, grietas rellenas.
Fracturas transversales y radiales en el pie.	Las unidades principales muestran fracturas secundarias y crestas de presión.	Inexistencia de movimientos secundarios de crestas de presión.
Valles parcial o totalmente bloqueados. Divergencia de patrones de drenaje.	Las superficies muestran pulimiento y estiramientos de apariencia fresca.	Superficies intemperizadas y cubiertas de vegetación.
Desplazamiento de materiales.	Cambios en el drenaje.	Drenaje integrado, el cual puede tener un patrón irregular y depresiones sin relleno.
-	No hay desarrollo de suelo, solamente crecimiento de vegetación.	Buen desarrollo de la cubierta del suelo, ya sea por vegetación natural o cultivada.
-	Diferencias considerables entre la forma, rugosidad, textura y vegetación de las áreas con y sin deslizamientos.	Dificultad para distinguir límites y texturas a través de fotografías aéreas.
-	Vegetación inclinada.	Nuevo crecimiento de árboles y crecimiento vertical de árboles.

Fuente: (ALCANTARA AYALA, 2000) adaptado Brusden, 1954 y Crozier, 1986

v. **Caída**

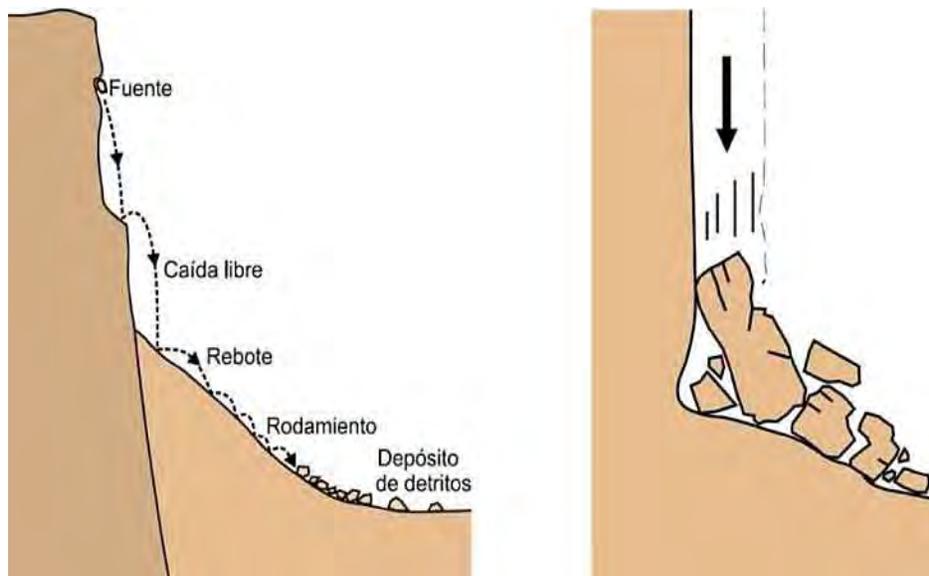
La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material cae y se desplaza principalmente por el aire, lo cual puede efectuar golpes, rebotes y rodamientos. Dependiendo del material desprendido, se habla de una caída de roca o una caída de detritos.



Una característica importante de las caídas es que el movimiento no es masivo ni del tipo de flujo. Existe interacción mecánica entre fragmentos individuales y su trayectoria, pero no entre los fragmentos en movimiento. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

Imagen 5

Esquema de caída de rocas



Fuente: (PROYECTO MULTIANUAL ANDINO, 2007)

vi. Flujo

El flujo es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos, se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)



vii. **Flujo de detritos**

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

viii. **Derrumbes**

Son desprendimientos de masa de roca, suelo o ambas a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

ix. **Erosión en surcos**

Se desarrolla a partir de la erosión laminar, con la cual no tiene un límite definido. La remoción de suelo ocurre en mayor cantidad a lo largo de pequeños canales formados por cursos intermitentes de escorrentía. Ocurre en suelos poco permeables y con pendientes medias a fuertes o con la intensidad y la duración de las precipitaciones pluviales son intensas. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021) .

x. **Erosión en cárcavas**

Proceso intenso de erosión hídrica causado por escurrimiento superficial concentrado, capaz de remover material de suelo hasta profundidades considerables. La intensidad y la amplitud de la formación de cárcavas guardan una íntima relación con la cantidad de agua de



escurrimiento y su velocidad. Además, están reguladas por las características del suelo (permeabilidad y cohesión), del relieve, del clima y la cobertura vegetal protectora. Las cárcavas pueden acrecentar sus dimensiones en profundidad, amplitud y longitud, gracias a diversos procesos que pueden ocurrir aislada o simultáneamente.

xí. **Riesgo**

El riesgo es una medida de probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad o el ambiente a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. (SUAREZ, 2009)

xíí. **Riesgo de Desastre**

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

xííí. **Peligro**

Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos. (CENEPRED, 2014)

xíííí. **Vulnerabilidad**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad, Resiliencia. (CENEPRED, 2014)



xv. ***Susceptibilidad por Movimientos en Masa***

La Susceptibilidad a los movimientos en masa está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos que pueden ser intrínsecos o externos. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

xvi. ***Susceptibilidad a los deslizamientos***

(SUAREZ, 2009) La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos.

El mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área, en categoría que van de estable a inestable, asimismo muestra donde hay o no condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

El mapa de susceptibilidad es un mapa en el cual se zonifican las unidades del terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, que se obtiene de un análisis multivariable entre los factores del terreno que afectan la susceptibilidad a los deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. No existe un procedimiento estandarizado para la preparación de mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y si existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir y los niveles de susceptibilidad varían de acuerdo con los criterios de los diversos autores.



La susceptibilidad se puede evaluar de dos formas diferentes:

- ☞ **Sistema de la experiencia.** Se utiliza la observación directa de la mayor cantidad de deslizamientos ocurridos en el área estudiada y se evalúa la relación entre los deslizamientos y la geomorfología del terreno.
- ☞ **Sistema teórico.** Se mapea el mayor número de factores que se considera que pueden afectar la ocurrencia de deslizamientos y luego, se analiza la posible contribución de cada uno de los factores.

Elementos para elaborar un mapa de susceptibilidad: relieve y mapa de pendientes, características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del terreno e inventario de deslizamientos ocurridos en el pasado.

xvii. **Riesgo Aceptable**

Es un riesgo para el cual estamos preparados a aceptar tal como es, sin preocupación de su manejo. La sociedad no considera justificable realizar gastos para reducir esos riesgos. (SUAREZ, 2009)

xviii. **Riesgo Tolerable**

Un riesgo que la sociedad tiene la voluntad de vivir con él, con la confianza de que esta apropiadamente controlado hasta donde es posible. (SUAREZ, 2009)

xix. **Zona de Reglamentación Especial (ZRE)**

Son áreas urbanas y de expansión urbana, con o sin construcción, que poseen características particulares de orden físico, ambiental, social o económico, que serán desarrolladas urbanísticamente mediante planes específicos, para mantener acciones de reajuste de suelos, de reurbanización, de renovación urbana, entre otras, a través de las Unidades de Gestión Urbanística. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO, 2013)



Las ZRE, se clasifican por la ocupación de áreas de recuperación y valor ambiental, y ocupación de áreas de peligro muy alto.

XX. ***Método Analytic Hierarchy Process (AHP) – (SAATY, 1980)***

Es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. Esta escala permite incorporar en un modelo de decisión juicios sobre intangibles, representado la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo.

Según Saaty (2008), el proceso de decisión con AHP se puede descomponer en los siguientes 4 pasos esenciales o básicos.

- ∞ La definición del problema y el tipo de conocimiento que se quiere obtener.
- ∞ La estructuración del problema a través de la descomposición jerárquica en subproblemas (criterios y subcriterios) que, deben resolverse para arribar a una solución satisfactoria. Las alternativas se encuentran en el nivel más bajo de dicha jerarquía.
- ∞ La construcción de matrices de comparación, en las que se cargan los juicios expertos mediante el método de comparación uno a uno con la escala sugerida del método.
- ∞ Por último, la síntesis de cada una de las matrices y finalmente del modelo completo para obtener la prioridad global de cada alternativa.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso de empleó el Proceso de Análisis Jerárquico – PAJ (SAATY, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:



Tabla 11

Escala de SAATY

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

Fuente: (SAATY, 1980)



xxi. ***Sistema de Información Geográfica***

Es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D, con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (ESRI, s.f.)

xxii. ***Principio de Refracción Sísmica***

El principio de Refracción sísmica se basa en la propagación de ondas sísmicas, ondas P, originadas mediante súbitas deformaciones del terreno en la superficie. Dicho fenómeno de deformación de corteza genera frentes de onda que viajan por el subsuelo, estos frentes de onda o simplemente ondas sísmicas, al encontrar interfaces entre dos medios con propiedades elásticas diferentes, provocan que parte de su energía continúe penetrando a mayor profundidad y otra parte viaje por la interfaz y regresa a la superficie donde es registrada por los geófonos.

La onda o fase sísmica P, llega a los geófonos pasando un tiempo “ti” denominado Tiempo de Arribo, el cual va a depender principalmente de la distancia “di”, comprendida entre el punto de disparo y su recorrido por el subsuelo hasta llegar al geófono. Sin embargo, este tiempo se ve afectado por las propiedades de elasticidad y de densidad del medio por el cual viaja. Cabe señalar que, el método de refracción sísmica está limitado a determinar capas de velocidades crecientes con las profundidades de investigación.

xxiii. ***Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación – SINPAD***

El Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación – SINPAD, está soportado por un sistema informático bajo la plataforma de internet, el mismo que está compuesto por una serie de servicios informáticos con miras a que la información de la Respuesta y Rehabilitación en toda su amplitud, sea registrada, mantenida, consultada, y utilizada por todas



las Instituciones sean éstas públicas o privadas, así como por la ciudadanía en general, interactuando activamente con los integrantes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD.

XXIV. ***Escala de Magnitud***

Representa a la escala que mide el total de la energía liberada en el foco sísmico y originalmente corresponde a la escala de Richter, propuesta por el autor en el año 1935. Es una escala logarítmica, lo que hace que los niveles asignados no tengan un comportamiento lineal y permiten medir sismos muy pequeños hasta los que alcanzarían valores en magnitud del orden de 6.5 MI (llamada también escala de magnitud local, de ahí sus siglas “MI”). En la actualidad la escala de magnitud más acertada y más utilizada es la escala de magnitud de momento (Mw) en razón que permite medir sin restricción sismos pequeños y grandes como el ocurrido en Japón en el año 2011. (IGP, s.f.)

XXV. ***Acuífero Poroso No Consolidado***

- ☞ Acuífero Poroso No Consolidado Residual: estos depósitos están compuestos por materiales derivados de la descomposición física y química de la roca in situ; no son suelos transportados, en parte conservan la estructura de la roca original.
- ☞ Acuífero Poroso No Consolidado Aluvial: son acuíferos continuos de moderada a alta permeabilidad; compuestos por una mezcla de fragmentos rocosos heterométricos y heterogéneos (bolos, gravas, arenas, etc.), redondeados a subredondeados, transportados por la corriente de los ríos o quebradas.
- ☞ Acuífero Poroso No Consolidado Proluvial: son fragmentos rocosos heterométricos con relleno limo arenoso-arcilloso depositado en el fondo del valle. Es material arrastrado y lavado por la lluvia.



xxvi. **Acuitardo No Consolidado**

- ☞ Acuitardo No Consolidado Antropógeno: son depósitos generados por el hombre mediante procesos de transformación industrial (desechos orgánicos).
- ☞ Acuitardo No Consolidado Coluvial: son bloques rocosos heterométricos y de litología homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados. Los bloques angulosos más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente

xxvii. **Acuífero Fisurado Sedimentado**

- ☞ Acuífero fisurado sedimento Kayra: constituido principalmente por areniscas feldespáticas fracturadas, intercaladas con niveles de arcillitas de medios fluviales, al techo aparecen conglomerados fluviales en la base de bancos arenoso.

xxviii. **Acuitardo Sedimentario**

- ☞ Acuitardo sedimentario Formación San Sebastián: está compuesto por arcillas y diatomitas que, en conjunto, son considerados como acuitardos; sin embargo, localmente las arenas son acuíferos confinados que se hallan entre niveles impermeables.
- ☞ Acuitardo sedimentario Formación Puquín: está constituido por materiales impermeables de escaso interés hidrogeológico; en zonas puntuales, pueden albergar acuíferos muy locales en horizontes arenosos, Presenta arcillitas rojas y moradas, lacustres con carofitas, yesos de sabkha continental.
- ☞ Acuitardo sedimentario Formación Quilque: Es un acuitardo de extensión local, constituye el basamento de acuíferos fisurados y está compuesto por areniscas, arcillitas y microconglomerados fluviales con clastos calcáreos de medios fluviales.
- ☞ Acuitardo sedimentario Formación Maras: está compuesto por mezclas caóticas de yesos, arcillitas rojas y algunos cuerpos de caliza, por efecto de deslizamiento sin sedimentarios y diapirismo; es un acuitardo de gran extensión que se ubica en la zona noreste de la ciudad del Cusco.



1.15 Marco Legal

☞ Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Ley N°29664

Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Ley N°29664, cuya finalidad “es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastres mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres” (SINAGERD, 2011).

☞ Decreto Supremo 048-2011-PCM

Que aprueba el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

☞ Ley N°27972-Ley Orgánica de Municipalidades

Los gobiernos locales son entidades, básicas de la organización territorial del Estado y canales inmediatos de participación vecinal en los asuntos públicos, que institucionalizan y gestionan con autonomía los intereses propios de las correspondientes colectividades; siendo elementos esenciales del gobierno local, el territorio, la población y la organización. Las municipalidades provinciales y distritales son los órganos de gobierno promotores del desarrollo local, con personería jurídica de derecho público y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines.

☞ Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable
Ley N°29869

Que con Decreto Supremo N°115-2013-PCM se aprueba el Reglamento de la presente Ley, el cual fue modificado por el Decreto Supremo N° 126-2013-PCM; que, mediante la Ley N° 30645, se modifican los artículos 4 y 18 de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable, y se dispone que el Poder Ejecutivo adecúe el Reglamento



de la Ley N° 29869, aprobado con Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, a las referidas modificaciones.

☞ Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión.

Orientar los procedimientos para la evaluación de riesgos que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo.

- ☞ Normativa Complementaria sobre Estado de Emergencia, en el Marco de la Ley N°29664, del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- ☞ Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, Reglamento Nacional de Edificaciones y sus actualizaciones.



CAPÍTULO II: GEOMORFOLOGÍA

2.1 Generalidades

El reconocimiento y la caracterización de las unidades geomorfológicas en la ciudad de Cusco y su entorno son de mucha importancia para el análisis de la susceptibilidad; además, el mapa geomorfológico es útil para los planes Ordenamiento Territorial y la elaboración de planes de gestión del riesgo de desastres (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021).

2.2 Geomorfología Regional

Según la caracterización geomorfológica (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021), se puede diferenciar dos grandes grupos de geoformas como son de:

- ∞ Carácter tectónico-degradacional y erosional: Montañas, Colinas, Lomadas, Planicies.
- ∞ Carácter depositacional o agradacional: Vertientes, Terrazas.

En la zona de estudio, se evidencia unidades y subunidades de carácter tectónico-degradacional y erosional, descritas a continuación:

2.2.1 Colina en Roca Sedimentaria (RC-rs)

Corresponde a relieve modelado sobre roca sedimentaria por las formaciones Kayra, Quilque y Puquín. Asimismo, la pendiente varía de 5° a 25° principalmente; sin embargo; existen sectores donde la pendiente varía entre 25° y 45°.



2.2.2 **Montaña en Roca Sedimentaria (RM-rs)**

Es una subunidad geomorfológica modelada en roca sedimentaria perteneciente a las formaciones Kayra, Paucarbamba, Quilque, Soncco, Chilca, Puquín.

En la zona de estudio se observa que la morfología de esta subunidad está compuesta por laderas de pendiente muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpados ($>45^{\circ}$); cabe señalar que en sus cimas la pendiente varía de moderada a fuerte (5° a 25°).

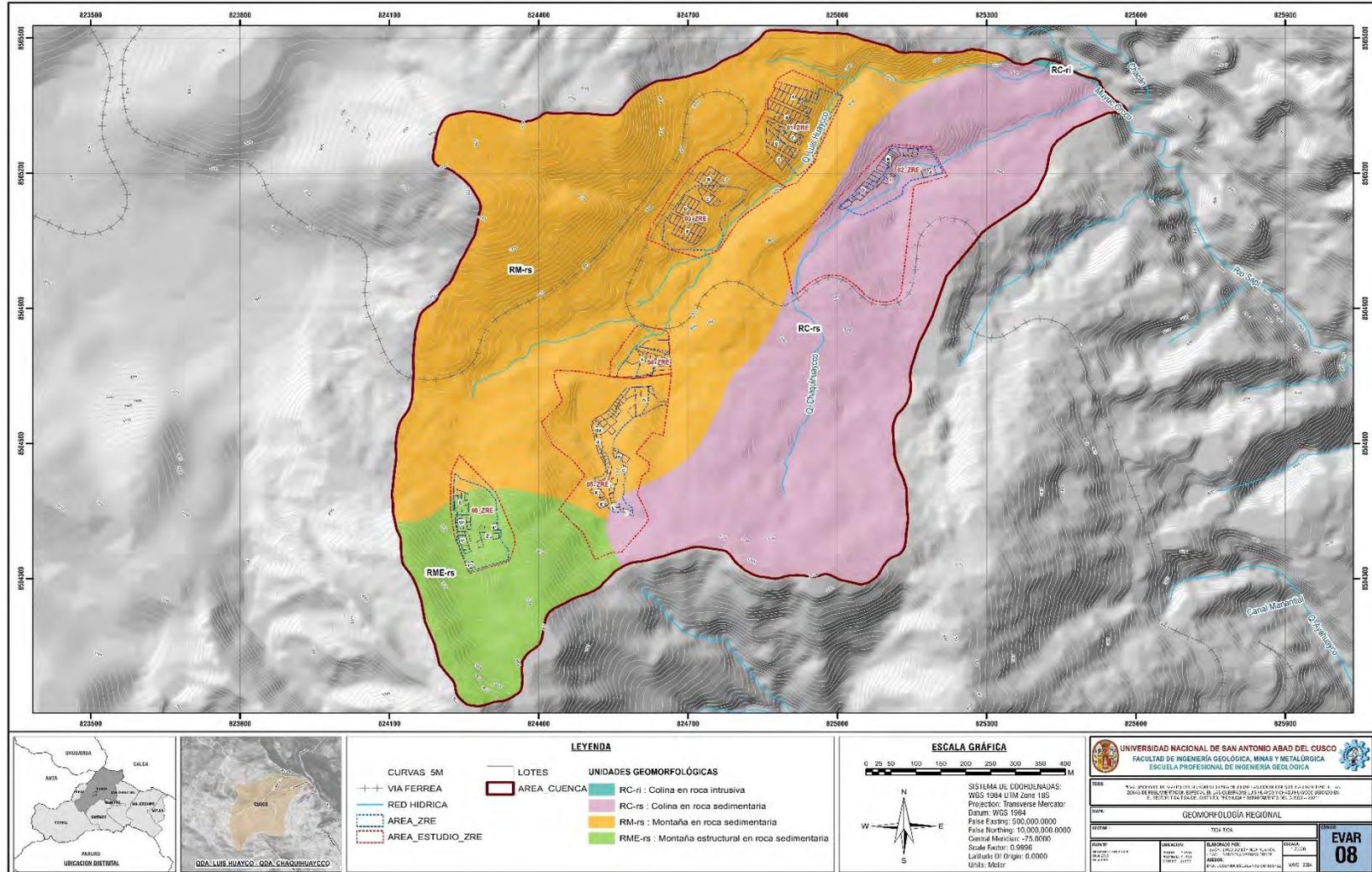
2.2.3 **Montaña Estructural en Roca Sedimentaria (RME-rs)**

Este tipo de morfología se debe al plegamiento de las rocas superficiales de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales. Su asociación litológica es principalmente sedimentaria perteneciente a las formaciones Kayra y Soncco.



Imagen 6

Mapa de la Geomorfología Regional



Fuente: GEOCATMIN.



2.3 Geomorfología Local

La caracterización de las unidades geomorfológicas locales como factor condicionante es muy importante para el análisis de la susceptibilidad a los peligros geológicos por procesos de movimientos en masa.

2.3.1 Plataforma, Planicie, Terraza, Cima

Se trata de geoformas llanas, las cuales fueron impactadas y modificadas por el hombre con fines constructivos, como plataformas viales, áreas recreativas, viviendas, etc.

Fotografía 10

Vista de la plataforma vial, el cual es una geoforma de plataforma



2.3.2 Lecho de Quebrada

Es la zona inferior de la quebrada, conformada por los cauces de los riachuelos de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.



Fotografía 11

Vista del lecho de quebrada de Luis Huayco



2.3.3 Ladera Moderadamente Empinada

Son geoformas con pendientes entre 5° y 25° , se identifican en la parte alta del ámbito de estudio donde se emplazan los depósitos coluviales y afloramientos de areniscas, se puede visualizar en ambas márgenes de la quebrada Luis Huayco.

2.3.4 Ladera Empinada

Son geoformas con pendiente entre 25° a 45° , con afloramientos de lutitas y areniscas y depósitos coluviales, se identifican en la parte alta y margen izquierda de la quebrada Luis Huayco.



Fotografía 12

Vista de la ladera empinada



2.3.5 Ladera Escarpada o Muy Empinada.

Son geoformas con pendiente mayor a 45° , es una vertiente de roca que corta el terreno abruptamente, se identifican escarpas en los afloramientos rocosos de areniscas y escarpes de antiguos deslizamientos hacia la corona, todas estas unidades geomorfológicas están identificadas en las laderas de las quebradas.



Fotografía 13

Ladera Escarpada



2.3.6 Cárcava

Se trata de un cauce de régimen permanente pero impactado con alcantarillas y viviendas, inicia en la vertiente de las montañas Picchu con cauce impactado, asociado a los depósitos coluvio – proluvial procedentes de la ladera y del arrastre de material aluvial hacia el cauce y lecho de la quebrada.



Fotografía 14

Cárcavas hacia la margen derecha de la Quebrada Luis Huayco



Tabla 12

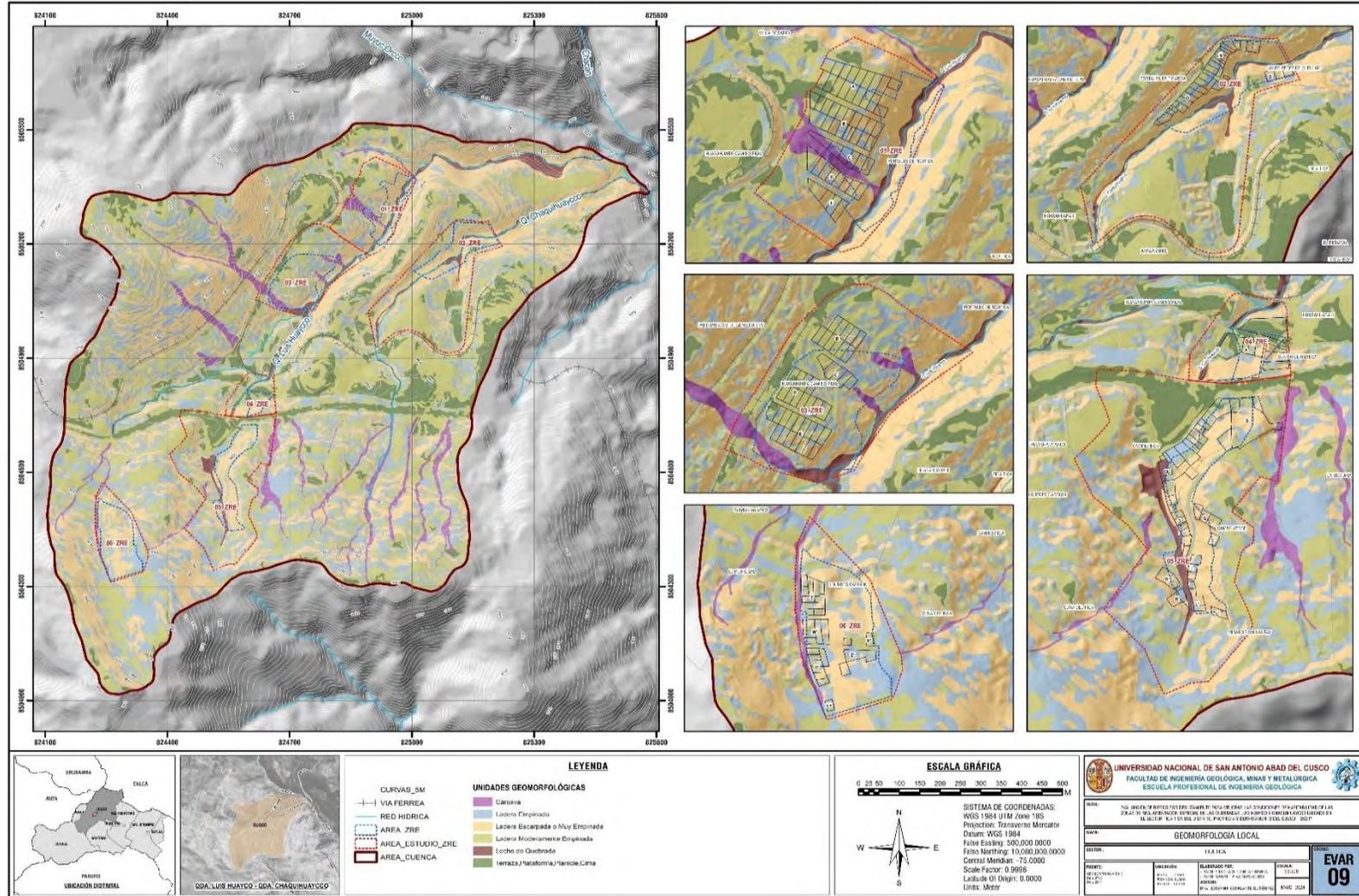
Geomorfología respecto al área total

Unidad Geomorfológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico
Cárcava	Cc	3.96	3.16	
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	38.13	30.40	
Ladera Empinada	L-em	30.91	24.65	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	39.90	31.81	
Lecho de Quebrada	Lq	2.17	1.73	
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	Pl	10.35	8.25	
Total		125.42	100.00	



Imagen 7

Mapa de geomorfología de la zona de estudio





2.4 Análisis de Pendientes

La pendiente es el declive del terreno y la inclinación respecto a la horizontal de una vertiente. En la zona de estudio se tiene caracterizado diferentes tipos de pendientes los cuales están caracterizados desde 0° y mayores de 45°, para esta clasificación se utilizó el levantamiento topográfico mediante Drone y se realizó el procesamiento de curvas de nivel de 1m a partir de un modelo de elevación digital con el software ArcGIS.

La pendiente de los terrenos se constituye en uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable. Como factor condicionante es un parámetro importante en la evaluación de todo tipo de proceso de movimientos en masa; para ello, diversos autores consideran a esta variable como fundamental en el análisis de susceptibilidad (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021, pág. 109).

Tabla 13

Valoración del tipo de pendiente

Rango de pendiente	Clase	Comentarios
0° a 5°	Llano a Suave	La generación de peligros geológicos por procesos de movimientos en masa, en estos rangos de pendiente, es muy difícil que se origine; sin embargo, podría ser afectado por eventos originados en las porciones adyacentes o superiores de mayor pendiente (principalmente flujos e inundaciones).
5° a 15°	Moderada	Conforman relieves inclinados, sus laderas presentan una susceptibilidad media a movimientos en masa.
15° a 25°	Fuerte	Lo conforma superficies inclinados, sus laderas presentan una susceptibilidad media a los movimientos en masa.
25° a 45°	Muy Fuerte	Caracterizado por presentar muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa.
>45°	Muy Escarpado	Son áreas abruptas, donde la ocurrencia de peligros dependerá de las condiciones intrínsecas de la roca (grado de fracturamiento y orientación, estratificación, etc.), así como de los detonantes (sismo, lluvia, entre otros).

Nota. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021, pág. 109)



2.4.1 Pendientes Llanas a Suaves (0° - 5°)

La pendiente llana a suaves tiene un rango menor a 5° que, son mayormente las áreas con intervención antrópica como son cortes de ladera para el asentamiento de viviendas e instalación de vías carrozables, identificando en la zona como son las vías principales y la instalación de áreas de recreación como canchas deportivas.

Fotografía 15

Vista de terrenos suaves



Asimismo, a continuación, se detalla las pendientes respecto a la zona de evaluación:

Tabla 14

Pendientes respecto al área total

Pendientes (°)	Área (Ha)	%	Gráfico
<5°	12.62	10.06	
5° - 15°	40.26	32.10	
15° - 25°	32.43	25.86	
25° - 45°	35.62	28.40	
>45°	4.49	3.58	
Total	125.42	100.00	



2.4.2 Pendiente Moderada (5° - 15°)

Son los relieves con pendientes entre 5 ° a 15°, se ubican en la parte superior de ambas márgenes y lecho de la quebrada, son zonas con mayor concentración de viviendas.

Fotografía 16

Vista de pendientes moderadamente empinada



2.4.3 Pendiente Fuerte (15° - 25°)

Son relieves con pendiente entre 15° a 25°, se ubica en la zona media de las laderas de ambas márgenes de las quebradas, se presentan en menor extensión en relación a los otros rangos de pendiente, son zonas de fácil acceso, en algunas zonas se asentaron las edificaciones.

Fotografía 17

Vista de pendiente fuerte





2.4.4 Pendiente Muy Fuerte (25° - 45°)

Son relieves con pendientes entre 25° a 45°, en la zona de estudio se encuentran en las laderas de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, asimismo cabe precisar que, de la comparación entre la fotografía aérea 1984, 1970 y la imagen actual se aprecia cambios sustanciales en el relieve; se evidencia el asentamiento de viviendas, en estas pendientes.

Fotografía 18

Vista de zonas con pendiente muy fuerte



2.4.5 Pendiente Muy Escarpada (>45°)

En la zona de estudio, se encuentran en las laderas de las márgenes izquierda y derecha de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco hacia la parte alta y baja; asimismo, se observa que son de difícil acceso. Este tipo de pendiente se puede identificar en cortes de talud para vías y viviendas.



Fotografía 19

Vista de pendientes muy escarpadas





CAPÍTULO III: GEOLOGÍA

3.1 Geología Regional

La zona de estudio, según la carta geológica nacional 1:50000, en el cual la Formación Kayra abarca gran parte de la cuenca delimitada; asimismo, se observan las formaciones Puquín, Quilque y San Sebastián.

3.1.1 Formación San Sebastián (Qp-ss3)

Conformado por dos secuencias: la primera, grano decreciente constituido por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos y lutitas lacustres y palustres con niveles de diatomitas y calcáreos en la parte superior. La segunda, grano creciente, compuesta por conglomerados y areniscas de conos – terrazas fluvio torrenciales.

3.1.2 Formación Kayra (Peo-k3)

Está constituida esencialmente por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y microconglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos de un medio fluvial altamente entrelazado.

3.1.3 Formación Quilque (Pp-qu3)

Conformado por un conjunto grano estrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados, estos últimos formados por la erosión de costras calcáreas y calizas.

3.1.4 Formación Puquín (Ks-puq3)

Constituido por en tres miembros llamados M1, M2, y M3 y aflora ampliamente en el núcleo del anticlinal de Puquín. En cuanto a su litología, el Miembro M1 constituido por lutitas rojas, yesos laminados, nodulosos o en mallas y por brechas con elementos pelíticos, que indican un medio de sabkha continental, hacia la parte superior se observan dolomitas laminadas,

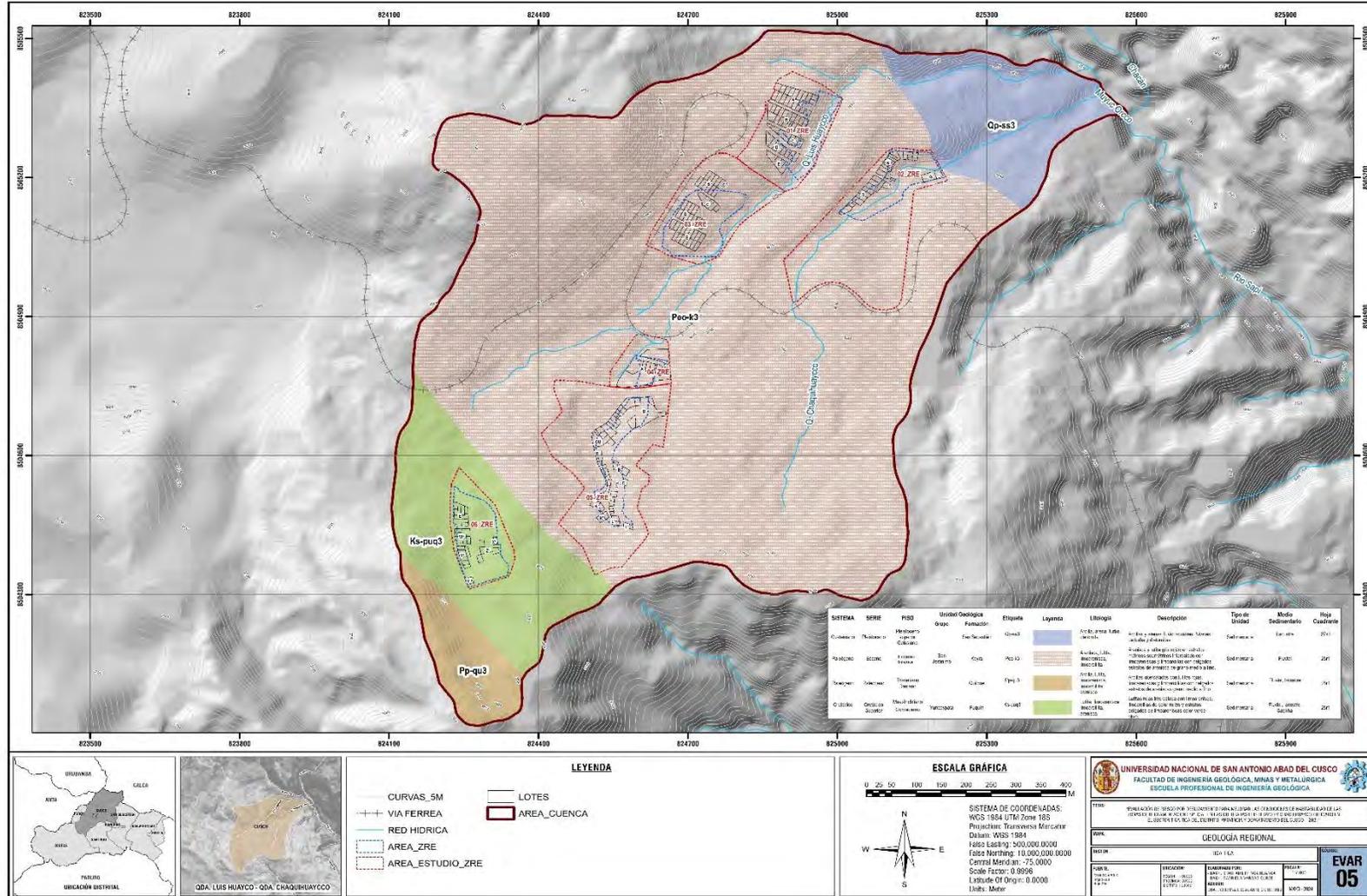


intercaladas con yesos de medio intertidal. El Miembro M2, compuesto en la base por calizas, margas, lutitas negras, lutitas verdes y rojas asociadas a yesos laminares, nodulosas y en mallas. El Miembro M3, comprende bancos arenosos fluviales, seguidos por intercalaciones de lutitas, margas y calizas lacustres e intertidales, en tanto que la parte media y superior grano-estrato creciente está representado por areniscas feldespáticas de color rojo y de origen fluvial.



Imagen 9

Mapa de Geología Regional



Nota. Adaptado de la Carta Geológica Nacional de escala 1:50000



3.2 Geología Local

En cuanto a la Geología Local, se ha determinado realizar el análisis y mapeo litológico en base al Mapa Geológico del Cuadrángulo Hoja 28-s-IV, la Carta Geológica Nacional 1:50000, interpretación de fotografías aéreas de 1970 y 1984, imágenes satelitales y observaciones en campo.

3.2.1 Litología

La litología es uno de los factores que se usa en el análisis de la susceptibilidad a los movimientos en masa; este parámetro es uno de los más complejos de evaluar por las diferentes asociaciones de rocas que se presentan y que condicionan su competencia geomecánica y resistencia. Las principales unidades litológicas han sido clasificadas en dos grandes unidades como son: depósitos inconsolidados y unidades de los substratos rocosos (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021).

En ese sentido, se ha realizado un análisis de las propiedades de las formaciones geológicas y depósitos superficiales; propiedades como el tipo y composición, fracturamiento, grado de meteorización.

Identificando las siguientes unidades litológicas:

Depósito de Relleno (Antropogénico)

Corresponde a la composición de material de corte (desmontes de edificaciones y vías) generados por el hombre y este es transportado de lugares adyacentes y depositados en las quebradas y/o laderas sin ningún control técnico, depósito que se evidencia en las quebradas ChaquiHuaycco y Luis Huayco.



Fotografía 20

Vista de depósito de relleno



Nota. Se aprecia depósito de relleno sobre el cual se encuentra una construcción

Depósito Residual

Es característico de la descomposición física y química de la roca in situ por la meteorización intensa, cabe señalar que los compuestos de estos depósitos no son transportados y en parte conservan estructura de la roca original.



Fotografía 21

Vista del depósito residual en calicata



Nota. Se aprecia material residual en la parte alta de la calicata, se puede observar la meteorización del material in situ.

Fotografía 22

Vista del depósito residual



Nota. Se observa cobertura vegetal encima del depósito coluvial.



Depósito Coluvial

Constituido por bloques rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados, en forma de conos. Los bloques angulosos más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Su agente formador son los movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, entre otros, se puede visualizar a lo largo de las laderas de la quebrada Luis Huayco.

Fotografía 23

Vista del depósito coluvial



Nota. Se aprecia que el depósito coluvial se encuentra sobre la formación Kayra; asimismo, se observa parte del material caído.

Depósito Proluvial

Están conformados por pequeños fragmentos de rocas polimícticas y heterométricas en matriz limo arenoso-arcilloso, principalmente en fondo de valles tributarios y conos deyectivos. En la zona de estudio se puede apreciar en el lecho y desembocadura de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco. Su principal agente formador es por corrientes temporales de aguas de lluvia.



Fotografía 24

Vista de los fragmentos de rocas en matriz limo arenoso-arcilloso



Formación San Sebastián (Pleistoceno Inferior)

Con predominancia de microconglomerados semiconsolidados con niveles de limoarcillitas y areniscas fluviales.

Fotografía 25

Vista de la Formación San Sebastián



Nota. Vista de la formación San Sebastián, donde se aprecia los microconglomerados semiconsolidados.



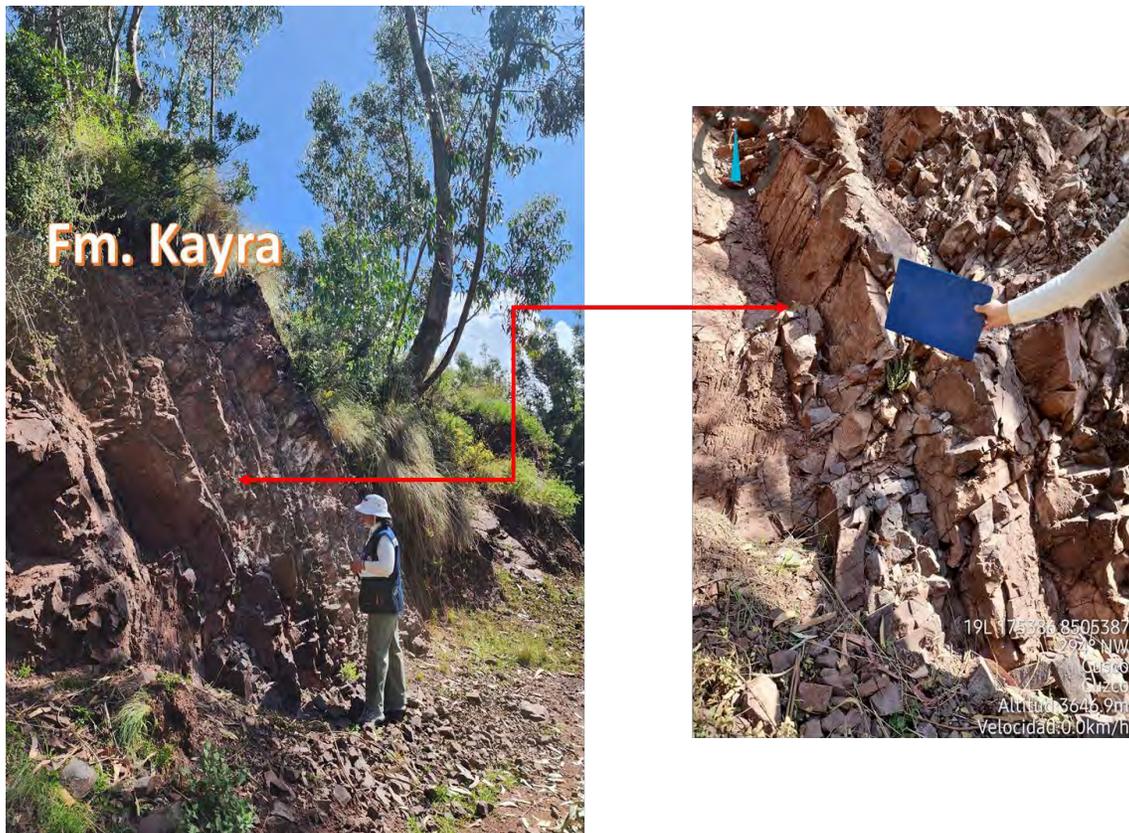
Formación Kayra (Eoceno Inferior)

Está constituido por niveles de areniscas y limos muy fracturados evidentes en la zona de estudio; se aprecia estratos con granos de medio a finos de coloración rojiza.

Este tipo de litología correspondiente a la Formación Kayra se puede apreciar en cortes de talud de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.

Fotografía 26

Vista de los niveles de arenisca de la Formación Kayra



Nota. Se observa el afloramiento y estratificación de la Formación Kayra; asimismo los niveles de arenisca de grano medio a fino



Formación Quilque (Paleoceno Inferior)

La formación Quilque, de las series rojas superiores, está compuesta de areniscas de color rojo intercalado con lutitas y conglomerado los cuales afloran en la zona alta de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco.

Fotografía 27

Vista de la Formación Quilque



Nota. Vista de la formación Quilque de areniscas y lutitas de coloración rojiza

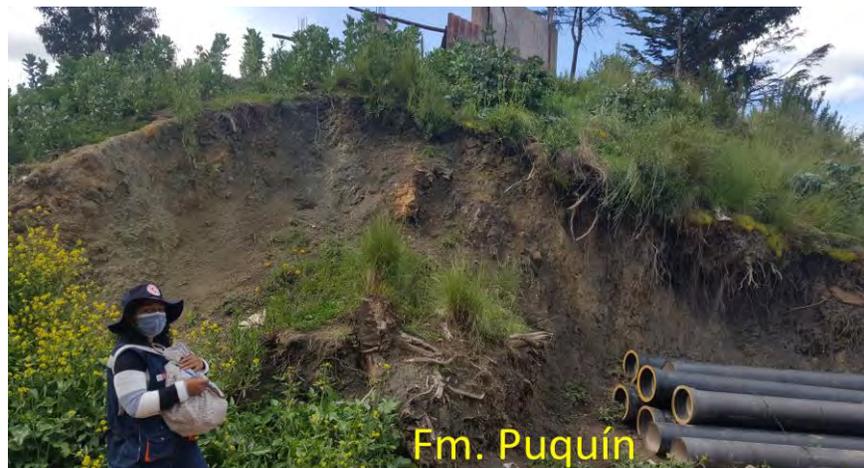
Formación Puquín (Coniaciano – Maestrichtiano)

La Formación Puquín, del Grupo Yuncaypata, tiene su afloramiento en diferentes sectores de la zona de estudio, el cual está compuesta de arcillas y lutitas rojas y verdes de origen de características deleznales y frágiles al contacto con los dedos, asimismo con presencia de yesos de Sabkha continental.



Fotografía 28

Vista de la Formación Puquín



Nota. Vista de la formación Puquín donde se observa material suelto

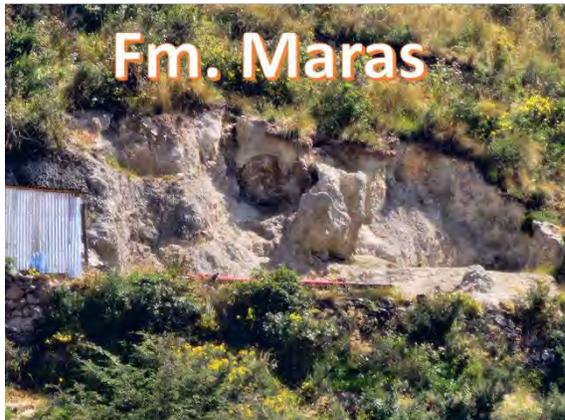
Formación Maras (Albiano Medio)

Esta formación del Grupo Yuncaypata, con predominancia de yesos, arcillitas rojas y verdes; asimismo se observó cuerpos de caliza.



Fotografía 29

Vista de la Formación Maras



Nota. Vista de la formación Maras de composición caótica, asimismo de los clastos de yeso y caliza propios de la formación.



Tabla 15

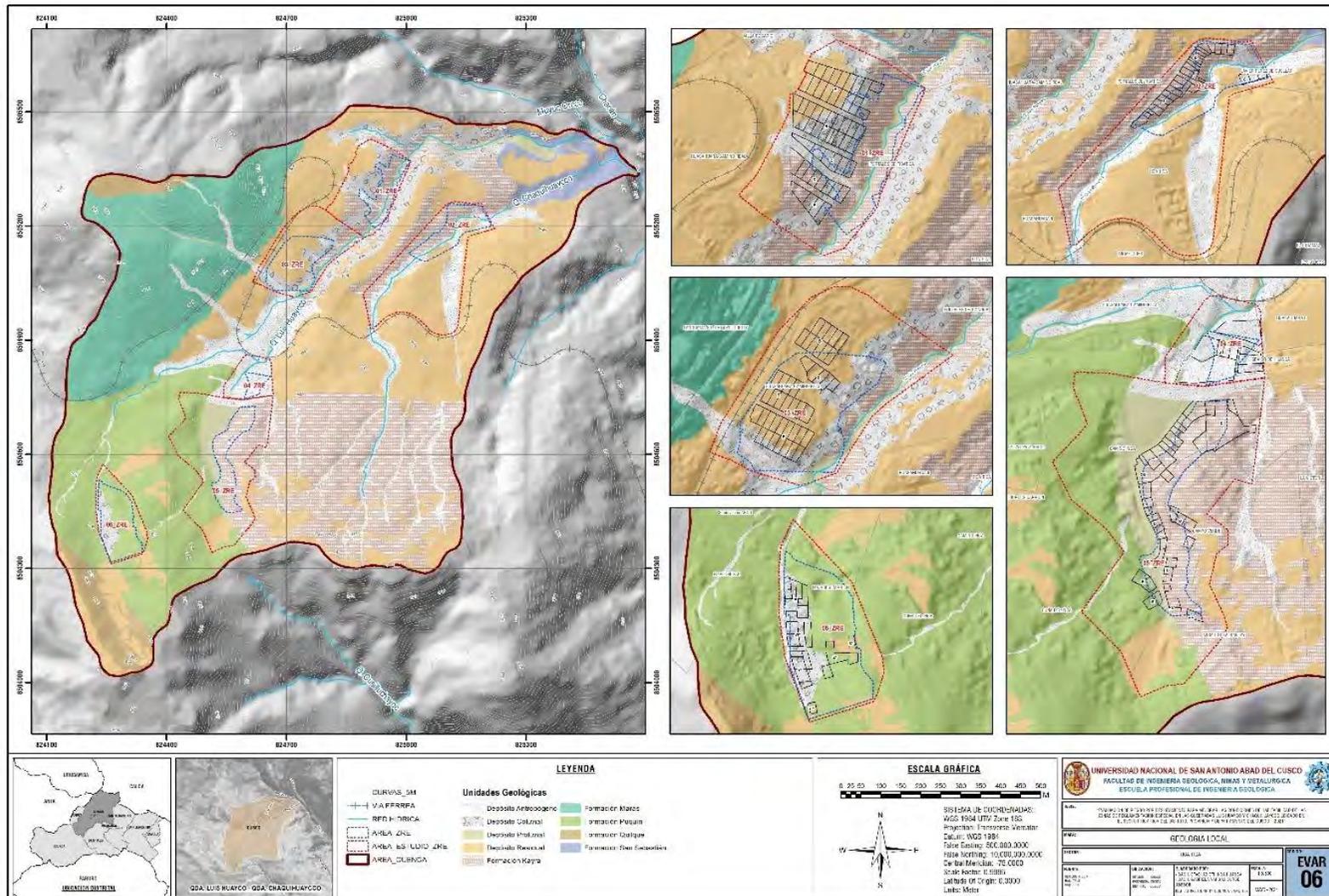
Geología respecto al área total

Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico																																												
Depósito Antropógeno	Q-an	11.11	8.86	<table border="1"><caption>Data for Pie Chart</caption><thead><tr><th>Unidad Geológica</th><th>Código</th><th>Área (Ha)</th><th>%</th></tr></thead><tbody><tr><td>Depósito Antropógeno</td><td>Q-an</td><td>11.11</td><td>8.86</td></tr><tr><td>Depósito Coluvial</td><td>Q-cl</td><td>5.24</td><td>4.18</td></tr><tr><td>Depósito Proluvial</td><td>Q-pl</td><td>2.83</td><td>2.26</td></tr><tr><td>Depósito Residual</td><td>Q-re</td><td>37.53</td><td>29.92</td></tr><tr><td>Formación San Sebastián</td><td>Q-sa</td><td>2.91</td><td>2.32</td></tr><tr><td>Formación Kayra</td><td>Peo-ky</td><td>25.03</td><td>19.96</td></tr><tr><td>Formación Maras</td><td>Ki-ma</td><td>18.71</td><td>14.92</td></tr><tr><td>Formación Puquín</td><td>Ks-pu</td><td>18.7</td><td>14.91</td></tr><tr><td>Formación Quilque</td><td>Pp-qu</td><td>3.36</td><td>2.68</td></tr><tr><td>Total</td><td></td><td>125.42</td><td>100.00</td></tr></tbody></table>	Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Depósito Antropógeno	Q-an	11.11	8.86	Depósito Coluvial	Q-cl	5.24	4.18	Depósito Proluvial	Q-pl	2.83	2.26	Depósito Residual	Q-re	37.53	29.92	Formación San Sebastián	Q-sa	2.91	2.32	Formación Kayra	Peo-ky	25.03	19.96	Formación Maras	Ki-ma	18.71	14.92	Formación Puquín	Ks-pu	18.7	14.91	Formación Quilque	Pp-qu	3.36	2.68	Total		125.42	100.00
Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%																																													
Depósito Antropógeno	Q-an	11.11	8.86																																													
Depósito Coluvial	Q-cl	5.24	4.18																																													
Depósito Proluvial	Q-pl	2.83	2.26																																													
Depósito Residual	Q-re	37.53	29.92																																													
Formación San Sebastián	Q-sa	2.91	2.32																																													
Formación Kayra	Peo-ky	25.03	19.96																																													
Formación Maras	Ki-ma	18.71	14.92																																													
Formación Puquín	Ks-pu	18.7	14.91																																													
Formación Quilque	Pp-qu	3.36	2.68																																													
Total		125.42	100.00																																													
Depósito Coluvial	Q-cl	5.24	4.18																																													
Depósito Proluvial	Q-pl	2.83	2.26																																													
Depósito Residual	Q-re	37.53	29.92																																													
Formación San Sebastián	Q-sa	2.91	2.32																																													
Formación Kayra	Peo-ky	25.03	19.96																																													
Formación Maras	Ki-ma	18.71	14.92																																													
Formación Puquín	Ks-pu	18.7	14.91																																													
Formación Quilque	Pp-qu	3.36	2.68																																													
Total		125.42	100.00																																													



Imagen 10

Mapa Geológico de la zona de estudio





CAPÍTULO IV: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

4.1 Generalidades

El ámbito regional de Cusco, está compuesto por unidades morfoestructurales caracterizados por un estilo tectónico propio como: Cordillera Oriental, Zona intermedia Altiplano – Cordillera Oriental, Altiplano y borde de la Cordillera Occidental.

Las fallas que afectan a las formaciones, acuíferos y por consiguiente manantes de manera directa con la Falla Cusco y a una distancia próxima la Falla Tambomachay; esta última se encuentra activa.

4.2 Estructuras locales

4.2.1 Fallas

Falla Cusco

La Falla Cusco tiene una orientación NO-SE, el cual se emplaza longitudinalmente a lo largo del valle de Cusco; asimismo se indica que, a pesar de la actividad antrópica, se determinó que la falla Cusco muestra reactivaciones cuaternarias, siendo así una estructura con una historia larga e importante con el tiempo geológico. La Falla Cusco tiene una cinemática tipo Normal que pertenece al Sistema de Fallas Zurite-Cusco-Urcos-Sicuani, con un buzamiento 72°SO , con tasa de movimiento de $1-0.1 \text{ mm/yr}$. (INGEMMET, 2013, pág. 142).

La falla en mención se encuentra atravesando el área de estudio, como se aprecia en la Imagen 8.

Falla Tambomachay

La falla Tambomachay, se ubica en el borde norte de la ciudad del Cusco, el cual se extiende con dirección $N 120^{\circ} E$, a lo largo de 20 km, limitando una cuenca rellena por depósitos fluviales y lacustres del cuaternario. Un cartografiado al detalle de 1:10000, permitió determinar que esta falla presenta escarpes con alturas máximas de 600 metros.

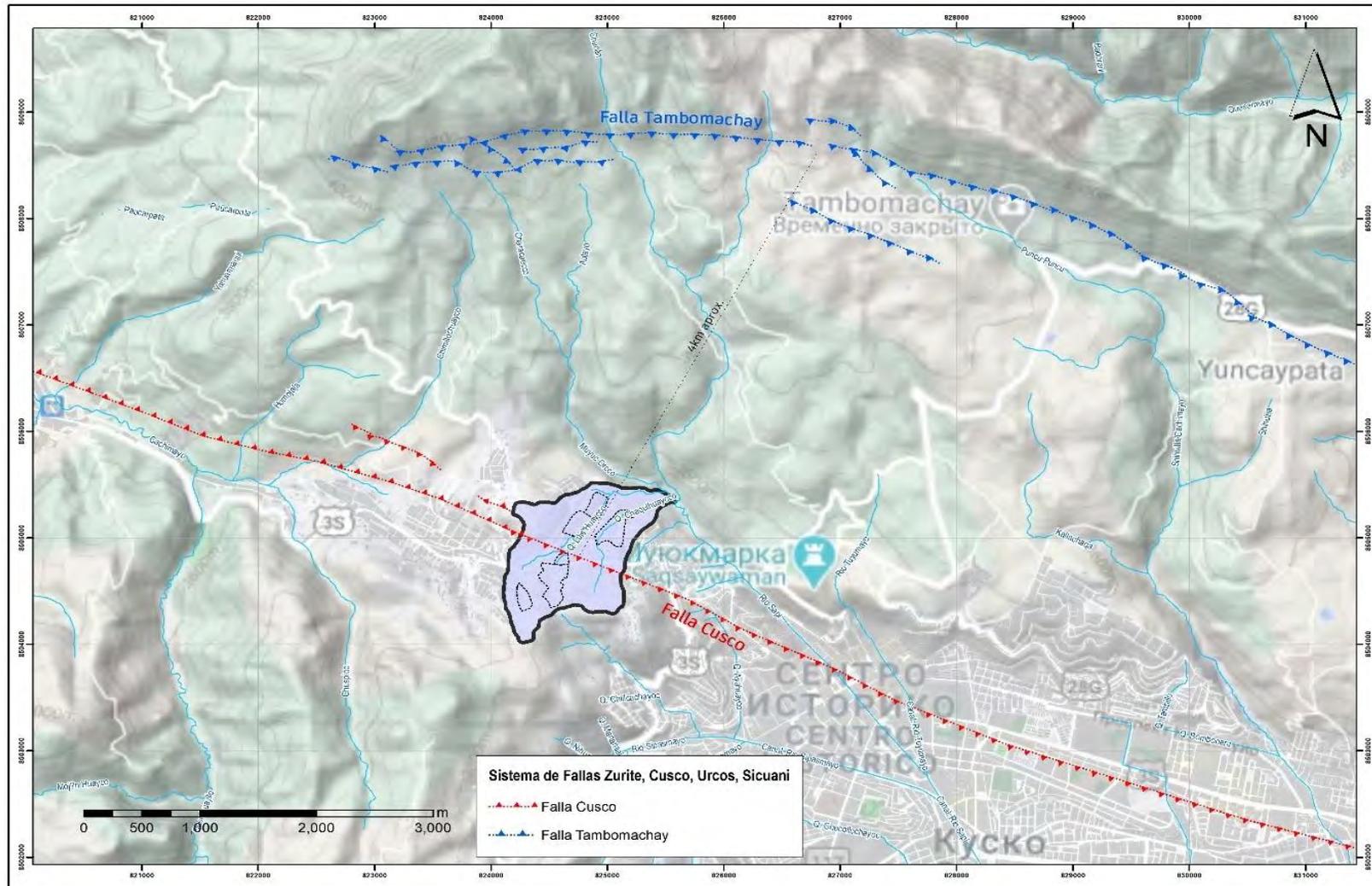


La Falla Tambomachay tiene una cinemática de tipo Normal y Sinistral Normal, que pertenece al Sistema de Fallas Zurite-Cusco-Urcos-Sicuani, con un buzamiento mayor a 60° S a SO respecto a las fallas de mayor y menor longitud. Cabe indicar, que esta falla se encuentra a 4 km de la zona de estudio.



Imagen 11

Distancia a las Fallas de la Provincia de Cusco





CAPÍTULO V: HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

5.1 Hidrografía de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco

La zona de estudio que abarca las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco que, desembocan en la Microcuenca del río Saphy el cual, a su vez pertenece a la Subcuenca del río Huatanay; cuenta con un área de 1.254 km² y determinado por una forma oval oblonga cuyos parámetros se analizan en los siguientes ítems.

5.2 Hidrología

5.2.1 Parámetros Generales Morfométricos

En la siguiente tabla, se observa la caracterización de los parámetros morfométricos de la cuenca delimitada respecto a las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, para el correspondiente análisis de la red de drenaje.



Tabla 16

Parámetros morfométricos de la zona

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
DE SUPERFICIE		
Área	Km ²	1.254
Perímetro	Km	5.250
COTAS		
Cota Máxima	m.s.n.m.	3866.3696
Cota mínima	m.s.n.m.	3535
Centroide Wgs84-UTM-18S		
X centroide	m	824778.580
Y centroide	m	8504812.5
Z centroide	m.s.n.m.	3726.399
Altitud		
Altitud media	m.s.n.m.	3726.399
Altitud más frecuente	m.s.n.m.	3700.024
Altitud de frecuencia media	m.s.n.m.	3735.538
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	18.698
DE LA RED HIDRICA		
Longitud del curso principal	Km	0.2
Orden de la red hídrica	UND	8
Longitud de la red hídrica	Km	537.324
Pendiente promedio	%	18.698
PARAMETROS GENERADOS		
Factor de forma		0.186
Densidad de drenaje	Km/km ²	428.397
Tiempo de concentración	Horas	2.97
Pendiente del cauce principal	%	16.570

Área de la Microcuenca

Representa la proyección horizontal del área del drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural; representado por la mayúscula A.

$$A \text{ microcuenca} = 1.254 \text{ Km}^2$$



Perímetro de la Microcuenca

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la cuenca, nos indica una aproximación sobre la forma de cuenca; representado por la mayúscula P.

$$P \text{ microcuenca} = 5.250 \text{ Km}$$

Longitud de la Microcuenca

Es la longitud de una línea recta con dirección “paralela” al cauce principal; representado por la mayúscula L.

$$L \text{ microcuenca} = 0.2 \text{ Km}$$

Ancho Promedio de la Microcuenca (w)

Es la relación entre el área de microcuenca y la longitud, el cual está representado por la minúscula (w); se obtiene con la siguiente ecuación:

Ecuación 1

Ancho promedio

$$w = \frac{A}{L} = \frac{1.254}{0.2} = 0.48$$

Donde:

w = Ancho de promedio de la microcuenca

A = Área de la cuenca (Km²)

L = Longitud del cauce principal (Km)



El ancho de la microcuenca de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco es de 0.48 km, lo que indica que la microcuenca es regular.

☞ Para definir los parámetros de la forma de la cuenca, se tiene como factores geológicos los cuales son los principales condicionantes de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas.

Coefficiente de Compacidad (Kc)

Denominado como Índice de Gravelius que, determina la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia del área equivalente a la superficie de la cuenca correspondiente.

Este coeficiente representa la forma de la superficie de la cuenca, según su delimitación y está representado por el mayúsculo K_c.

Cuando el valor de K_c tiende a 1 indica que la cuenca tiene forma casi circular; asimismo cuando el valor de K_c es mayor que 2 indica una forma alargada de la cuenca.

Este valor se obtiene mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2

Coefficiente de compacidad (Kc)

$$K_c = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.282 \frac{5.250}{\sqrt{1.254}} = 1.322$$

Donde:

K_c = Índice de Gravelius o Coeficiente de compacidad

P = Perímetro de la cuenca (km)

A = Área de la cuenca (km²)



Del valor obtenido, nunca serán inferiores a 1, y mientras su grado de aproximación sea más cercano a 1 indicará una tendencia a concentrar grandes volúmenes de agua de escurrimientos (Ecología, 2004). Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 17

Índice de compacidad para la evaluación de la forma

Clase	Rango	Descripción
K _c 1	1 a 1.25	Forma redonda a oval redonda
K _c 2	1.25 a 1.5	Forma oval redonda – oval oblonga
K _c 3	>1.5	Forma oval oblonga – rectangular oblonga

Nota. Instituto Nacional de Ecología, 2004

El Coeficiente de compacidad para la microcuenca de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco es de 1.322 lo que indica que la microcuenca es de forma oval oblonga.

Factor de Forma

Parámetro que indica e interpreta la elongación de una cuenca.

Se determina con la siguiente ecuación de la divisibilidad ente el área de cuenca y la longitud del cauce al cuadrado.

Ecuación 3

Factor forma

$$Ff = \frac{A}{L^2} = \frac{1.254}{2.6^2} = 0.186$$

Donde:

Ff = Factor de forma

A = Área de la cuenca (Km²)

L = Longitud del cauce principal (Km)



El factor de forma de la microcuenca de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco es de 0.186 indicando que la microcuenca es muy alargada.

Tabla 18

Rangos aproximados del Factor Forma

Factor de forma (valores aproximados)	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Nota. Datos obtenidos de Pérez, 1979

Como características de relieve de la cuenca, se tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma, de manera general se indica que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en pasos de tiempos menores.

Altitud Media

Según los datos obtenidos del plano, se tiene el siguiente detalle:

Tabla 19

Altitud media de la Microcuenca

N°	COTAS (msnm)			AREA			
	Mínima	Máxima	Promedio	F.A. (Km ²)	F.A. Acum. (Km ²)	F.R. (%)	F.R. Acum (%)
1	3534.968262	3600.990234	3567.979	0.05892	1	4.7	100.0
2	3600.990479	3667.012451	3634.001	0.22985	1	18.33	95.3
3	3667.012695	3733.034668	3700.024	0.50128	1	39.97	77.0
4	3733.034912	3799.056641	3766.046	0.35907	0	28.63	37.0
5	3799.056885	3865.078857	3832.068	0.10505	0	8.38	8.4
6	3865.07959	3865.999268	3865.539	0.00009	0	0.01	0.0
7	3866	3866.378662	3866.189	0.00002	0	0	0.0
TOTAL				1.254			



Para la determinación de la altitud media, se calcula mediante la siguiente ecuación:

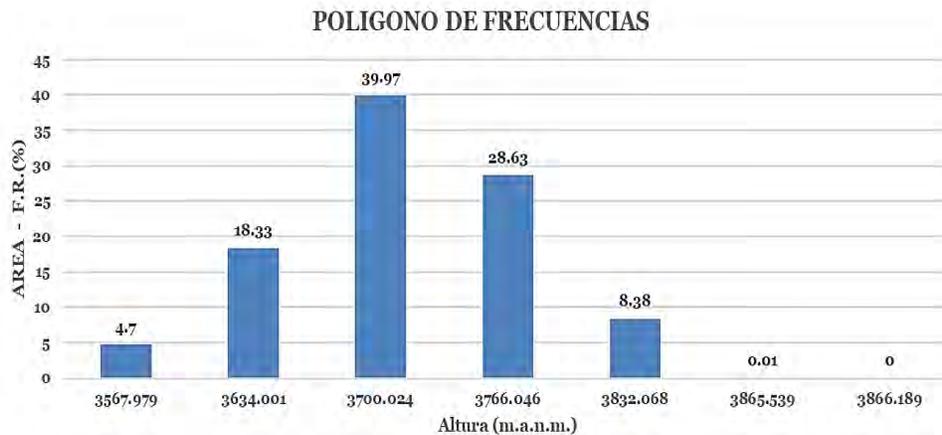
Tabla 20

Altitud media

ALTITUD	COTA
Altitud media	3726.399
Altitud más frecuente	3700.024
Altitud de frecuencia 1/2	3735.538

Gráfico 4

Polígono de frecuencias



5.3 Hidrogeología

En gran parte de la ciudad del Cusco y centros poblado periféricos, el abastecimiento de agua para consumo humano y riego proviene de las aguas subterráneas. Parte de la ciudad se abastece de pozos que se ubican en el acuífero poroso no consolidado de Piñipampa (cuenca del río Vilcanota); sin embargo, gran porcentaje del agua potable para la ciudad proviene de la laguna de Piuray (fuente superficial). (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

La presencia de aguas subterráneas, en acuíferos fisurados que tienen contacto con acuitardos, constituye un factor condicionante para la ocurrencia de peligros geológicos, principalmente los de movimientos en masa. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)



La presencia de estructuras geológicas como fallas, fracturas, diaclasas, condicionan también el movimiento y dirección de los flujos de aguas subterráneas; los cambios de litología, de aspecto permeable a impermeable, permiten al afloramiento de las aguas subterráneas. La presencia de fuentes o manantiales en medios heterogéneos (rocas por lo general de baja permeabilidad) en contacto con materiales no consolidados de cobertura caracterizan a las fuentes como procedentes de flujos de circulación subsuperficial, donde el movimiento del agua se produce a través de materiales de cobertura de mínimos espesores. (INGEMMET, PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2021)

Para conocer detalles del comportamiento de las aguas subterráneas relacionadas con los deslizamientos en el ámbito de estudio, se realiza un inventario de fuentes de agua subterránea, cartografiado y clasificación hidrogeológica.

5.3.1 **Clasificación Hidrogeológica**

En el mapa hidrogeológico se han zonificado los afloramientos rocosos clasificados según su capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas. Evidentemente, las rocas que en superficie permiten la infiltración del agua son las que formarán acuíferos en profundidad, en contraste con las rocas impermeables que son generalmente acuitardos. (INGEMMET, 2021).

Los materiales geológicos están clasificados de acuerdo a sus características hidrogeológicas de porosidad y permeabilidad y de acuerdo a su capacidad para almacenar y transmitir aguas subterráneas en los siguientes grupos: porosos no consolidados, fisurados sedimentarios.



Tabla 21

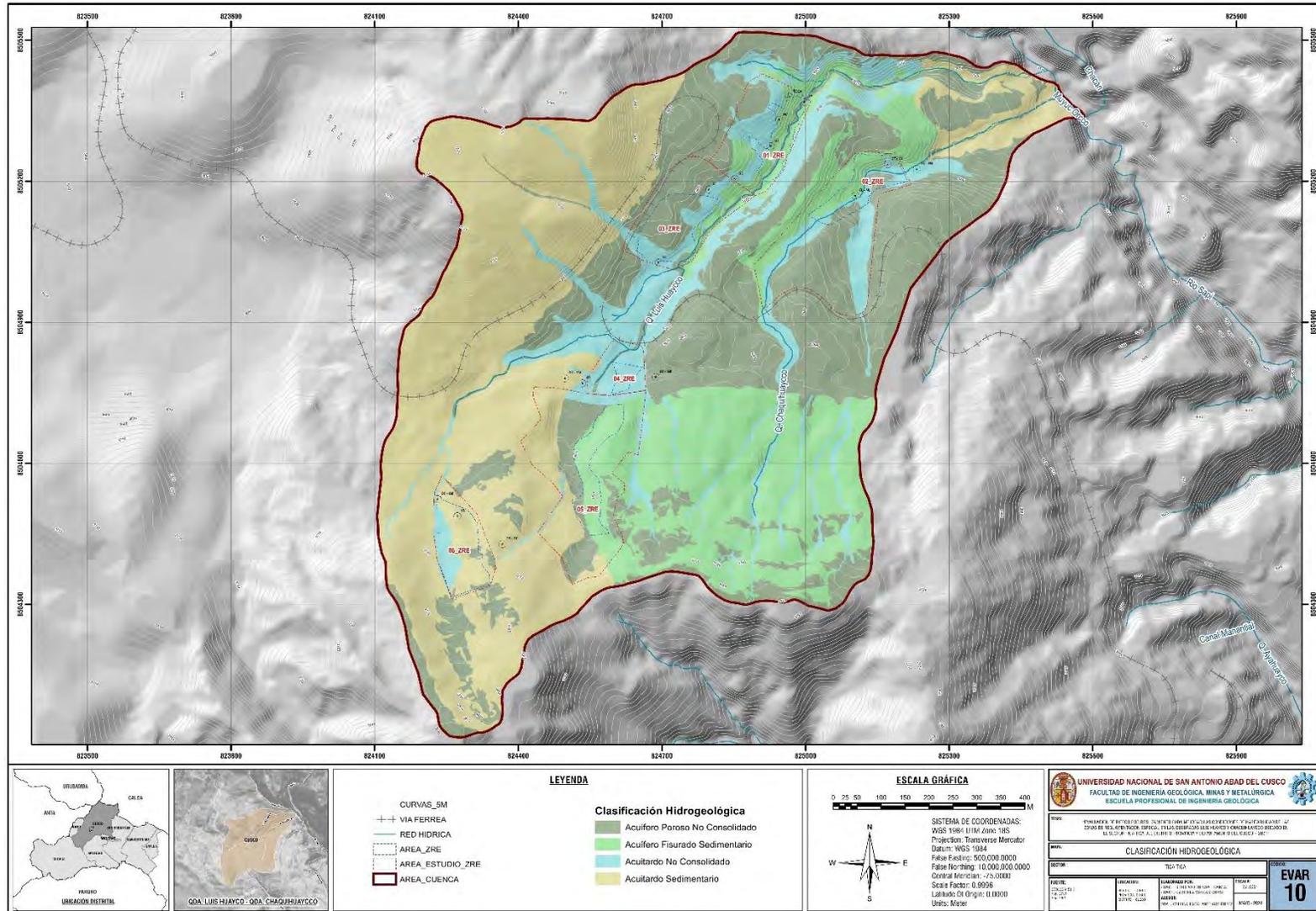
Clasificación hidrogeológica de acuerdo al área de estudio

Formación Geológica	Clasificación Hidrogeológica	Área (Ha)
Depósito Residual Depósito Proluvial	Acuífero poroso no consolidado	40.36
Depósito Antropógeno Depósito Coluvial	Acuitardo no consolidado	16.35
Formación Kayra	Acuífero fisurado sedimentario	25.03
Formación San Sebastián Formación Puquín Formación Quilque Formación Maras	Acuitardo sedimentario	43.69



Imagen 12

Mapa de Clasificación hidrogeológica





5.3.2 Mapeo Hidrogeológico de Fuentes

Los trabajos de campo, para realizar el inventario de fuentes de aguas subterráneas (manantes), se realizaron en periodos de temporadas de lluvia. En el ámbito de estudio se ha encontrado fuentes de agua, al cual se le atribuye la existencia de acuíferos, asimismo, por el tipo de litología de la zona; cuyo nivel de agua incrementa cuando hay mayor precipitación pluvial y desciende en época de estiaje, lo que genera la modificación en las tensiones en el subsuelo como es la expansión y contracción; ocasionando asentamientos diferenciales en las edificaciones contiguas. Algunos manantes se encuentran aflorando en deslizamientos activos.

En la zona de estudio de tiene la siguiente tabla con el inventario de manantes:

Tabla 22

Inventario de afloramientos

Manante	APV/Sector	Coordenadas	
		X	Y
M-01	Camino Real - Huasahuara	824793	8505157
M-02	Villa Rosario	824890	8505446
M-03	Pedregal	824146	8504473
M-04	Buenos Aires	824890	8504470
M-05	Cuna del Inca	824523	8504380
M-06	Camino Inca	824557	8505129
M-07	Los Antares	824432	8505185
M-08	Tica Tica	825108	8505129



Fotografía 30

Afloro de manantial, Sector de Villa Rosario



Nota. Afloramiento N°02

Fotografía 31

Afloramiento de manantial, A.P.V. Camino Inca



Nota. Afloramiento N°06



Fotografía 32

Afloramiento de manantial, A.P.V. Cuna del Inca

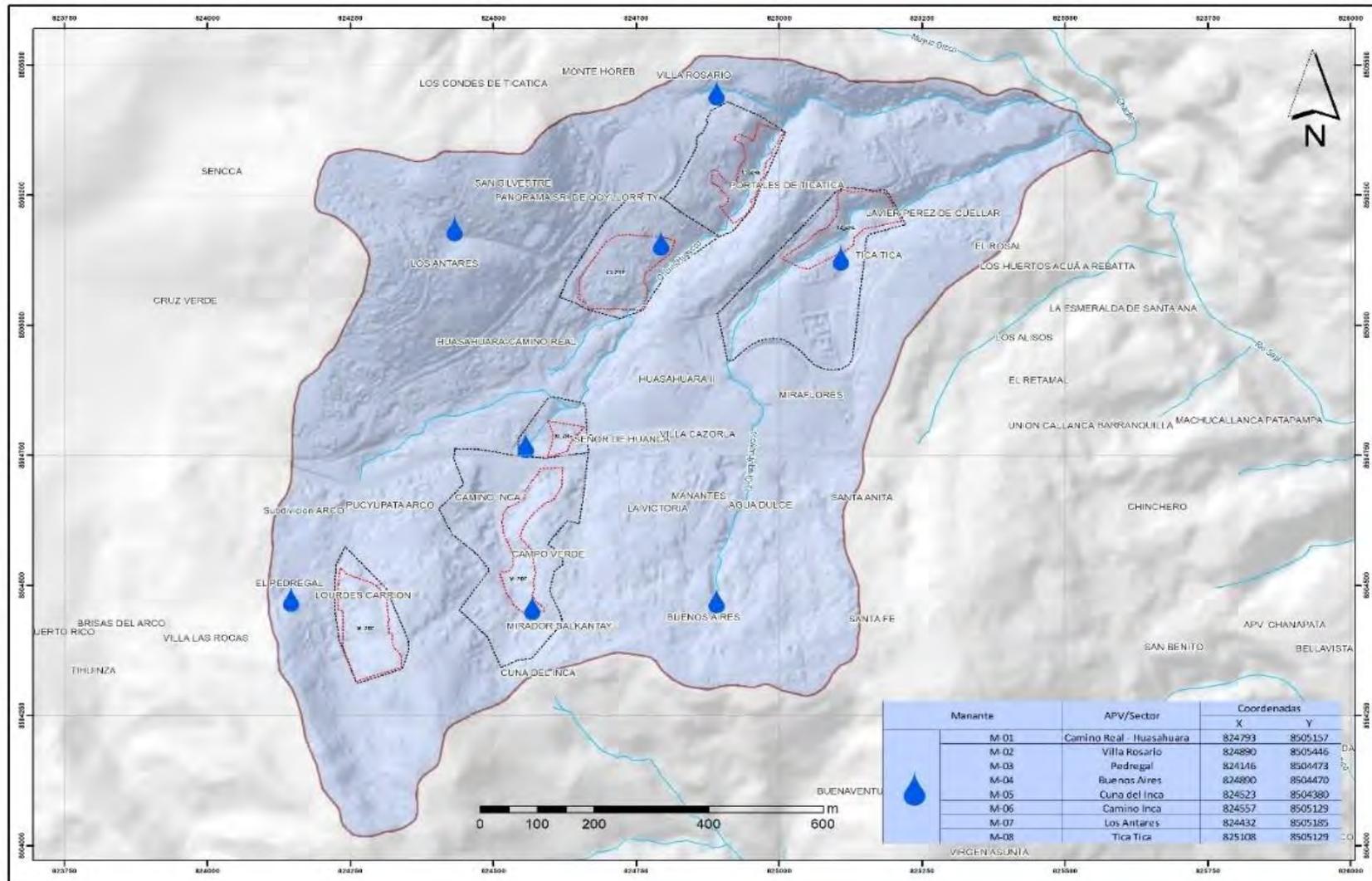


Nota. Afloramiento N°05



Imagen 13

Inventario de manantes





CAPÍTULO VI: GEOTÉCNIA

Para la identificación y caracterización del subsuelo, se obtuvo los datos del Estudio de Mecánica de Suelos y del Informe Técnico del levantamiento Geofísico con el método de refracción sísmica de la Subgerencia de Ordenamiento Territorial perteneciente a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural – Municipalidad Provincial del Cusco; para la elaboración del estudio geotécnico se determinó el perfil estratigráfico del subsuelo de cimentación en base a ensayos visuales según la norma NTP 339.150:2001 (revisada el 2015) y la clasificación de suelos SUCS según la norma NTP 339.13. A continuación, se realizó la descripción de las calicatas.

6.1 Resumen del Estudio de Suelos

6.1.1 CU-01 Portales de Tica Tica – Distrito Cusco

Se ubica en la Asociación Los Portales de Tica Tica, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco. El ámbito de la ubicación de las calicatas morfológicamente se caracteriza por conformar parte del flanco izquierdo de la quebrada Luis Huayco; se indica que esta zona ha sido rellenada por material de desmonte generando el incremento de formación de cárcavas y socavación de los flancos, asimismo el basamento rocoso está compuesto por secuencias de areniscas feldespáticas rojizas de grano medio a fino intercalados con niveles de lutitas y limonitas rojas con un alto grado de alteración y diaclasamiento lo cual favorece a la infiltración de aguas meteóricas.

De acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, establecido en la norma de diseño sismorresistente E-030 del RNE, la zona de estudio de encuentra en la zona 2, con aceleraciones máximas que varían entre 0.16-0.17, del plano de aceleraciones máximas normalizadas.

Asimismo, los valores de RQD, en afloramientos son predominantemente bajos (15% – 20%) formando bloques medianos a pequeños de roca intemperizada (III – IV) y de calidad media



a baja (RMR: 30) las superficies de las discontinuidades son principalmente planas con pequeño porcentaje de irregularidades.

Se realizaron 03 investigaciones para la primera zona denominado CU-01, de la primera calicata se tuvo la presencia de roca, en las 02 subsiguientes calicatas se obtuvo la clasificación SUCS=GC lo que indica gravas arcillosas con mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla. Según la clasificación AASHTO de la segunda y tercera calicata A – 2 – 4(0) y A – 2 – 6(0) correspondientemente se indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena. No se encontró nivel freático.

La ubicación de las calicatas se realizó manera aleatoria en el polígono; y presentan las siguientes características descrito en las siguientes tablas:

Tabla 23

Parámetros de clasificación geomecánica - CU-01 Portales de Tica Tica

Est. N°	Litología	Parámetros de clasificación geomecánica								
		RMR	GSI	RQD	c Kg (cm ²)	Ø (°)	Σ (Mpa)	S	mb	a
01	Arenisca	34	32	24.87	1.85	33.39	22.00	0.0001	0.428	0.518

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 24

Parámetros físicos y mecánicos de los suelos - CU-01 Portales de Tica Tica

CU – 01 Portales de Tica Tica	UBICACIÓN			CLASIFICACIÓN		
	Calicata	X	Y	Z	SUCS	AASHTO
SG – 01	175383.47	8505383.66	3596			Roca
SG – 02	175360.24	8505335.74	3604		GC	A – 2 – 4(0)
SG – 03	175347.34	8505278.30	3600		GC	A – 2 – 6(0)

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Tabla 25

Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-01 Portales de Tica Tica

CU – 01 Portales de Tica Tica	Humedad (%)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Grava	% Arenas	% Finos
SG – 01							
SG – 02	7.70	30.00	19.65	10.35	45.90	19.60	34.50
SG – 03	6.80	32.10	20.71	11.39	58.90	15.90	24.20

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

6.1.2 Mecánica de rocas – CU1

∞ El índice RMR (Rock Mass Rating) propuesto por Bieniawski (1989),

Tabla 26

Estación geomecánica 01

N° Estación	Orientación del Talud		Coordenadas UTM	
	Rumbo	Buzamiento	X	Y
EST. GEO - 01	63°	79°	175383.47 E	8505383.66 N

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 27

Datos del Mapeo de Geomecánica

Tipo estruct.	Orientación			Relleno	
	Rumbo Dir. Buzamiento	Buzamiento	Espaciamiento	Tipo	Espesor
D	344°	44°	0.15	Ox	0.02
D	153°	52°	0.10	Arc	0.01
D	67°	75°	0.25	Arc	0.05
D	15°	55°	0.10	Ox	0.02
D	321°	80°	0.14	Arc	0.03
D	75°	45°	0.15	Ox	0.01

Nota. Ox=óxido, Arc=Arcilla



Tabla 28

Valoración del macizo rocoso (R.M.R.)

Parámetro		Rango de valores valor estimado					Valoración		
R. Compre Uniaxial (Mpa)	>250 (15)	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	25 - 50 (4)	×	<25(2) <5(1) <1(0)	1	2	
ROD %	90-100 (20)	75 - 90 (17)	50 - 75 (13)	25 - 50 (8)	×	< 25 (3)	2	3	
Espaciamiento (m)	>2 (20)	0.6 - 2 (15)	0.2 - 0.6 (10)	×	0.06 - 0.2 (8)	< 0.06 (5)	3	8	
Condición de juntas	Persistencia	<1 m long. (6)	1-3 m long.(4)	×	3 - 10 m (2)	10 - 20 m (1)	> 20 m(0)	4A	2
	Abertura	Cerrada (6)	<0.1 mm apert. (5)	×	0.1 - 1.0 mm (4)	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	4B	1
	Rugosidad	Muy Rogosa (6)	Rugosa (5)	×	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)	4C	4
	Relleno	Limpia (6)	Duro <5 mm (4)	×	Duro >5mm (2)	Suave <5mm (1)	Suave >5mm (0)	4D	2
	Alteración	Sana (6)	lig. Alterada (5)	×	Mod. Alterada (3)	Muy alterada (2)	Descompuesta (0)	4E	2
Agua Subterránea	Seco (15)	×	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	5	10	
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1 a 5) =								34	
CLASE DE MACIZO ROCOSO									
R.M.R.	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	IV			
Descripción	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA				

☞ **Determinación del RQD (Rock Quality Desing):** el grado de fracturamiento rocoso está definido por el número, espaciado y condiciones de las discontinuidades, cualquiera que sea su origen y clase; parámetro descrito que se mide en testigos de sondeos, en base a su valor se clasifica la calidad del macizo rocoso. Para la obtención del RQD en afloramientos se utilizó la siguiente relación sugerida para macizos rocosos (Palmstrom, 1982)

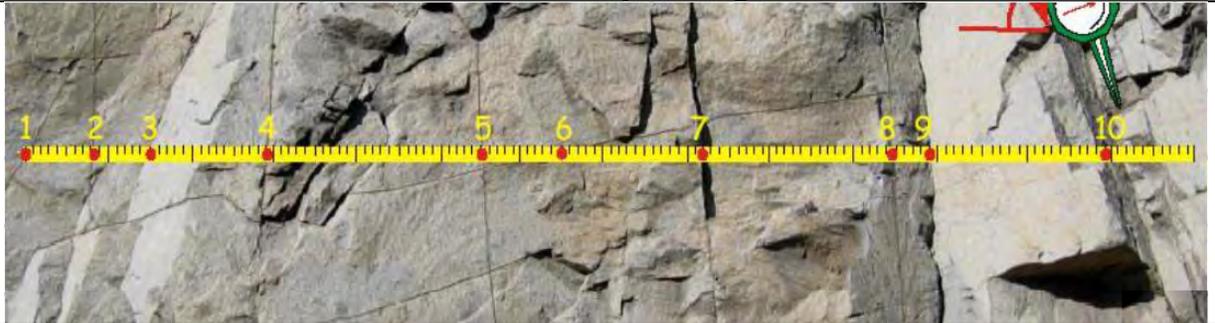


Tabla 29

Calidad del macizo rocoso en función al número de discontinuidades

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda(0.1\lambda+1)}$$

Donde λ es el número de juntas por metro lineal



RQD %	Calidad de la roca
< 25	Muy mala
25 – 50	Mala
50 – 75	Regular
75 – 90	Buena
90 – 100	Excelente

Tabla 30

Calidad de la roca en función al RQD Estación geomecánica (EG – 01)

Calicata	N° de juntas por metro lineal λ	RQD (%)	Calidad de la roca	Ubicación	
				X	Y
01	27	24.87	Muy mala	176135.62 E	8564300.77N

6.1.3 CU-02 Huasahuara, Camino Real, Los Portales de Tica Tica – Distrito Cusco

Se ubica en las Asociaciones Camino Real, Camino Inca, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco. El ámbito de la ubicación de las calicatas morfológicamente se caracteriza por conformar parte de la terraza producto de la acumulación de sedimentos por procesos hidrogravitacionales provenientes de las zonas de laderas de valle; la zona se halla delimitada por declives poco pronunciados y escalonados donde



se realizaron trabajos de nivelación con fines de expansión urbana lo que genero la reactivación de antiguos deslizamientos.

De acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, establecido en la norma de diseño sismorresistente E-030 del RNE, la zona de estudio de encuentra en la zona 2, con aceleraciones máximas que varían entre 0.16-0.17, del plano de aceleraciones máximas normalizadas.

Se realizaron 03 investigaciones para la segunda zona denominado CU-02, de la primera calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GC gravas arcillosas con mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla, y en las 02 subsiguientes calicatas el SUCS=CL lo que indica arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. Según la clasificación AASHTO de la primera A – 2 – 4(0) se indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena, de la segunda calicata A – 6(5) lo que indica suelos arcillosos de calidad pobre a mala, de la tercera calicata A – 2 – 6(7) indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena. No se encontró nivel freático.

La ubicación de las calicatas se realizó manera aleatoria en el polígono; y presentan las siguientes características descrito en las siguientes tablas:

Tabla 31

CU-02 Huasahuara, Camino Real, Portales de Tica Tica

CU – 02 Camino Real	UBICACIÓN			CLASIFICACIÓN	
	Calicata	X	Y	Z	SUCS
CG – 01	175592.45	8505246.158	3464	GP – GC	A – 2 – 4(0)
CG – 02	175526.37	8505177.53	3455	CL – ML	A – 4(1)
CG – 03	175653.67	8505237.14	3447	GC – GM	A – 2 – 4(0)

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Tabla 32

Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-03 Huasahuara, Camino Real, Portales de Tica Tica

CU – 02 Camino Real	Humedad (%)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Grava	% Arenas	% Finos
CG – 01	6.20	27.05	20.35	6.70	79.90	8.50	11.60
CG – 02	5.40	28.06	22.07	6.53	8.30	36.70	55.00
CG – 03	7.10	26.7	21.52	5.18	54.70	15.40	29.90

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

6.1.4 CU-03 Javier Pérez de Cuellar – Distrito Cusco

Se ubica en las Asociaciones de vivienda Javier Pérez de Cuellar y Tica Tica, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco. El ámbito de la ubicación de las calicatas morfológicamente se caracteriza por conformar parte de la quebrada ChaquiHuaycco el cual es un colector principal, el cual fue rellenado por escombros de talud y material de desmonte de las construcciones colindantes a la quebrada generando el incremento del proceso de formación de cárcavas y socavación de los flancos de la quebrada.

De acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, establecido en la norma de diseño sismorresistente E-030 del RNE, la zona de estudio de encuentra en la zona 2, con aceleraciones máximas que varían entre 0.16-0.17, del plano de aceleraciones máximas normalizadas.

Asimismo, los valores de RQD, en afloramientos son predominantemente majos (15% – 20%) formando bloques medianos a pequeños de roca intemperizada (III – IV) y de calidad media a baja (RMR: 30) las superficies de las discontinuidades son principalmente planas con pequeño porcentaje de irregularidades.

Se realizaron 03 investigaciones para la segunda zona denominado CU-03, de la primera calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GP-GC que indica la presencia de gravas mal graduadas, mezclas de grava-arena con pocos finos o sin finos y gravas arcillosas-mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla, de la segunda calicata se obtuvo la clasificación SUCS=CL-ML que indica la



presencia de arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media , arcillas con gravas, arcillas arenosa y limosas asimismo de limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, y de la tercera calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GC-GM lo que indica que se encontró grava limosas y arcillosas con mezclas de grava, arena. Según la clasificación AASHTO de la primera A – 2 – 4(0) se indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena, de la segunda calicata A – 4(1) indica la predominancia de material de suelos limosos de calidad malo, de la tercera calicata A – 2 – 4(0) se indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena. No se encontró nivel freático.

La ubicación de las calicatas se realizó manera aleatoria en el polígono; y presentan las siguientes características descrito en las siguientes tablas:

Tabla 33

CU-03 Javier Pérez de Cuellar

CU – 03 Javier Pérez de Cuellar		UBICACIÓN			CLASIFICACIÓN	
Calicata	X	Y	Z	SUCS	AASHTO	
CG – 01	175274.34	8505206.85	3625	GC	A – 2 – 4(0)	
CG – 02	175220.58	8505182.90	3618	CL	A – 6(5)	
CG – 03	175119.34	8505025.097	3610	CL	A – 6(7)	

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 34

Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-03 Javier Pérez de Cuellar

CU – 03 Javier Pérez de Cuellar	Humedad (%)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Grava	% Arenas	% Finos
CG – 01	7.00	28.50	20.97	7.53	47.70	20.40	31.9
CG – 02	8.40	35.10	21.82	13.18	13.40	31.00	55.60
CG – 03	12.80	37.00	21.85	15.15	13.10	27.70	59.60

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



6.1.5 Mecánica de rocas – CU3

☞ índice RMR (Rock Mass Rating) propuesto por Bieniawski (1989),

Tabla 35

Estación geomecánica 02

N° Estación	Orientación del Talud		Coordenadas UTM	
	Rumbo	Buzamiento	X	Y
EST. GEO - 02	63°	79°	175538.86 E	8505174.95 N

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 36

Valoración del macizo rocoso (R.M.R.)

Parámetro	Rango de valores valor estimado					Valoración			
R. Compre Uniaxial (Mpa)	>250 (15)	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	×	25 - 50 (4)	<25(2) <5(1) <1(0)	1	4	
RQD %	90-100 (20)	75 - 90 (17)	50 - 75 (13)	×	25 - 50 (8)	< 25 (3)	2	8	
Espaciamiento (m)	>2 (20)	0.6 - 2 (15)	0.2 - 0.6 (10)	×	0.06 - 0.2 (8)	< 0.06 (5)	3	8	
Condición de juntas	Persistencia	<1 m Long. (6) ×	1-3 m Long. (4)	3 - 10 m (2)	10 - 20 m (1)	> 20 m(0)	4A	4	
	Abertura	Cerrada (6)	<0.1 mm apert. (5)	0.1 - 1.0 mm (4)	1 - 5 mm (1)	×	> 5 mm (0)	4B	0
	Rugosidad	Muy Rogosa (6)	Rugosa (5)	×	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)	4C	3
	Relleno	Limpia (6)	Duro <5 mm (4)	Duro >5mm (2)	Suave <5mm (1)	×	Suave >5mm (0)	4D	0
	Alteración	Sana (6)	lig. Alterada (5)	×	Mod. Alterada (3)	Muy alterada (2)	Descompuesta (0)	4E	3
Agua Subterránea	×	Seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	5	15	
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1 a 5) =								45	

CLASE DE MACIZO ROCOSO

R.M.R.	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
Descripción	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



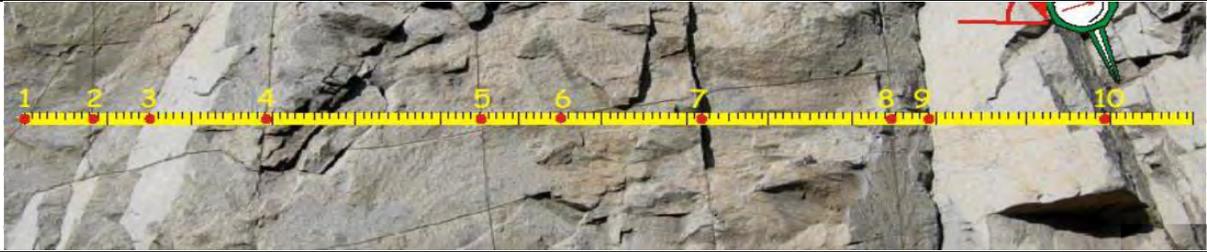
∞ Determinación del RQD (Rock Quality Desing): el grado de fracturamiento rocoso está definido por el número, espaciado y condiciones de las discontinuidades, cualquiera que sea su origen y clase; parámetro descrito que se mide en testigos de sondeos, en base a su valor se clasifica la calidad del macizo rocoso. Para la obtención del RQD en afloramientos se utilizó la siguiente relación sugerida para macizos rocosos (Palmstrom, 1982).

Tabla 37

Calidad del macizo rocoso en función al número de discontinuidades

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda(0.1\lambda+1)}$$

Donde λ es el número de juntas por metro lineal



RQD %	Calidad de la roca
< 25	Muy mala
25 – 50	Mala
50 – 75	Regular
75 – 90	Buena
90 – 100	Excelente

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 38

Calidad de la roca en función al RQD Estación geomecánica (EG – 02)

Calicata	N° de juntas por metro lineal λ	RQD (%)	Calidad de la roca	Ubicación	
				X	Y
01	26	26.74	Mala	175538.86 E	8505174.95 N

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



6.1.6 CU-04 Señor de Huanca – Distrito Cusco

Se ubica en las Asociaciones Señor de Huanca, Camino Inca y Los Portales de Tica Tica, ubicados hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco. El ámbito de la ubicación de las calicatas morfológicamente se caracteriza por conformar parte del talud inferior de la vía Cusco- Abancay los cuales presentan pendientes moderadas a empinadas de (25°-35°), la cual ha sido rellenado con materiales redepositados para la construcción y ampliación de la vía.

De acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, establecido en la norma de diseño sismorresistente E-030 del RNE, la zona de estudio de encuentra en la zona 2, con aceleraciones máximas que varían entre 0.16-0.17, del plano de aceleraciones máximas normalizadas.

Asimismo, los valores de RQD, en afloramientos son predominantemente majos (15% – 20%) formando bloques medianos a pequeños de roca intemperizada (III – IV) y de calidad media a baja (RMR: 30) las superficies de las discontinuidades son principalmente planas con pequeño porcentaje de irregularidades.

Se realizaron 03 investigaciones para la segunda zona denominado CU-04, de la primera y tercera calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GC-GM que indica la presencia de gravas arcillosas y limosas con mezclas mal graduadas de grava, arena, limo y arcilla, de la segunda calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GC que indica la presencia de gravas arcillosas con mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla. Según la clasificación AASHTO de la primera A – 4(6) indica la predominancia de material de suelos limosos de calidad aceptable a malo, de la segunda calicata A – 6(2) indica presencia de material de suelos arcillosos con una calidad de malo, y de la tercera calicata A – 2 – 4(0) se indica que contiene gravas y arenas limosas o arcillosas y se caracterizan por una calidad de aceptable a buena. No se encontró nivel freático.

La ubicación de las calicatas se realizó manera aleatoria en el polígono; y presentan las siguientes características descrito en las siguientes tablas:



Tabla 39

CU-04 Señor de Huanca

CU – 04 Señor de Huanca	UBICACIÓN			CLASIFICACIÓN	
	Calicata	X	Y	Z	SUCS
CG – 01	174929.86	8504774.24	3430	GC – GM	A – 4(6)
CG – 02	174966.55	8504764.64	3420	GC	A – 6(2)
CG – 03	175119.34	8504781.30	3418	GC – GM	A – 2 – 4(0)

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 40

Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-04 Señor de Huanca

CU – 04 Señor de Huanca	Humedad (%)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Grava	% Arenas	% Finos
CG – 01	8.40	27.20	20.75	6.45	45.20	15.20	39.60
CG – 02	7.90	29.00	18.13	10.87	31.20	23.70	45.10
CG – 03	7.10	25.80	18.80	7.00	44.40	21.50	34.10

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

6.1.7 CU-06 Asociación Lourdes Carrión, El Pedregal – Distrito Cusco

Se ubica en las Asociaciones Lourdes Carrión y El Pedregal, ubicados hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco, hacia el noroeste del Centro Histórico del Cusco. El ámbito de la ubicación de las calicatas morfológicamente se encuentra en la parte media y superior de la colina altoandina que, presentan pendientes escalonadas donde se asentó la población produciendo alteración en las tensiones internas de los taludes existentes generando el reactivamiento de deslizamientos.

De acuerdo a la zonificación sísmica del Perú, establecido en la norma de diseño sismorresistente E-030 del RNE, la zona de estudio de encuentra en la zona 2, con aceleraciones máximas que varían entre 0.16-0.17, del plano de aceleraciones máximas normalizadas.

Se realizaron 03 investigaciones para la segunda zona denominado CU-06, de la primera calicata se obtuvo la clasificación SUCS=GP-GC que indica la presencia de gravas mal graduadas



y gravas limosas con mezclas arenas, arcillas y con pocos finos, de la segunda calicata se obtuvo la clasificación SUCS=CL que indica la presencia de limos orgánicos de plasticidad baja a media y arcillas arenosas y limosas, y de la tercera calicata la clasificación SUCS=GC-GM lo que indica que se encontró grava limosas y arcillosas con mezclas de grava, arena. Según la clasificación AASHTO de la primera A – 1 – b (o) indica la predominancia de fragmentos de grava y arena con calidad de buena a excelente, de la segunda calicata A – 6(2) indica presencia de material de suelos arcillosos con una calidad de malo, y de la tercera calicata A – 4(6) indica la predominancia de material de suelos limosos de calidad aceptable a malo. No se encontró nivel freático.

La ubicación de las calicatas se realizó manera aleatoria en el polígono; y presentan las siguientes características descrito en las siguientes tablas:

Tabla 41

CU-06 Asoc. Lourdes Carrión, El Pedregal

CU – 06 Asoc. Lourdes Carrión, El Pedregal		UBICACIÓN			CLASIFICACIÓN	
Calicata	X	Y	Z	SUCS	AASHTO	
CG – 01	174807.73	8504418.32	3596	GP – GC	A – 1 – b (o)	
CG – 02	174712.34	8504475.721	3527	CL	A – 6(o)	
CG – 03	174670.02	8504510.694	3517	GC – GM	A – 4(1)	

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Tabla 42

Parámetros físicos y mecánico de los suelos – CU-06 Asoc. Lourdes Carrión, El Pedregal

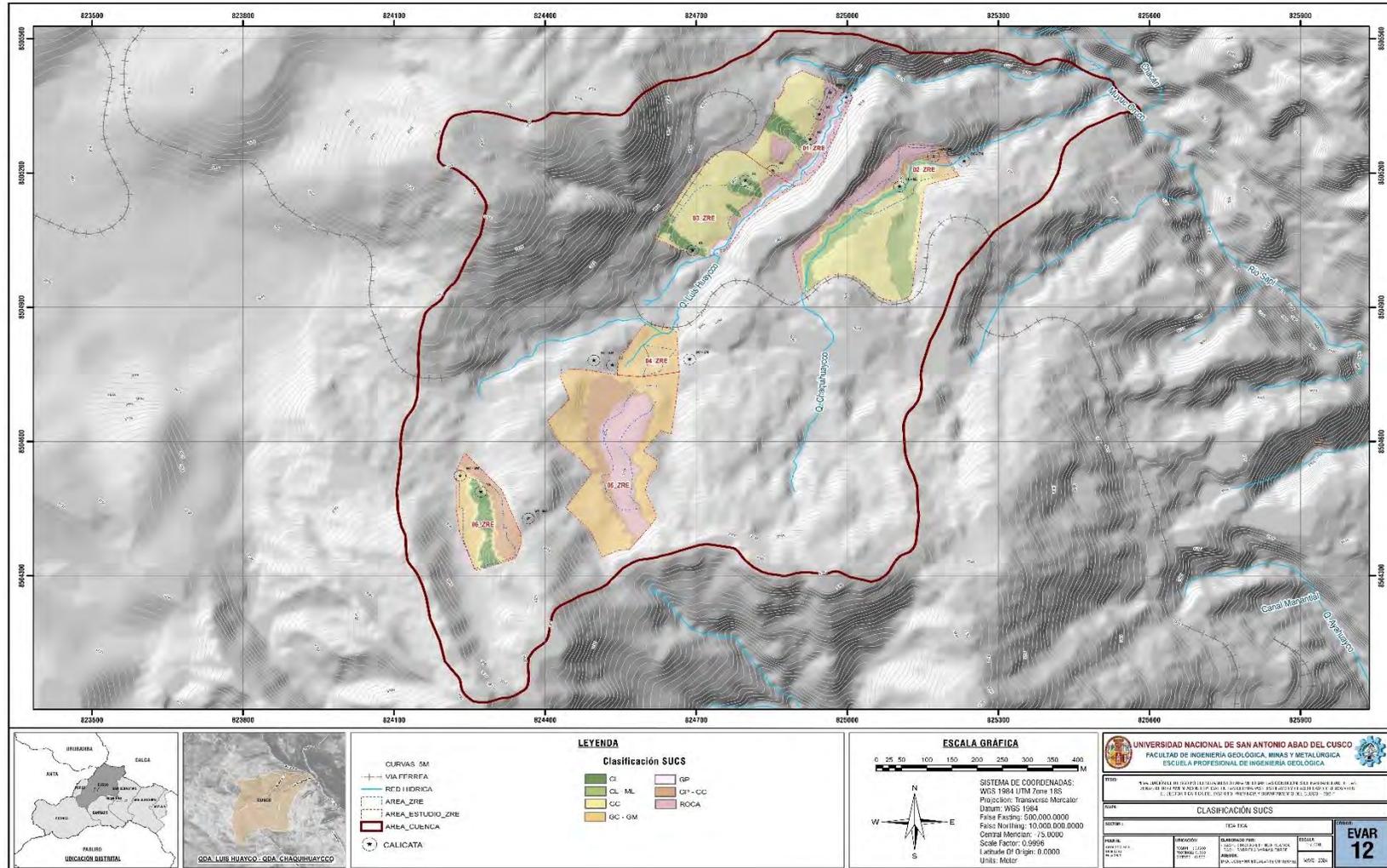
CU – 06 Asoc. Lourdes Carrión, EL Pedregal	Humedad (%)	Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad	% Grava	% Arenas	% Finos
CG – 01	5.60	24.30	19.46	4.84	57.6	31.00	11.40
CG – 02	7.40	37.80	23.41	14.39	8.00	35.00	57.00
CG – 03	6.20	27.10	20.14	6.96	32.50	21.30	46.20

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos ZRE/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Imagen 14

Mapa de la clasificación SUCS, en las ZRE



Nota. Zonificado a partir del Estudio de Mecánica de Suelos ZRE



6.2 Resumen del Estudio Geofísico

Según el levantamiento geofísico mediante el método de refracción sísmica en las quebradas de Camino Real, Camino Inca y Ayahuayco dentro de las Zonas de Reglamentación Especial del área urbana del distrito de Cusco, datos solicitados de la Subgerencia de Ordenamiento Territorial perteneciente a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural – Municipalidad Provincial del Cusco; se tiene el siguiente detalle:

6.2.1 LS – 07 – 472.91 m - Sector: Quebrada Camino Real

Ubicación

El área de estudio geofísico mediante prospección de refracción sísmica, consiste en delimitar la estratigrafía circundante existente, así como la estimación de los parámetros de resistividad de los materiales que los conforman.

Los ensayos de refracción sísmica del presente informe se desarrollaron en las zonas de la Quebrada Camino Real, todo el tramo LS-07 pertenece a la zona UTM 18S.

Tabla 43

Ubicación de la línea sísmica ejecutada en la zona

ZONA	LÍNEAS SÍSMICA	METROS LINEALES
Quebrada Camino Real	LS-07	472.91

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Perfiles Geo-sísmicos obtenidos Refracción Sísmica

Las líneas de donde se realizaron los ensayos, se detallan a continuación:

Tabla 44

Ubicación UTM de las líneas realizadas

NOMBRE	COORDENADAS UTM				LONGITUD (m)
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		
	Norte	Este	Norte	Este	
LS-07	8508040.99	175113.87	8505384.00	175381.00	472.91

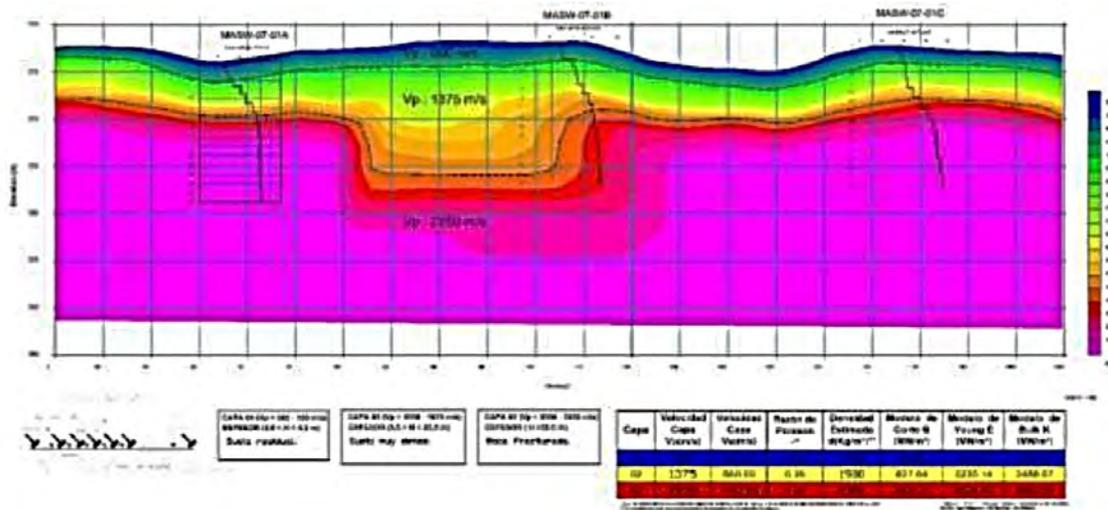
Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Resultados del ensayo de refracción sísmica en los perfiles y sectores críticos evaluados

Se indica que la línea sísmica LS-07, se ha dividido en 02 partes para mejor resolución del perfil, como se observa a continuación:

Gráfico 5

Línea Sísmica LS-07 – A

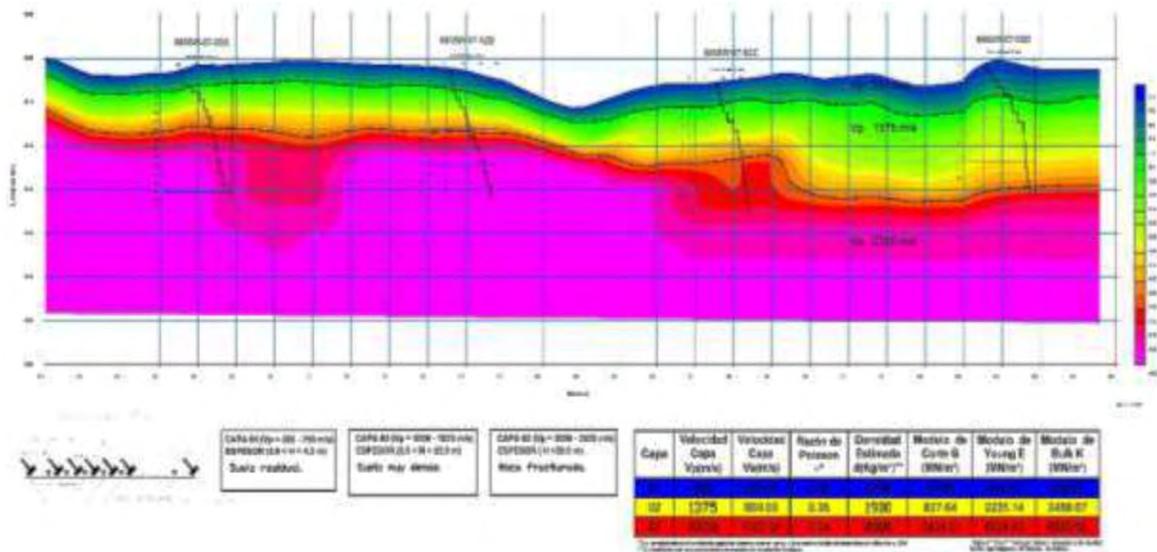


Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Gráfico 6

Línea Sísmica LS-07 – B



Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

De acuerdo a los gráficos obtenidos, se tiene el siguiente resultado:

Tabla 45

Resumen de resultados del Perfil sísmico LS-07 para A y B

Capa	Potencia Aprox.	Velocidad Vp (m/s)	Velocidad Vs (m/s)	v	G (MN/m²)	E (MN/m²)	Descripción
1	2.00 – 4.30	500	235	0.36	93.88	255.03	Suelo limo-arcilloso y/o residual, levemente denso, presenta poca humedad.
2	8.00 – 23.00	1375	660	0.35	827.64	2235.14	Fragmentos de roca y/o arcillas de mediana compacidad, muy denso.
3	>30.00	2250	1102.50	0.34	2431.01	6524.03	Basamento rocoso fracturado.

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Conclusiones del Informe Técnico

- ☞ Según el informe se realizaron 07 perfiles sísmicos de los cuales se presentaron 02 denominados LS-07-A y LS-07-B con 472.91 metros de longitud, del cual la primera capa está caracterizada por un suelo limo-arcilloso y/o residual, levemente denso, presenta poca humedad y tiene una potencia de 2.00 m hasta 4.30 m; la segunda capa está caracterizada por fragmentos de roca y/o arcillas, gravas y arenas de mediana compacidad, muy denso el cual tiene una potencia de 8.00 m a 23.00 m y por último, la tercera capa está caracterizada por ser basamento rocoso fracturado, con una potencia mayor a 30.00 m.

Interpretación de los Resultados Aplicados a la Gestión del Riesgo de Desastres y la Planificación Urbana

Se detalla a continuación:



Tabla 46

Interpretación de resultados

Distancia (m)	Descripción	Recomendaciones
60 - 120	Presenta pendientes pronunciadas, escarpes e infiltración continua de agua de las capas O1 y O2 nos indica que es un suelo residual y/o depósitos antiguos de deslizamientos antiguos y aluviones no consolidados, es una zona de mayor permeabilidad y saturación, el peligro con mayor probabilidad de ocurrencia es la reptación de suelos y un posible deslizamiento mixto mediano, con un cuerpo principal de 60 metros de ancho por 30 metros de profundidad.	<p>Limitar el desarrollo de infraestructura urbana, o de instalaciones destinadas a una alta concentración de población.</p> <p>En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, etc., se deberán realizar estudios geotécnicos de detalle; según el eje del perfil LS-07, dentro de los 60.00 hasta los 110.00 metros se tiene una zona de anomalía en el cual la probabilidad de existencia de una falla antigua el cual dio origen a alteraciones del macizo rocoso por fracturamiento y meteorización.</p>
120 – 257	Presenta pendientes pronunciadas y escarpes, el peligro con mayor probabilidad de ocurrencia son los asentamientos y remoción en masa.	<p>Limitar el desarrollo de infraestructura urbana, o de instalaciones destinadas a una alta concentración de población.</p> <p>En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, etc, se deberán realizar estudios geotécnicos de detalle</p>
257 – 367	Presenta pendientes pronunciadas y escarpes, las capas O1 y O2 indican que hay un suelo residual y/o depósitos de deslizamientos antiguos y aluviones hasta una profundidad de 20 metros, el peligro con mayor probabilidad de ocurrencia es la reptación de suelos, asentamientos y remoción en masa.	<p>Limitar el desarrollo de infraestructura urbana, o de instalaciones destinadas a una alta concentración de población.</p> <p>En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, etc, se deberán realizar estudios geotécnicos de detalle</p> <p>Tomar en cuenta que aproximadamente en los tramos 280.00 y 340.00 m del perfil sísmico LS-07-B, se están realizando movimientos de tierra que puede indicar la venta de lotes en estas zonas.</p>
367 – 472.91	Presenta pendientes pronunciadas y escarpes con presencia de escorrentía superficial continua en quebradas (aprox. 1lt/min), las capas O1 y O2 indican que hay suelo residual y/o depósitos de deslizamientos antiguos y aluviones hasta una profundidad de metros en promedio, siendo una zona de mayor permeabilidad y saturación; el peligro con mayor probabilidad de ocurrencia es la reptación de suelos y un posible deslizamiento mixto mediano, con un cuerpo principal de 70 metros de ancho por 40 metros de profundidad.	<p>Limitar el desarrollo de infraestructura urbana y controlar le erosión lateral de las quebradas.</p>

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



6.2.2 LS – 08 – 302.31 m - Sector: Quebrada Camino Inca

Ubicación

El área de estudio geofísico mediante prospección de refracción sísmica, consiste en delimitar la estratigrafía circundante existente, así como la estimación de los parámetros de resistividad de los materiales que los conforman.

Los ensayos de refracción sísmica del presente informe se desarrollaron en las zonas de la Quebrada Camino Inca, todo el tramo LS-08 pertenece a la zona UTM 18S.

Tabla 47

Ubicación de la línea sísmica ejecutada en la zona

ZONA	LÍNEAS SÍSMICA	METROS LINEALES
Quebrada Camino Inca	LS-08	302.31

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

Perfiles Geo-sísmicos obtenidos Refracción Sísmica

Las líneas de donde se realizaron los ensayos, se detallan a continuación:

Tabla 48

Ubicación UTM de las líneas realizadas

NOMBRE	COORDENADAS UTM				LONGITUD (m)
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		
	Norte	Este	Norte	Este	
LS-08	8504356.00	824517.00	8504643.00	824570.00	302.31

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

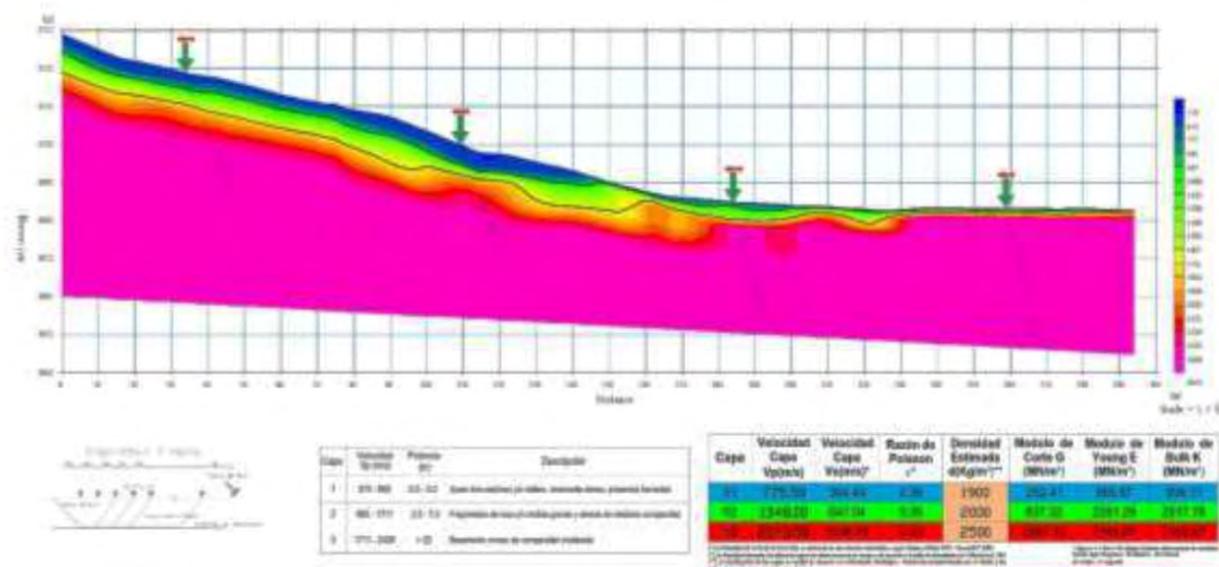


Resultados del ensayo de refracción sísmica en los perfiles y rectores críticos evaluados

Se indica que la línea sísmica LS-08, como se observa a continuación:

Gráfico 7

Línea Sísmica LS-08



Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco

De acuerdo al gráfico obtenido, se tiene el siguiente resultado:

Tabla 49

Resumen de resultados del Perfil sísmico LS-07 para A y B

Capa	Potencia Aprox.	Velocidad Vp (m/s)	Velocidad Vs (m/s)	ν	G (MN/m ²)	E (MN/m ²)	Descripción
1	0.50 – 5.00	775.50	36.49	0.36	239.13	649.59	Suelo limo-arcilloso y/o relleno, levemente denso, presencia de humedad.
2	2.50 – 7.00	1348.00	647.04	0.35	837.32	2261.29	Fragmentos de roca y/o arcillas, gravas y arenas de mediana compacidad.
3	>20.00	2073.50	1036.75	0.33	2687.13	7165.67	Basamento rocoso de compacidad moderada.

Fuente: Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Conclusiones del Informe Técnico

☞ Según el informe se realizaron 03 perfiles sísmicos de los cuales se presentó 01 denominado LS-08 con 302.31 metros de longitud, del cual la primera capa está caracterizada por un suelo limo-arcilloso y/o relleno, levemente denso, presenta humedad y tiene una potencia de 0.50 m hasta 5.00 m; la segunda capa está caracterizada por fragmentos de roca y/o arcillas, gravas y arenas de baja compacidad, el cual tiene una potencia de 2.5 m a 7.00m y por último, la tercera capa está caracterizada por ser basamento rocoso de compacidad moderada, con una potencia mayor a 20.00 m.

Interpretación de los Resultados Aplicados a la Gestión del Riesgo de Desastres y la Planificación Urbana

Tabla 50

Interpretación de resultados

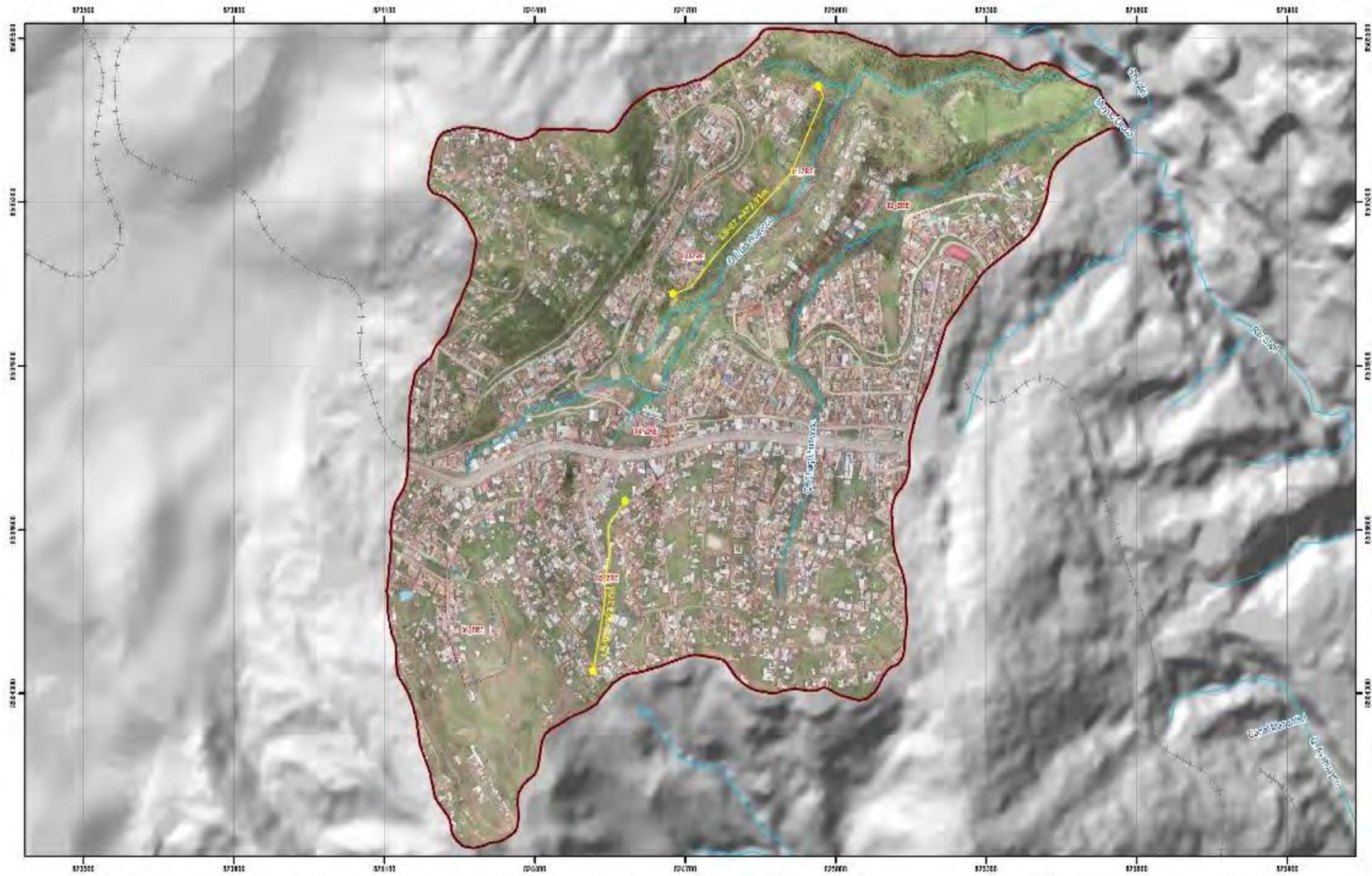
Distancia (m)	Descripción	Recomendaciones
0.00 – 150	Presenta pendientes moderadas, con infiltración de agua por presencia de terrenos agrícolas; las capas 01 y 02 indican una posible zona de relleno hasta los 5 metros de profundidad, y de los cuales 5 hasta los 20 metros de profundidad un suelo de tipo residual y/o depósitos aluviales. El peligro con mayor probabilidad de ocurrencia es un posible deslizamiento de suelo y flujo de detritos. (Vp: 570-985 m/s).	Adaptarse a las condiciones del terreno y poder reducir la probabilidad de sufrir pérdidas y daños en caso de las construcciones existentes; y limitar el desarrollo urbano en el área de cultivo de esta quebrada.
150 – 302.31	Presenta pendiente moderada al lado derecho de la vía asfaltada, las capas 01 y 02 indican la presencia de macizos rocosos fracturados, el peligro con mayor probabilidad de ocurrencia es la caída de rocas por volcamiento.	Adaptarse a las condiciones del terreno y poder reducir la probabilidad de sufrir pérdidas y daños en caso de las construcciones existentes; así como realizar estudios de geomecánica de rocas para estabilizar el talud.

Fuente. Informe Técnico Quebrada Camino Real levantamiento geofísico/GDUR-SGOT-Municipalidad Provincial del Cusco



Imagen 15

Ubicación de las líneas sísmicas





CAPÍTULO VII: GEODINÁMICA

7.1 Generalidades

La geodinámica en la zona de estudio está condicionado y desencadenado por diferentes procesos naturales externos e internos.

La geodinámica externa en la zona de estudio involucra varios tipos de movimientos en masa, como son: deslizamientos, erosión de suelos, derrumbes y flujo de detritos.

Teniendo en consideración que, en la zona de estudio el deslizamiento tiene mayor predominancia en toda la delimitación de la cuenca correspondiente a las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.

7.2 Geodinámica Interna

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo. (CASTILLO AEDO & ALVA HURTADO, 1993)

La geodinámica interna dominante en la región de cusco es principalmente de origen tectónico. Las deformaciones cuaternarias en los andes son el resultado de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa de Sudamérica. (PROYECTO MULTIANUAL ANDINO, 2007)

7.2.1 Sismicidad

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la siguiente figura, la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. Como puede observarse en el



mapa, elaborado para la norma E-0030 de diseño sismorresistente 2016, Zonas sísmica del Perú, la mayor parte de la región del Cusco se encuentra incluida en la Zona 2, cuyo valor de factor Z asignado es 0.25. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en un suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2016)

Tabla 51

Factor de zona

Factor de zona “Z”	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

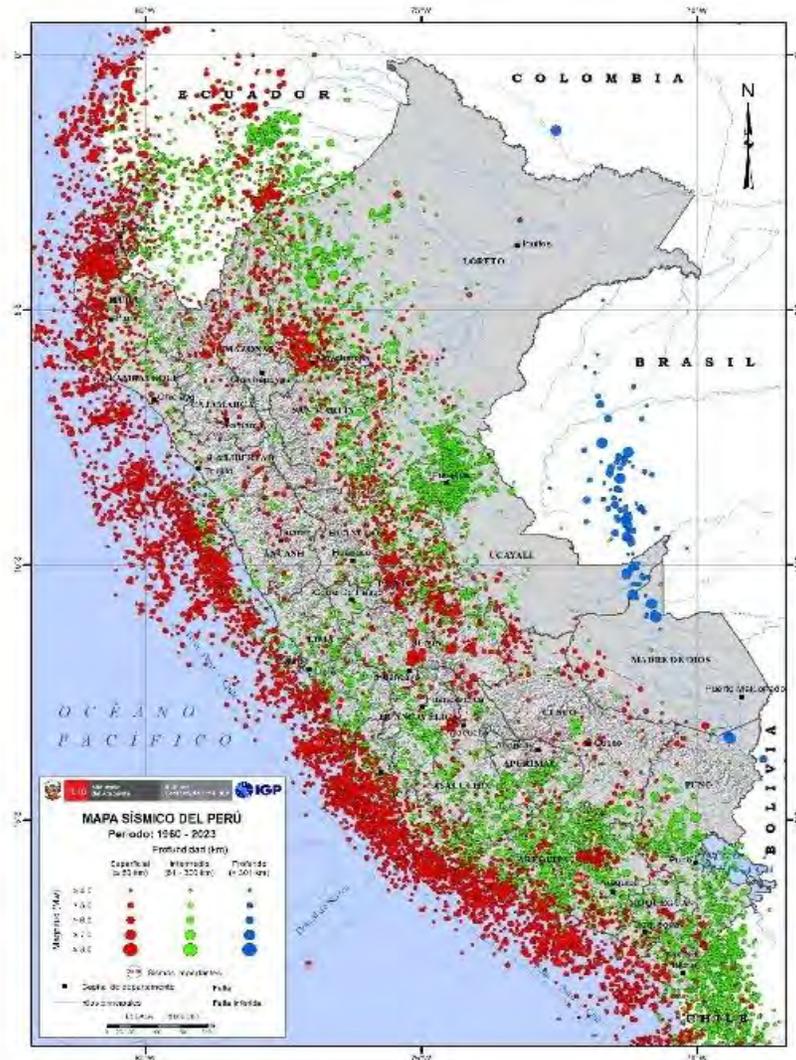
Fuente: (MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2016)

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales, son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen niveles de sacudimientos del suelo suficientes como para producir daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo, los sismos ocurridos debido a la reactivación de fallas tectónicas presentes en las regiones de San Martín, Ancash, Junín, Ayacucho, Cusco, Arequipa, Moquegua y Tacna, entre las principales, todos con magnitudes entre M4.0 y M5.7.



Ilustración 4

Mapa sísmico 1960 – 2023



Fuente: (IGP, s.f.)

En la ilustración anterior se muestra las ocurrencias sísmicas del Perú a partir del Catálogo Sísmico Nacional del IGP, el cual evidencia los sismos ocurridos desde 1960 al 2023. Los círculos de color rojo, representan los sismos superficiales generados por la deformación cortical o fallas geológicas; mientras que, los círculos de color verde representan los ocurridos a profundidades intermedias; es decir, sismos de subducción que ocurren en la interfaz de contacto de las placas de Nazca y Sudamérica, y los círculos de color azul, representan los sismos profundos.



También se tiene un catálogo de isosistas elaborado por Tavera, H. et al., 2016, en la que se muestran variación de intensidades en toda la región de Cusco y alrededores, estas variaciones de intensidades están directamente relacionadas a los distintos epicentros registrados históricamente en toda la región Cusco.

En la siguiente tabla se puede observar sismos históricos desde 1586 hasta 2016.

Tabla 52

Catálogo de sismos históricos del Perú y el grado de intensidad en la Región de Cusco

Fecha	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (Km)	Magnitud (Ms, Mb, Ml, Mw)	Región de Epicentro	Intensidad Máxima	Intensidad en Cusco Región
10 de junio de 1586	-12.3	-77.7	60	8.1	Lima	IX	IV-III
24 de noviembre de 1604	-17.88	-77.94	30	8.4	Arequipa	IX	VIII-VII
31 de marzo de 1650	-13.5	-71.7	30	7.2	Cusco	IX	IX-VII
21 de octubre de 1687	-16.4	-71.6	60	7.2	Arequipa	VIII	VI
29 de octubre de 1746	-11.99	-77.19	30	8.4	Lima	VIII	VI-IV
13 de agosto de 1868	-18.9	-70.79	25	8.6	Arica	X	VII-IV
06 de agosto de 1913	-15.8	-73.5	80	7.7	Arequipa	IX	VI-III
24 de mayo de 1940	-10.5	-77	50	8.2	Lima	VIII	IV-III
24 de agosto de 1942	-15	-76	70	8.4	Ica	VIII	V-IV
01 de noviembre de 1947	-11	-75	60	7.5	Junín	VII	VI-III
21 de mayo de 1950	-13.5	-72	15	6	Cusco	VIII	VIII-II
10 de diciembre de 1950	-14.25	-75.75	60	7	Ica	VII	V-II
15 de enero de 1958	-16.5	-72	60	7.3	Junín	VII	VI-III
13 de enero de 1960	-16	-73	63	7.5	Cusco	VIII	III
17 de octubre de 1966	-10.7	-78.6	38	7.5	Ica	VIII	IV-III
16 de febrero de 1979	-16.51	-72.6	41	6.9	Arequipa	VII	IV-III
03 de junio de 1980	-13.37	-72.52	20	5	Arequipa	VI	VI-III
05 de abril de 1986	-13.51	-72.03	7	5.3	Lima	VIII	VIII-III
12 de noviembre de 1996	-15.21	-75.93	20	7.7	Arequipa	VI	III-II
10 de enero de 1998	-12.2	-72.2	38	6.4	Cusco	V	V-III
23 de junio de 2001	-16.46	-73.93	30	8.2	Cusco	VIII	V-II
09 de agosto de 2001	-14.45	-72.82	46	5.8	Ica	V	III
08 de agosto de 2003	-14.49	-71.49	32	5.1	Cusco	V	V-II
15 de agosto de 2007	-13.54	-76.89	40	8	Arequipa	VIII	IV-II
25 de septiembre 2013	-16.15	-74.86	31	7	Apurímac	VI	III-II
28 de septiembre de 2014	-13.78	-71.87	6	5.1	Cusco	VII	VII-II
26 de octubre de 2024	-10.57	-74.24	130	6	Ucayali	V	IV-II
24 de noviembre de 2015	-10.59	-71.16	643	7.6	Madre De Dios	V	V-III
01 de diciembre de 2016	-15.43	-70.93	10	6	Puno	VI	VI-IV

Fuente: (ALVA HURTADO, 2014)



7.3 Geodinámica Externa

7.3.1 Indicadores

Se evidencia en los cortes de talud que se realizaron con el fin de construcción de viviendas y vías de acceso en la quebrada Camino Real, donde los depósitos no consolidados modifican sus estados tensionales internos.

Litología

Los taludes que tienen características más activas de ante movimientos, están constituidos por material de arcillas limosas, gravas limosas dispuestas caóticamente los cuales están redepositados proveniente del corte de los cortes de los terrenos adyacentes con fines de expansión urbana, por lo que su comportamiento está condicionado por la disminución de esfuerzos a través de cortes de talud y procesos de humedecimiento en época de lluvias (diciembre-marzo).

Condiciones Hidrogeológicas

En la época de intensas precipitaciones pluviales los suelos se saturan de agua superficialmente y otros conllevan a la recarga de acuíferos, generando en la estructura interna de los depósitos proceso de tubificación (proceso cuando las fuerzas resistentes a la erosión son menores que las fuerzas de flujo de agua que tiende a producirla, de manera que las partículas son removidas y transportadas por la corriente generando que el suelo pierda la capacidad de carga y puede colapsar en un momento dado (MARTINEZ, 2016)); y la consecuente disminución del ángulo de fricción y la resistencia al corte, sobre todo en suelos de alta permeabilidad por la baja compacidad que presentan.

Sismicidad

Los movimientos sísmicos, también son factores desencadenantes ya que aumenta el esfuerzo cortante, disminución de la resistencia por aumento de la presión de poros y la deformación asociados con la onda sísmica. (SUAREZ, 2009).



7.3.2 Procesos de Geodinámica Externa – Movimientos en masa

En la zona de estudio, se tiene el siguiente detalle de los tipos de movimientos en masa identificados en las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco:

Tabla 53

Inventario de movimientos en masa

Tipo de Movimientos en Masa		
Tipología	Cantidad	Estado
Zonas de Derrumbes	10	-
Deslizamiento rotacional	17	3 activos 14 inactivo

Derrumbe

En la zona de estudio, se observan derrumbes discontinuos y escarpas irregulares, situados en las laderas de la quebrada Luis Huayco, así como en ciertos sectores de la parte alta, dichos derrumbes se encuentran asentados sobre secuencias de las formaciones Kayra, Maras, San Sebastián y Puquín. Los derrumbes son desencadenados por cortes de talud y erosión en laderas (cárcavas), los cuales pueden afectar algunas viviendas circundantes expuestas, de igual manera, colmatar la Quebrada Luis Huayco.

Tabla 54

Inventario de derrumbes

Derrumbes	Inventario	
	Coordenadas UTM	
	X	Y
DR1	824287.847	8504466.292
DR2	824952.668	8505310.499
DR3	825051.869	8505443.971
DR4	825095.588	8505434.034
DR5	825199.920	8505423.105
DR6	825346.978	8505419.130
DR7	824542.896	8504523.508
DR8	824580.740	8504689.353
DR9	824455.276	8504736.350
DR10	824142.912	8504453.243



Deslizamientos

Deslizamiento Rotacional Activo

En las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, se identificaron deslizamientos activos en los sectores de la zona de reglamentación 01, 03 en laderas de pendientes escapadas (mayor a 45°), los cuales se desarrollan predominantemente en depósitos antropogénicos (relleno), coluviales y rocas alteradas y fracturadas de la Formación Kayra. Los deslizamientos son desencadenados por la saturación de suelos de agua proveniente de manantes identificados en los taludes producto de las precipitaciones pluviales. Asimismo, se identifica escarpas de deslizamientos que varían desde centímetros hasta 2.00m. Existen viviendas ubicadas en los deslizamientos activos y áreas aledañas.

Tabla 55

Inventario de deslizamientos rotacionales activos

Deslizamientos rotacionales activos	Inventario	
	X	Y
D1	824791.817	8505208.926
D2	824904.172	8505268.394
D17	824229.995	8504634.027

Deslizamiento Rotacional Inactivo

Se observan deslizamientos en laderas de las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco, en pendientes empinadas, en estado antiguo o sin actividad, con revegetación reciente. Cabe señalar que, la ocurrencia de procesos de erosión en laderas (cárcava) o la modificación de los taludes puede generar la reactivación de dichos deslizamientos y desencadenar eventos adversos como flujos de detritos en las quebradas mencionadas.



Tabla 56

Inventario de deslizamientos rotacionales inactivos

Deslizamientos rotacionales inactivos	Inventario	
	Coordenadas UTM	
	X	Y
D3	824936.08	8505402.411
D4	825161.269	8505431.37
D5	825262.023	85054551.31
D6	825360.722	8505386.447
D7	825504.46	8505383.092
D8	825525.451	8505353.706
D9	825480.322	8505366.30
D10	825475.074	8505332.715
D11	825368.024	8505313.824
D12	825385.865	8505294.933
D13	825301.904	8505290.735
D14	825120.429	8505240.276
D15	825078.697	8505165.754
D16	824287.847	8504466.292

Flujos

Flujo de Detritos

Se evidencia flujos de detritos en los lechos de las quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco. La ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, erosión en cárcavas, materiales caídos y desmontes vertidos hacia los cauces pueden ser acarreados como flujos ante la ocurrencia de intensas precipitaciones pluviales. Existen disipadores de energía en la quebrada Luis Huayco para el control de los flujos, pero requiere limpieza y descolmatación para su funcionamiento.

Tabla 57

Área del flujo de detritos

Tipo de movimiento en masa	
Tipología	Área
Flujo de Detritos	9744.12 m ²



Erosión en Ladera

Cárcava

Los procesos de erosión en ladera tipo cárcava se desarrollan en márgenes de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco. Dentro de las cárcavas ocurren deslizamientos, derrumbes discontinuos, escarpas irregulares y condiciona la ocurrencia de posibles flujos de detritos. Las cárcavas seccionan depósitos cuaternarios, secuencias de las formaciones de Kayra, Maras, Puquín y San Sebastián. La continuidad de la erosión en cárcava afecta las viviendas construidas en sus bordes.

Se identifica cárcavas impactadas por la acción humana mediante procesos de vertimientos de residuos sólidos, desmontes no controlados en su mayoría, que colmataron y modificaron la geoforma de las quebradas Luis Huayco, Chaquihuaycco y afluentes. Los tramos del cauce de la cárcava antropizada cruzan la zona urbanizada.

Las zonas con erosión en laderas tipo cárcava, se extiende en 250,775.12 m² de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.



Imagen 16

Mapa de Geodinámica externa del área de estudio

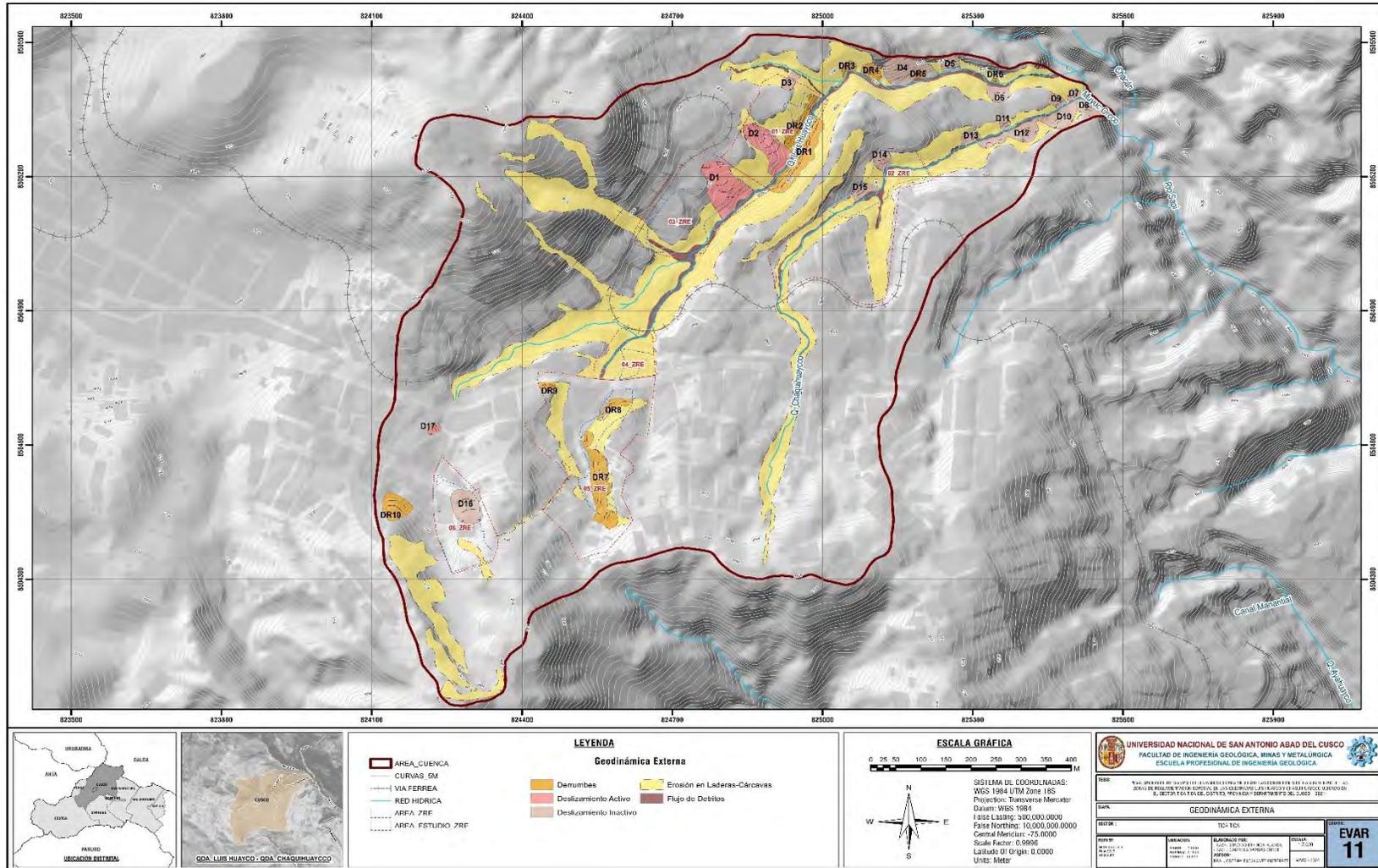




Tabla 58

Descripción del deslizamiento – D1

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Izquierda	Código de Deslizamiento: D1
Coordenadas UTM:				Volumen de Deslizamiento: 67,004.3 m ³
Este: 824791.817	Norte: 8505208.926	Zona: 18s	Altura: 3630	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Rotacional Activo	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25° – 45° - Litología: Depósito Coluvial, Depósito Residual y Rellenos - Geomorfología: Ladera empinada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura - Suelo o roca: CL - ML 			FOTOGRAFÍA: 	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Magnitud de sismo - Precipitaciones pluviales 				
Características morfológicas del área inestable:				
Grado de Fracturación:				
Contenido de Agua: Húmedo				
Dimensiones:				
Altura Escarpe: 2 m Longitud: 105m Ancho: 65m Área: 6829 m ² Volumen: 67,004.3 m ³				
Observaciones:				
Uso de Suelo en Proceso de Lotización (Urbano) Inclinación de Vegetación Depósitos al pie del Deslizamiento				



Tabla 59

Panel fotográfico del deslizamiento D1



Escarpa de deslizamiento activo ubicado en la A.P.V. Camino Real (03 ZRE).

Inclinación de la Vegetación

Fracturas abruptas



Análisis Multitemporal Satelital

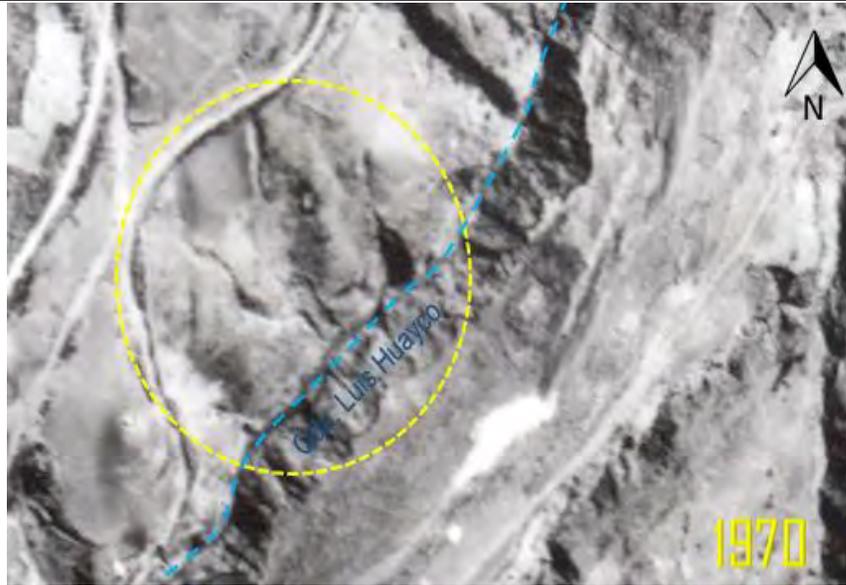




Tabla 60

Descripción de deslizamiento – D2

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Izquierda	Código de Deslizamiento: D2
Coordenadas UTM:				Volumen de Deslizamiento: 53,014.4 m ³
Este: 824904.172	Norte: 8505268.394	Zona: 18s	Altura: 3610	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Rotacional Activo	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45°, 25° – 45° - Litología: Depósito Coluvial, Rellenos - Geomorfología: Ladera fuertemente empinada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura - Suelo o roca: CL – ML, CL 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Magnitud de sismo - Precipitaciones pluviales 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Húmedo				
Dimensiones:				
Altura Escarpe: 1.5 m Longitud: 120m Ancho: 45m Área: 5230 m ² Volumen: 53,014.4 m ³				
Observaciones:				
Uso de Suelo en Proceso de Lotización (Urbano) Depósitos al pie del Deslizamiento Agrietamientos				



Tabla 61

Panel Fotográfico del deslizamiento D2



Agrietamientos en el deslizamiento ubicado en la A.P.V. Portales de TicaTica (01 ZRE).

Análisis Multitemporal Satelital







Tabla 62

Descripción del deslizamiento D3

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Derecha (Afluente)	Código de Deslizamiento: D3
Coordenadas UTM:				
Este: 824936.08	Norte: 8505402.411	Zona: 18s	Altura: 3620	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	<p>FOTOGRAFÍA:</p> 
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25° - 45° - Litología: Depósito Coluvial – Fm. Kayra - Geomorfología: Ladera empinada - Cobertura Vegetal: Arborea y Herbazal - Suelo o roca: GC 				
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Contenido de Agua: Húmedo a Medio				
Características morfológicas del área inestable				
Dimensiones:				
Longitud: 30 m Ancho: 20 m Área: 700 m ²				
Observaciones:				
Escarpe Intemperizado cubierto de desmonte Presencia de Cobertura Vegetal en el cuerpo del Deslizamiento.				



Tabla 63

Descripción de los deslizamientos – D4_D5

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Derecha (Afluente)	Código de Deslizamiento: D4 – D5
Coordenadas UTM:				
Este: 825161.269 825262.023	Norte: 8505431.37 85054551.31	Zona: 18s	Altura: 3555	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	FOTOGRAFÍA: 
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25° - 45°, >45° - Litología: Depósito Coluvial – Fm. Kayra - Geomorfología: Ladera empinada a fuertemente empinada - Cobertura Vegetal: Arborea - Suelo o roca: GC - GM 				
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Contenido de Agua: Húmedo a Medio				
Características morfológicas del área inestable				
Dimensiones:				
Longitud: 60m - 40m Ancho: 40m - 90m Área: 1000 a 4000 m2				
Observaciones: Presencia de Cobertura Vegetal en el cuerpo del Deslizamiento.				



Tabla 64

Descripción del deslizamiento D6

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Izquierda	Código de Deslizamiento: D6
Coordenadas UTM:				
Este: 825360.722	Norte: 8505386.447	Zona: 18s	Altura: 3530	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25° - 45° - Litología: Formación San Sebastián y Depósito Coluvial - Geomorfología: Ladera empinada - Cobertura Vegetal: Arborea - Pastizal - Suelo o roca: GC - GM 			FOTOGRAFÍA: 	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Socavamiento 				
Contenido de Agua: Húmedo a Medio				
Características morfológicas del área inestable				
Dimensiones:				
Longitud: 35m				
Ancho: 40m				
Área: 1300 m ²				
Observaciones: Depósitos al pie del Deslizamiento Escarpe Intemperizada				



Tabla 65

Descripción de los deslizamientos D7 al D13

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: ChaquiHuaycco	Margen: Derecha - Izquierda	Código de Deslizamiento: D7 – D13
Coordenadas UTM:				
Este: 825504.46 825525.451 825480.322 825475.074 825368.024 825385.865 825301.904	Norte: 8505383.092 8505353.706 8505366.30 8505332.715 8505313.824 8505294.933 8505290.735	Zona: 18s	Altura: 3520	Observaciones: Depósitos al pie del Deslizamiento Escarpe Intemperizada
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25° - 45° - Litología: Formación San Sebastián - Geomorfología: Ladera empinada - Cobertura Vegetal: Arborea - Suelo o roca: GC – GM 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Socavamiento 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio a Húmedo				
Dimensiones:				
<p>Longitud: 20m - 45m Ancho: 20m - 70m Área: 500 - 2600 m²</p>				



Tabla 66

Descripción de los deslizamientos D14_15

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: ChaquiHuaycco	Margen: Izquierda	Código de Deslizamiento: D14 – D15
Coordenadas UTM:				
Este: 825120.429 825078.697	Norte: 8505240.276 8505165.754	Zona: 18s	Altura: 3595	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	FOTOGRAFÍA: 
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas fracturadas - Geomorfología: Ladera fuertemente empinado - Cobertura Vegetal: Área Urbana – Arborea - Suelo o roca: CL - ML 				
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Corte de Talud - Socavamiento 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 30m - 40m Ancho: 35m - 52m Área: 1200 m2				
Observaciones:				
Depósitos al pie del Deslizamiento Escarpe Intemperizado e impactado por Área Urbana				



Tabla 67

Descripción del deslizamiento D16

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco (Parte Alta)	Margen: Derecha	Código de Deslizamiento: D16
Coordenadas UTM:				
Este: 824287.847	Norte: 8504466.292	Zona: 18s	Altura: 3730	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	<p>FOTOGRAFÍA:</p> 
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25 a 45° - Litología: Lutitas fracturadas - Geomorfología: Ladera empinado - Cobertura Vegetal: Pastizal - Suelo o roca: CL - ML 				
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Seco				
Dimensiones:				
Longitud: 80m Ancho: 60m Área: 3500 m2				
Observaciones:				
Depósitos al pie del Deslizamiento Escarpe Intemperizado				



Tabla 68

Panel fotográfico del deslizamiento D16

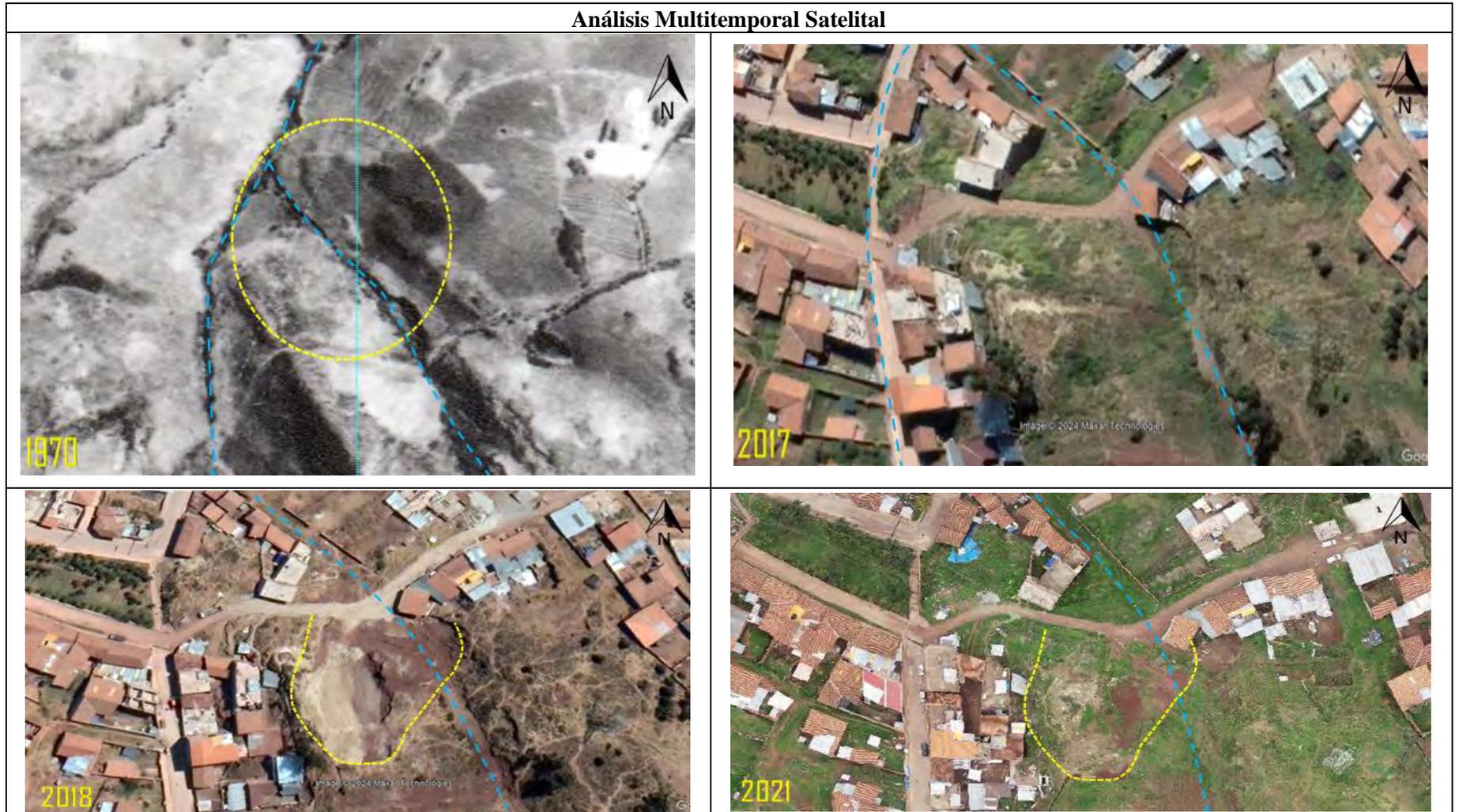






Tabla 69

Descripción del deslizamiento D17

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco (Parte Alta)	Margen: Derecha	Código de Deslizamiento: D17
Coordenadas UTM:				Volumen de Deslizamiento: 736.3 m ³
Este: 824229.995	Norte: 8504634.027	Zona: 18s	Altura: 3690	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de deslizamiento: Inactivo	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25 a 45° - Litología: Lutitas fracturadas - Geomorfología: Ladera empinado - Cobertura Vegetal: Zona Urbana - Suelo o roca: CL - ML 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Húmedo				
Dimensiones:				
Escarpe: 15 cm Longitud: 25m Ancho: 15m Área: 400 m ² Volumen: 736.3 m ³				
Observaciones: Presencia de Agrietamientos en viviendas				



Tabla 70

Descripción del derrumbe DR1

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Derecha	Código: DR1
Coordenadas UTM:				
Este: 824287.847	Norte: 8504466.292	Zona: 18s	Altura: 3730	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbes	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: 25 a 45° - Litología: Lutitas con Niveles de Areniscas fracturadas, Depósitos Coluviales - Geomorfología: Ladera empinado - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 27m (promedio)				
Ancho: 35m (promedio)				
Área: 4000 m ²				
Observaciones: Zona de Derrumbes debido a procesos erosivos				



Tabla 71

Descripción del derrumbe DE2

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Derecha	Código: DR2
Coordenadas UTM:				
Este: 824952.668	Norte: 8505310.499	Zona: 18s	Altura: 3595	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbes	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas con Niveles de Areniscas fracturadas, Depósitos Coluviales - Geomorfología: Ladera fuertemente empinada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA: 	
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 15m – 25m (promedio) Ancho: 20m – 70m (promedio) Área: 400 - 1500 m ²				
Observaciones: Zona de Derrumbes debido a procesos erosivos				



Tabla 72

Descripción de los derrumbes – DR3 al DR6

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco	Margen: Izquierda	
Coordenadas UTM:				
Este: 825051.869 825095.588 825199.92 825346.978	Norte: 8505443.971 8505434.034 8505423.105 8505419.13	Zona: 18s	Altura: 3595	Código: DR3 – DR6
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbes	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas con Niveles de Areniscas fracturadas, Depósitos Coluviales, Formación San Sebastián. - Geomorfología: Ladera fuertemente empinada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
- Precipitaciones pluviales				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 15m – 30m (promedio)				
Ancho: 15m – 45m (promedio)				
Área: 200 - 900 m ²				
Observaciones: Zona de Derrumbes debido a procesos erosivos				



Tabla 73

Descripción de los derrumbes-DR7_DR8

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco (Parte Alta)	Margen: Derecha	Código: DR7 – DR8
Coordenadas UTM:				
Este: 824542.896 824580.74	Norte: 8504523.508 8504689.353	Zona: 18s	Altura: 3665	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbes	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas con Niveles de Areniscas fracturadas - Geomorfología: Ladera fuertemente empinado a escarpada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Corte de Talud 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 40m (promedio)				
Ancho: 30m (promedio)				
Área: 6000 m2				
Observaciones:				
Zona de Derrumbes continuos				
Depósitos al pie de talud				



Tabla 74

Descripción del derrumbe DR9

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco (Parte Alta)	Margen: Izquierda	Código: DR9
Coordenadas UTM:				
Este: 824455.276	Norte: 8504736.35	Zona: 18s	Altura: 3665	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbe	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas Verdes y Niveles de Areniscas (Fm. Puquín) - Geomorfología: Ladera fuertemente empinado a escarpada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA:	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Corte de Talud 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Medio				
Dimensiones:				
Longitud: 10 m				
Ancho: 20m				
Área: 250 m ²				
Observaciones: Depósitos al pie de talud				



Tabla 75

Descripción del derrumbe DR10

EVALUACION DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO - SECTOR TICA TICA - DIST. PROV. DEP. CUSCO - 2021				
Provincia: Cusco	Distrito: Cusco	Quebrada: Luis Huayco (Parte Alta)	Margen: Izquierda	Código: DR10
Coordenadas UTM:				
Este: 824142.912	Norte: 8504453.243	Zona: 18s	Altura: 3730	
FACTORES CONDICIONANTES			Tipo de Movimiento: Derrumbe	
<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente: >45° - Litología: Lutitas Verdes y Niveles de Areniscas (Fm. Puquín) - Geomorfología: Ladera fuertemente empinado a escarpada - Cobertura Vegetal: Escasa Cobertura 			FOTOGRAFÍA: 	
FACTORES DESENCADENANTES				
<ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones pluviales - Corte de Talud 				
Características morfológicas del área inestable:				
Contenido de Agua: Húmedo				
Dimensiones:				
Longitud: 50 m Ancho: 60m Área: 500 m ²				
Observaciones: Depósitos al pie de talud				



Fotografía 33

Procesos de erosión



Nota. Se aprecia un proceso de erosión de laderas en la 05_ZRE

Fotografía 34

Procesos de erosión



Nota. Se aprecia procesos de erosión tipo cárcava impactado por material de desmonte en la A.P.V. Huasahuara Camino Real



Fotografía 35

Derrumbe latente



Nota. Se aprecia un derrumbe latente en la parte alta de la cuenca

Fotografía 36

Procesos de erosión y susceptibilidad alta ante flujos.



Nota. Se aprecia procesos de Erosión en Laderas (Cárcava) y susceptibilidad alta ante flujo de detritos en la Quebrada Luis Huayco



CAPITULO VIII: RIESGO GEOLÓGICO

8.1 Análisis de Peligro

8.1.1 Identificación del Peligro

El tipo de peligro corresponde a los generados por fenómenos de origen natural. Según el PDU Cusco 2013-2023, “Información de estudio de peligros, topografía, geología de la provincia de Cusco” El ámbito de estudio fue identificada como Zonas de Reglamentación Especial por peligro muy alto ante movimientos en masa.

Del análisis de la información recopilada, principalmente de la fotografía área de 1984 se evidencian manifestaciones de deslizamientos antiguos en laderas del sector Camino Inca, Campo Verde, Camino Real Huasahuara, Pedregal, Portales de Tica Tica, asimismo, del contraste de la Fotografía aérea y la imagen actual se evidencia la presencia de depósitos de rellenos en los cauces.

El ámbito de estudio ámbito de estudio en conjunto se encuentra sobre formaciones geológicas de origen sedimentario (Formación Kayra, Formación Puquín, Formación Maras) como areniscas, lutitas rojas, lutitas verdes y superficialmente por material de relleno con una potencia promedio de 2 a 3 m. Sin embargo, se pueden apreciar en algunas partes suelos residuales, producto de la alteración de las rocas sedimentarias como lutitas rojas y areniscas.

Geomorfológicamente la zona de estudio se encuentra en ladera de fuerte pendiente ($>30^\circ$), cuya variación topográfica es casi uniforme en los primeros tramos de esta zona.

De acuerdo al “Estudio de Mecánica de suelos en Zonas de Reglamentación Especial por peligro muy alto en el Distrito del Cusco” Geotecnia Ingenieros S.R.L -2018. Los valores de capacidad portante ($<1.00\text{Kg/cm}^2$) en el talud existente, no presenta las condiciones para el emplazamiento de edificaciones, siendo necesario que no se realice ningún tipo de corte pues, por su composición en su mayoría de suelos de muy baja densificación, son muy inestables y



propensos a formar sistemas erosionales (Deslizamientos y Derrumbes), conformando zonas de alto peligro para conformar zonas de expansión urbana.

En el “Estudio de Mecánica de Suelos para Evaluación de Taludes”, GEOTEST 2019. Geotest 2019. El talud en condiciones estáticas presenta un factor de seguridad de 0.28 lo que indica que el talud tiene gran probabilidad de colapsar, afectando las zonas urbanas lotizadas y algunas de ellas ya edificadas, además de involucrar a las zonas colindantes de la parte baja, donde se emplaza la Quebrada Camino Real.

La intervención antrópica en el ámbito de estudio tiene una relación directa con la desestabilización de laderas y consecuentemente las posibilidades de reactivación de deslizamientos antiguos, pues estos se intensificaron a medida que las personas ocupan progresivamente las laderas de las Zonas de Reglamentación Especial de manera informal, es así que en visita a campo se pudo verificar en el ámbito de estudio que a causa de cortes de talud , se modificó los ángulos de reposo de las laderas, generando inestabilidad del terreno de este sector.

Según el plano de zonificación geodinámica del Plan de Desarrollo Urbano de la provincia de Cusco 2013-2023, el ámbito de estudio presenta deslizamientos antiguos que actualmente han sido rellenados y lotizados, presentando niveles de peligro alto y muy alto, siendo esta zonificación una aproximación de lo que se comprueba en la realidad y que sirve como antecedente para realizar la presente tesis de investigación.

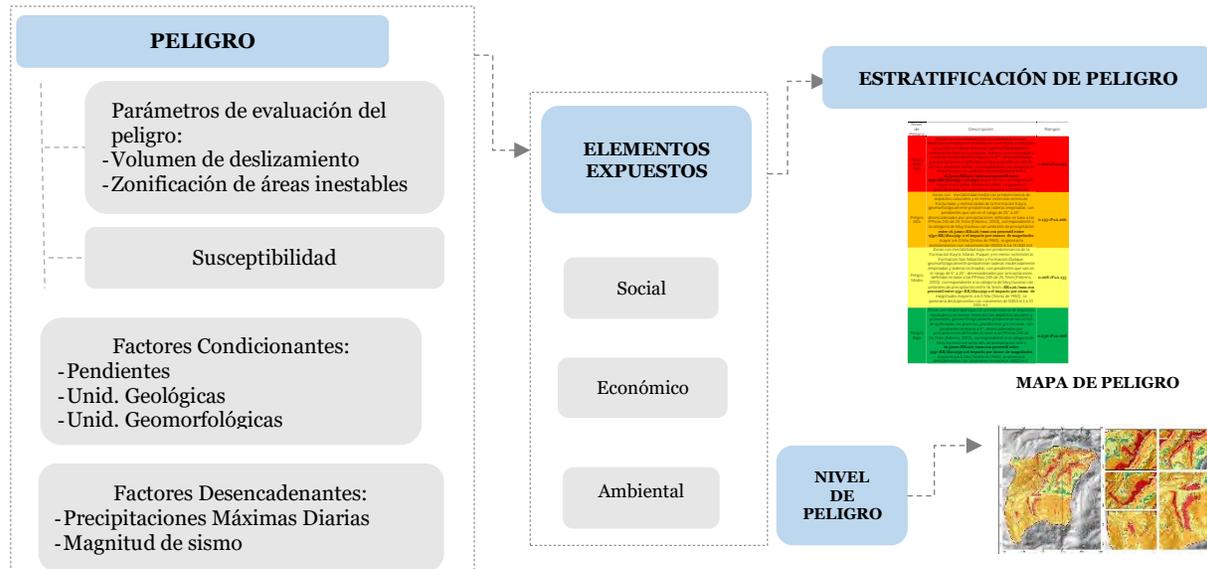
Bajo los antecedentes mencionados de las Zonas de Reglamentación Especial y su ámbito de intervención serán evaluadas por Riesgo ante Deslizamientos.



8.1.2 Metodología para el Análisis de Peligrosidad

Gráfico 8

Metodología para el análisis de la peligrosidad



Nota. Adaptado (CENEPRED, 2014)

8.1.3 Identificación del Ámbito de Influencia

Para la tesis de Investigación “Evaluación De Riesgo Por Deslizamiento Para Mejorar Las Condiciones De Habitabilidad De Las Zonas De Reglamentación Especial En La Quebrada Camino Real Del Distrito, Provincia Y Departamento Del Cusco – 2021”, delimitó un ámbito que comprende las Zonas de Reglamentación Especial y las Quebradas Luis Huaycco y Chaquihuaycco con un área de 125.43 ha, que se encuentra mayormente sobre depósitos cuaternarios y la Fm. Kayra también se identificó escarpas de deslizamientos recientes y antiguos en laderas de la quebrada Luis Huaycco vistas en imágenes satelitales, fotografías aéreas y la evaluación In Situ.



8.1.4 **Determinación del Peligro**

Susceptibilidad

Se realizó el análisis de susceptibilidad en base al proceso de jerarquización (Saaty) de los factores condicionantes y desencadenantes.

A continuación, se detallan los vectores de priorización de los factores condicionantes:

Factores Condicionantes

Se realizó el análisis de los factores condicionantes en los parámetros de: geología, pendiente y geomorfología tomando en consideración cada Zona de Reglamentación.

Geología

Pendiente

Geomorfología

Cobertura Vegetal



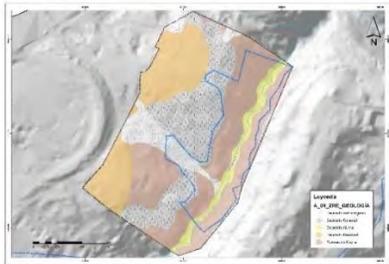
Tabla 76

Factores condicionantes respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE

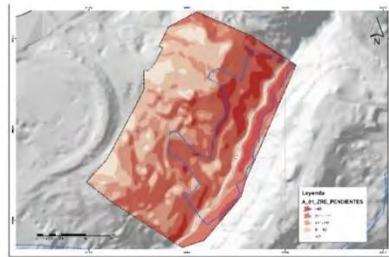
VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS

GEOLOGÍA (LITOLOGÍA)		PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		COBERTURA VEGETAL	
DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno	0.472	>45°	0.503	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	Zona Urbana	0.503
Depósito Coluvial	0.292	25°-45°	0.260	Ladera Empinada	0.262	Escasa Cobertura	0.260
Depósito Proluvial	0.135	15°-25°	0.134	Ladera Moderadamente Empinada	0.136	Herbazal - Pastizal	0.134
Depósito Residual	0.068	5°-15°	0.068	Lecho de Quebrada	0.069	Matorral	0.068
Areniscas y Lutitas (Fm. Kayra)	0.034	<5°	0.035	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.037	Arborea	0.035

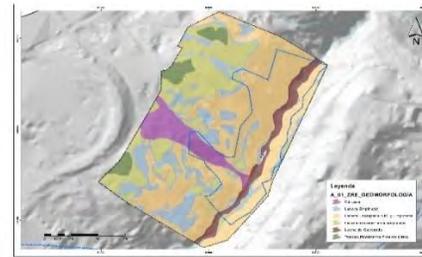
Mapa:



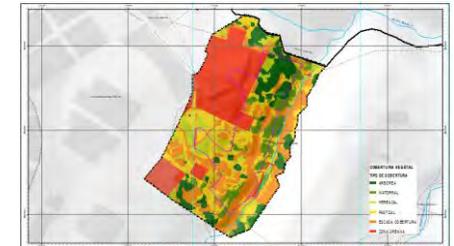
Mapa:



Mapa:



Mapa:



VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

PARÁMETROS	UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLÓGICAS	COBERTURA VEGETAL	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
PENDIENTE (°)	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059

Gráfico de ponderación

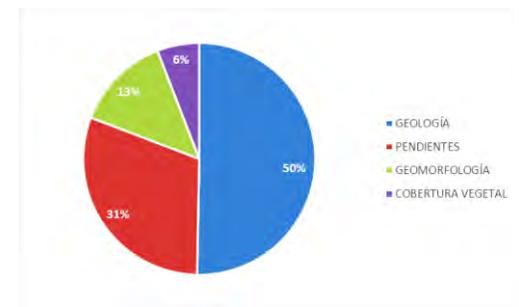




Tabla 77

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m2)	%	Gráfico
Cárcava	Cc	2216.61	7.21	
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	14387.85	46.80	
Ladera Empinada	L-em	5471.65	17.80	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	5806.60	18.89	
Lecho de Quebrada	Lq	1679.52	5.46	
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	PI	1181.42	3.84	
Total		30743.65	100.00	

Tabla 78

Geología respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (m2)	%	Gráfico
Depósito Antropógeno	Q-an	2575.12	8.38	
Depósito Coluvial	Q-cl	8308.10	27.02	
Depósito Proluvial	Q-al	1683.20	5.47	
Depósito Residual	Q-re	6416.12	20.87	
Formación Kayra	Peo-ky	11761.11	38.26	
Total		30743.65	100.00	

Tabla 79

Pendiente respecto al área de la zona de estudio 01_ZRE

Pendientes (°)	Área (m2)	%	Gráfico
<5°	2008.77	6.53	
5° - 15°	6780.24	22.05	
15° - 25°	6478.03	21.07	
25° - 45°	12116.17	39.41	
>45°	3360.44	10.93	
Total		30743.65	100.00

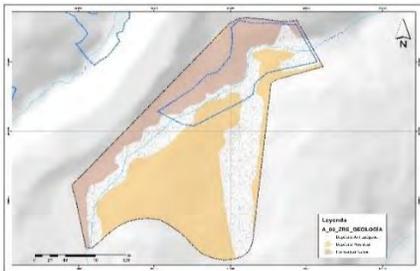


Tabla 8o

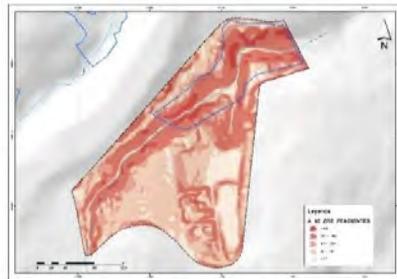
Factores condicionantes respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE

VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS							
GEOLOGÍA (LITOLOGÍA)		PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		COBERTURA VEGETAL	
DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno	0.472	>45°	0.503	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	Zona Urbana	0.503
Depósito Coluvial	0.292	25°-45°	0.260	Ladera Empinada	0.262	Escasa Cobertura	0.260
Depósito Proluvial	0.135	15°-25°	0.134	Ladera Moderadamente Empinada	0.136	Herbazal - Pastizal	0.134
Depósito Residual	0.068	5°-15°	0.068	Lecho de Quebrada	0.069	Matorral	0.068
Areniscas y Lutitas (Fm. Kayra)	0.034	<5°	0.035	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.037	Arborea	0.035

Mapa:



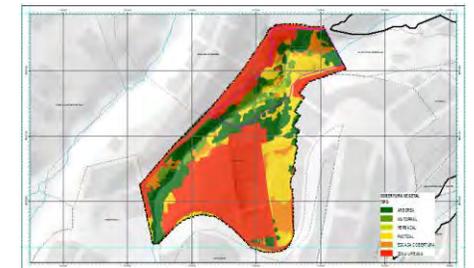
Mapa:



Mapa:



Mapa:



VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

PARÁMETROS	UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLÓGICAS	COBERTURA VEGETAL	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	<p>Gráfico de ponderación</p>
UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503	
PENDIENTE (°)	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305	
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133	
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059	



Tabla 81

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m2)	%
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	21614.40	37.18
Ladera Empinada	L-em	10748.59	18.49
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	18752.56	32.26
Lecho de Quebrada	Lq	2376.53	4.09
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	PI	4643.09	7.99
Total		58135.17	100.00

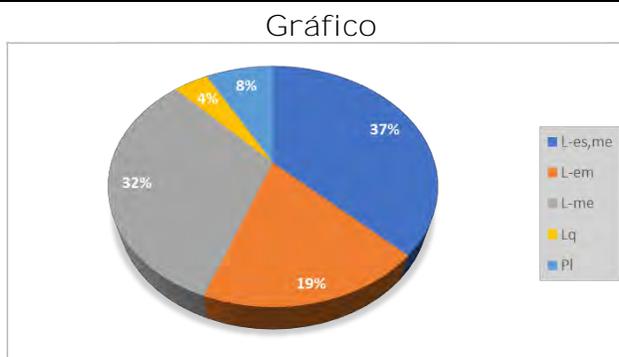


Tabla 82

Geología respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (m2)	%
Depósito Antropógeno	Q-an	18392.91	31.64
Depósito Residual	Q-re	25716.56	44.24
Formación Kayra	Peo-ky	14025.70	24.13
Total		58135.17	100.00

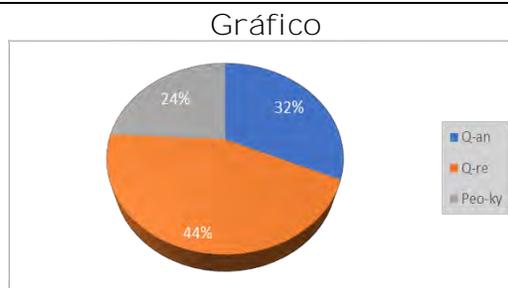


Tabla 83

Pendientes respecto al área de la zona de estudio 02_ZRE

Pendientes (°)	Área (m2)	%
<5°	6081.42	10.46
5° - 15°	18707.32	32.18
15° - 25°	11776.25	20.26
25° - 45°	19010.12	32.70
>45°	2560.06	4.40
Total		58135.17 100.00

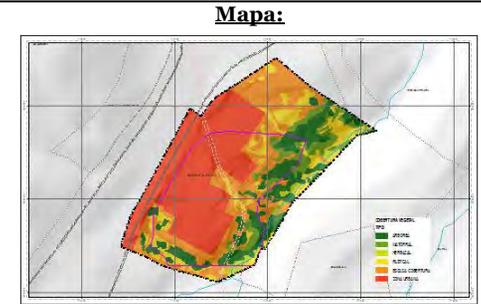
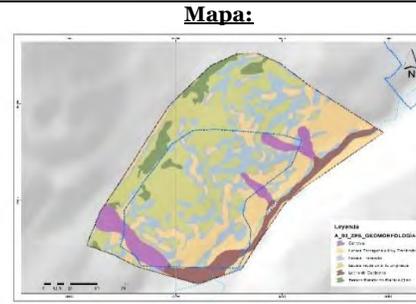
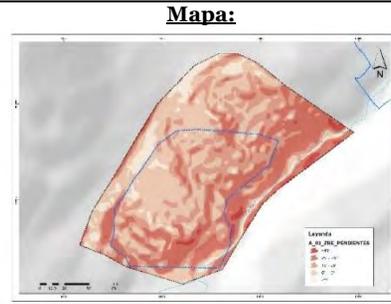
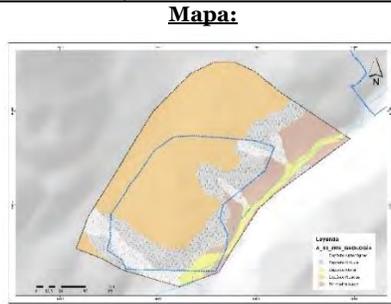




Tabla 84

Factores condicionantes al área de la zona de estudio 03_ZRE

VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS							
GEOLOGÍA (LITOLOGÍA)		PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		COBERTURA VEGETAL	
DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno	0.472	>45°	0.503	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	Zona Urbana	0.503
Depósito Coluvial	0.292	25°-45°	0.260	Ladera Empinada	0.262	Escasa Cobertura	0.260
Depósito Proluvial	0.135	15°-25°	0.134	Ladera Moderadamente Empinada	0.136	Herbazal - Pastizal	0.134
Depósito Residual	0.068	5°-15°	0.068	Lecho de Quebrada	0.069	Matorral	0.068
Areniscas y Lutitas (Fm. Kayra)	0.034	<5°	0.035	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.037	Arborea	0.035



VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES						Gráfico de ponderación
PARÁMETROS	UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLÓGICAS	COBERTURA VEGETAL	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	
UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503	
PENDIENTE (°)	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305	
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133	
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059	



Tabla 85

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m2)	%	Gráfico
Cárcava	Cc	2409.16	6.77	
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	9141.05	25.67	
Ladera Empinada	L-em	8522.40	23.93	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	11527.46	32.37	
Lecho de Quebrada	Lq	2284.37	6.41	
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	PI	1726.49	4.85	
Total		35610.93	100.00	

Tabla 86

Geología respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico
Depósito Antropógeno	Q-an	2851.41	8.01	
Depósito Coluvial	Q-cl	7212.51	20.25	
Depósito Proluvial	Q-al	1877.52	5.27	
Depósito Residual	Q-re	19383.96	54.43	
Formación Kayra	Peo-ky	4285.53	12.03	
Total		35610.93	100.00	

Tabla 87

Pendientes respecto al área de la zona de estudio 03_ZRE

Pendientes (°)	Área (m2)	%	Gráfico
<5°	2670.34	7.50	
5° - 15°	12589.62	35.35	
15° - 25°	9756.60	27.40	
25° - 45°	9982.28	28.03	
>45°	612.09	1.72	
Total	35610.93	100.00	

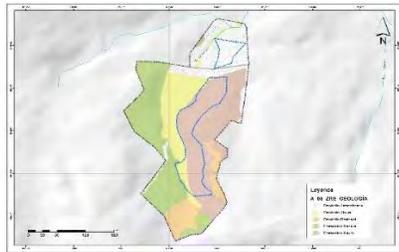


Tabla 88

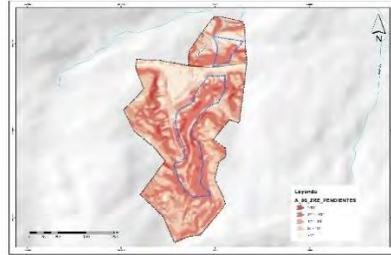
Factores Condicionantes respecto al área de la zona de estudio 04_05_ZRE

VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS							
GEOLOGÍA (LITOLOGÍA)		PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		COBERTURA VEGETAL	
DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno	0.472	>45°	0.503	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	Zona Urbana	0.503
Depósito Coluvial	0.292	25°-45°	0.260	Ladera Empinada	0.262	Escasa Cobertura	0.260
Depósito Proluvial	0.135	15°-25°	0.134	Ladera Moderadamente Empinada	0.136	Herbazal - Pastizal	0.134
Depósito Residual Areniscas y Lutitas (Fm. Kayra)	0.068	5°-15°	0.068	Lecho de Quebrada	0.069	Matorral	0.068
(Fm. Puquín)	0.034	<5°	0.035	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.037	Arborea	0.035

Mapa:



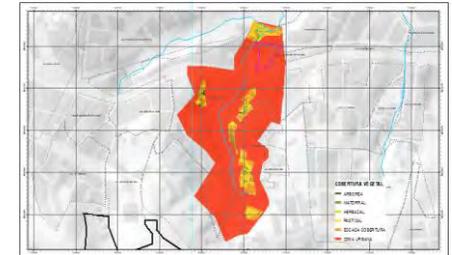
Mapa:



Mapa:



Mapa:



VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

PARÁMETROS	UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLÓGICAS	COBERTURA VEGETAL	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
PENDIENTE (°)	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059

Gráfico de ponderación

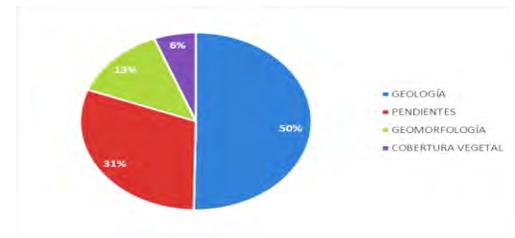




Tabla 89

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m2)	%	Gráfico
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	3702.13	33.52	
Ladera Empinada	L-em	1627.94	14.74	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	3003.96	27.20	
Lecho de Quebrada	Lq	753.28	6.82	
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	PI	1957.94	17.73	
Total		11045.25	100.00	

Tabla 90

Geología respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico
Depósito Antropógeno	Q-an	10016.76	90.69	
Depósito Proluvial	Q-al	799.74	7.24	
Depósito Residual	Q-re	11.46	0.10	
Formación Puquín	Ks-pu	217.29	1.97	
Total		11045.25	100.00	

Tabla 91

Pendientes respecto al área de la zona de estudio 04_ZRE

Pendientes (°)	Área (m2)	%	Gráfico
<5°	2201.58	19.93	
5° - 15°	3133.19	28.37	
15° - 25°	1870.68	16.94	
25° - 45°	3716.61	33.65	
>45°	123.19	1.12	
Total	11045.25	100.00	



Tabla 92

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m2)	%	Gráfico
Cárcava	Cc	1245.2	1.86	
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	22129.68	32.98	
Ladera Empinada	L-em	16891.87	25.17	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	17718.73	26.40	
Lecho de Quebrada	Lq	2489.24	3.71	
Plataforma, Planicie, Terraza, Cima	PI	6632.49	9.88	
Total		67107.21	100.00	

Tabla 93

Geología respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico
Depósito Antropógeno	Q-an	4108.99	6.12	
Depósito Proluvial	Q-al	11449.34	17.06	
Depósito Residual	Q-re	6277.36	9.35	
Formación Puquín	Ks-pu	20354.81	30.33	
Formación Kayra	Peo-ky	24916.71	37.13	
Total		67107.21	100	

Tabla 94

Pendientes respecto al área de la zona de estudio 05_ZRE

Pendientes (°)	Área (m2)	%	Gráfico
<5°	7543.63	11.24	
5° - 15°	18631.60	27.76	
15° - 25°	17875.20	26.64	
25° - 45°	20775.33	30.96	
>45°	2281.45	3.40	
Total	67107.21	100.00	



Tabla 95

Factores Condicionantes respecto al área de la zona de estudio o6_ZRE

VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS							
GEOLOGÍA (LITOLOGÍA)		PENDIENTE		GEOMORFOLOGÍA		COBERTURA VEGETAL	
DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	DESCRIPTORES	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno	0.472	>45°	0.503	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	Zona Urbana	0.503
Depósito Coluvial	0.292	25°-45°	0.260	Ladera Empinada	0.262	Escasa Cobertura	0.260
Depósito Proluvial	0.135	15°-25°	0.134	Ladera Moderadamente Empinada	0.136	Herbazal - Pastizal	0.134
Depósito Residual Lutitas (Fm. Puquín)	0.068	5°-15°	0.068	Lecho de Quebrada	0.069	Matorral	0.068
	0.034	<5°	0.035	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.037	Arborea	0.035

Mapa:	Mapa:	Mapa:	Mapa:

VECTOR DE PRIORIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES						Gráfico de ponderación
PARÁMETROS	UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	PENDIENTE (°)	UNID. GEOMORFOLÓGICAS	COBERTURA VEGETAL	VECTOR DE PRIORIZACIÓN	
UND. GEOLÓGICAS (LITOLOGÍA)	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503	
PENDIENTE (°)	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305	
UNID. GEOMORFOLÓGICAS	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133	
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059	



Tabla 96

Geomorfología respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE

Unidad Geomorfológica	Código	Área (m ²)	%	Gráfico
Cárcava	Cc	1073.1	4.93	
Ladera Escarpada, Muy Empinada	L-es,me	9474.01	43.54	
Ladera Empinada	L-em	7555.09	34.72	
Ladera Moderadamente Empinada	L-me	3654.79	16.80	
Total			21756.99	

Tabla 97

Geología respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE

Unidad Geológica	Código	Área (Ha)	%	Gráfico
Depósito Antropógeno	Q-an	1073.71	4.94	
Depósito Coluvial	Q-al	4431.95	20.37	
Depósito Residual	Q-re	1780.82	8.19	
Formación Puquín	Ks-pu	14470.51	66.51	
Total			21756.99	

Tabla 98

Pendientes respecto al área de la zona de estudio 06_ZRE

Pendientes (°)	Área (m ²)	%	Gráfico	
<5°	135.52	0.62		
5° - 15°	3949.65	18.15		
15° - 25°	7818.65	35.94		
25° - 45°	9727.35	44.71		
>45°	125.82	0.58		
Total				21756.99



Factor Desencadenante

☞ Umbrales de Precipitaciones Máximas Diarias

De acuerdo con el IPCC (Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis). Un fenómeno meteorológico externo es un evento “Raro” en un lugar y un momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay consenso de que las precipitaciones que superan el percentil 90, calculado de los días con precipitación acumulada diaria mayor a un (1) mm ($RR > 1\text{mm}$) son considerados como días lluviosos; muy lluviosos las precipitaciones que superan el percentil 95. Mientras que extremadamente lluviosos (Extremadamente fuertes), los que superan el percentil 99. Esta clasificación es más de “abundancia” que, de intensidad orientada para tener un criterio común a la hora de clasificar un total acumulado en 24 horas, más que de evacuar la intensidad de la precipitación, aunque indirectamente lo hace.

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

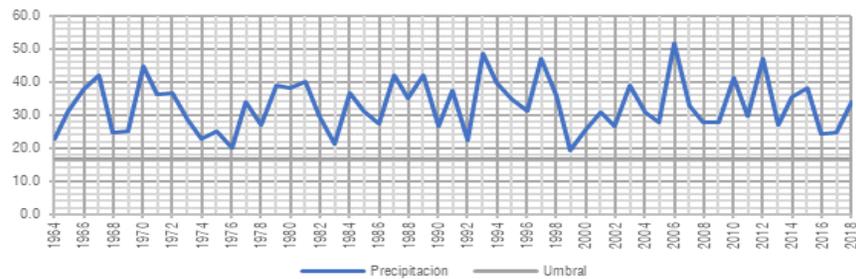


Tabla 99

Umbral de precipitaciones mínimas

Umbral de precipitaciones máximas registradas en menos de 4 horas en la estación Kayra

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales de precipitación
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 26.7 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	16.5mm < RR ≤ 26.7mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	12.5mm < RR ≤ 16.5mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	6.8mm < RR ≤ 12.5mm
RR/día < 75p	Normal	Normal RR ≤ 6,8mm



Ponderación de descriptores del parámetro umbral de precipitaciones

Lluvias en 24 horas	Vector de priorización
Extremadamente lluvioso RR > 26,7mm	0.503
Muy lluvioso 16,5mm < RR ≤ 26.7mm	0.26
Lluvioso 12,5mm < RR ≤ 16,5mm	0.134
Moderadamente lluvioso 6,8mm < RR ≤ 12,5mm	0.068
Normal RR ≤ 6,8mm	0.035





Magnitud de Sismo

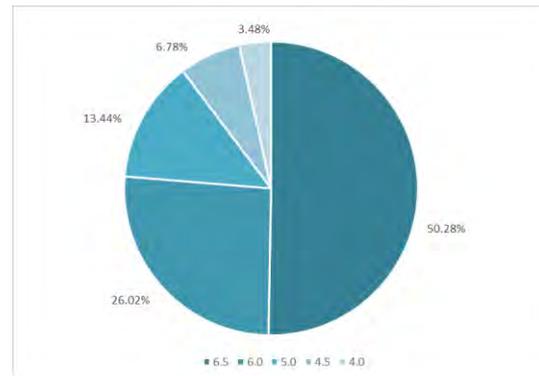
Tabla 100

Magnitud de sismo

Magnitud	Tipo de Deslizamiento Producido
6.5	Avalanchas de Suelo.
6.0	Avalanchas de Roca.
5.0	Flujos de Suelo, esparcimientos laterales, deslizamientos subacuáticos
4.5	Deslizamientos de translación, rotación y bloques de suelo
4.0	Caídas de Roca, deslizamientos roca, caídos de suelo y alteración de masas de suelo.

Ponderación de descriptores del parámetro Magnitud de Sismo

Magnitud	Vector de priorización
6.5	0.490
6.0	0.254
5.0	0.137
4.5	0.078
4.0	0.042



Nota. Adaptado de (SUAREZ, 2009)

Tabla 101

Susceptibilidad del área total

Nivel de Susceptibilidad	Área (Ha)	%
Muy Alta	8.18	6.52
Alta	87.16	69.49
Media	30.08	23.98
Total	125.42	100.00

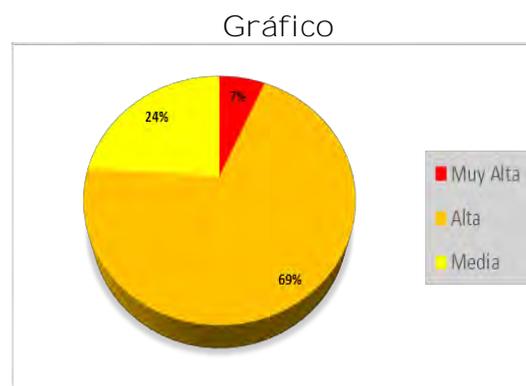
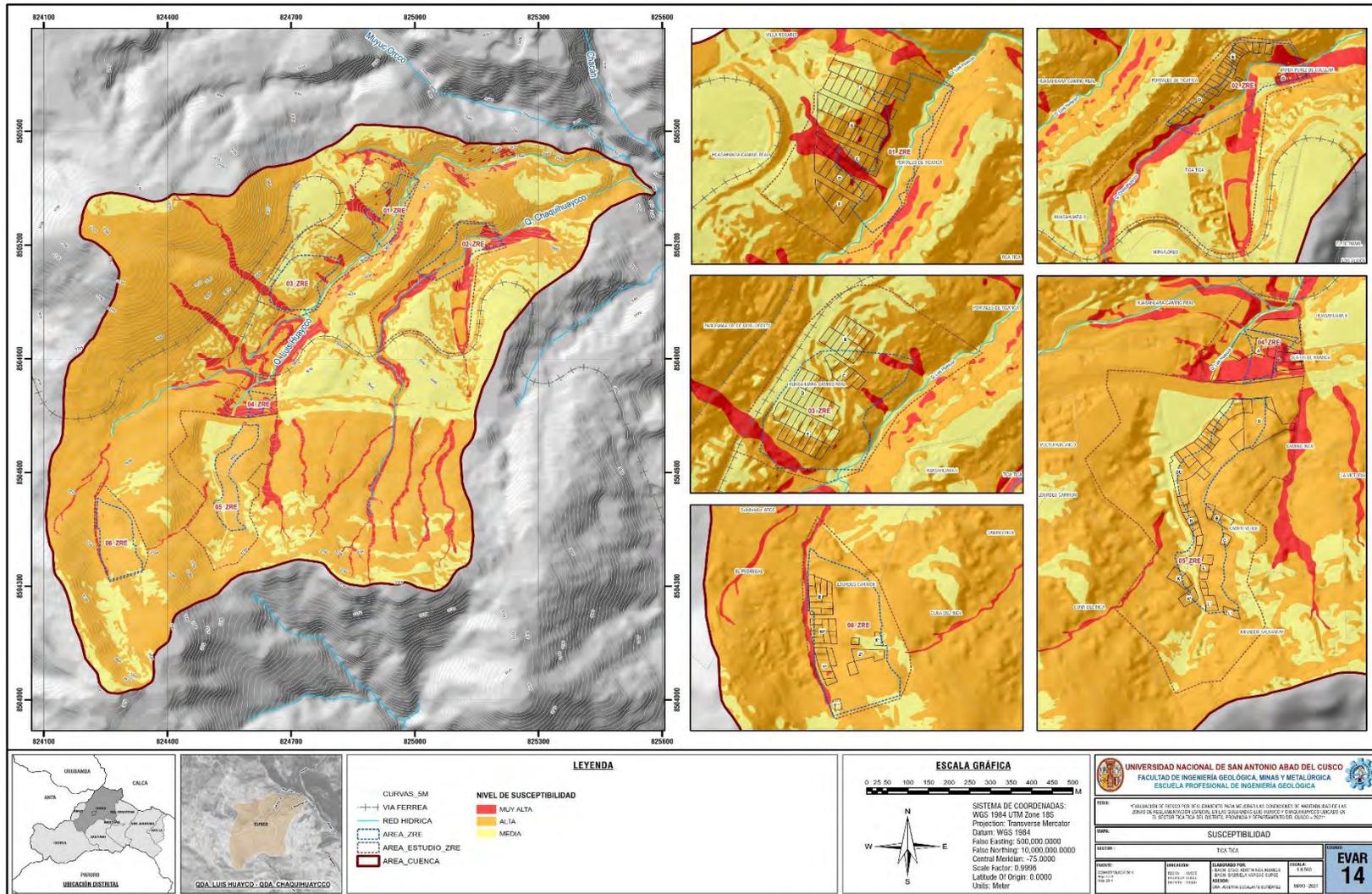




Imagen 17

Susceptibilidad del área de estudio





Parámetros de Evaluación

Volumen de Deslizamiento

El volumen del deslizamiento se mide en metros cúbicos después de la falla. Es importante para determinar la amenaza y el riesgo en los flujos y avalanchas. De acuerdo con el volumen y la concentración de sedimentos se puede determinar la velocidad de flujo.

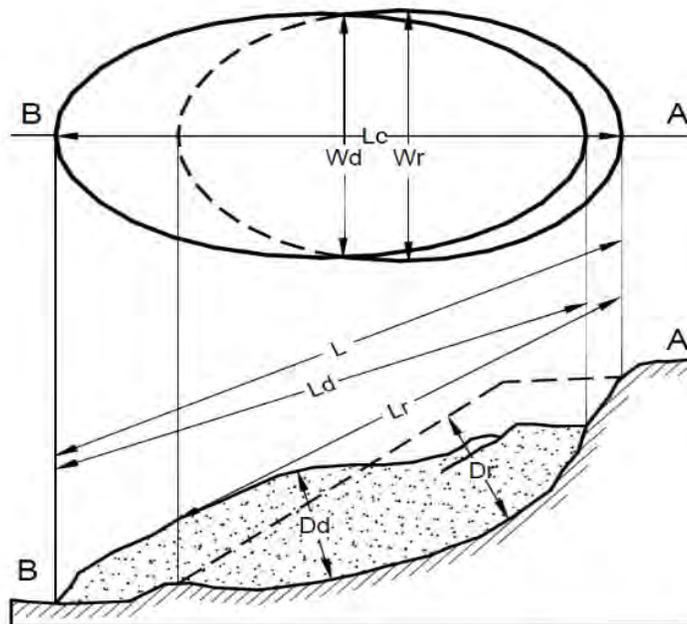
Este factor fue evaluado por el equipo técnico del proyecto, tomando en cuenta el trabajo de campo, el contraste de la aerofoto y la imagen de DRON actual.

Para el cálculo de volumen se tomó como referencia el modelo conceptual de un deslizamiento y ecuación propuesta por J. Suarez.

$$Vol_{des} = \left(\frac{1}{6} \pi D_r * W_r * L_r\right) F_{ex}$$

Gráfico 9

Modelo conceptual de dimensiones de deslizamientos



Fuente: (SUAREZ, 2009)



Tabla 102

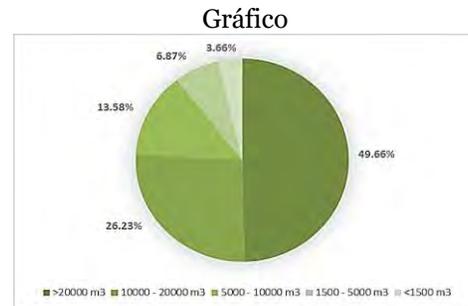
Volumen de los deslizamientos rotacionales activos

CODIGO	UBICACIÓN		CÁLCULO DE VOLÚMENES					
	X	Y	Dr (m)	Wr (m)	Lr (m)	Fex	Vol. Neto (m ³)	Priorización
D1	824791.817	8505208.926	23.00	65	105	1.25	67,004.3	Alta
D2	824904.172	8505268.394	23.00	45	120	1.25	53,014.4	Alta
D3	824229.995	8504634.027	3.00	15	25	1.25	736.3	Alta

Tabla 103

Volumen de deslizamiento

Volumen de deslizamiento	Vector de Priorización
> 20 000 m ³	0.494
10 000 - 20 000 m ³	0.264
5 000 - 10 000 m ³	0.137
1 500 - 5 000 m ³	0.071
< 1 500 m ³	0.035





Zonificación de áreas inestables

Este factor fue evaluado por el equipo técnico del proyecto, tomando en cuenta el trabajo de campo de observación de la escasa cobertura vegetal y erosión, asimismo de la zonificación del mapa de pendientes.

Tabla 104

Zonificación de áreas inestables

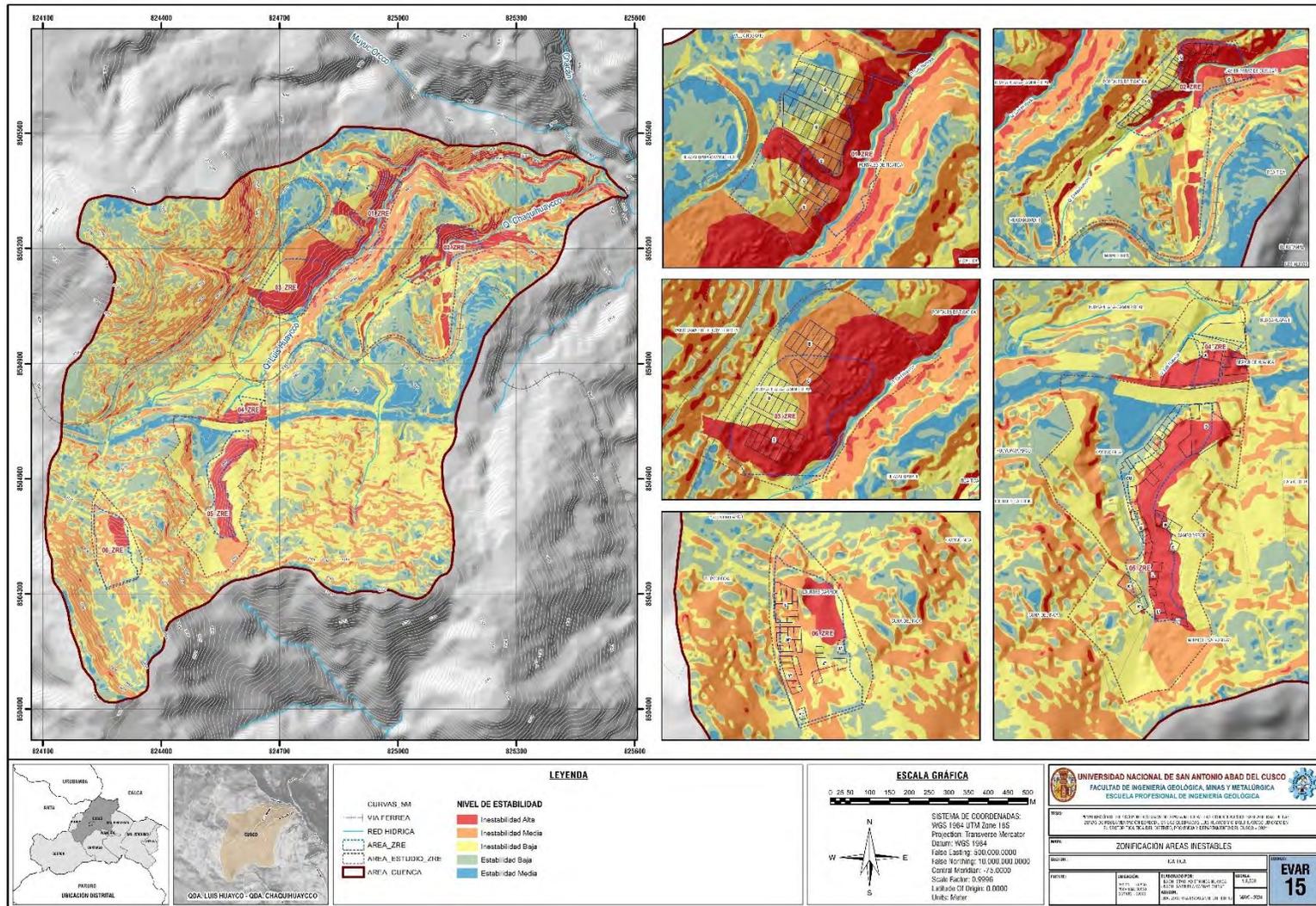
Áreas inestables	Vector de Priorización	Gráfico
Zonas con inestabilidad alta	0.497	<p> ■ > 25 000 m³ ■ 10 000 - 15 000 m³ ■ 5 000 - 10 000 m³ ■ 2 500 - 5 000 m³ ■ < 2 500 m³ </p>
Zonas con inestabilidad media	0.262	
Zonas con inestabilidad baja	0.136	
Zonas con estabilidad baja	0.069	
Zonas con estabilidad media	0.037	

Fuente: (SUAREZ, 2009)



Imagen 18

Zonificación de áreas inestables





8.1.5 **Análisis de Elementos Expuestos**

Como elementos expuestos en las Zonas de Reglamentación Especial del ámbito de estudio, se identifican a la población y viviendas.

Población

Se identifica 605 habitantes que se encuentran en las Zonas de Reglamentación Especial, considerados como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro por deslizamiento.

Lotes

Se determina 209 lotes distribuidos en las 06 Zonas de Reglamentación Especial considerados como elementos expuestos susceptibles ante el impacto del peligro por deslizamiento.

Cálculo de los niveles de peligrosidad



Tabla 105

Matriz de Peligrosidad

FACTORES CONDICIONANTES (FC)												FACTOR DESENCADENANTE (FD)									
UNID. GEOLOGICAS (Litología)			PENDIENTES			UNID. GEOMORFOLOGICAS			COBERTURA VEGETAL			VALOR	PESO	PRECIPITACIONES (UMBRALES)			MAGNITUD DE SISMO			VALOR	PESO
Desc	Dgeo	Pgeo	Desc	Dpen	Ppen	Desc	Dgmf	Pgmf	Desc	Dcov	Pcov			Desc	Pdesc	Ppre	Desc	Pdesc	PMag		
Depósito Antropógeno (Relleno)	0.472	0.503	>45°	0.503	0.305	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.497	0.133	Zona Urbana	0.503	0.059	0.485	0.600	RR / día > 99p - RR > 26.7 mm	0.503	0.700	6.5	0.503	0.300	0.503	0.400
Depósitos Coluviales	0.292	0.503	25°-45°	0.260	0.305	Ladera Empinada	0.262	0.133	Escasa Cobertura	0.260	0.059	0.278	0.600	95p < RR / día ≤ 99p - 16.50mm < RR ≤ 26.7mm	0.260	0.700	6.0	0.260	0.300	0.260	0.400
Fm Kayra, Fm Maras, Fm San Sebastián, Fm Puquín	0.135	0.503	15°-25°	0.134	0.305	Ladera Moderadamente Empinada, Ladera Inclinada	0.136	0.133	Herbazal Pastizal	0.134	0.059	0.135	0.600	90p < RR / día ≤ 95p - 12.5mm < RR ≤ 16.50mm	0.134	0.700	5.0	0.134	0.300	0.134	0.400
Fm. Quilque, Depósito Residual	0.068	0.503	5°-15°	0.068	0.305	Lecho de Quebrada	0.069	0.133	Matorral	0.068	0.059	0.068	0.600	75p < RR / día ≤ 90p - 6.8mm < RR ≤ 12.5mm	0.068	0.700	4.5	0.068	0.300	0.068	0.400
Depósito Proluvial	0.034	0.503	<5°	0.035	0.305	Terraza, Plataforma Planicie, Cima	0.037	0.133	Arborea	0.035	0.059	0.035	0.600	RR / día ≤ 75 - RR ≤ 6.8mm	0.035	0.700	4.0	0.035	0.300	0.035	0.400

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARAMETRO DE EVALUACIÓN						VALOR DE PELIGRO		
VALOR (VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO			ZONIFICACIÓN DE AREAS INESTABLES			VALOR	PESO	(VALOR S*PESO S+ (VALOR PE*PESO PE))
	PESO	Descriptores	Pdesc	Pvol	Descriptores	Pdesc	Pzon			
0.493	0.400	>20000 m3	0.497	0.500	Zonas con inestabilidad alta	0.497	0.500	0.497	0.600	0.495
0.270	0.400	10000 - 20000 m3	0.262	0.500	Zonas con inestabilidad media	0.262	0.500	0.262	0.600	0.265
0.135	0.400	5000 - 10000 m3	0.136	0.500	Zonas con inestabilidad baja	0.136	0.500	0.136	0.600	0.135
0.068	0.400	15000 - 5000 m3	0.069	0.500	Zonas con estabilidad baja	0.069	0.500	0.069	0.600	0.068
0.035	0.400	<1500 m3	0.037	0.500	Zonas con estabilidad media	0.037	0.500	0.037	0.600	0.036



8.1.6 Definición de Escenarios

Del análisis del registro de precipitaciones máximas en 24 horas (PP_{máx} 24h) de la estación meteorológica Granja Kayra en el periodo 1964-2018, se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria de 25.7 mm que ocurrió el mes de febrero del año 2010. Este evento corresponde a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre $16.5\text{mm} < RR \leq 26.7\text{mm}$ con percentil entre $95p < RR/\text{día} \leq 99p$. Asimismo, sismos de magnitudes mayores a 6.0 Mw, tomando como como referencia el Sismo de 1950.

Con estos eventos desencadenados en zonas con inestabilidad alta con predominancia de depósitos antropógenos (relleno) no controlado y depósitos coluviales en pendientes mayores a 45° ; se presentaría deslizamientos que ocasionarían severos daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.



8.1.7 Estratificación del Nivel de Peligro

Tabla 106

Estratificación del Peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Zonas con inestabilidad alta con predominancia de depósitos antropógenos (relleno) no controlado y depósitos coluviales en menor extensión, geomorfológicamente predominan laderas escarpadas, laderas muy empinadas y cárcavas con pendientes mayores a 45°, sin cobertura vegetal (zona urbana); desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismos de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes mayores a 20 000 m3.	0.265<P≤0.495
Peligro Alto	Zonas con inestabilidad media con predominancia de depósitos coluviales y en menor extensión areniscas fracturadas y meteorizadas de la Formación Kayra, geomorfológicamente predominan laderas empinadas, con pendientes que van en el rango de 25° a 45°, con escasa cobertura vegetal; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismos de magnitudes mayor a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes de 10000 m3 a 20 000 m3.	0.135<P≤0.265
Peligro Medio	Zonas con inestabilidad baja con predominancia de la Formación Kayra, Maras, Puquín y en menor extensión la Formación San Sebastián y Formación Quilque, geomorfológicamente predominan laderas moderadamente empinadas y laderas inclinadas, con pendientes que van en el rango de 5° a 25°, con cobertura vegetal tipo pastizal y herbazal; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismo de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes de 5000 m3 a 10 000 m3.	0.068<P≤0.135
Peligro Bajo	Zonas con estabilidad baja con predominancia de depósitos residuales y en menor extensión los depósitos proluviales, geomorfológicamente predominan los lechos de quebradas, las planicies, plataformas y/o terrazas, con pendientes menores a 5°, con cobertura vegetal tipo arbórea y matorral; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismo de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes menores a <5000 m3.	0.036<P≤0.068



8.1.8 Niveles de Peligro

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

Tabla 107

Niveles de Peligro

NIVEL		RANGO			
MUY ALTO	0.266	<	P	≤	0.495
ALTO	0.135	<	P	≤	0.265
MEDIO	0.068	<	P	≤	0.135
BAJO	0.036	≤	P	≤	0.068



8.1.9 Mapa de Peligros

Imagen 19

Mapa de peligro del área de estudio

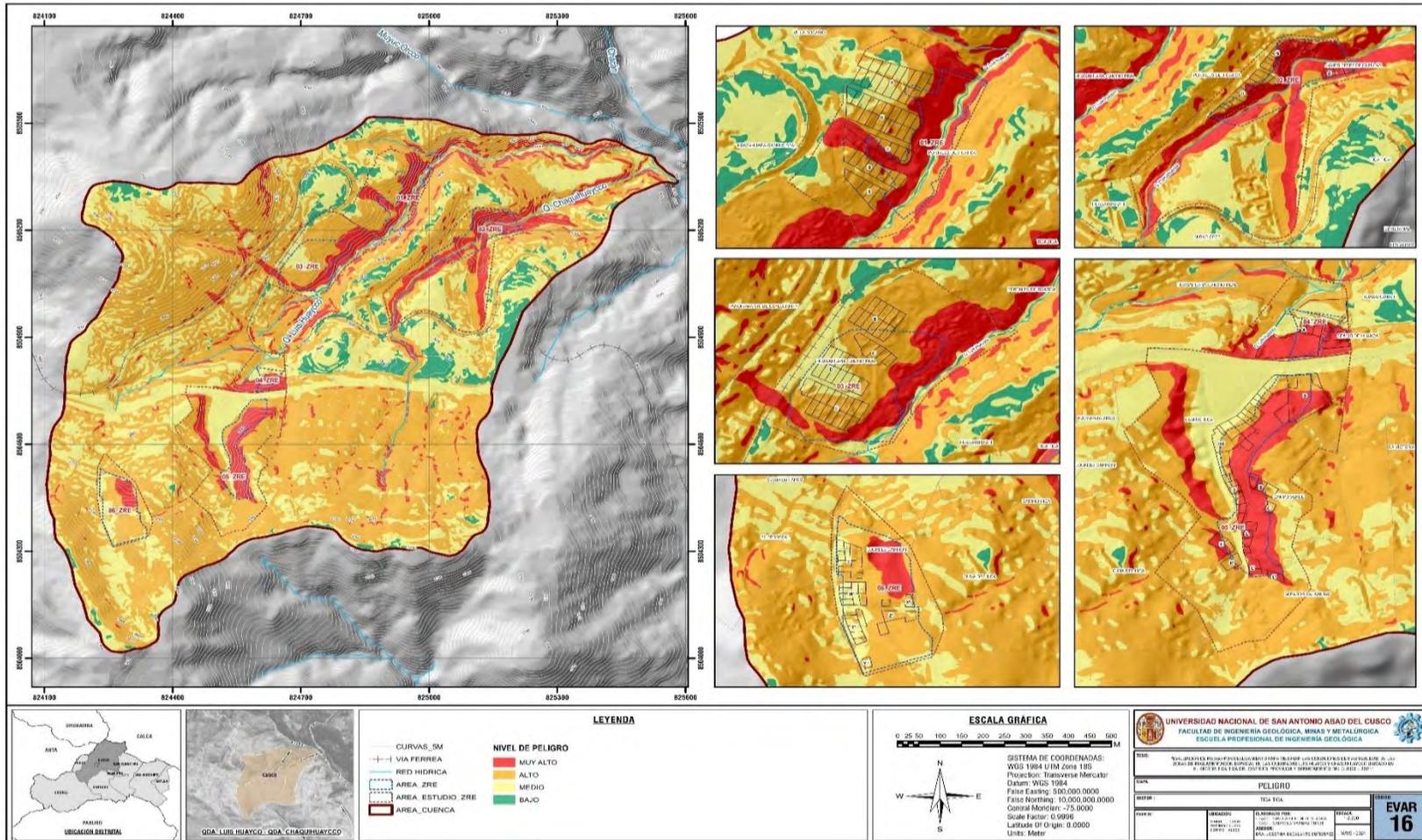




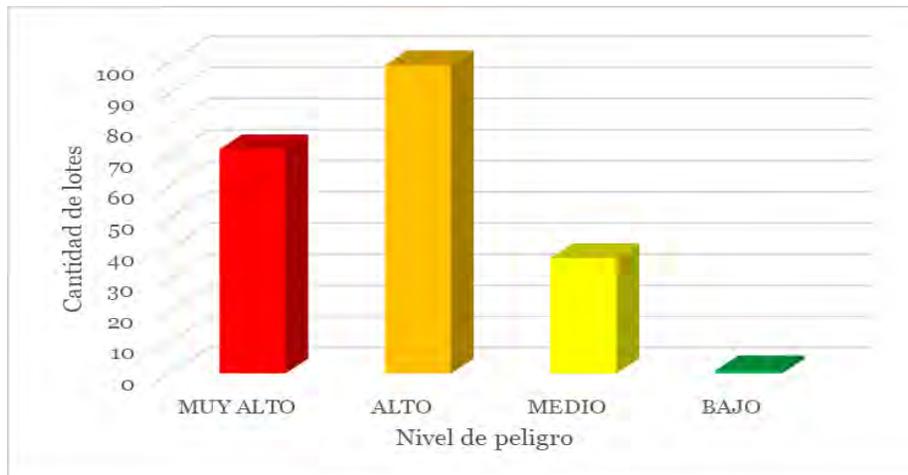
Tabla 108

Resumen de la cantidad de lotes respecto al peligro

A_ZRE	APV/Agrupación Urbana	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	Total
1	Portales de Tica Tica	24	19	11	1	55
2	Portales de Tica Tica Javier Perez de Cuéllar	21	9	-	-	30
3	Huasahuara Camino Real	1	33	9	-	43
4	Huasahuara Camino Real Camino Inca Señor de Huanca	7	1	1	-	9
5	Camino Inca Campo Verde Mirador Salkantay	19	23	-	-	42
6	Lourdes Carrión		14	16	-	30
	TOTAL	72	99	37	1	209

Gráfico 10

Cantidad de lotes respecto al peligro





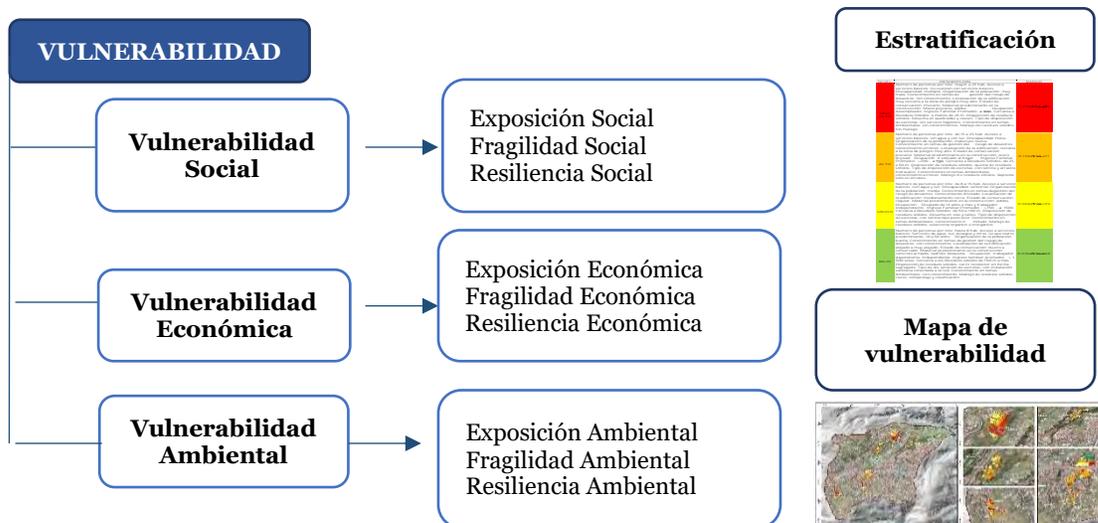
8.2 Análisis de la Vulnerabilidad

8.2.1 Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad

Para efectos de identificar y analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos respecto al a la zona de estudio; se ha desarrollado la siguiente metodología, en sus factores de exposición, fragilidad y resiliencia de acuerdo a la cuantificación de los elementos expuestos al peligro por deslizamiento.

Gráfico 11

Metodología General para determinar los Niveles de Vulnerabilidad



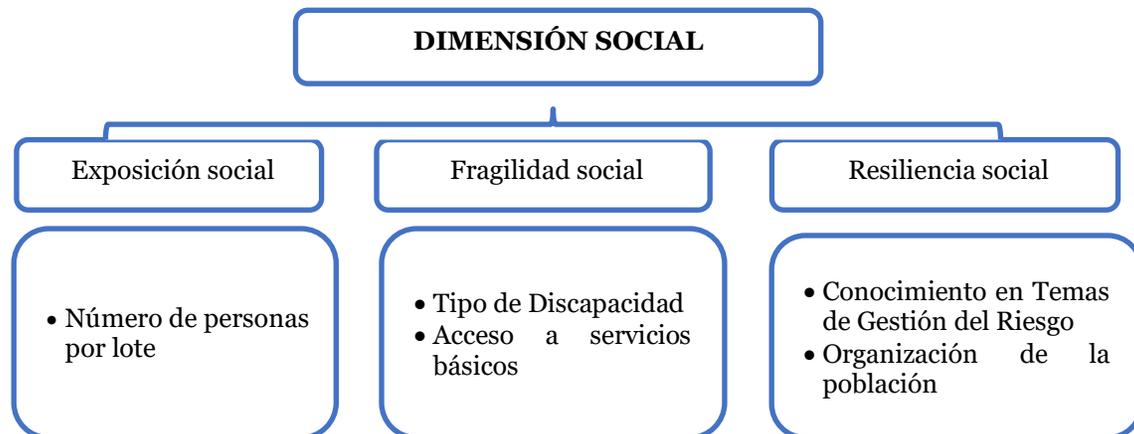
8.2.2 Análisis de la Dimensión Social

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



Gráfico 12

Metodología del análisis de la dimensión social



Análisis de la Exposición Social

Número de personas por lote

Para el análisis de la exposición, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes a la cantidad de población por lote del área de estudio.

Tabla 109

Parámetro Número de Personas por Lote

CODIGO	Nº de Descriptores	DESCRIPTORES
NP1	5	Mayor a 25 hab.
NP 2		15 a 25 hab.
NP 3		8 a 15 hab.
NP 4		4 a 8 hab.
NP 5		Menos de 4 Hab.

Análisis de la Fragilidad Social

Para el análisis de la fragilidad social, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes a las características sociales de las Zonas de Reglamentación Especial.



Tipo de discapacidad

Se determinó el siguiente parámetro para evaluar las condiciones respecto a la condición física de las personas.

Tabla 110

Parámetros Tipo de Discapacidad

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
TD 1		Múltiple
TD 2		Física
TD 3	5	Sensorial
TD 4		Cognitiva
TD 5		Ninguno

Acceso a Servicios Básicos

Se determinó este parámetro para evaluar las condiciones en las que habitan la población.

Tabla 111

Parámetro Acceso a Servicios Básicos

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
ASSBB 1		Ninguno
ASSBB 2		Sin agua y con luz
ASSBB 3	5	Con agua y luz
ASSBB 4		Con agua, luz y desagüe
ASSBB 5		Con agua, luz, desagüe y otros

Análisis de la Resiliencia Social

Conocimiento en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres

Se determinó el siguiente parámetro para evaluar las condiciones respecto a la condición física de las personas.



Tabla 112

Parámetro Conocimiento en Temas de Gestión del Riesgo de Desastres

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
CTGRD 1	5	Sin conocimiento
CTGRD 2		Conocimiento erróneo
CTGRD 3		Conocimiento limitado
CTGRD 4		Conocimiento sin interés
CTGRD 5		Con conocimiento

Organización de la Población

Se determinó este parámetro para evaluar la organización en la población.

Tabla 113

Parámetro Organización de la Población

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
OP 1	5	Muy mala / nunca
OP 2		Mala / casi nunca
OP 3		Media / a veces
OP 4		Buena / casi siempre
OP 5		Muy bueno / siempre

8.2.3 Análisis de la Dimensión Económica

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

Gráfico 13

Metodología del análisis de la dimensión económica





Análisis de la Exposición Económica

Para el análisis de la exposición económica, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes a la ubicación de los elementos analizados en relación con las áreas críticas o inestables.

Localización de la Edificación frente al peligro

Tabla 114

Parámetro de la Edificación frente al peligro

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
LE 1	5	Muy cercana (0 a 5m)
LE 2		Cercana (05m - 15m)
LE 3		Medianamente cerca (15m - 30m)
LE 4		Alejada (30m - 45m)
LE 5		Muy alejada (>45m)

Análisis de la Fragilidad Económica

Para el análisis de la fragilidad económica, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes a las características de las edificaciones de las Zonas de Reglamentación Especial.

Material de Construcción de la Edificación

Para el análisis de este parámetro se realizó la evaluación del material constructivo

Tabla 115

Parámetro Material de Construcción de la Edificación

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
MC 1	5	Mixto Precario
MC 2		Acero - Drywall
MC 3		Adobe
MC 4		Ladrillo-Bloqueta
MC 5		Concreto



Estado de Conservación de la Edificación

Tabla 116

Parámetro Estado de Conservación de la Edificación

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
EC 1	5	Precario
EC 2		Malo
EC 3		Regular
EC 4		Conservado
EC 5		Bueno

Análisis de la Resiliencia Económica

Ocupación de la Población

Tabla 117

Parámetro Ocupación de la Población

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
OC 1	5	Desempleado
OC 2		Dedicado al Hogar
OC 3		Ocupado de 14 Años a Mas
OC 4		Trabajador Independiente
OC 5		Trabajador Dependiente

Ingreso Familiar Promedio

Tabla 118

Parámetro Ocupación de la Población

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
IFP 1	5	≤ 200
IFP 2		>200 - ≤ 750
IFP 3		>750 - ≤ 1500
IFP 4		>1500 - ≤ 3000
IFP 5		>3000

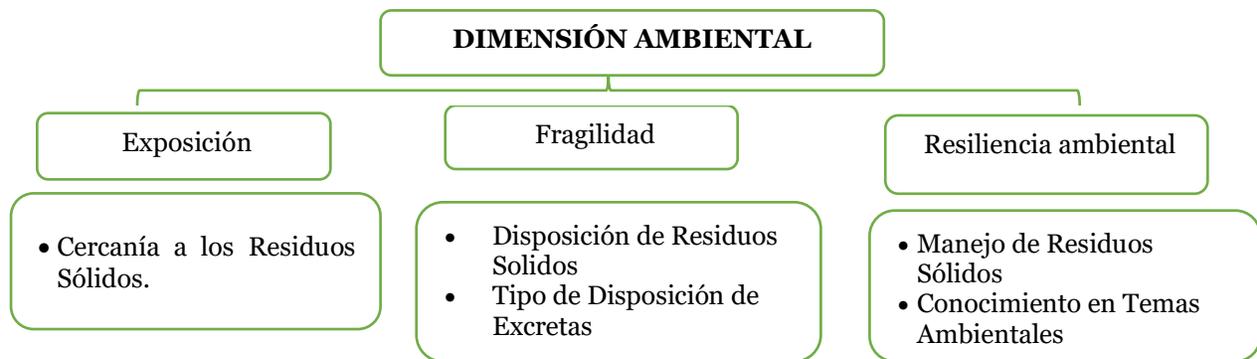


8.2.4 Análisis de la Dimensión Ambiental

El análisis de la dimensión ambiental consiste en identificar las características de la población respecto a su medio de vida y elementos que se relacionan con ella dentro del área a evaluar.

Gráfico 14

Metodología del análisis de la dimensión ambiental



Análisis de la Exposición Ambiental

Cercanía los Residuos Sólidos

Se evalúa el siguiente parámetro correspondiente a la ubicación de los elementos analizados en relación con los RR.SS.

Tabla 119

Parámetro Cercanía Residuos Sólidos

CODIGO	Nº de Descriptores	DESCRIPTORES
CRRSS 1	5	Menos de 25 m.
CRRSS 2		De 25 a 50 m
CRRSS 3		De 50 a 100 m.
CRRSS 4		De 100 a 250 m
CRRSS 5		Mayor a 250 m



Análisis de la Fragilidad Ambiental

Para el análisis de la fragilidad económica, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes a las características de disposición RR.SS. y excretas de las Zonas de Reglamentación Especial.

Disposición de Residuos Sólidos

Tabla 120

Parámetro Disposición de Residuos Sólidos

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
RRSS1	5	Desechar en Quebradas y Causes
RRSS2		Quema de Residuos Solidos
RRSS3		Desechar en Vías y Calles
RRSS4		Desechar en Botaderos
RRSS5		Carro Recolector

Tipo de Disposición de Excretas

Tabla 121

Parámetro Tipo de Disposición de Excretas

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
TDE1	5	Sin Servicio Higiénico
TDE2		Con Letrina y Arrastre Hidráulico
TDE3		Con Letrina Tipo Pozo Seco
TDE4		Con Unidad Básica de Tratamiento
TDE5		Con Instalación Sanitaria Conectada



Análisis de la Resiliencia Ambiental

Para el análisis de la resiliencia ambiental, se evalúa los siguientes parámetros correspondientes al desarrollo de habilidades en temas ambientales y su manejo en las Zonas de Reglamentación Especial.

Manejo de Residuos Sólidos

Se evalúa el siguiente parámetro correspondiente al manejo de los Residuos Sólidos

Tabla 122

Parámetro Manejo de Residuos Sólidos

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
MRRSS 1	5	Sin Manejo
MRRSS 2		Deposita en Solo Envases
MRRSS 3		Selecciona Orgánico e Inorgánico
MRRSS 4		Reúso y Compostaje
MRRSS 5		Clasificación por Material

Conocimiento en Temas Ambientales

Tabla 123

Parámetro Conocimiento en Temas Ambientales

CODIGO	N° de Descriptores	DESCRIPTORES
CTA 1	5	Sin Conocimiento
CTA 2		Conocimiento Erróneo
CTA 3		Conocimiento Limitado
CTA 4		Conocimiento Sin Interés
CTA 5		Con Conocimiento



8.2.5 Cálculo de Vulnerabilidad

Tabla 124

Cálculo de la Vulnerabilidad del área de estudio

VULNERABILIDAD SOCIAL											
EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD				RESILIENCIA				VALOR	PESO V. SOCIAL
P_Exp	0.557	P_Frag		0.320		P_Res		0.123			
N° DE PERSONAS POR LOTE		TIPO DE DISCAPACIDAD		ACCESO A SERVICIOS		CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD		ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN			
Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc		
Mayor a 25 hab.	0.458	Múltiple	0.489	Ninguno	0.489	Sin Conocimiento	0.474	Muy Mala / Nunca	0.474	0.470	0.320
15 a 25 hab.	0.290	Física	0.267	Sin Agua Y Con Luz	0.267	Conocimiento Erróneo	0.271	Mala / Casi Nunca	0.271	0.280	0.320
8 a 15 hab.	0.150	Sensorial	0.142	Con Agua Y Luz	0.142	Conocimiento Limitado	0.140	Media / A Veces	0.140	0.146	0.320
4 a 8 hab.	0.068	Cognitiva	0.068	Con Agua Y Desagüe	0.068	Conocimiento Sin Interés	0.072	Buena / Casi Siempre	0.072	0.069	0.320
Menos de 4 Hab.	0.035	Ninguno	0.035	Con Agua Luz Desagüe Y Otros	0.035	Con Conocimiento	0.042	Muy Bueno / Siempre	0.042	0.036	0.320

VULNERABILIDAD ECONÓMICA											
EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD				RESILIENCIA				VALOR	PESO V. ECONÓMICA
P_Exp	0.557	P_Frag		0.320		P_Res		0.123			
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN FRENTE AL PELIGRO		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		OCUPACIÓN		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO			
Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc	Descriptor	Pdesc		
Muy cercana (0 a 5m)	0.503	Mixto Precario	0.481	Precario	0.487	Desempleado	0.495	≤ 200	0.487	0.495	0.557
Cercana (05m - 15m)	0.260	Acero - Drywall	0.269	Malo	0.272	Dedicado al Hogar	0.259	>200 - ≤ 750	0.272	0.264	0.557
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.134	Adobe	0.139	Regular	0.137	Ocupado de 14 Años a Mas	0.137	>750 - ≤ 1500	0.137	0.136	0.557
Alejada (30m - 45m)	0.068	Ladrillo-Bloqueta	0.071	Conservado	0.066	Trabajador Independiente	0.072	>1500 - ≤ 3000	0.066	0.068	0.557
Muy alejada (>45m)	0.035	Concreto	0.040	Bueno	0.038	Trabajador Dependiente	0.037	>3000	0.038	0.037	0.557



VULNERABILIDAD AMBIENTAL											
EXPOSICIÓN		FRAGILIDAD				RESILIENCIA				VALOR	PESO V. AMBIENTAL
P_Exp	0.557	P_Frag		0.320		P_Res		0.123			
CERCANÍA A RESIDUOS SOLIDOS		DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS		TIPO DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS		MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS		CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES			
Descriptores	Pdesc	Descriptores	Pdesc	Descriptores	Pdesc	Descriptores	Pdesc	Descriptores	Pdesc		
Menos de 25 m.	0.487	Desechar En Quebradas Y Causes	0.474	Sin Servicio Higiénico	0.474	Sin Manejo	0.467	Sin Conocimiento	0.467	0.480	0.123
De 25 a 50 m	0.272	Quema de Residuos Solidos	0.286	Con Letrina y Arrastre Hidráulico	0.286	Deposita en Solo Envases	0.284	Conocimiento Erróneo	0.284	0.278	0.123
De 50 a 100 m.	0.137	Desechar en Vías y Calles	0.136	Con Letrina Tipo Pozo Seco	0.136	Selecciona Orgánico e Inorgánico	0.139	Conocimiento Limitado	0.139	0.137	0.123
De 100 a 250 m	0.066	Desechar en Botaderos	0.069	Con Unidad Básica de Tratamiento	0.069	Reúso y Compostaje	0.073	Conocimiento Sin Interés	0.073	0.068	0.123
Mayor a 250 m	0.038	Carro Recolector	0.035	Con Instalación Sanitaria Conectada	0.035	Clasificación por Material	0.037	Con Conocimiento	0.037	0.037	0.123

SINTESIS DE LA VULNERABILIDAD						
VULNERABILIDAD SOCIAL		VULNERABILIDAD ECONÓMICA		VULNERABILIDAD AMBIENTAL		VALOR VULNERABILIDAD
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.470	0.320	0.495	0.557	0.480	0.123	0.271
0.280	0.320	0.264	0.557	0.278	0.123	0.139
0.146	0.320	0.136	0.557	0.137	0.123	0.068
0.069	0.320	0.068	0.557	0.068	0.123	0.036
0.036	0.320	0.037	0.557	0.037	0.123	0.485



8.2.6 Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad

Tabla 125

Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Número de personas por lote: mayor a 25 hab. Acceso a servicios básicos: no cuentan con servicios básicos. Discapacidad: múltiple. Organización de la población: muy mala. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: Sin conocimiento. Localización de la edificación: muy cercana a la zona de peligro muy alto. Estado de conservación: Precario. Material predominante en la construcción: Mixto precario, adobe. Ocupación: desempleado. Ingreso Familiar Promedio: ≤ 200 . Cercanía a Residuos Sólidos: a menos de 25 m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en quebradas y causes. Tipo de disposición de excretas: sin servicio higiénico. Conocimiento en temas Ambientales: sin conocimientos. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo.	$0.271 < V \leq 0.485$
ALTO	Número de personas por lote: de 15 a 25 hab. Acceso a servicios básicos: sin agua y con luz. Discapacidad: física. Organización de la población: mala/casi nunca. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: conocimiento erróneo. Localización de la edificación: cercana a la zona de peligro muy alto. Estado de conservación: precario. Material predominante en la construcción: acero-drywall. Ocupación: dedicado al hogar. Ingreso Familiar Promedio: $>200 - \leq 750$. Cercanía a Residuos Sólidos: de 25 a 50 m. Disposición de residuos sólidos: quema de residuos sólidos. Tipo de disposición de excretas: con letrina y arrastre hidráulico. Conocimiento en temas Ambientales: conocimiento erróneo. Manejo de residuos sólidos: deposita solo en envases.	$0.139 < V \leq 0.271$
MEDIO	Número de personas por lote: de 8 a 15 hab. Acceso a servicios básicos: con agua y luz. Discapacidad: sensorial. Organización de la población: media. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: Conocimiento limitado. Localización de la edificación: medianamente cerca. Estado de conservación: regular. Material predominante en la construcción: adobe. Ocupación: Ocupado de 14 años a más y trabajador independiente. Ingreso Familiar Promedio: $>750 - \leq 1500$. Cercanía a Residuos Sólidos: de 50 a 100 m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en vías y calles. Tipo de disposición de excretas: con letrina tipo pozo seco. Conocimiento en temas Ambientales: conocimiento limitado. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico.	$0.068 < V \leq 0.139$
BAJO	Número de personas por lote: hasta 8 hab. Acceso a servicios básicos: Servicios de agua, luz, desagüe y otros. Grupo etario predominante: 16 a 50 años. Organización de la población: buena. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: con conocimiento. Localización de la Edificación: alejado a muy alejado. Estado de conservación: bueno a conservado. Material predominante en la construcción: concreto armado, ladrillo, bloqueta. Ocupación: trabajador dependiente, independiente. Ingreso familiar promedio: $> 1\ 500$ soles. Cercanía a los Residuos sólidos de 100 m a más. Disposición de residuos sólidos: carro recolector en forma segregada. Tipo de disposición de excretas: con instalación sanitaria conectada a la red. Conocimiento en temas Ambientales: con conocimiento. Manejo de residuos sólidos: reúso, compostaje y clasificación.	$0.036 \leq V \leq 0.068$



8.2.7 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.

Tabla 126

Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL		RANGO			
MUY ALTO	0.271	<	V	≤	0.485
ALTO	0.139	<	V	≤	0.271
MEDIO	0.068	<	V	≤	0.139
BAJO	0.036	≤	V	≤	0.068



8.2.8 Mapa de Vulnerabilidad

Imagen 20

Mapa de vulnerabilidad del área de estudio

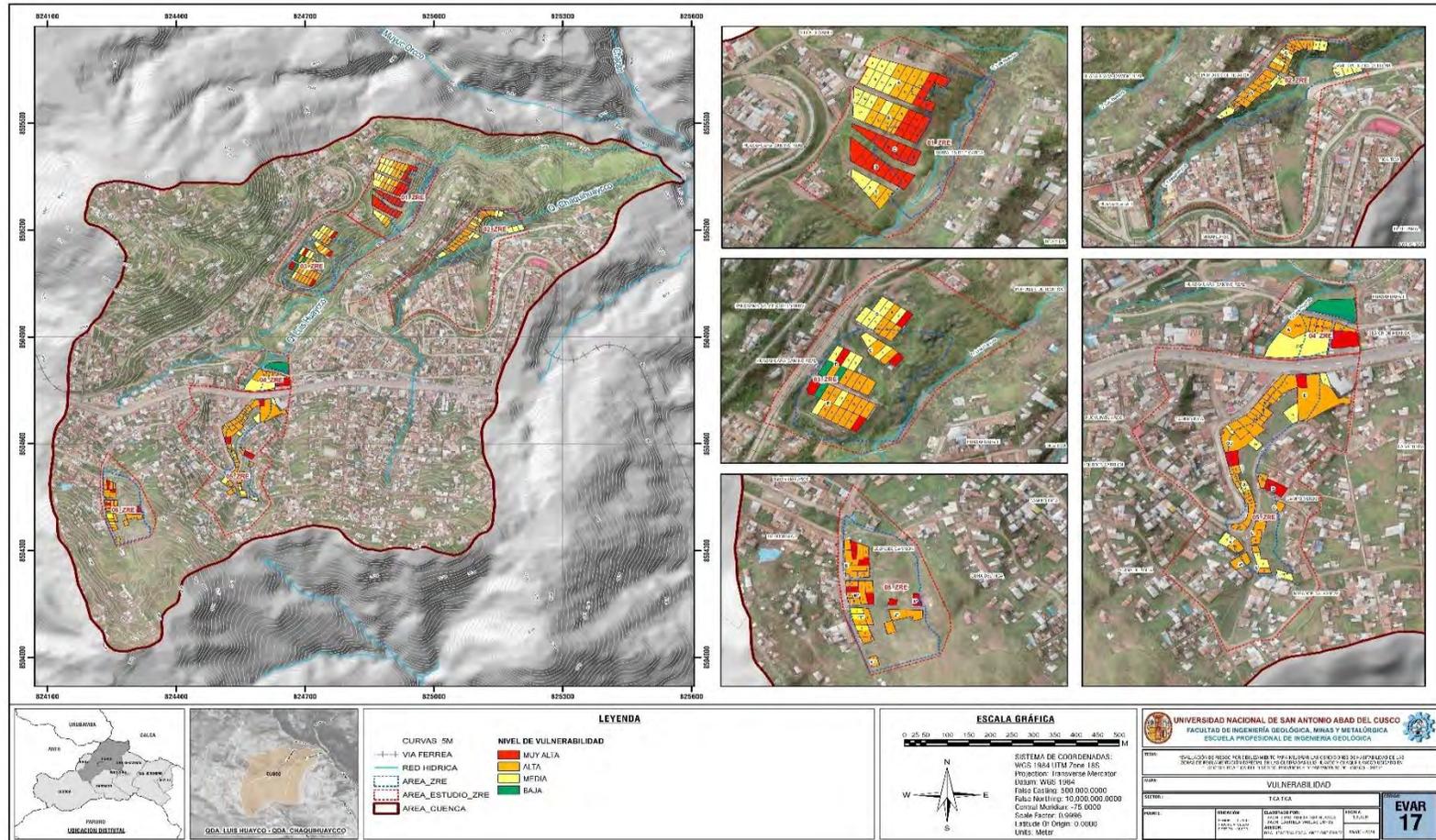




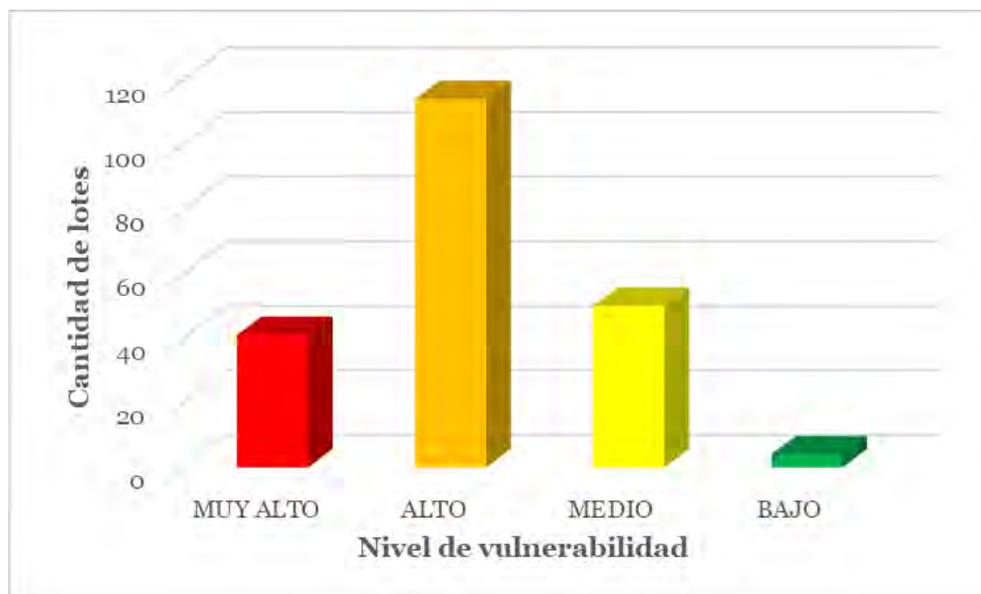
Tabla 127

Resumen de los lotes respecto a la vulnerabilidad

A_ZRE	APV/Agrupación Urbana	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	Total
1	Portales de Tica Tica	24	17	14	-	55
2	Portales de Tica Tica Javier Perez de Cuéllar	-	20	10	-	30
3	Huasahuara Camino Real	5	22	13	3	43
4	Huasahuara Camino Real Asociación Villa Cazorla Señor de Huanca	2	5	1	1	9
5	Camino Inca Campo Verde Mirador Salkantay	4	29	9	-	42
6	Lourdes Carrión	6	21	3	-	30
TOTAL		41	114	50	4	209

Gráfico 15

Cantidad de Lotes respecto a la vulnerabilidad





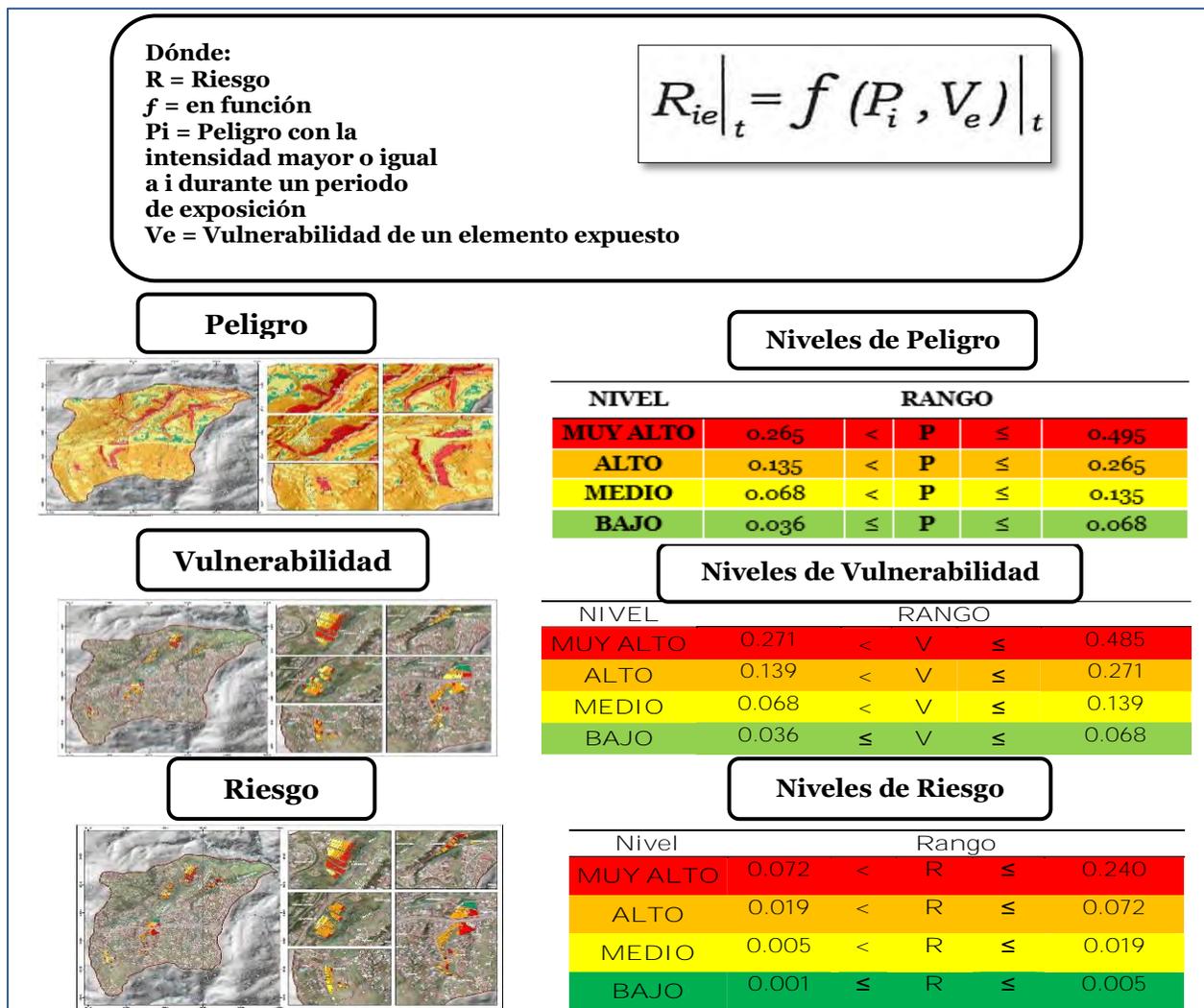
8.3 Análisis del Riesgo

8.3.1 Metodología para el Análisis del Riesgo

Identificado el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad del ámbito de estudio podemos hallar el riesgo que es el resultado de la relación de peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, para luego poder determinar los posibles efectos y consecuencias asociados a un desastre producido por deslizamientos en la zona de estudio.

Gráfico 16

Metodología General para determinar los Niveles de Riesgo





8.3.2 Cálculo del Riesgo

Tabla 128

Determinación del Nivel de Riesgo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.495	0.485	0.240
0.265	0.271	0.072
0.135	0.139	0.019
0.068	0.068	0.005
0.036	0.036	0.001

8.3.3 Estratificación del Nivel 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.



Tabla 129

Estratificación del Nivel de Riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Muy Alto	<p>Zonas con inestabilidad alta con predominancia de depósitos antropógenos (relleno) no controlado y depósitos coluviales en menor extensión, geomorfológicamente predominan laderas escarpadas, laderas muy empinadas y cárcavas con pendientes mayores a 45°, sin cobertura vegetal (zona urbana); desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismos de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes mayores a 20 000 m3.</p> <p>Número de personas por lote: mayor a 25 hab. Acceso a servicios básicos: no cuentan con servicios básicos. Discapacidad: múltiple. Organización de la población: muy mala. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: Sin conocimiento. Localización de la edificación: muy cercana a la zona de peligro muy alto. Estado de conservación: Precario. Material predominante en la construcción: Mixto precario, adobe. Ocupación: desempleado. Ingreso Familiar Promedio: ≤ 200. Cercanía a Residuos Sólidos: a menos de 25 m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en quebradas y causes. Tipo de disposición de excretas: sin servicio higiénico. Conocimiento en temas Ambientales: sin conocimientos. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo.</p>	0.072<R≤0.240
Alto	<p>Zonas con inestabilidad media con predominancia de depósitos coluviales y en menor extensión areniscas fracturadas y meteorizadas de la Formación Kayra, geomorfológicamente predominan laderas empinadas, con pendientes que van en el rango de 25° a 45°, con escasa cobertura vegetal; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismos de magnitudes mayor a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes de 10000 m3 a 20 000 m3.</p> <p>Número de personas por lote: de 15 a 25 hab. Acceso a servicios básicos: sin agua y con luz. Discapacidad: física. Organización de la población: mala/casi nunca. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: conocimiento erróneo. Localización de la edificación: cercana a la zona de peligro muy alto. Estado de conservación: precario. Material predominante en la construcción: acero-drywall. Ocupación: dedicado al hogar. Ingreso Familiar Promedio: >200 - ≤ 750. Cercanía a Residuos Sólidos: de 25 a 50 m. Disposición de residuos sólidos: quema de residuos sólidos. Tipo de disposición de excretas: con letrina y arrastre hidráulico. Conocimiento en temas Ambientales: conocimiento erróneo. Manejo de residuos sólidos: deposita solo en envases.</p>	0.019<R≤0.072



Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Medio	<p>Zonas con inestabilidad baja con predominancia de la Formación Kayra, Maras, Puquín y en menor extensión la Formación San Sebastián y Formación Quilque, geomorfológicamente predominan laderas moderadamente empinadas y laderas inclinadas, con pendientes que van en el rango de 5° a 25°, con cobertura vegetal tipo herbazal y pastizal; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (Febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismo de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes de 5000 m3 a 10 000 m3.</p> <p>Número de personas por lote: de 8 a 15 hab. Acceso a servicios básicos: con agua y luz. Discapacidad: sensorial. Organización de la población: media. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: Conocimiento limitado. Localización de la edificación: medianamente cerca. Estado de conservación: regular. Material predominante en la construcción: adobe. Ocupación: Ocupado de 14 años a más y trabajador independiente. Ingreso Familiar Promedio: >750 - ≤ 1500. Cercanía a Residuos Sólidos: de 50 a 100 m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en vías y calles. Tipo de disposición de excretas: con letrina tipo pozo seco. Conocimiento en temas Ambientales: conocimiento limitado. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico.</p>	0.005<R≤0.019
Bajo	<p>Zonas con estabilidad baja con predominancia de depósitos residuales y en menor extensión los depósitos proluviales, geomorfológicamente predominan los lechos de quebradas, las planicies, plataformas y/o terrazas, con pendientes menores a 5°, con cobertura vegetal tipo arborea y matorral; desencadenados por precipitaciones definidas en base a las PPmax 24h de 25.7mm (febrero, 2010), correspondiente a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 16.5mm<RR≤26.7mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p o el impacto por sismo de magnitudes mayores a 6.0 Mw (Sismo de 1950), se generaría deslizamientos con volúmenes menores a <5000 m3.</p> <p>Número de personas por lote: hasta 8 hab. Acceso a servicios básicos: Servicios de agua, luz, desagüe y otros. Grupo etario predominante: 16 a 50 años. Organización de la población: buena. Conocimiento en temas de gestión del riesgo de desastres: con conocimiento. Localización de la Edificación: alejado a muy alejado. Estado de conservación: bueno a conservado. Material predominante en la construcción: concreto armado, ladrillo, bloqueta. Ocupación: trabajador dependiente, independiente. Ingreso familiar promedio: > 1 500 soles. Cercanía a los Residuos sólidos de 100 m a más. Disposición de residuos sólidos: carro recolector en forma segregada. Tipo de disposición de excretas: con instalación sanitaria conectada a la red. Conocimiento en temas Ambientales: con conocimiento. Manejo de residuos sólidos: reúso, compostaje y clasificación.</p>	0.001<R≤0.005



8.3.4 Niveles de Riesgo

Tabla 130

Niveles de Riesgo

Nivel	Rango				
MUY ALTO	0.072	<	R	≤	0.240
ALTO	0.019	<	R	≤	0.072
MEDIO	0.005	<	R	≤	0.019
BAJO	0.001	≤	R	≤	0.005

8.3.5 Matriz de Riesgos

Tabla 131

Matriz de Riesgo

PMA	0.495	0.034	0.069	0.134	0.240
PA	0.266	0.018	0.037	0.072	0.129
PM	0.135	0.009	0.019	0.037	0.065
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.033
		0.068	0.139	0.271	0.485
		VB	VM	VA	VMA

Tabla 132

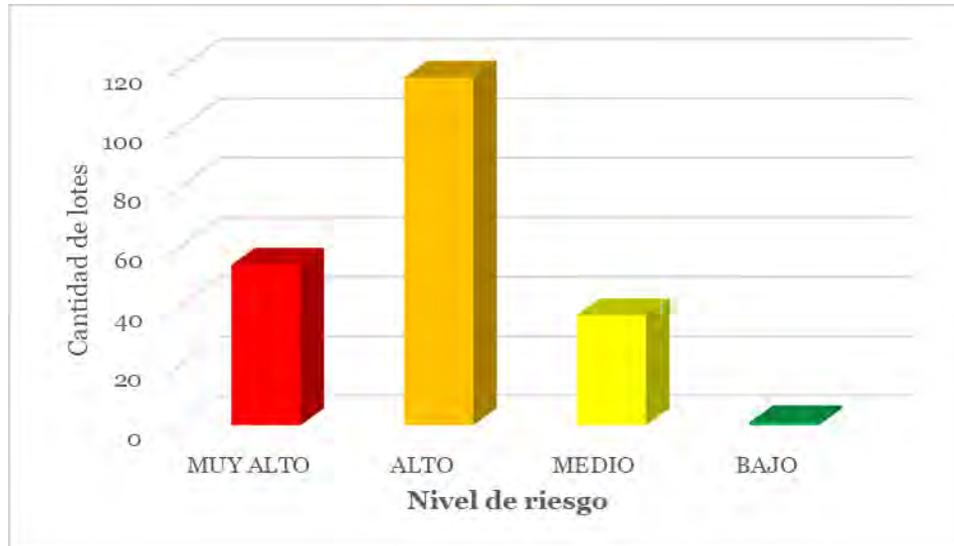
Resumen de los lotes respecto al riesgo

A_ZRE	APV/Agrupación Urbana	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	Total
1	Portales de Tica Tica	26	15	14	-	55
2	Portales de Tica Tica Javier Perez de Cuellar	12	18		-	30
3	Huasahuara Camino Real	3	35	5	-	43
4	Huasahuara Camino Real Asociación Villa Cazorla Señor de Huanca	3	5		1	9
5	Camino Inca Campo Verde Mirador Salkantay	8	31	3	-	42
6	Lourdes Carrión	2	13	15	-	30
	TOTAL	54	117	37	1	209



Gráfico 17

Cantidad de Lotes respecto al riesgo

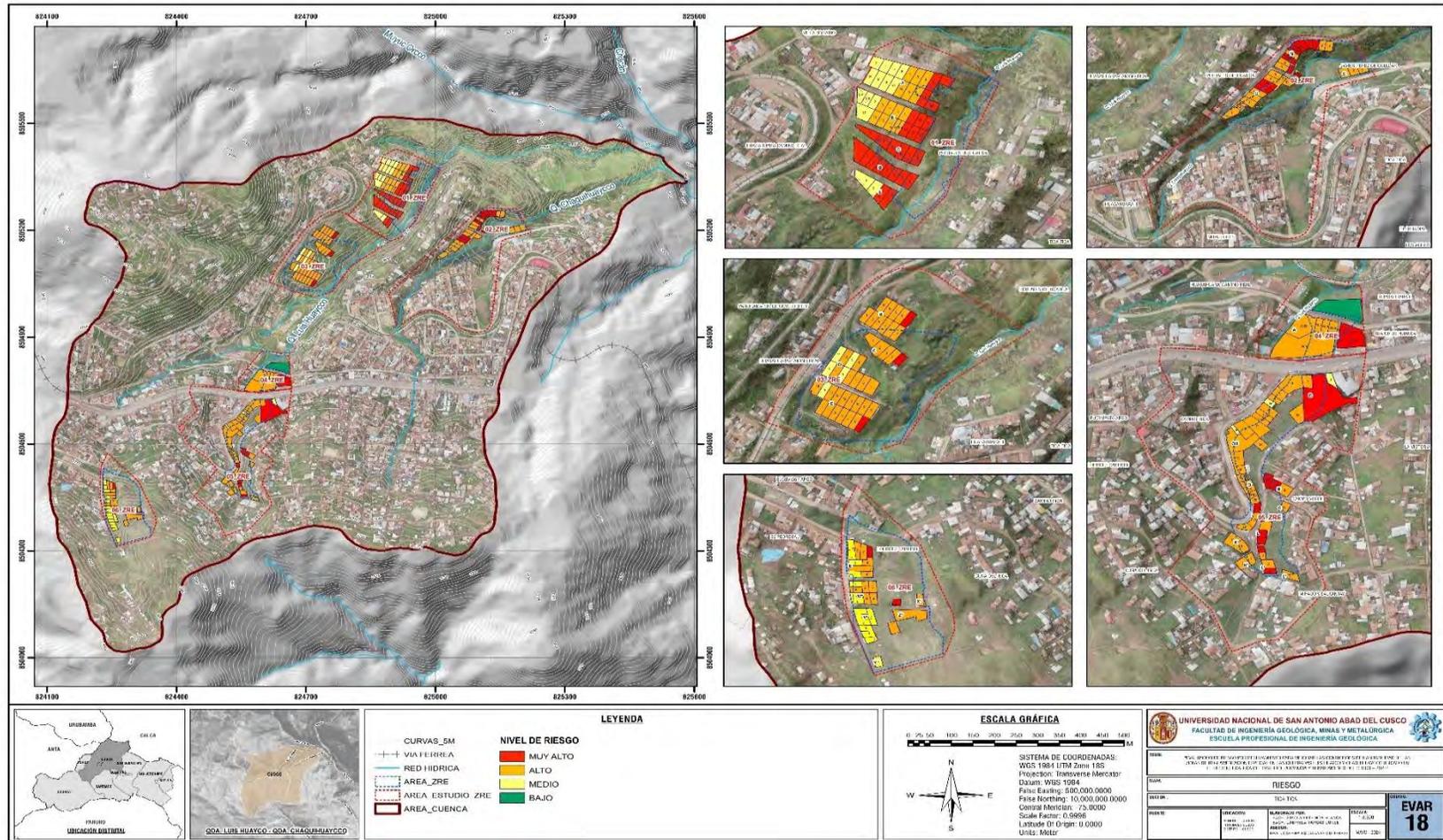




8.3.6 Mapa de Riesgo

Imagen 21

Mapa de Riesgo del área de estudio





8.4 Control del Riesgo

8.4.1 Del Control de Riesgos

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

De la Evaluación de las medidas

Valoración de las Consecuencias

Tabla 133

Valoración de consecuencias

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

Fuente: (CENEPRED, 2014)

En consideración a lo expuesto, el peligro por sismo asociado al fenómeno se geodinámica externa, en zonas susceptibles que afectaran a todo elemento expuesto por el o amenaza, que tiene una valorización de consecuencias MEDIA, indicando: Las consecuencias debido al impacto de deslizamientos por ser un peligro inminente pueden ser gestionados con recursos del gobierno local o regional, para este caso debe de ser gestionado por la Municipalidad Provincial del Cusco.



Valoración de la Frecuencia de Recurrencia

Tabla 134

Valoración de la Frecuencia de Recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largo según las circunstancias.
1	BAJA	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: (CENEPRED, 2014)

Nivel de Consecuencia y daño

De acuerdo a la matriz de doble entrada de nivel de consecuencia y daño se tiene el nivel de consecuencia MEDIO y Frecuencia de nivel ALTO, el que corresponde **Nivel Alto De Consecuencia y Daño.**

Tabla 135

Nivel de consecuencia y daño

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

Fuente: (CENEPRED, 2014)



Tabla 136

Consecuencia y daño

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

Fuente: (CENEPRED, 2014)

Aceptabilidad y Tolerancia

En base a los ajustes en los puntos anteriores se concluye INACEPTABLE el riesgo por deslizamiento en el área de estudio en la que se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.

Tabla 137

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	TOLERANTE	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

RIESGO MEDIO (TOLERABLE)

Se ha considerado que el nivel del riesgo es **ALTO** por consiguiente es **INACEPTABLE**.

Tabla 138

Matriz de aceptabilidad y tolerancia del riesgo

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibles	Riesgo inadmisibles
Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibles
Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibles
Riesgo aceptable	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inadmisibles

Fuente: (CENEPRED, 2014)

En conclusión, las consecuencias y daños ante el probable impacto del peligro por deslizamiento son: la frecuencia de ocurrencias es alto, las consecuencias y daños es medio, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo es inaceptable; lo cual implica realizar un análisis de costo beneficio con el que podamos decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.

Priorización de intervención

De acuerdo al análisis establecido se ha determinado que el riesgo es **INACEPTABLE**, por el cual la priorización para la intervención será del **nivel II**.

Del Cuadro de clasificación para la priorización, se obtiene que el nivel de priorización es III; por tanto, los proyectos antes mencionados deben desarrollar actividades para la prevención y/o reducción del riesgo de desastres.



Tabla 139

Priorización de intervención

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

Fuente: (CENEPRED, 2014)

Como la aceptabilidad y tolerancia del riesgo tiene un valor de 2, las acciones actividades y programas tienen un nivel de priorización II–Inaceptable.

8.5 Medidas y Propuestas de Gestión del Riesgo de Desastres

8.5.1 Medidas Prospectivas y Correctivas

De Orden Estructural

De la evaluación de riesgo y los estudios recopilados, se definen las medidas estructurales funcionales que contribuyan en dar solución al peligro identificado.

01_ZRE

- ☞ Se sugiere realizar la construcción de muros de sostenimiento o contención (gavión o concreto armado) en la parte inferior del talud de la margen izquierda de la quebrada Luis Huayco en una longitud de 584 m lotes A, B, y E de la A.P.V. Portales de Tica Tica. Asimismo, contemplar la conformación de banquetas manzanas B y E de la APV Portales de Tica Tica, dicha conformación es para disminuir la pendiente y garantizar un factor de seguridad óptimo.
- ☞ Realizar trabajos de reforestación o revegetación para reforzar la estabilidad del talud.
- ☞ Considerar la implementación de subdrenajes para controlar el flujo o escorrentía de agua subsuperficial del terreno.



- ☞ Las edificaciones deben considerar establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros.
- ☞ En los lotes 14 y 15 de la manzana A, lote 7 y 12 de la manzana B y lote 2 y 3 de la manzana E, de la APV Portales de Tica Tica, dentro de la ZRE, se recomienda 2 niveles de edificación por la carga que generan al estar en una zona crítica del talud por peligro muy alto y pendiente alta.
- ☞ Realizar la limpieza y descolmatación de la Quebrada Luis Huayco, previa a la temporada de lluvias, a fin de evitar la materialización de peligros asociados.

02_ZRE

- ☞ Se sugiere realizar la construcción de muros de sostenimiento o contención (gavión) en la parte inferior del talud de la margen izquierda de la quebrada ChaquiHuayco en una longitud de 311 m para la protección de las manzanas O y Ñ de la A.P.V. Los Portales de Tica Tica.
- ☞ Realizar trabajos de reforestación o revegetación para reforzar la estabilidad del talud.
- ☞ Considerar la implementación de subdrenajes para controlar el flujo o escorrentía de agua subsuperficial del terreno.
- ☞ Las edificaciones deben considerar establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros. Asimismo, los lotes deberán poseer muros de contención para la estabilización del talud por el desnivel existente entre lotes adyacentes.
- ☞ Se sugiere que, las edificaciones de la Mz Ñ de la APV Los Portales de Tica Tica dentro de la Zona de Reglamentación Especial, que se encuentran emplazados en la parte superior del talud sobre depósitos deleznable, posean máximo 02 niveles.



- ∞ Considerar la implementación de diques de retención de concreto y gaviones a lo largo de la quebrada Chaquihuaycco con la intención de disminuir la capacidad de transporte de sólidos desde la cabecera de la quebrada y obtener pendientes menores a lo largo del cauce de dicha Quebrada. Asimismo, contemplar la construcción de disipadores de energía para reducir la energía hidráulica generada en las pendientes altas y evitar posibles socavaciones del cauce y arrastre sólidos.
- ∞ Realizar la limpieza y descolmatación de la Quebrada Luis Huayco, previa a la temporada de lluvias, a fin de evitar la materialización de peligros asociados.

03_ZRE

- ∞ Se sugiere realizar la construcción de muros de sostenimiento o contención (gavión o concreto armado) en la parte inferior del talud de la margen izquierda de la quebrada Luis Huayco en una longitud de 220 m lotes para la protección de las manzanas B', C', D' y E' de la APV Huasahuara Camino Real y otro muro de 35 m de longitud, aledaño a la manzana E parte alta de la APV Huasahuara Camino Real.
- ∞ Se propone la implementación de un sistema de subdrenaje en una longitud de 466 m. con tubería cribada y material de filtro recubierto con geotextil no tejido con la intención de controlar el aumento súbito del nivel freático y reducir el incremento de la presión de poros a fin de evitar la desestabilización del talud. La red de subdrenaje desembocara sus aguas en la quebrada a través de pozas de disipación.
- ∞ Realizar trabajos de recubrimiento con vegetación para la protección de la superficie del talud contra la erosión.
- ∞ Se recomienda que las edificaciones de los lotes 6, 7, 8 y 9 de la Mz E', el lote 7 de la Mz D', y los lotes 4 y 5 de la Mz C' posean máximo 02 niveles, por estar emplazados en la zona próxima a la corona del talud.



- ∞ Las edificaciones deben considerar establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros. Asimismo, los lotes deberán poseer muros de contención para la estabilización del talud por el desnivel existente entre lotes adyacentes.
- ∞ Realizar la limpieza y descolmatación de la Quebrada Luis Huayco, previa a la temporada de lluvias, a fin de evitar la materialización de peligros asociados.

04_05_ZRE

- ∞ Se sugiere realizar la construcción de muros de sostenimiento o contención de concreto armado colindante a la manzana L' de la A.P.V. Camino Inca. Cabe señalar que, actualmente existe un muro de contención colindante a la manzana B de la A.P.V. Campo Verde, así como un muro de contención colindante a los lotes 10 y 11 de la manzana B de la A.P.V. Campo Verde, para complementar el muro existente, se plantea un segundo muro de 23 m. de longitud a lo largo de calle La Victoria en la A.P.V. Campo Verde, colindante con la manzana B.
- ∞ Plantear la conformación (corte) de la parte superior de los lotes 05, 06, 07 y 08 de la manzana D de la A.P.V. Camino Inca. Dicha conformación consiste en el corte del talud en la parte superior en 02 taludes intermedios, contemplando contemplan banquetas.
- ∞ Se sugiere implementar geomantas enmalladas y revegetación, las cuales están diseñadas para la protección de los taludes colindantes a la manzana C de la A.P.V. Campo Verde y las manzanas D, L y L' de la A.P.V. Camino Inca que están sujetos a erosión superficial.
- ∞ Se propone la implementación de un canal de concreto armado a lo largo del pasaje ubicado en la A.P.V. Camino Inca, con el fin evacuar las aguas pluviales de la parte alta de la zona de reglamentación especial 05.



- ☞ Se sugiere la implementación de una red de subdrenaje para controlar el flujo de agua subsuperficial y reducir la presión de poros en la manzana L' de la A.P.V. Camino Inca.
- ☞ Considerar el recubrimiento con vegetación para la protección de la superficie del talud en la zona superior a la manzana A de la A.P.V. Asociación Villa Cazorla y en la parte inferior a la manzana C de la A.P.V. Campo Verde.
- ☞ Para los lotes ubicados en la Mz A de la A.P.V. Villa Cazorla, se plantea la construcción de un canal de evacuación de aguas pluviales con vertimiento a la red de drenaje existente.
- ☞ Se recomienda que los lotes de las Mz L, L', K, K' y D de la A.P.V. Camino Inca y la Mz B Campo Verde, posean muros de contención para la estabilización del talud, por estar emplazadas en la base de la ladera.
- ☞ Las edificaciones deben considerar establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros. Asimismo, los lotes deberán poseer muros de contención para la estabilización del talud por el desnivel existente entre lotes adyacentes.

06_ZRE

- ☞ Se plantea la construcción de 78 m de muros de concreto. Dichos muros estarán emplazados a lo largo de la calle y aldaño a las manzanas E y W* de la APV Lourdes Carrión, para garantizar la estabilidad de la vía peatonal propuesta.
- ☞ Se proyecta la construcción de muros de sostenimiento de gavión, ubicados en 3 líneas escalonadas en la parte inferior del talud colindante a la vía Prolongación El pedregal, con una longitud de 146 m en la APV Lourdes Carrión.
- ☞ Se propone la conformación (corte del talud) de la parte superior de las manzanas E y W*, en la APV Lourdes Carrión. Dicha conformación consiste en el corte del



talud con banquetas, para disminuir la pendiente, asimismo plantear su revegetación para reforzar la estabilidad del talud.

- ☞ Se sugiere la instalación de un sistema de subdrenaje a lo largo de la calle y manzana Y* de la APV Lourdes Carrión. Dicha estructura tiene la función de controlar el aumento súbito del nivel freático y reducir el incremento de la presión de poros a fin de proteger la cimentación de las viviendas vulnerables al bofedal existente. La red de subdrenaje desembocara sus aguas al sumidero de la vía existente.
- ☞ Para los lotes dentro de las manzanas X* y Z* de la APV Lourdes Carrión, se recomienda que, a desnivel verticales de más de 1,50 m de profundidad, medidas a partir del nivel de terreno natural en el momento de iniciar la excavación, requeridas para alcanzar los niveles de la edificación no deben permanecer sin obras de sostenimiento, realizar obras de sostenimiento para la estabilización del talud.
- ☞ Las edificaciones deben considerar establecer construcciones escalonadas y adaptadas a la topografía de la zona, sin recurrir a cortes masivos que pongan en riesgo la estabilidad de los taludes y propiedad de terceros. Asimismo, los lotes deberán poseer muros de contención para la estabilización del talud por el desnivel existente entre lotes adyacentes.

De Orden No Estructural

- ☞ Promover Ordenanza Municipal para declarar zonas intangibles o franjas de protección que involucra la delimitación de áreas de lotes proyectados para lotización o que no tienen ocupación física (no están contruidos), ya que no constituye un elemento expuesto que generaría perdidas, pero se han considerado como lotes en muy alto riesgo por que generarían pérdidas económicas e incluso de vidas por estar dentro de la zona de peligro muy alto o en la misma área del



fenómeno de peligro alto y muy alto. Esta franja restringiría las ocupaciones y lotizaciones dentro y fuera de la zona de reglamentación especial ubicadas a lo largo de las laderas y taludes de la quebrada Luis Huayco. En caso existan lotes dentro de estas franjas de protección por peligro alto muy alto, se recomienda considerar el procedimiento para su reasentamiento por su condición de riesgo muy alto no mitigable, siempre y cuando estos lotes pertenezcan a la habilitación urbana aprobada (Artículo 4 de la Ley N° 30645, que modifica la Ley N° 29869, Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable). Los lotes analizados que no estén dentro de esta “franja de protección por peligro alto y muy alto” en la Zona de Reglamentación Especial cuentan con las características necesarias para ser zonificadas bajo cualidades urbanas pudiendo plantearse propuestas específicas siempre y cuando se hayan implementado las medidas estructurales y no estructurales de prevención reducción del riesgo a aquellos lotes que presenten nivel de riesgo según su exposición al peligro.

- ☞ Considerar la presente evaluación de riesgo en la articulación y elaboración del Plan de prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, así como en los planes de ordenamiento territorial.
- ☞ Socializar la presente Evaluación de Riesgo a fin de que la población conozca el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos, con el objetivo de que implementen medidas de mitigación del riesgo de desastres.
- ☞ Establecer medidas para restringir el vertido de basura, desmonte y aguas residuales a la quebrada Luis Huayco y ChaquiHuaycco.



8.6 Medidas Reactivas

- ☞ Promover talleres de fortalecimiento de capacidades en Gestión del Riesgo de Desastres con el objetivo de generar incremento de índices de resiliencia de la población del ámbito de estudio (APV. Portales de Tica Tica, APV. Javier Perez de Cuellar, APV. Huasahuara Camino Real, A.P.V. Villa Cazorla, A.P.V. Camino Inca, AA.HH. Señor de Huanca, A.P.V. Huasahuara y A.P.V. Campo Verde, APV. Mirador Salkantay, APV. Lourdes Carrión).
- ☞ Considerar la presente evaluación de riesgo en la articulación y elaboración del Plan de Contingencia, Plan de Preparación y Plan de Educación Comunitaria, los cuales deben ser participativos, socializados y monitoreados de tal manera que la población beneficiaria y las autoridades implementen el Plan.
- ☞ Realizar Ejercicios de Simulacros.
- ☞ Implementación de Sistema de Alerta Temprana Comunitario o Tecnológico, que permitirá monitorear y conocer con anticipación la eventualidad de deslizamientos u otros movimientos en masa, con el fin de salvaguardar la vida y la salud de la población.



CONCLUSIONES

Del análisis y cálculo de riesgo, se determinó que, 54 lotes se encuentran en riesgo muy alto, 117 lotes en riesgo alto, 37 lotes en riesgo medio, 01 lote en riesgo bajo.

1. Conclusión I:

- 1.1. Geológicamente se determinó, en la zona estudio, las siguientes unidades: Formación Kayra (19.96%), Formación Maras (14.92%), Formación Puquín (14.91%), Formación Quilque (2.68%), Formación San Sebastián (2.32%), Depósito Residual (29.92%), Depósito Antropógeno (8.86%), Depósito Coluvial (4.18%) y Depósito Proluvial (2.26%).
- 1.2. Geomorfológicamente se determinó las siguientes unidades: Ladera Escarpada o Muy Empinada (30.40%), Ladera Empinada (24.65%), Ladera Moderadamente Empinada (31.81%), Cárcava (3.16%), Planicie, Terraza, Plataforma (8.25%), Lecho de Quebrada (1.73%).
- 1.3. En el ámbito de estudio, se identificó procesos de geodinámica externa tipo movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, flujos) y erosión en laderas.
- 1.4. En cuanto a las características geotécnicas, se identificó suelos tipo CL, CL -ML, GC, GC-GM, GP, GP-GC y Roca, según la clasificación SUCS de los estudios de mecánica de suelos.
- 1.5. En cuanto a la hidrogeología, se determinó 04 clases: Acuífero poroso no consolidado, Acuitardo no consolidado, Acuífero fisurado sedimentario, Acuitardo Sedimentario. Asimismo, se identificó 8 manantes.

2. Conclusión II:

- 2.1. Para el análisis del peligro por deslizamiento, se determinó a la geología, geomorfología y pendientes como factores condicionantes. Las precipitaciones pluviales y magnitud sísmica como factores desencadenantes. La zonificación de áreas inestables y volumen de deslizamiento como parámetros de evaluación.



3. Conclusión III:

3.1. En cuanto al peligro por deslizamiento, en las Zonas de Reglamentación Especial, se determinó que, 72 lotes se encuentran en peligro muy alto, 99 lotes en peligro alto, 37 en peligro medio y 01 lote en peligro bajo.

4. Conclusión IV:

4.1. En cuanto a los elementos expuestos, se cuantificó 605 personas que residen en 209 lotes de las Zonas de Reglamentación Especial

5. Conclusión V:

5.1. Con respecto al análisis de vulnerabilidad en las Zonas de Reglamentación Especial, se determinó que, 41 lotes se encuentran con vulnerabilidad muy alta, 114 lotes con vulnerabilidad alta, 50 lotes con vulnerabilidad media y 04 lotes con vulnerabilidad baja.

6. Conclusión VI:

6.1. En cuanto al control de riesgo respecto a la aceptabilidad y/o tolerabilidad, se determinó que, la zona de estudio se encuentra en riesgo inaceptable de priorización II, se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias.

7. Conclusión VII:

7.1. Respecto a las medidas estructurales se propuso la implementación sistemas de protección de taludes y sistemas de drenajes; en cuanto a las medidas no estructurales se recomendó la delimitación de zonas intangibles, reasentamiento de predios, socialización de la presente investigación a la población para su conocimiento del nivel de riesgo de sus viviendas y a las autoridades para considerar en la elaboración de los planes de gestión del riesgo de desastres y territoriales.



RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios especializados de estabilidad de taludes, para optimizar la zonificación de áreas inestables y el dimensionamiento de las estructuras de protección.
2. Realizar el cálculo de efectos probables y posibles pérdidas ante el impacto del peligro, a fin de conocer la viabilidad de proyectos integrales que reduzcan el riesgo existente.
3. Implementar medidas y propuestas estructurales de estabilización y protección de laderas susceptibles a deslizamientos como: muros de sostenimiento o contención, perfilado de taludes y banquetas, geomantas, implementación de subdrenajes, cunetas de evacuación de aguas pluviales y reforestación.
4. Implementar medidas y propuestas no estructurales como considerar la presente evaluación de riesgo en la elaboración y articulación de los planes o instrumentos de gestión del riesgo de desastres y ordenamiento territorial, delimitación de franjas de protección de laderas, fortalecimiento de capacidades de la población en gestión del riesgo de desastres.
5. Implementar de un Sistema de Alerta Temprana Comunitario o Tecnológico, con el fin de monitorear el peligro y alertar oportunamente a la población.
6. Socializar a la población del ámbito de estudio y a las áreas competentes en gestión del riesgo de desastres del gobierno local (Municipalidad Provincial de Cusco) la presente investigación.
7. Realizar la limpieza y descolmatación de la Quebrada Luis Huayco y ChaquiHuaycco, previa a la temporada de lluvias.
8. Delimitar de la faja marginal de la Quebrada Luis Huayco y ChaquiHuaycco.
9. Evitar cortes de talud sin asesoramiento técnico, ya que provocaría modificaciones de las tensiones internas de los suelos y la activación de deslizamientos y derrumbes.
10. Solicitar a la Municipalidad Provincial de Cusco que a través de su entidad exhorte a la población a que no impacten las Quebradas Luis Huayco y ChaquiHuaycco con desmonte, residuos sólidos y aguas residuales.



BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR CHAVEZ, Y. Y., & CACERES QUISPE , J. M. (2023). *EVALUACION DEL RIESGO GEOLOGICO PARA LA ADECUADA EXPANSION DEL BORDE URBANO EN EL SECTOR QUILQUE, DISTRITO-CUSCO - CUSCO, 2021*. CUSCO.
- ALCANTARA AYALA, I. (2000). LANDSLIDES: ¿DESLIZAMIENTOS O MOVIMIENTOS DEL TERRENO? DEFINICION, CLASIFICACIONES Y TERMINOLOGIA. *INVESTIGACIONES GEOGRAFICAS, BOLETIN DEL INSTITUTO DE GEOGRAFIA, UNAM*, 41.
- ALVA HURTADO, J. E. (2014). *SISMICIDAD Y REGISTROS SÍSMICOS EN CUSCO*. Obtenido de <https://www.jorgealvahurtado.com/files/Sismicidad%20y%20registros%20sísmicos%20en%20Cusco.pdf>
- APAZA QUISPE, L. A., & OLIVERA BORDA, M. (2021). *EVALUACION DEL RIESGO GEOLOGICO ANTE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA QUEBRADA SICRE, DISTRITO DE HUAYOPATA, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO*. CUSCO.
- CASTILLO AEDO, J. L., & ALVA HURTADO, J. (1993). *PELIGRO SISMICO EN EL PERU*. LIMA: PONENCIA EN EL VII CONGRESO NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS E INGENIERIA DE CIMENTACIONES.
- CENEPRED. (2014). *MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES - 2DA VERSION*. LIMA: CENEPRED.
- CONDORHUACHO VALDEIGLESIAS , R. F., & SUNI MENDOZA , K. (2023). *EVALUACION DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTO EN LA QUEBRADA SAQRAMAYO - EN LOS DISTRITOS DE CUSCO, PROVINCIA Y REGIÓN DEL CUSCO 2020*. CUSCO.



- CRUDEN, D. (1991). *A SIMPLE DEFINITION OF A LANDSLIDE: Bulletin of the International Association of Engineering Geology* . PARIS.
- D.M. CRUDEN, D.J. VARNES. (1996). *LANDSLIDE TYPES AND PROCESSES, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD*, U.S.A.
- Ecología, I. N. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas*. Mexico.
- ESRI. (s.f.). *AEROTERRA*. Obtenido de <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- GEMA, G. D. (2007). *MOVIMIENTOS EN MASA DE LA REGION ANDINA: UNA GUIA PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS*. CANADA: PUBLICACIÓN GEOLOGICA MULTIANUAL N° 4.
- GONZALES DE VALLEJO, L. I. (2002). *INGENIERIA GEOLOGICA*. MADRID: PEARSON EDUCACION.
- GUISADO SOTA, K. Y., & HUAMAN MESCCO, A. (2023). *EVALUACIÓN DE RIESGOS GEOLOGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD PATACCOLCA, DEL DISTRITO DE CUSIPATA, PROVINCIA DE QUISPICANCHIS DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO*. CUSCO.
- IGP. (s.f.). *INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU*. Obtenido de <https://ultimosismo.igp.gob.pe/glosario>
- INDECI, S. (2003). *Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación*. Obtenido de <http://sinpad2.indeci.gob.pe/sinpad2/faces/public/portal.html>
- (2015). *INFORME DE EVALUACIÓN GLOBAL SOBRE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES*. BELLEY. FRANCIA: NACIONES UNIDAS 2015.
- INGEMMET. (2011). *GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO*. LIMA: INGEMMET.



INGEMMET. (2013). *NEOTECTONICA Y PELIGRO SISMICO EN LA REGION CUSCO*. LIMA:

INGEMMET.

INGEMMET. (2021). *PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE CUSCO*. LIMA: INGEMMET.

INGEMMET, G. L. (2018). *PELIGRO POR INUNDACION Y EROSION FLUVIAL EN LAS LOCALIDADES DE SAN CARLOS, NUEVO OLAYA (CONTAMANA) Y SAMAN (SARAYACU)*. LIMA: INGEMMET.

INSTITUTO DE DEFENSA CIVIL. (2024). *SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES*. Obtenido de <https://sinpadgrd.indeci.gob.pe/login>

MARTINEZ, B. (SEPTIEMBRE de 2016). *PREZI*. Obtenido de <https://prezi.com/xqycumrddipz/tubificacion/>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, A. (2012). *DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRAFICAS DL PERÚ*. LIMA.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (24 de ENERO de 2016). *NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686410/E.030%20Diseño%20Sismo%20resistente.pdf>

MPCUSCO. (2013). <https://cusco.gob.pe>. Obtenido de <https://cusco.gob.pe/plan-de-desarrollo-urbano-del-cusco-2013-2023/>

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO. (2013). *REGLAMENTO DEL PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA PROVINCIA DE CUSCO 2013-2023*. CUSCO.

PROYECTO MULTIANUAL ANDINO. (2007). *Geociencias para las Comunidades Andinas*.



SAATY, R. (1980). *THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*. PITTSBURGH: PRINTED IN GREAT BRITAIN.

SUAREZ, J. (2009). *ANÁLISIS GEOTÉCNICO - DESLIZAMIENTOS*. COLOMBIA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.



ANEXOS

12.1.1 Matriz de consistencia y operacionabilidad de variables

12.1.2 Matrices de SAATY

12.1.3 Modelo de FICHA DE VULNERABILIDAD

12.1.4 Mapas temáticos – A-3



“EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO – 2021”

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
<p>PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA:</p> <p>Durante los últimos años, la demanda urbana de la provincia de Cusco ha estado relacionado directamente con el acelerado crecimiento demográfico de la ciudad, proceso que ha venido ocurriendo espontáneamente y de manera informal, sin la orientación técnica respectiva. En consecuencia, se generó asentamientos humanos no planificados en áreas no aptas para las habilitaciones urbanas identificadas como Zonas de Reglamentación Especial (ZRE), según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Cusco 2013 – 2023, ubicadas en quebradas y laderas, que son zonas favorables a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa como los movimientos en masa.</p> <p>Se identificó que, las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco afluentes del río Saphy del sector Tica Tica de la Provincia y Región de Cusco han sido afectadas por movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes), debido a las condiciones locales de la zona (geología, geomorfología, pendiente y cobertura vegetal) y por la presencia de precipitaciones pluviales. Las Asociaciones Pro vivienda que forman parte de las Zonas de Reglamentación Especial, son las A.P.V.'s: Portales de Tica Tica, Javier Pérez de Cuellar, Huasahuara Camino Real, Asociación Villa Cazorla, Señor de Huanca, Camino Inca, Campo Verde, Mirador Salkantay y Lourdes Carrión, los cuales no cuentan con una zonificación del nivel de riesgo ante la ocurrencia de deslizamientos.</p> <p>Se identificaron 02 deslizamientos rotacionales activos en las A.P.V.'s Huasahuara Camino Real y Portales de Tica Tica; asimismo, existen deslizamientos inactivos con probabilidad de reactivarse en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco. Así mismo, según el reporte de emergencias en el Sistema de Información Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD), se registraron 04 emergencias por lluvias intensas que desencadenaron deslizamientos en el año 2010 en las A.P.V.'s Los Pedregales, Camino Real, Camino Inca y circundantes, los cuales forman parte de las zonas de estudio, lo que ha generado daños a infraestructura pública y privada y pérdidas económicas</p>	<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el nivel de riesgo por deslizamiento de las Zonas de Reglamentación Especial en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>i. ¿Cuáles son las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas e hidrogeológicas de la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?</p> <p>ii. ¿Cuáles son los factores condicionantes, desencadenantes y parámetros de evaluación para el análisis de la peligrosidad?</p> <p>iii. ¿Cuál es el nivel de peligro por deslizamiento en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?</p> <p>iv. ¿Cuáles son los elementos expuestos ante el peligro en las Zonas de Reglamentación Especial?</p> <p>v. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento?</p> <p>vi. ¿Cuál es el control de riesgo ante deslizamiento en la Zona de Reglamentación Especial?</p> <p>vii. ¿Qué medidas estructurales y no estructurales se recomendará para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Realizar la evaluación de riesgo por deslizamiento para determinar el nivel de riesgo en las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>i. Determinar las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas e hidrogeológicas de la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.</p> <p>ii. Identificar y cuantificar los factores condicionantes y desencadenantes, así como los parámetros de evaluación para el análisis de peligrosidad.</p> <p>iii. Determinar el nivel de peligro por deslizamiento en la zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.</p> <p>iv. Identificar los elementos expuestos ante el peligro en las Zonas de Reglamentación Especial.</p> <p>v. Determinar el nivel de vulnerabilidad de las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento.</p> <p>vi. Analizar el control de riesgo ante deslizamientos, identificando su aceptabilidad y tolerancia de las Zonas de Reglamentación Especial.</p> <p>vii. Proponer medidas estructurales y no estructurales para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las Quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco.</p>	<p>HIPÓTEISIS GENERAL:</p> <p>Los Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ubicado en el sector Tica Tica del distrito, provincia y departamento del Cusco se encuentran en niveles de riesgo alto y muy alto por deslizamiento.</p> <p>HIPOTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>i. La zona de estudio está constituida predominantemente por depósitos cuaternarios, con geofomas de laderas empinadas a escarpadas, con procesos geodinámicos de erosión en laderas y deslizamientos, sobre suelos predominantes tipo gravas con limos, acuíferos porosos no consolidados e incidencia de manantes</p> <p>ii. Para el análisis de la peligrosidad, se tiene como factores condicionantes: pendiente, geología y geomorfología; factores desencadenantes: umbrales de precipitación y magnitud sísmica; y parámetros de evaluación: volumen de deslizamiento y áreas inestables.</p> <p>iii. La zona de estudio que delimita las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco se encuentra en niveles de peligro medio, alto y muy alto.</p> <p>iv. Los elementos expuestos ante el peligro son la población y viviendas de las Zonas de Reglamentación Especial.</p> <p>v. Las Zonas de Reglamentación Especial en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco ante la ocurrencia de deslizamiento se encuentran con niveles de vulnerabilidad baja, media, alta y muy alta.</p> <p>vi. El control del Riesgo en las Zonas de Reglamentación Especial es inaceptable de priorización II, se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias ante deslizamientos.</p> <p>vii. Las medidas estructurales para la prevención y reducción del riesgo de desastres en las Zonas de Reglamentación Especial de las Quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco deben ser sistemas de protección de taludes con drenajes pluviales; asimismo, en cuanto a las medidas no estructurales se deben realizar talleres de sensibilización con la población y autoridades.</p>	<p>TAMAÑO DE MUESTRA:</p> <p>- Área total: 125.42 ha</p> <p>Muestra:</p> <p>Zonas de Reglamentación Especial que se encuentran en las quebradas Luis Huayco y Chaquihuaycco de un área total de 125.42 ha:</p> <p>§ Área de 01_ZRE: 0.93 ha § Área de 02_ZRE: 1.26 ha § Área de 03_ZRE: 1.61 ha § Área de 04_ZRE: 0.23 ha § Área de 05_ZRE: 1.25 ha § Área de 06_ZRE: 1.55 ha</p> <p>Asimismo, se determinó ámbitos de influencia de cada ZRE:</p> <p>§ Área de estudio de 01_ZRE: 3.07 ha; perteneciente a la A.P.V. Portales de Tica Tica. § Área de estudio de 02_ZRE: 5.81 ha; perteneciente a las A.P.V.'s. Portales de Tica Tica y Javier Pérez de Cuellar. § Área de estudio de 03_ZRE: 3.56 ha; perteneciente a la A.P.V. Huasahuara Camino Real. § Área de estudio de 04_ZRE: 1.10 ha; perteneciente a las A.P.V.'s. Huasahuara Camino Real, Asociación Villa Cazorla y Señor de Huanca. § Área de estudio de 05_ZRE: 6.71 ha; perteneciente a las A.P.V.'s. Camino Inca, Campo Verde y Mirador Salkantay. § Área de estudio de 06_ZRE: 2.18 ha; perteneciente a la A.P.V. Lourdes Carrión</p> <p>Métodos que se Emplearon en la Investigación:</p> <p>La metodología utilizada en la investigación, es:</p> <p>Diseño: Investigación No Experimental</p> <p>El trabajo de investigación es no experimental porque no se realizaron cambios en las variables y datos obtenidos.</p> <p>Alcance: Investigación Explicativa</p> <p>El trabajo de investigación no solo persigue describir el problema, sino que busca explicar las relaciones causales expuestas en la hipótesis. Asimismo, utilizamos el análisis y la para obtener el porqué del objeto que se investiga.</p> <p>Enfoque: Investigación Cuantitativa</p> <p>El trabajo de investigación es cuantitativo, ya que se realizan encuestas sociales para recoger, procesar y analizar características que se dan en el ámbito de estudio.</p>	



“EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO – 2021”



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE		VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	INDICES	DATOS	
EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO	PELIGRO	FACTORES CONDICIONANTES	GEOMORFOLOGÍA	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Laderas, cauce, planicies	Descripción
			PENDIENTES	PENDIENTES	Clases	Grados (5°, 15°, 25°, 45°)
			GEOLOGIA	UNIDADES GEOLOGICAS	Litología	Descripción
			COBERTURA VEGETAL	USO DE SUELO TIPO DE FLORA	Zonificación del suelo	Descripción
		FACTORES DESENCADENANTES	PRECIPITACION	UMBRALES DE PRECIPITACION DIARIAS (24 HRS)	Umbrales diarias	mm/dia
		PARAMETRO DE EVALUACION	VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO	VOLUMEN	Volumen	m3
	ZONAS DE AREAS INESTABLES		ESCASA COBERTURA VEGETLA EROSIÓN PENDIENTE	Clasificación de las zonas estables e inestables.	Descripción	
	VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	EXPOSICIÓN	PARAMETROS	DESCRIPTORES	
		DIMENSION ECONOMICA	FRAGILIDAD			
		DIMENSION AMBIENTAL	RESILIENCIA			



ANEXOS

MATRICES DE CÁLCULO SAATY

PELIGRO

1. **CONDICIONANTES**

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

PARÁMETRO	GEOLOGÍA	PENDIENTES	GEOMORFOLOGÍA	COBERTURA VEGETAL
GEOLOGÍA (Litología)	1.00	2.00	4.00	7.00
PENDIENTES	0.50	1.00	3.00	5.00
GEOMORFOLOGÍA	0.25	0.33	1.00	3.00
COBERTURA VEGETAL	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.89	3.53	8.33	16.00
1/SUMA	0.53	0.28	0.12	0.06

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	GEOLOGÍA	PENDIENTES	GEOMORFOLOGÍA	COBERTURA VEGETAL	VECTOR PRIORIZACIÓN
GEOLOGÍA	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
PENDIENTES	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
GEOMORFOLOGÍA	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
COBERTURA VEGETAL	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.610	0.534	0.411	2.057	
0.251	0.305	0.400	0.293	1.250	
0.126	0.102	0.133	0.176	0.537	
0.072	0.061	0.044	0.059	0.236	

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	4.090
/Vector de priorización	4.100
	4.022
	4.024
SUMA	16.235
PROMEDIO	4.059

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.020
RC (*)	0.022
Relación de Consistencia < 0.04(*)	



2. FACTORES CONDICIONANTES

PARÁMETRO GEOLOGÍA

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Depósito Antropógeno (Relleno)	Depósitos Coluviales	Fm Kayra, Fm Maras, Fm San Sebastián, Fm Puquín	Fm. Quilque, Depósito Residual	Depósito Proluvial
Depósito Antropógeno (Relleno)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Depósitos Coluviales	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Fm Kayra, Fm Maras, Fm San Sebastián, Fm Puquín	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Fm. Quilque, Depósito Residual	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Depósito Proluvial	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.66	9.53	16.33	26.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Depósito Antropógeno (Relleno)	Depósitos Coluviales	Fm Kayra, Fm Maras, Fm San Sebastián, Fm Puquín	Fm. Quilque, Depósito Residual	Depósito Proluvial	VECTOR PRIORIZACIÓN
Depósito Antropógeno (Relleno)	0.512	0.547	0.524	0.429	0.346	0.472
Depósitos Coluviales	0.256	0.273	0.315	0.306	0.308	0.292
Fm Kayra, Fm Maras, Fm San Sebastián, Fm Puquín	0.102	0.091	0.105	0.184	0.192	0.135
Fm. Quilque, Depósito Residual	0.073	0.055	0.035	0.061	0.115	0.068
Depósito Proluvial	0.057	0.034	0.021	0.020	0.038	0.034
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.472	0.583	0.674	0.475	0.308	2.512
0.236	0.292	0.405	0.339	0.273	1.545
0.094	0.097	0.135	0.204	0.171	0.701
0.067	0.058	0.045	0.068	0.103	0.341
0.052	0.036	0.027	0.023	0.034	0.173

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.327
	5.298
	5.197
	5.025
	5.051
SUMA	25.897
PROMEDIO	5.179

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.045
RC (*)	0.040
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



PARÁMETRO PENDIENTE

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	>45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°
>45°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
25°-45°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
15°-25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
5°-15°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<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

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	>45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°	VECTOR PRIORIZACIÓN
>45°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
25°-45°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15°-25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5°-15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.781	0.672	0.474	0.313	2.743
0.168	0.260	0.403	0.339	0.244	1.414
0.101	0.087	0.134	0.203	0.174	0.699
0.072	0.052	0.045	0.068	0.104	0.341
0.056	0.037	0.027	0.023	0.035	0.177

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.455
	5.432
	5.204
	5.030
	5.093
SUMA	26.213
PROMEDIO	5.243

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC 0.061

RC (*) 0.054

Relación de Consistencia < 0.1(*)



PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	Ladera Empinada	Ladera Moderadamente Empinada, Ladera Inclinada	Lecho de Quebrada	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima
Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Ladera Empinada	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ladera Moderadamente Empinada, Ladera Inclinada	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Lecho de Quebrada	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	Ladera Empinada	Ladera Moderadamente Empinada, Ladera Inclinada	Lecho de Quebrada	Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	VECTOR PRIORIZACIÓN
Ladera Escarpada o Muy Empinada, Cárcava	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
Ladera Empinada	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
Ladera Moderadamente Empinada, Ladera Inclinada	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Lecho de Quebrada	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Terraza, Plataforma, Planicie, Cima	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.497	0.787	0.679	0.481	0.293	2.736
0.166	0.262	0.408	0.343	0.256	1.435
0.099	0.087	0.136	0.206	0.183	0.712
0.071	0.052	0.045	0.069	0.110	0.347
0.062	0.037	0.027	0.023	0.037	0.186

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.509
/Vector de priorización	5.471
	5.238
	5.056
	5.087
SUMA	26.362
PROMEDIO	5.272

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC **0.068**

RC (*) **0.061**

Relación de Consistencia < 0.1(*)



PARÁMETRO COBERTURA VEGETAL

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Zona Urbana	Escasa Cobertura	Herbazal - Pastizal	Matorral	Arborea
Zona Urbana	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Escasa Cobertura	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Herbazal – Pastizal	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Matorral	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Arborea	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

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Zona Urbana	Escasa Cobertura	Herbazal - Pastizal	Matorral	Arborea	VECTOR PRIORIZACIÓN
Zona Urbana	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Escasa Cobertura	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Herbazal – Pastizal	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Matorral	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Arborea	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

	RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.781	0.672	0.474	0.313	2.743	
0.168	0.260	0.403	0.339	0.244	1.414	
0.101	0.087	0.134	0.203	0.174	0.699	
0.072	0.052	0.045	0.068	0.104	0.341	
0.056	0.037	0.027	0.023	0.035	0.177	

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.455
/Vector de priorización	5.432
	5.204
	5.030
	5.093
SUMA	26.213
PROMEDIO	5.243

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.061
RC (*)	0.054
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



3. FACTORES DESENCADENANTES

PARÁMETRO PRECIPITACIONES PLUVIALES (UMBRALES)

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	RR / día > 99p - RR > 26.7 mm	95p < RR / día ≤ 99p - 16.50mm < RR ≤ 26.7mm	90p < RR / día ≤ 95p - 12.5mm < RR ≤ 16.50mm	75p < RR / día ≤ 90p - 6.8mm < RR ≤ 12.5mm	RR / día ≤ 75 - RR ≤ 6.8mm
RR / día > 99p - RR > 26.7 mm	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
95p < RR / día ≤ 99p - 16.50mm < RR ≤ 26.7mm	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
90p < RR / día ≤ 95p - 12.5mm < RR ≤ 16.50mm	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
75p < RR / día ≤ 90p - 6.8mm < RR ≤ 12.5mm	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
RR / día ≤ 75 - RR ≤ 6.8mm	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

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	RR / día > 99p - RR > 26.7 mm	95p < RR / día ≤ 99p - 16.50mm < RR ≤ 26.7mm	90p < RR / día ≤ 95p - 12.5mm < RR ≤ 16.50mm	75p < RR / día ≤ 90p - 6.8mm < RR ≤ 12.5mm	RR / día ≤ 75 - RR ≤ 6.8mm	VECTOR PRIORIZACIÓN
RR / día > 99p - RR > 26.7 mm	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
95p < RR / día ≤ 99p - 16.50mm < RR ≤ 26.7mm	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
90p < RR / día ≤ 95p - 12.5mm < RR ≤ 16.50mm	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
75p < RR / día ≤ 90p - 6.8mm < RR ≤ 12.5mm	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
RR / día ≤ 75 - RR ≤ 6.8mm	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.781	0.672	0.474	0.313	2.743
0.168	0.260	0.403	0.339	0.244	1.414
0.101	0.087	0.134	0.203	0.174	0.699
0.072	0.052	0.045	0.068	0.104	0.341
0.056	0.037	0.027	0.023	0.035	0.177

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.455
	5.432
	5.204
	5.030
	5.093
SUMA	26.213
PROMEDIO	5.243

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.061
RC (*)	0.054

Relación de Consistencia < 0.1(*)



MAGNITUD SISMICA

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	6.5	6.0	5.0	4.5	4.0
6.5	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
5.0	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
4.5	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
4.0	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

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	6.5	6.0	5.0	4.5	4.0	VECTOR PRIORIZACIÓN
6.5	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
6.0	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
5.0	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
4.5	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
4.0	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

	RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.781	0.672	0.474	0.313		2.743
0.168	0.260	0.403	0.339	0.244		1.414
0.101	0.087	0.134	0.203	0.174		0.699
0.072	0.052	0.045	0.068	0.104		0.341
0.056	0.037	0.027	0.023	0.035		0.177

HALLAR EL λ Máx

	5.455
Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.432
	5.204
	5.030
	5.093
SUMA	26.213
PROMEDIO	5.243

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.061
RC (*)	0.054
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

PARÁMETRO ZONIFICACIÓN DE ÁREAS INESTABLES

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Zonas con inestabilidad alta	Zonas con inestabilidad media	Zonas con inestabilidad baja	Zonas con estabilidad baja	Zonas con estabilidad media
Zonas con inestabilidad alta	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Zonas con inestabilidad media	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Zonas con inestabilidad baja	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Zonas con estabilidad baja	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Zonas con estabilidad media	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Zonas con inestabilidad alta	Zonas con inestabilidad media	Zonas con inestabilidad baja	Zonas con estabilidad baja	Zonas con estabilidad media	VECTOR PRIORIZACIÓN
Zonas con inestabilidad alta	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
Zonas con inestabilidad media	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
Zonas con inestabilidad baja	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Zonas con estabilidad baja	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Zonas con estabilidad media	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.497	0.787	0.679	0.481	0.293	2.736
0.166	0.262	0.408	0.343	0.256	1.435
0.099	0.087	0.136	0.206	0.183	0.712
0.071	0.052	0.045	0.069	0.110	0.347
0.062	0.037	0.027	0.023	0.037	0.186

HALLAR EL λ Máx

Vector suma	5.509
ponderada	5.471
/Vector de	5.238
priorización	5.056
	5.087
SUMA	26.362
PROMEDIO	5.272

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.0681
RC (*)	0.0611

Relación de Consistencia < 0.1(*)



PARÁMETRO VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	>20000 m ³	10000 - 20000 m ³	5000 - 10000 m ³	1500 - 5000 m ³	<1500 m ³
>20000 m ³	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
10000 - 20000 m ³	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
5000 - 10000 m ³	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
1500 - 5000 m ³	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<1500 m ³	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	>20000 m ³	10000 - 20000 m ³	5000 - 10000 m ³	1500 - 5000 m ³	<1500 m ³	VECTOR PRIORIZACIÓN
>20000 m ³	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
10000 - 20000 m ³	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
5000 - 10000 m ³	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
1500 - 5000 m ³	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
<1500 m ³	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.497	0.787	0.679	0.481	0.293	2.736
0.166	0.262	0.408	0.343	0.256	1.435
0.099	0.087	0.136	0.206	0.183	0.712
0.071	0.052	0.045	0.069	0.110	0.347
0.062	0.037	0.027	0.023	0.037	0.186

HALLAR EL λ Máx

5.509

5.471

5.238

5.056

5.087

SUMA 26.362

PROMEDIO 5.272

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC 0.0681

RC (*) 0.0611

Relación de Consistencia < 0.1(*)



VULNERABILIDAD

1. DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

PARÁMETROS	ECONÓMICA	SOCIAL	AMBIENTAL
ECONÓMICA	1.00	2.00	4.00
SOCIAL	0.50	1.00	3.00
AMBIENTAL	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Nota: Elaboración Propia

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	ECONÓMICA	SOCIAL	AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN
ECONÓMICA	0.571	0.600	0.500	0.557
SOCIAL	0.286	0.300	0.375	0.320
AMBIENTAL	0.143	0.100	0.125	0.123
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES			VECTOR SUMA PONDERADA
0.557	0.640	0.490	1.688
0.279	0.320	0.368	0.967
0.139	0.107	0.123	0.369

HALLAR EL λ máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	3.030
	3.019
	3.006
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.009
RC (*)	0.017
Relación de Consistencia < 0.04(*)	



2. VULNERABILIDAD SOCIAL

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

PARÁMETROS	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	VECTOR PRIORIZACIÓN
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES			VECTOR SUMA PONDERADA
0.557	0.640	0.490	1.688
0.279	0.320	0.368	0.967
0.139	0.107	0.123	0.369

HALLAR EL λ máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	3.030
	3.019
	3.006
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.009
RC (*)	0.017
Relación de Consistencia < 0.04(*)	



EXPOSICIÓN SOCIAL

Número De Personas Por Lote

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Mayor a 25 hab.	15 a 25 hab.	8 a 15 hab.	4 a 8 hab.	Menos de 4 Hab.
Mayor a 25 hab.	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
15 a 25 hab.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
8 a 15 hab.	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
4 a 8 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 4 Hab.	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.50	16.33	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Mayor a 25 hab.	15 a 25 hab.	8 a 15 hab.	4 a 8 hab.	Menos de 4 Hab.	VECTOR PRIORIZACIÓN
Mayor a 25 hab.	0.499	0.544	0.471	0.429	0.346	0.458
15 a 25 hab.	0.250	0.272	0.353	0.306	0.269	0.290
8 a 15 hab.	0.125	0.091	0.118	0.184	0.231	0.150
4 a 8 hab.	0.071	0.054	0.039	0.061	0.115	0.068
Menos de 4 Hab.	0.055	0.039	0.020	0.020	0.038	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.458	0.580	0.598	0.478	0.311	2.425
0.229	0.290	0.449	0.342	0.242	1.551
0.114	0.097	0.150	0.205	0.207	0.773
0.065	0.058	0.050	0.068	0.104	0.345
0.051	0.041	0.025	0.023	0.035	0.175

HALLAR EL λ máx

Vector suma	5.298
ponderada	5.348
/Vector de	5.169
priorización	5.054
	5.050
SUMA	25.919
PROMEDIO	5.179

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.046
RC (*)	0.041

Relación de Consistencia < 0.1(*)



FRAGILIDAD SOCIAL

Discapacidad

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Múltiple	Física	Sensorial	Cognitiva	Ninguno
Múltiple	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Física	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Sensorial	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Cognitiva	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ninguno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Múltiple	Física	Sensorial	Cognitiva	Ninguno	VECTOR PRIORIZACIÓN
Múltiple	0.544	0.642	0.469	0.429	0.360	0.489
Física	0.181	0.214	0.352	0.306	0.280	0.267
Sensorial	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.142
Cognitiva	0.078	0.043	0.039	0.061	0.120	0.068
Ninguno	0.060	0.031	0.023	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.489	0.800	0.567	0.477	0.315	2.647
0.163	0.267	0.425	0.341	0.245	1.440
0.122	0.089	0.142	0.204	0.175	0.732
0.070	0.053	0.047	0.068	0.105	0.343
0.054	0.038	0.028	0.023	0.035	0.178

HALLAR EL λ máx

Vector suma ponderada	5.417
/Vector de priorización	5.402
	5.168
	5.038
	5.101
SUMA	26.126
PROMEDIO	5.225

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.056
RC (*)	0.050
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



Acceso a Servicios Básicos

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Ninguno	Sin agua y con luz	Con agua y luz	Con agua y desagüe	Con agua luz desagüe y otros
Ninguno	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Sin agua y con luz	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Con agua y luz	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Con agua, luz y desagüe	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Con agua luz desagüe y otros	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Ninguno	Sin agua y con luz	Con agua y luz	Con agua y desagüe	Con agua luz desagüe y otros	VECTOR PRIORIZACIÓN
Ninguno	0.544	0.642	0.469	0.429	0.360	0.489
Sin agua y con luz	0.181	0.214	0.352	0.306	0.280	0.267
Con agua y luz	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.142
Con agua, luz y desagüe	0.078	0.043	0.039	0.061	0.120	0.068
Con agua luz desagüe y otros	0.060	0.031	0.023	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.489	0.800	0.567	0.477	0.315	2.647
0.163	0.267	0.425	0.341	0.245	1.440
0.122	0.089	0.142	0.204	0.175	0.732
0.070	0.053	0.047	0.068	0.105	0.343
0.054	0.038	0.028	0.023	0.035	0.178

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.417
	5.402
	5.168
	5.038
	5.101
SUMA	26.126
PROMEDIO	5.225

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.056
RC (*)	0.050

Relación de Consistencia < 0.1(*)



RESILIENCIA SOCIAL

Organización Social

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Muy Mala / Nunca	Mala / Casi Nunca	Media / A Veces	Buena / Casi Siempre	Muy Bueno / Siempre
Muy Mala / Nunca	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00
Mala / Casi Nunca	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Media / A veces	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Buena / Casi Siempre	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Muy Bueno / Siempre	0.13	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.02	3.89	7.75	14.50	22.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.05

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Muy Mala / Nunca	Mala / Casi Nunca	Media / A Veces	Buena / Casi Siempre	Muy Bueno / Siempre	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy Mala / Nunca	0.496	0.514	0.516	0.483	0.364	0.474
Mala / Casi Nunca	0.248	0.257	0.258	0.276	0.318	0.271
Media / A veces	0.124	0.128	0.129	0.138	0.182	0.140
Buena / Casi Siempre	0.071	0.064	0.065	0.069	0.091	0.072
Muy Bueno / Siempre	0.062	0.037	0.032	0.034	0.045	0.042
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.474	0.543	0.561	0.503	0.337	2.418
0.237	0.271	0.280	0.288	0.295	1.372
0.119	0.136	0.140	0.144	0.169	0.707
0.068	0.068	0.070	0.072	0.084	0.362
0.059	0.039	0.035	0.036	0.042	0.211

HALLAR EL λ Máx

Vector suma	5.098
ponderada	5.055
/Vector de	5.041
priorización	5.035
	5.009

SUMA 25.239

PROMEDIO 5.048

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC 0.012

RC (*) 0.011

Relación de Consistencia < 0.1(*)



Conocimiento en Gestión del Riesgo de Desastres

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Sin Conocimiento	Conocimiento Erróneo	Conocimiento Limitado	Conocimiento Sin Interés	Con Conocimiento
Sin Conocimiento	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00
Conocimiento Erróneo	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Conocimiento Limitado	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Conocimiento Sin Interés	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Con Conocimiento	0.13	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.02	3.89	7.75	14.50	22.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.05

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Sin Conocimiento	Conocimiento Erróneo	Conocimiento Limitado	Conocimiento Sin Interés	Con Conocimiento	VECTOR PRIORIZACIÓN
Sin Conocimiento	0.496	0.514	0.516	0.483	0.364	0.474
Conocimiento Erróneo	0.248	0.257	0.258	0.276	0.318	0.271
Conocimiento Limitado	0.124	0.128	0.129	0.138	0.182	0.140
Conocimiento Sin Interés	0.071	0.064	0.065	0.069	0.091	0.072
Con Conocimiento	0.062	0.037	0.032	0.034	0.045	0.042
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.474	0.543	0.561	0.503	0.337	2.418
0.237	0.271	0.280	0.288	0.295	1.372
0.119	0.136	0.140	0.144	0.169	0.707
0.068	0.068	0.070	0.072	0.084	0.362
0.059	0.039	0.035	0.036	0.042	0.211

HALLAR EL λ Máx

Vector suma	5.098
ponderada	5.055
/Vector de	5.041
priorización	5.035
	5.009
SUMA	25.239
PROMEDIO	5.048

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.012
RC (*)	0.011
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



3. VULNERABILIDAD ECONÓMICA

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

PARÁMETROS	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	VECTOR PRIORIZACIÓN
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES	VECTOR SUMA PONDERADA		
0.557	0.640	0.490	1.688
0.279	0.320	0.368	0.967
0.139	0.107	0.123	0.369

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	3.030
/Vector de priorización	3.019
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.009
RC (*)	0.017
Relación de Consistencia < 0.04(*)	



EXPOSICIÓN ECONÓMICA

Localización de la Edificación frente al Peligro

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)
Muy cercana (0 a 5m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (5m - 15m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (30m - 45m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (>45m)	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

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy cercana (0 a 5m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana (5m - 15m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (30m - 45m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada (>45m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.503	0.781	0.672	0.474	0.313	2.743
0.168	0.260	0.403	0.339	0.244	1.414
0.101	0.087	0.134	0.203	0.174	0.699
0.072	0.052	0.045	0.068	0.104	0.341
0.056	0.037	0.027	0.023	0.035	0.177

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.455
	5.432
	5.204
	5.030
	5.093
SUMA	26.213
PROMEDIO	5.243

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.061
RC (*)	0.054

Relación de Consistencia < 0.1(*)



FRAGILIDAD ECONÓMICA

Estado de Conservación de la Vivienda

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Precario	Malo	Regular	Conservado	Bueno
Precario	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Conservado	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Bueno	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Precario	Malo	Regular	Conservado	Bueno	VECTOR PRIORIZACIÓN
Precario	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
Malo	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
Regular	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
Conservado	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Bueno	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.487	0.544	0.685	0.463	0.344	2.522
0.243	0.272	0.274	0.330	0.267	1.387
0.097	0.136	0.137	0.132	0.191	0.693
0.070	0.054	0.068	0.066	0.076	0.335
0.054	0.039	0.027	0.033	0.038	0.192

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.182
/Vector de priorización	5.099
	5.063
	5.067
	5.016
SUMA	25.427
PROMEDIO	5.085

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.021
RC (*)	0.019

Relación de Consistencia < 0.1(*)



Material Predominante en la Edificación

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Mixto Precario	Acero - Drywall	Adobe	Ladrillo-Bloqueta	Concreto
Mixto Precario	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Acero - Drywall	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Adobe	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Ladrillo-Bloqueta	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Concreto	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.89	7.75	14.50	23.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Mixto Precario	Acero - Drywall	Adobe	Ladrillo-Bloqueta	Concreto	VECTOR PRIORIZACIÓN
Mixto Precario	0.499	0.514	0.516	0.483	0.391	0.481
Acero - Drywall	0.250	0.257	0.258	0.276	0.304	0.269
Adobe	0.125	0.128	0.129	0.138	0.174	0.139
Ladrillo-Bloqueta	0.071	0.064	0.065	0.069	0.087	0.071
Concreto	0.055	0.037	0.032	0.034	0.043	0.040
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.481	0.538	0.555	0.498	0.364	2.436
0.240	0.269	0.278	0.285	0.283	1.355
0.120	0.134	0.139	0.142	0.162	0.698
0.069	0.067	0.069	0.071	0.081	0.357
0.053	0.038	0.035	0.036	0.040	0.203

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.069
/Vector de priorización	5.038
	5.026
	5.021
	5.006
SUMA	25.160
PROMEDIO	5.032

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.008
RC (*)	0.007
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



RESILIENCIA ECONÓMICA

Ingreso Familiar Promedio

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	≤ 200	> 200 - ≤750	>750 - ≤ 1500	>1500 - ≤3000	>3000
≤ 200	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
> 200 - ≤750	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
>750 - ≤ 1500	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
>1500 - ≤3000	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
>3000	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	≤ 200	> 200 - ≤750	>750 - ≤ 1500	>1500 - ≤3000	>3000	VECTOR PRIORIZACIÓN
≤ 200	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
> 200 - ≤750	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
>750 - ≤ 1500	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
>1500 - ≤3000	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
>3000	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

	RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.487	0.544	0.685	0.463	0.344		2.522
0.243	0.272	0.274	0.330	0.267		1.387
0.097	0.136	0.137	0.132	0.191		0.693
0.070	0.054	0.068	0.066	0.076		0.335
0.054	0.039	0.027	0.033	0.038		0.192

HALLAR EL λ Máx

	5.182
Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.099
	5.063
	5.067
	5.016
SUMA	25.427
PROMEDIO	5.085

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.021
RC (*)	0.019
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



Ocupación

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Desempleado	Dedicado al Hogar	Ocupado de 14 Años a Mas	Trabajador Independiente	Trabajador Dependiente
Desempleado	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Dedicado al Hogar	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
Ocupado de 14 Años a Mas	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Trabajador Independiente	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Trabajador Dependiente	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.73	8.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Desempleado	Dedicado al Hogar	Ocupado de 14 Años a Mas	Trabajador Independiente	Trabajador Dependiente	VECTOR PRIORIZACIÓN
Desempleado	0.544	0.635	0.466	0.457	0.375	0.495
Dedicado al Hogar	0.181	0.212	0.350	0.261	0.292	0.259
Ocupado de 14 Años a Mas	0.136	0.071	0.117	0.196	0.167	0.137
Trabajador Independiente	0.078	0.053	0.039	0.065	0.125	0.072
Trabajador Dependiente	0.060	0.030	0.029	0.022	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.495	0.777	0.548	0.504	0.330	2.654
0.165	0.259	0.411	0.288	0.257	1.380
0.124	0.086	0.137	0.216	0.147	0.710
0.071	0.065	0.046	0.072	0.110	0.363
0.055	0.037	0.034	0.024	0.037	0.187

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.358
/Vector de priorización	5.327
	5.177
	5.047
	5.101
SUMA	26.010
PROMEDIO	5.202

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC **0.050**

RC (*) **0.045**

Relación de Consistencia < 0.1(*)

4. VULNERABILIDAD AMBIENTAL



MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

PARÁMETROS	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	VECTOR PRIORIZACIÓN
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES	VECTOR SUMA PONDERADA		
0.557	0.640	0.490	1.688
0.279	0.320	0.368	0.967
0.139	0.107	0.123	0.369

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	3.030
/Vector de priorización	3.019
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.009
RC (*)	0.017
Relación de Consistencia < 0.04(*)	



EXPOSICIÓN AMBIENTAL

Cercanía a los Residuos Sólidos

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)
Muy Cercana (0 A 5m)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (5m - 15m)	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Medianamente Cerca (15m - 30m)	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Alejada (30m - 45m)	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Muy Lejana (>45m)	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianament e cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy cercana (0 a 5m)	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
Cercana (5m - 15m)	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	0.272
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
Alejada (30m - 45m)	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Muy alejada (>45m)	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.487	0.544	0.685	0.463	0.344	2.522
0.243	0.272	0.274	0.330	0.267	1.387
0.097	0.136	0.137	0.132	0.191	0.693
0.070	0.054	0.068	0.066	0.076	0.335
0.054	0.039	0.027	0.033	0.038	0.192

HALLAR EL λ Máx

Vector suma	5.182
ponderada	5.099
/Vector de	5.063
priorización	5.067
	5.016
SUMA	25.427
PROMEDIO	5.085

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.021
RC (*)	0.019

Relación de Consistencia < 0.1(*)



FRAGILIDAD AMBIENTAL

Disposición de Residuos Sólidos

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Desechar En Quebradas Y Causes	Desechar En Vías Y Calles / Quema	Desechar En Botaderos	Carro Recolector	Carro Recolector De Forma Segregada
Desechar En Quebradas Y Causes	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Desechar En Vías Y Calles / Quema	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Desechar En Botaderos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Carro Recolector	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Carro Recolector En Forma Segregada	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Desechar En Quebradas Y Causes	Desechar En Vías Y Calles / Quema	Desechar En Botaderos	Carro Recolector	Carro Recolector De Forma Segregada	VECTOR PRIORIZACIÓN
Desechar En Quebradas Y Causes	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Desechar En Vías Y Calles / Quema	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Desechar En Botaderos	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Carro Recolector	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Carro Recolector En Forma Segregada	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.474	0.571	0.682	0.481	0.319	2.527
0.237	0.286	0.409	0.344	0.248	1.523
0.095	0.095	0.136	0.206	0.177	0.710
0.068	0.057	0.045	0.069	0.106	0.345
0.053	0.041	0.027	0.023	0.035	0.179

HALLAR EL λ Máx

	5.333
Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.331
	5.206
	5.023
	5.055
SUMA	25.948
PROMEDIO	5.190

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.047
RC (*)	0.043
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



Disposición de Excretas

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Sin Servicio	Letrina Con Arrastre Hidráulico	Letrina Tipo Pozo Seco	Instalación Sanitaria Tanque Séptico	Instalación Sanitaria Conectada A La Red
Sin Servicio	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Letrina Con Arrastre Hidraulico	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina Tipo Pozo Seco	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Instalación Sanitaria Tanque Septico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Instalación Sanitaria Conectada A La Red	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Sin Servicio	Letrina Con Arrastre Hidráulico	Letrina Tipo Pozo Seco	Instalación Sanitaria Tanque Séptico	Instalación Sanitaria Conectada A La Red	VECTOR PRIORIZACIÓN
Sin Servicio	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Letrina Con Arrastre Hidraulico	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Letrina Tipo Pozo Seco	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Instalación Sanitaria Tanque Septico	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Instalación Sanitaria Conectada A La Red	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.474	0.571	0.682	0.481	0.319	2.527
0.237	0.286	0.409	0.344	0.248	1.523
0.095	0.095	0.136	0.206	0.177	0.710
0.068	0.057	0.045	0.069	0.106	0.345
0.053	0.041	0.027	0.023	0.035	0.179

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada / Vector de priorización	5.333
	5.331
	5.206
	5.023
	5.055
SUMA	25.948
PROMEDIO	5.190

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.047
RC (*)	0.043
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



RESILIENCIA AMBIENTAL

Conocimiento en Temas Ambientales

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Ninguno	Otras Personas	Radio y Tv	Por Internet	Sensibilización Por Instituciones
Ninguno	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Otras Personas	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Radio y Tv	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Por Internet	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Sensibilización Por Instituciones	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.73	8.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.07	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Ninguno	Otras Personas	Radio y Tv	Por Internet	Sensibilización Por Instituciones	VECTOR PRIORIZACIÓN
Ninguno	0.499	0.537	0.466	0.457	0.375	0.467
Otras Personas	0.250	0.268	0.350	0.261	0.292	0.284
Radio y Tv	0.125	0.089	0.117	0.196	0.167	0.139
Por Internet	0.071	0.067	0.039	0.065	0.125	0.073
Sensibilización Por Instituciones	0.055	0.038	0.029	0.022	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.467	0.568	0.554	0.514	0.335	2.439
0.233	0.284	0.416	0.294	0.261	1.488
0.117	0.095	0.139	0.220	0.149	0.719
0.067	0.071	0.046	0.073	0.112	0.369
0.052	0.041	0.035	0.024	0.037	0.189

HALLAR EL λ Máx

Vector suma	5.226
ponderada	5.239
/Vector de	5.191
priorización	5.023
	5.067
SUMA	25.747
PROMEDIO	5.149

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.037
RC (*)	0.033
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



Manejo de Residuos Sólidos

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

DESCRIPTORES	Sin Manejo	Deposita en un Solo Embase	Selecciona Orgánico e Inorgánico	Reuso y Compostaje	Clasificación por Material
Sin Manejo	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Deposita en un Solo Embase	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Selecciona Orgánico e Inorgánico	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Reuso y Compostaje	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Clasificación por Material	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.73	8.58	15.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.07	0.04

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

DESCRIPTORES	Sin Manejo	Deposita en un Solo Embase	Selecciona Orgánico e Inorgánico	Reuso y Compostaje	Clasificación por Material	VECTOR PRIORIZACIÓN
Sin Manejo	0.499	0.537	0.466	0.457	0.375	0.467
Deposita en un Solo Embase	0.250	0.268	0.350	0.261	0.292	0.284
Selecciona Orgánico e Inorgánico	0.125	0.089	0.117	0.196	0.167	0.139
Reuso y Compostaje	0.071	0.067	0.039	0.065	0.125	0.073
Clasificación por Material	0.055	0.038	0.029	0.022	0.042	0.037
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

HALLANDO VECTOR SUMA PONDERADO

RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MATRICES					VECTOR SUMA PONDERADA
0.467	0.568	0.554	0.514	0.335	2.439
0.233	0.284	0.416	0.294	0.261	1.488
0.117	0.095	0.139	0.220	0.149	0.719
0.067	0.071	0.046	0.073	0.112	0.369
0.052	0.041	0.035	0.024	0.037	0.189

HALLAR EL λ Máx

Vector suma ponderada	5.226
/Vector de priorización	5.239
	5.191
	5.023
	5.067
SUMA	25.747
PROMEDIO	5.149

INDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA

IC	0.037
RC (*)	0.033
Relación de Consistencia < 0.1(*)	



"EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR DE TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"



FICHA DE APLICACIÓN PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

NOMBRE Y APELLIDOS:				DNI		NUMERO DE FICHA:		FECHA DE APLICACION: / /	
UBIGEO			ZRE	QUEBRADA	APV. AA.HH., PP.JJ., etc.	MZ	LOTE	PLANO DE UBICACIÓN - CROQUIS	
DPTO	PROV	DIST							
CU	CU	78							
SIN EDIFICACION/ LOTE VACIO			UBICACIÓN DEL LOTE EN LA QUEBRADA						
CON EDIFICACION			ALTA	MEDIA	BAJA				
ABANDONADO			UBICACIÓN DEL LOTE EN LA LADERA						
CUENTA CON HU			SI	NO	ALTA	MEDIA	BAJA		

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

VULNERABILIDAD DIMENSIÓN SOCIAL

EXPOSICIÓN	NÚMERO DE PERSONAS POR LOTE	MAYOR A 25 HAB.		15 a 25 HAB		8 a 15 HAB		4 a 15 HAB.		MENOR A 4 HAB.
FRAGILIDAD	ACCESO A SERVICIOS BASICOS	NINGUNO		SIN AGUA Y CON LUZ		CON AGUA Y LUZ		CON AGUA, LUZ Y DESAGUE		CON AGUA, LUZ DESAGUE Y OTROS
	DISCAPACIDAD	MULTIPLE		FISICA		COGNITIVA		SENSORIAL		NINGUNA
RESILIENCIA	ORGANIZACIÓN SOCIAL	MUY MALA / NUNCA		MALA / CASI NUNCA		MEDIA / A VECES		BUENA / CASI SIEMPRE		MUY BUENA / SIEMPRE
	CONOCIMIENTO EN GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES	SIN CONOCIMIENTO		CONOCIMIENTO ERRONEO		CONOCIMIENTO LIMITADO		CONOCIMIENTO SIN INTERES		CON CONOCIMIENTO

VULNERABILIDAD DIMENSIÓN ECONÓMICA

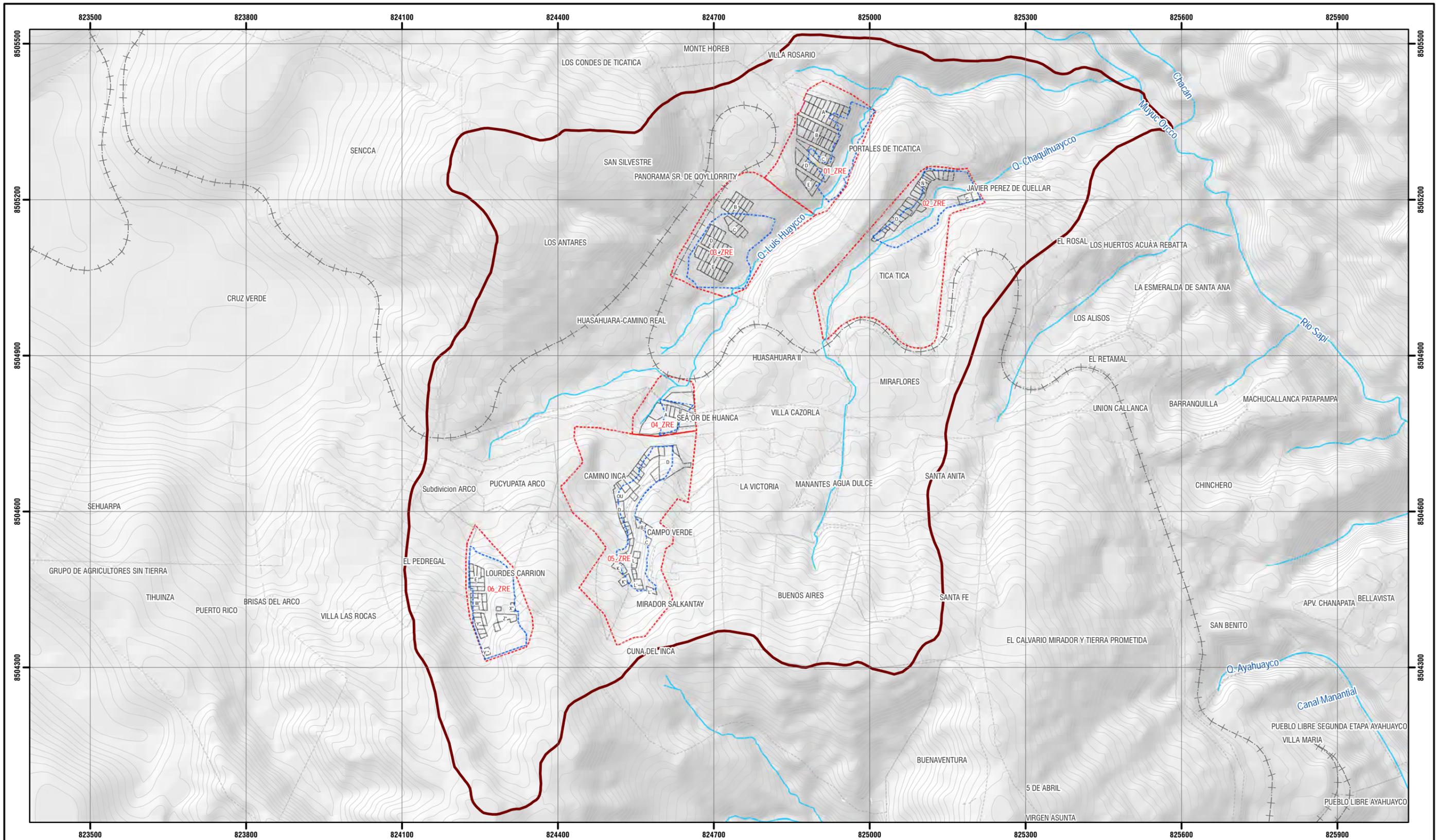
EXPOSICIÓN	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN FRENTE AL PELIGRO	MUY CERCANA		CERCANA		MEDIANAMENTE CERCA		ALEJADA		MUY ALEJADA
FRAGILIDAD	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVENDA	PRECAREO		MALO		REGULAR		CONSERVADO		BUENO
	MATERIAL PREDOMINANTE EN LA EDIFICACIÓN	MIXTO (PRECARIO PLASTICO, PALOS CALAMINA, MADERA)		ACERO - DRYWALL		ADOBE		LADRILLO Y/O BLOQUETA CON MORTERO DE CEMENTO (SIN PÓRTICO)		CONCRETO ARMADO (CON PÓRTICO)
RESILIENCIA	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO	≤ 200		>200 - ≤ 750		>750 - ≤ 1500		>1500 - ≤ 3000		>3000
	OCUPACIÓN	DESEMPLEADO		DEDICADO AL HOGAR		OCUPADO DE 14 AÑOS A MÁS		TRABAJADOR INDEPENDIENTE		TRABAJADOR DEPENDIENTE

VULNERABILIDAD DIMENSIÓN AMBIENTAL

EXPOSICIÓN	CERCANÍA A RR.SS.	MUY CERCANA		CERCANA		MEDIANAMENTE CERCA		ALEJADA		MUY ALEJADA
FRAGILIDAD	DISPOSICIÓN DE RR.SS.	DESECHAR EN QUEBRADAS Y CAUCES		QUEMA DE RESIDUOS SÓLIDOS		DESECHAR EN VÍAS Y CALLES		DESECHAR EN BOTADERO (puntos críticos)		CARRO RECOLECTOR
	DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	SIN SERVICIO		LETRINA CON ARRASTRE HIDRÁULICO		LETRINA TIPO POZO SECO		INSTALACIÓN SANITARIA TANQUE SEPTICO		INSTALACIÓN SANITARIA CONECTADA A LA RED
RESILIENCIA	CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES (MEDIO)	NINGUNO		OTRAS PERSONAS		RADIO Y TV		POR INTERNET		POR INSTITUCIONES
	MANEJO DE RRSS	SIN MANEJO		DEPOSITA EN UN SOLO EMBASE		SELECCIONA INORGÁNICO Y ORGÁNICO		REUSO Y COMPOSTAJE		CLASIFICACIÓN POR MATERIAL

FIRMA DEL DECLARANTE	FIRMA DEL ENCUESTADOR
-----------------------------	------------------------------

DNI:	HUELLA:	DNI:
NOMBRE:		NOMBRE:
APELLIDOS:		APELLIDOS:
FECHA:		FECHA:



LEYENDA

- CURVAS_NIVEL_PROVINCIAL
- ++ VIA FERREA
- RED HIDRICA
- AREA_ZRE
- - - AREA_ESTUDIO_ZRE
- AGRUPACIONES_URBANAS
- LOTES
- ▭ AREA_CUENCA

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

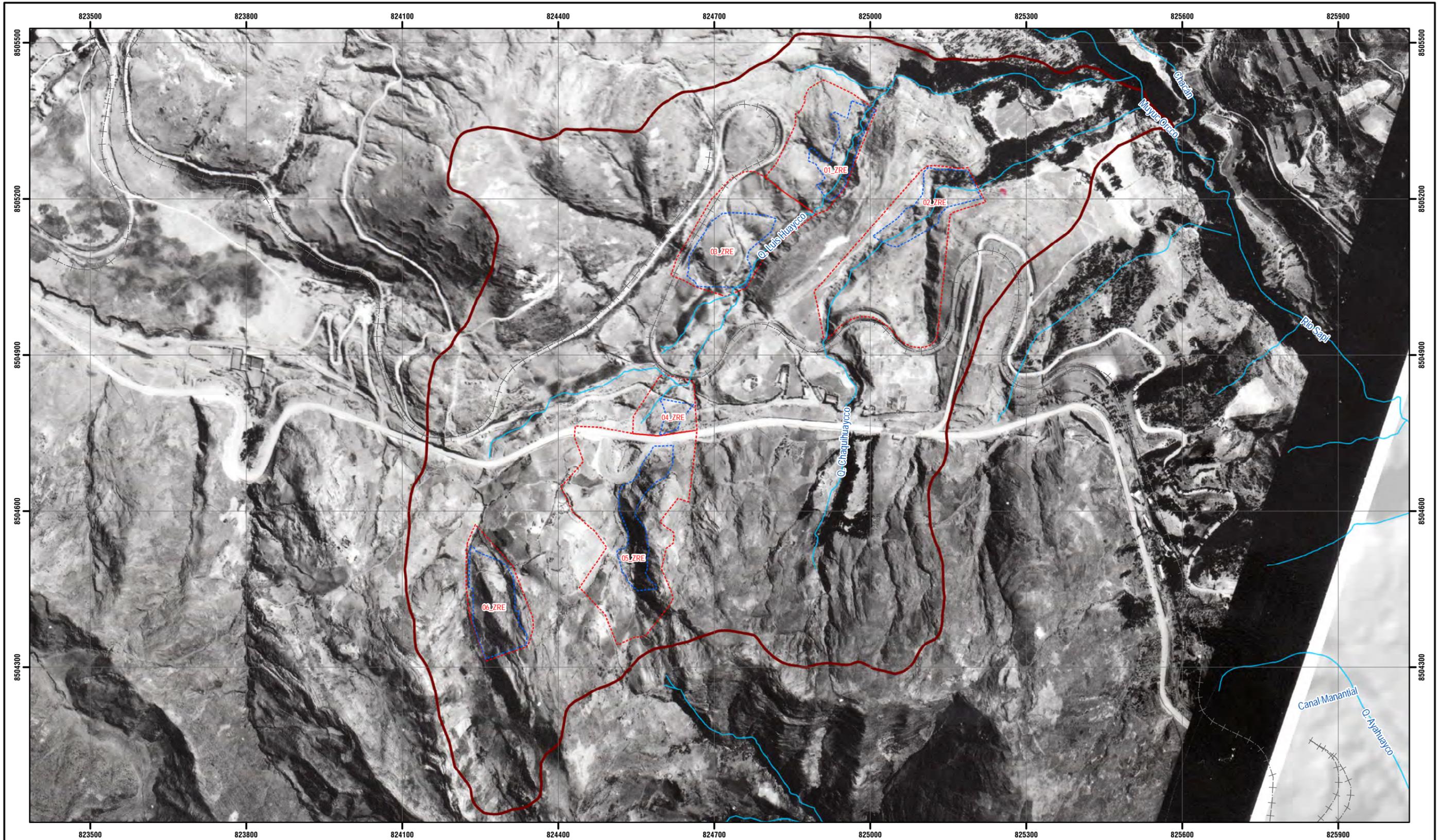
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: UBICACIÓN

SECTOR:	TICA TICA	CÓDIGO:	EVAR 01
FUENTE:	WMS - PNY CUSCO - MPC - PDU CUSCO - MPC	UBICACIÓN:	REGION : CUSCO PROVINCIA : CUSCO DISTRITO : CUSCO
ELABORADO POR:	- BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA:	1:7,000 MAYO - 2024



LEYENDA

	VIA FERREA
	RED HIDRICA
	AREA_ZRE
	AREA_ESTUDIO_ZRE
	AREA_CUENCA

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

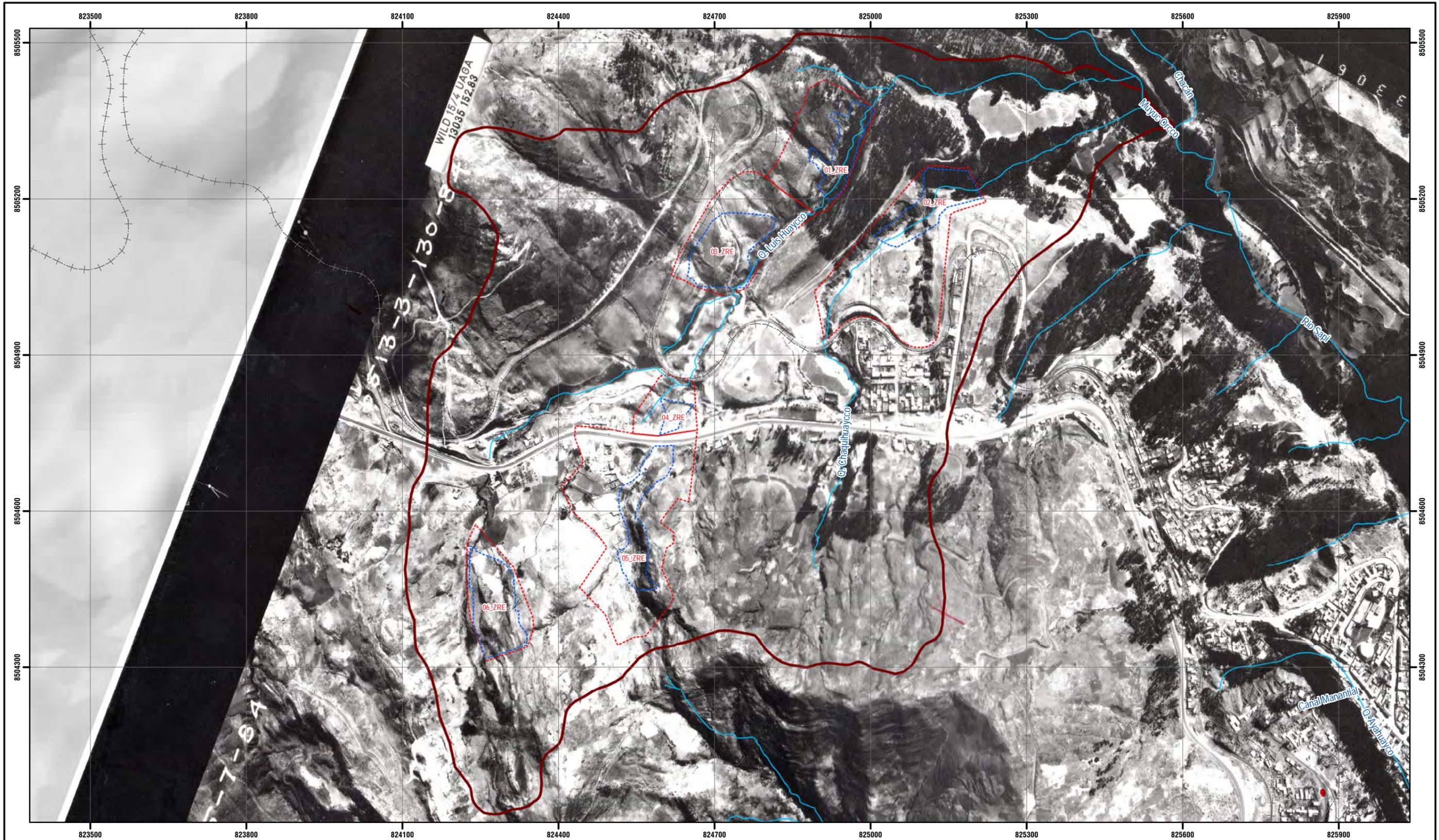
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL DELCUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DELCUSCO - 2021"

MAPA: AEROFOTO 1970

SECTOR: TICA TICA		CÓDIGO: EVAR 02	
FUENTE: - INEI - INI CUSCO - MPC - PDU CUSCO - MPC	UBICACIÓN: - REGION: CUSCO - PROVINCIA: CUSCO - DISTRITO: CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: - DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:7,000 MAPO: MAYO - 2024



- LEYENDA**
- VIA FERREA
 - RED HIDRICA
 - - - AREA_ZRE
 - · - · AREA_ESTUDIO_ZRE
 - ▭ AREA_CUENCA

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

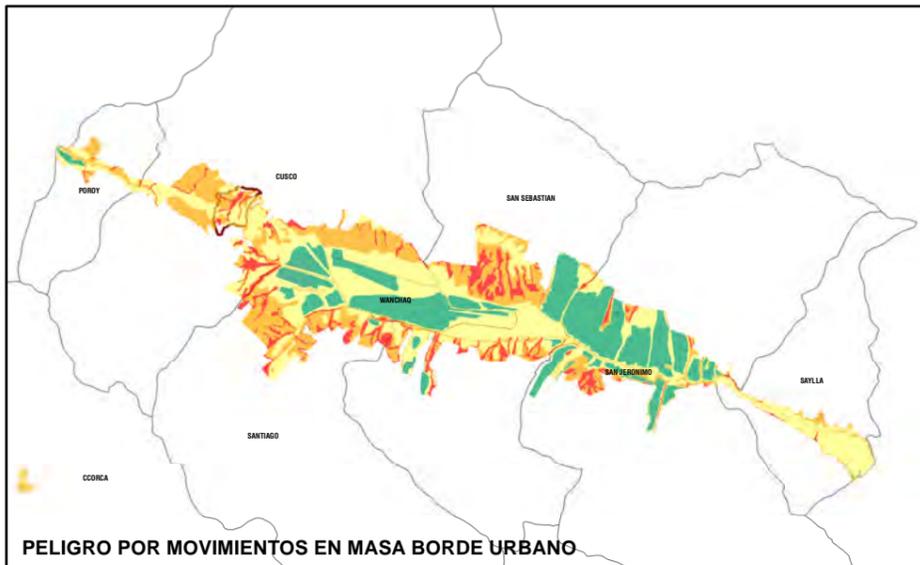
MAPA: AEROFOTO 1984

SECTOR: TICA TICA

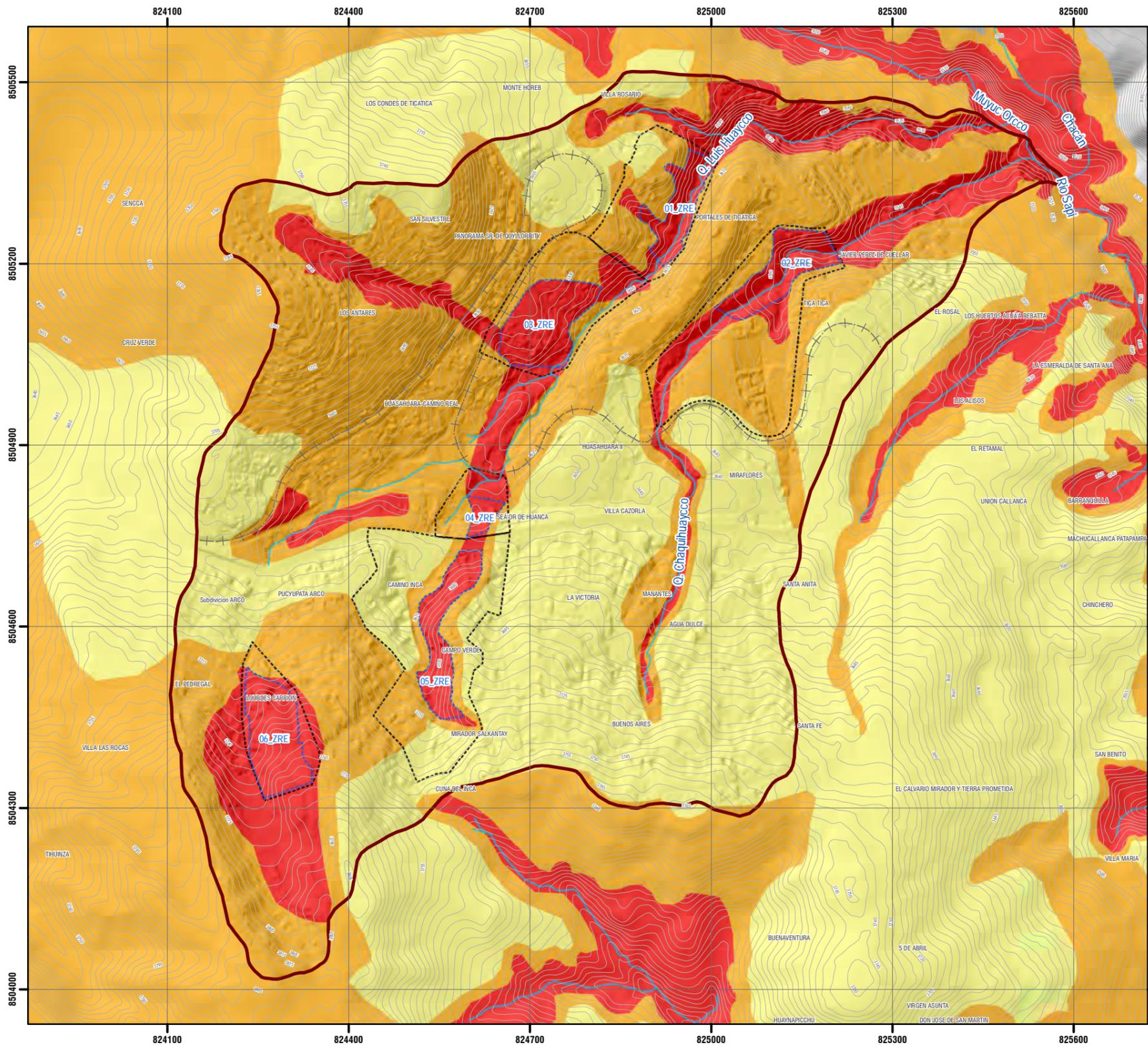
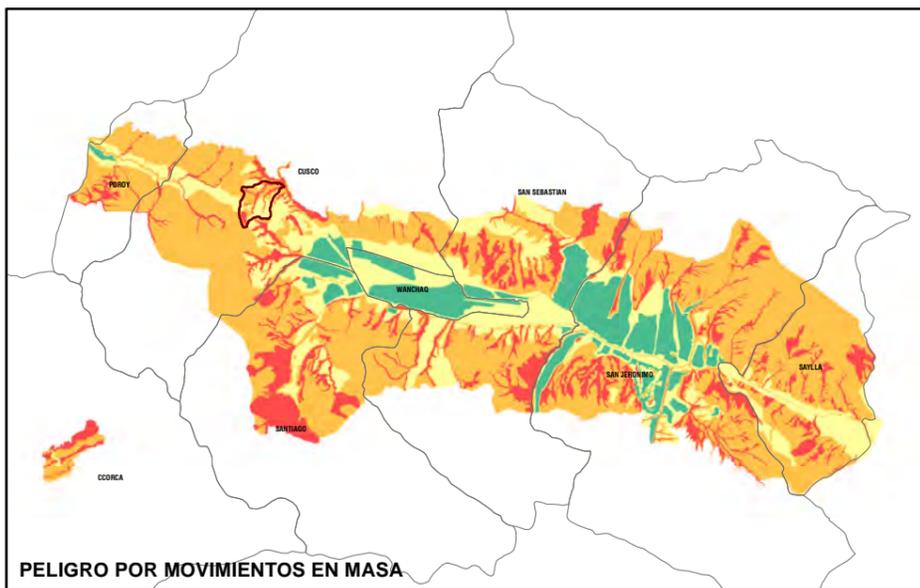
FUENTE: WGS 1984 PROV. CUSCO - MPC DISTRITO: CUSCO	UBICACIÓN: REGION: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:7,000 MARZO - 2024
--	---	--	---

CÓDIGO: **EVAR 03**

PLAN DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DEL CUSCO 2018 - 2023



PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA PROVINCIA DEL CUSCO 2013 - 2023



LEYENDA

- CURVAS_5m
- ++ VIA FERREA
- RED HIDRICA
- AREA_ZRE
- - - AREA_ESTUDIO_ZRE
- AREA_CUENCA

Nivel de Peligro

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA DE LA PROVINCIA CUSCO

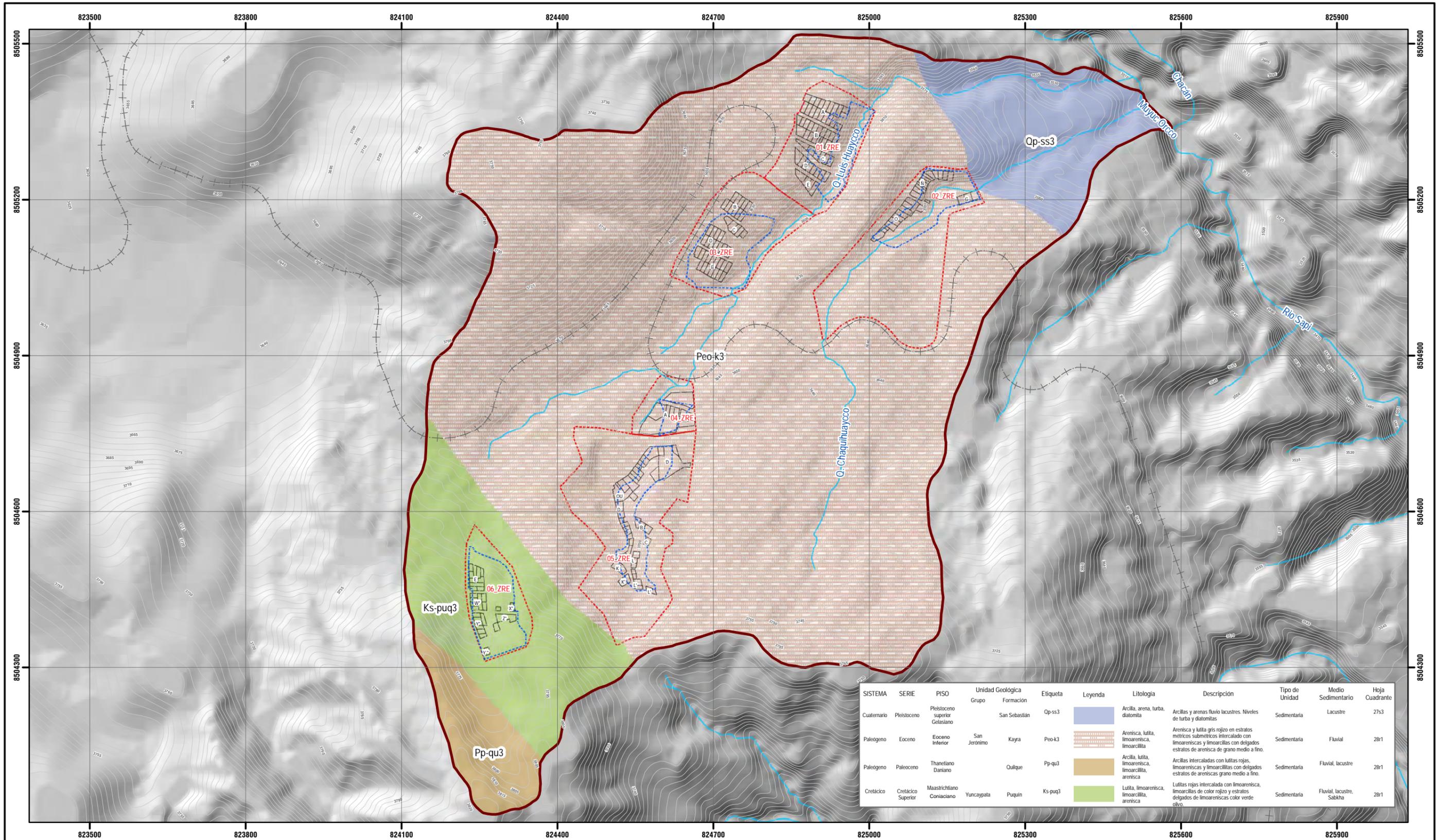
SECTOR: TICA TICA

ELABORADO POR:
 - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA
 - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE
ASESOR:
 DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ

ESCALA: 1:7,565

MMYO - 2024

EVAR 04

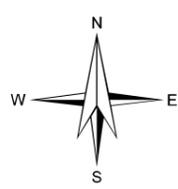


SISTEMA	SERIE	PISO	Unidad Geológica	Formación	Etiqueta	Leyenda	Litología	Descripción	Tipo de Unidad	Medio Sedimentario	Hoja Cuadrante
Cuaternario	Pleistoceno	Pleistoceno superior Gelasiano	San Sebastián		Qp-ss3		Arcilla, arena, turba, diatomita	Arcillas y arenas fluvio lacustres. Niveles de turba y diatomitas	Sedimentaria	Lacustre	27a3
Paleógeno	Eoceno	Eoceno Inferior	San Jerónimo	Kayra	Peo-k3		Arenisca, lutita, limoarenisca, limoarcilla	Arenisca y lutita gris rojizo en estratos métricos submétricos intercalado con limoareniscas y limoarcillas con delgados estratos de arenisca de grano medio a fino.	Sedimentaria	Fluvial	28r1
Paleógeno	Paleoceno	Thanetiano Daniano	Oulque		Pp-qu3		Arcilla, lutita, limoarenisca, limoarcilla, arenisca	Arcillas intercaladas con lutitas rojas, limoareniscas y limoarcillas con delgados estratos de areniscas grano medio a fino.	Sedimentaria	Fluvial, lacustre	28r1
Cretácico	Cretácico Superior	Maastrihtiano Coniaciano	Yuncaypata	Puquin	Ks-puq3		Lutita, limoarenisca, limoarcilla, arenisca	Lutitas rojas intercalada con limoarenisca, limoarcillas de color rojizo y estratos delgados de limoareniscas color verde olivo.	Sedimentaria	Fluvial, lacustre, Sabkha	28r1

LEYENDA

- CURVAS_5M
- VIA FERREA
- RED HIDRICA
- AREA_ZRE
- AREA_ESTUDIO_ZRE
- LOTES
- AREA_CUENCA

ESCALA GRÁFICA



SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: **GEOLOGÍA REGIONAL**

SECTOR: TICA TICA

FEUENTE: GEOLOGÍA 59 K Hoja 27a3 Hoja 28r1

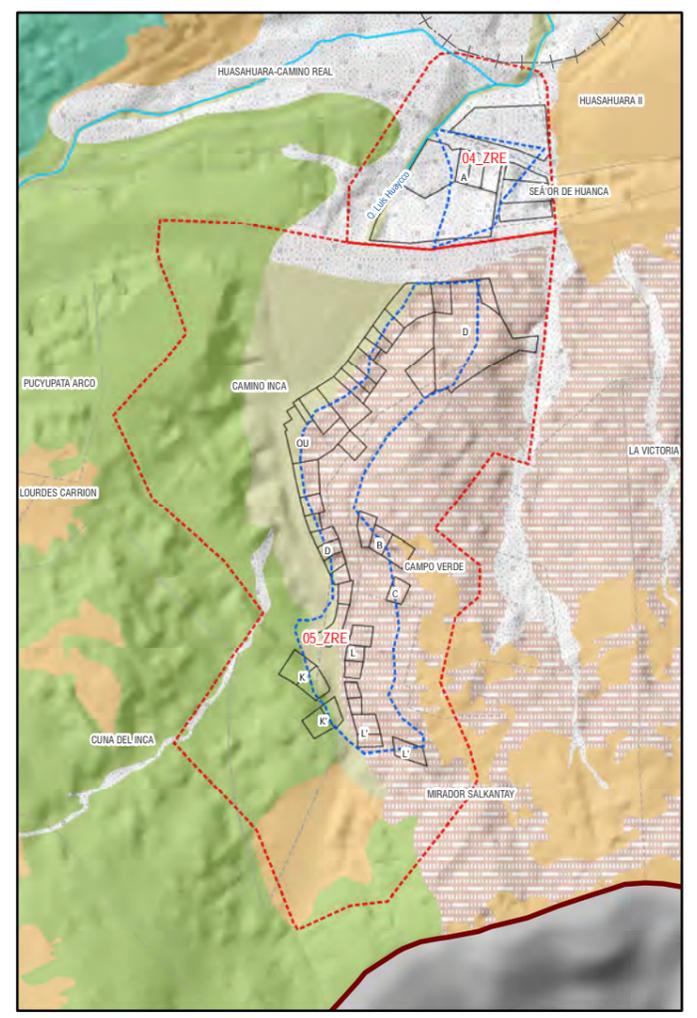
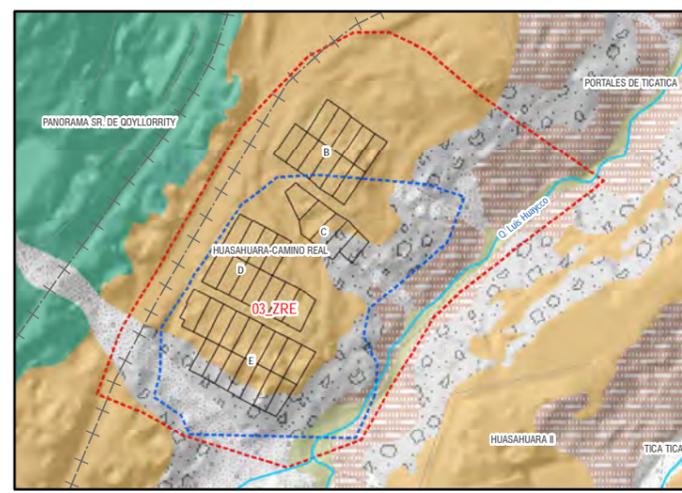
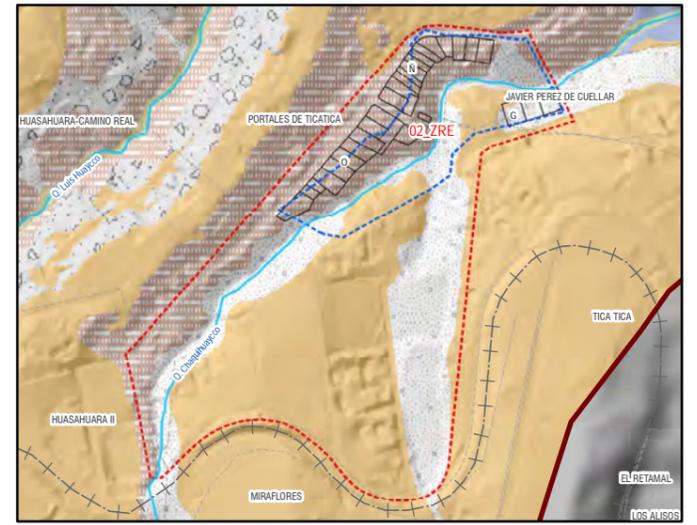
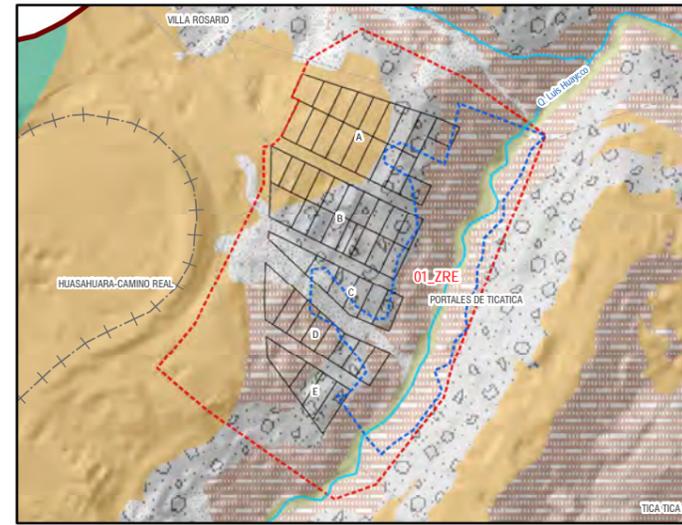
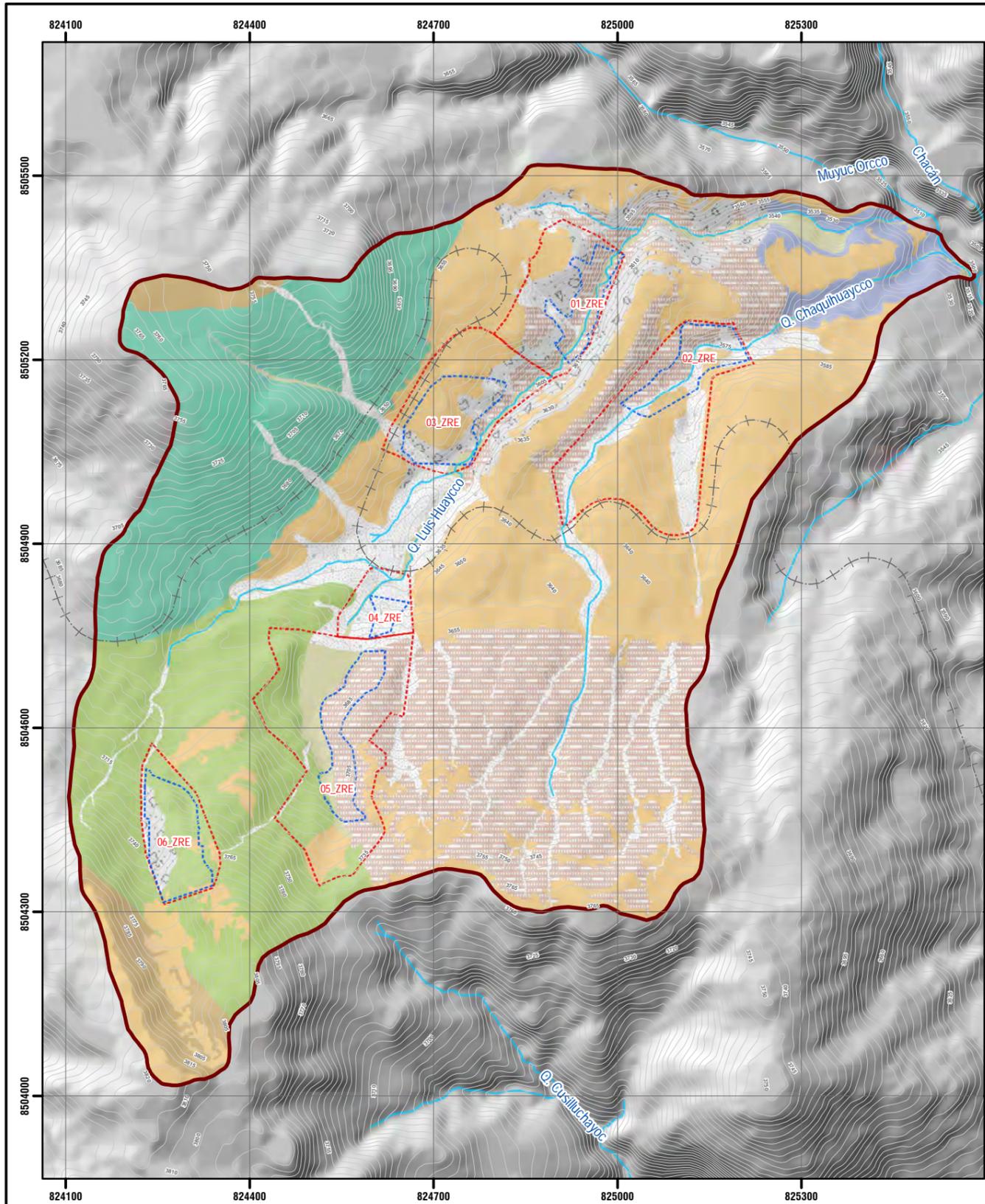
UBICACIÓN: REGION: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO

ELABORADO POR: BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ

ESCALA: 1:7,000

MMVO-2024

EVAR 05



LEYENDA

— CURVAS_5M	Unidades Geológicas	Formación Maras
++ VIA FERREA	Depósito Antropógeno	Formación Puquín
— RED HIDRICA	Depósito Coluvial	Formación Quilque
--- AREA_ZRE	Depósito Proluvial	Formación San Sebastián
--- AREA_ESTUDIO_ZRE	Depósito Residual	
--- AREA_CUENCA	Formación Kayra	

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

N
W E
S

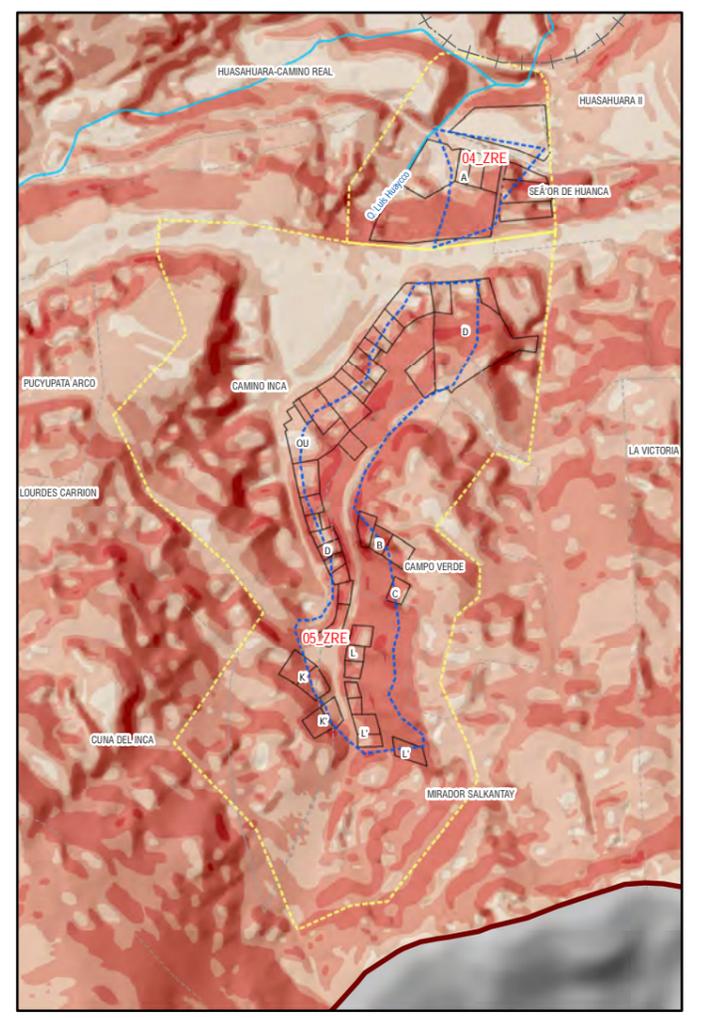
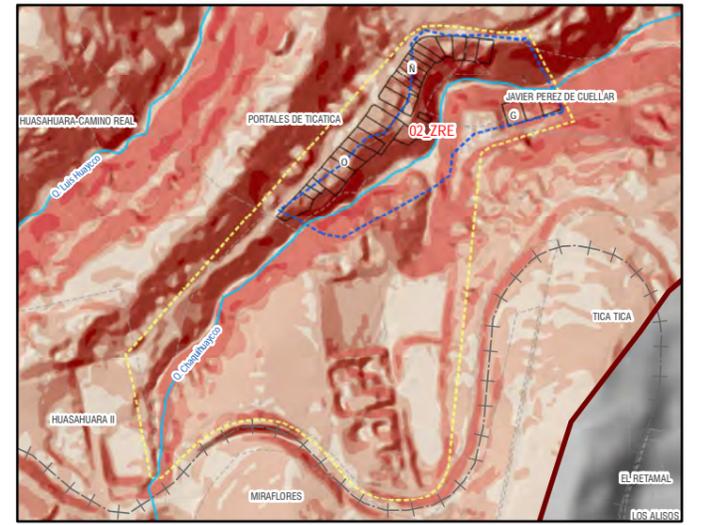
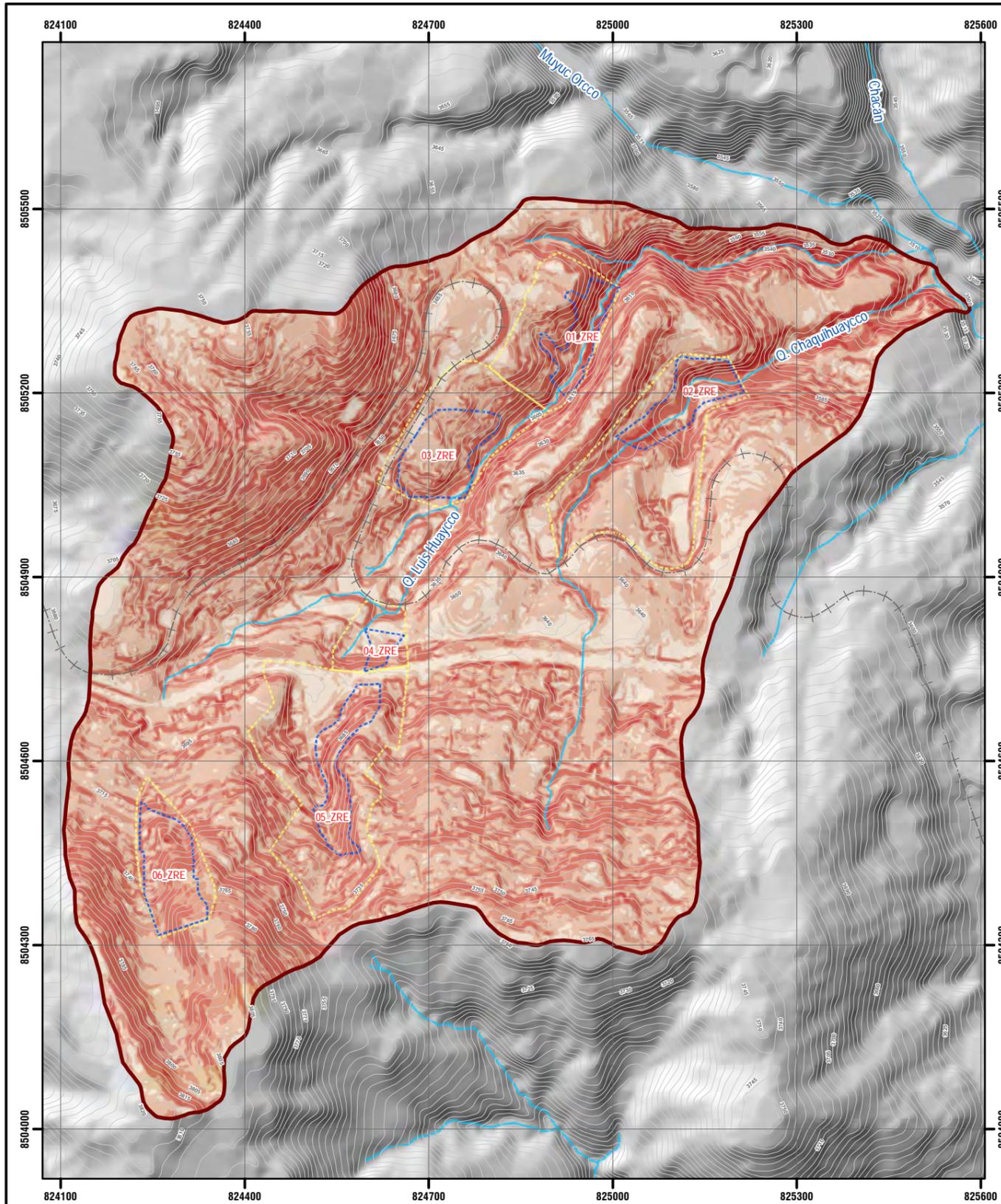
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

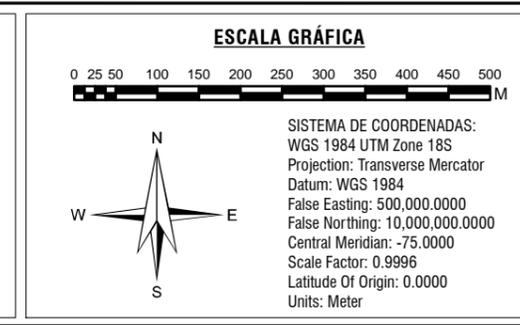
MAPA: GEOLOGIA LOCAL

SECTOR: TICA TICA	CODIGO: EVAR 06
FUENTE: GEOLÓGICA 50 K Hoja 2743 Rev. 28/1	UBICACIÓN: REGION: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO
ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:8,500 MAYO - 2024



LEYENDA

— CURVAS_5M	Pendientes (°) >45° 25° - 45° 15° - 25° 5° - 15° <5°
⊕ VIA FERREA	
— RED HIDRICA	
— AREA_ZRE	
— AREA_ESTUDIO_ZRE	
— AREA_CUENCA	

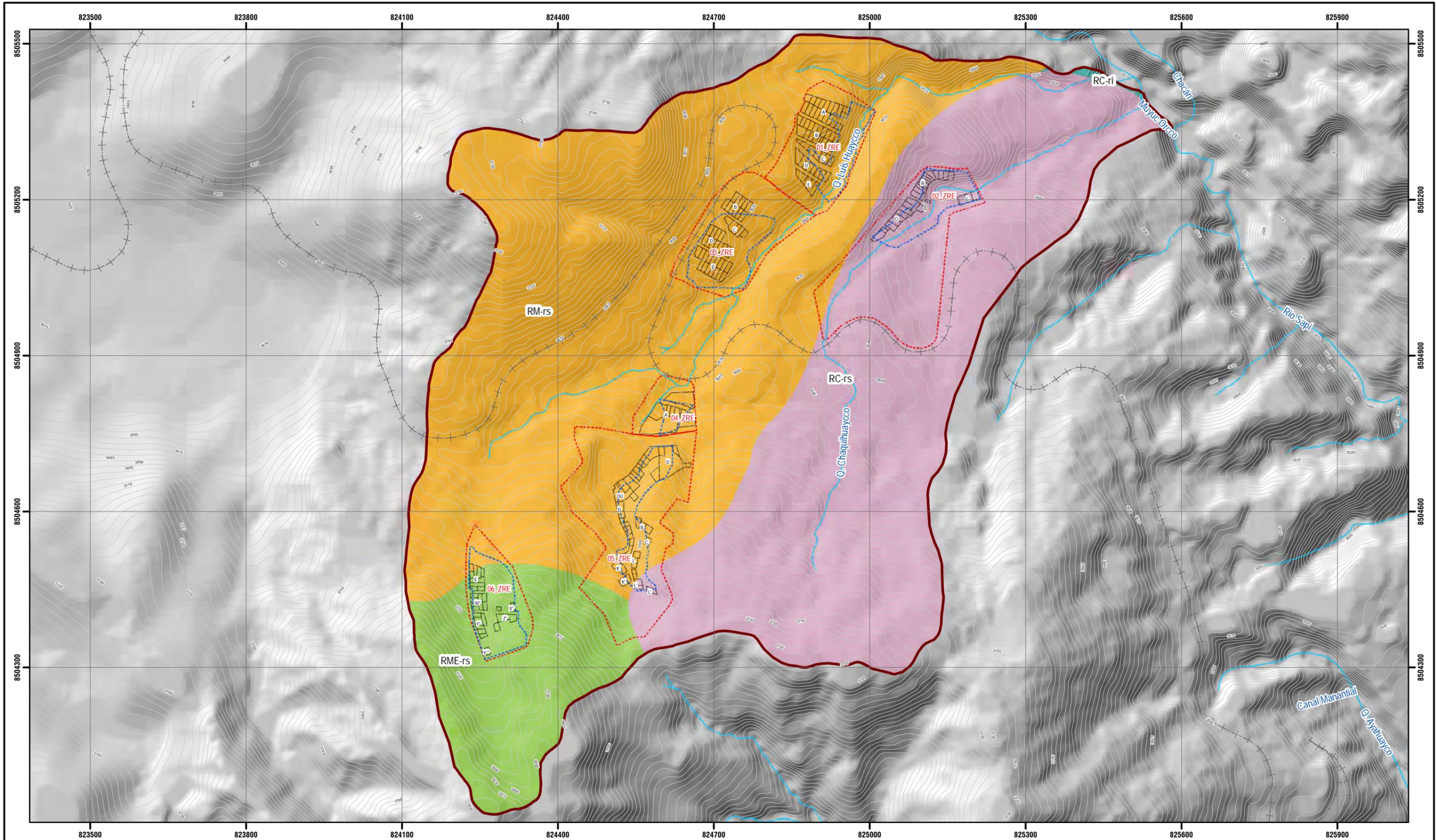


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: PENDIENTES

SECTOR: TICA TICA	CODIGO: EVAR 07
FUENTE: GEOLÓGICA 50 K, Hoja 2743, Hoja 2811	ELABORADO POR: BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA, BACH. GABRIELA VARGAS CURSE
UBICACIÓN: REGION: CUSCO, PROVINCIA: CUSCO, DISTRITO: CUSCO	ESCALA: 1:8,500
ABSOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	MAPO: 2024



LEYENDA

CURVAS_5M	LOTES	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
VIA FERREA	AREA_CUENCA	RC-ri : Colina en roca intrusiva
RED HIDRICA	AREA_ZRE	RC-rs : Colina en roca sedimentaria
AREA_ESTUDIO_ZRE		RM-rs : Montaña en roca sedimentaria
		RME-rs : Montaña estructural en roca sedimentaria

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

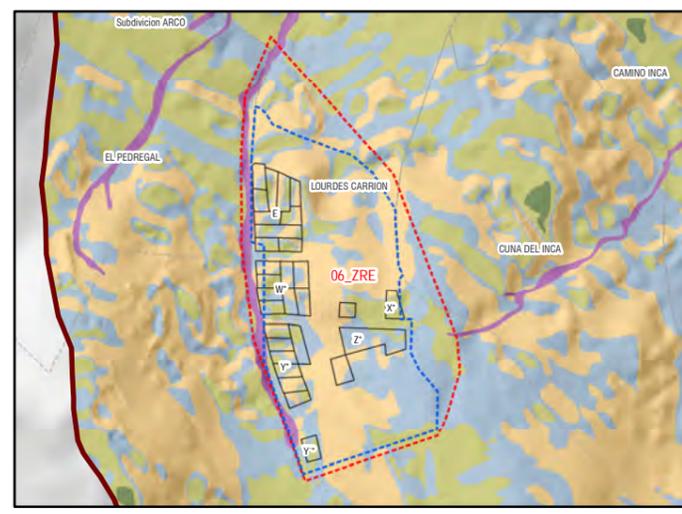
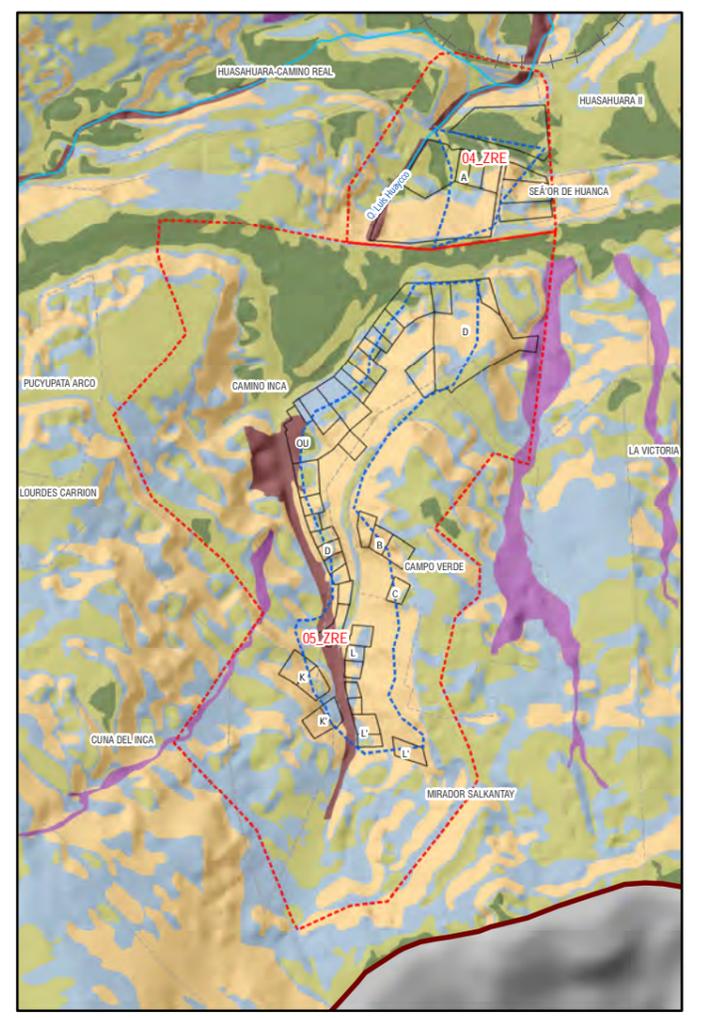
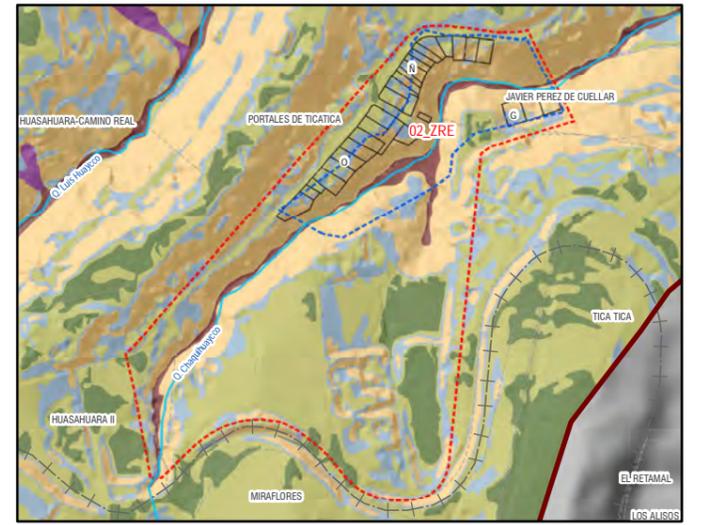
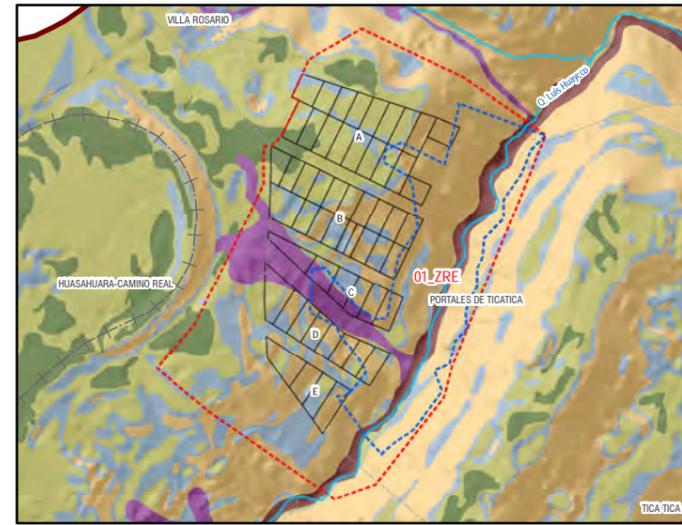
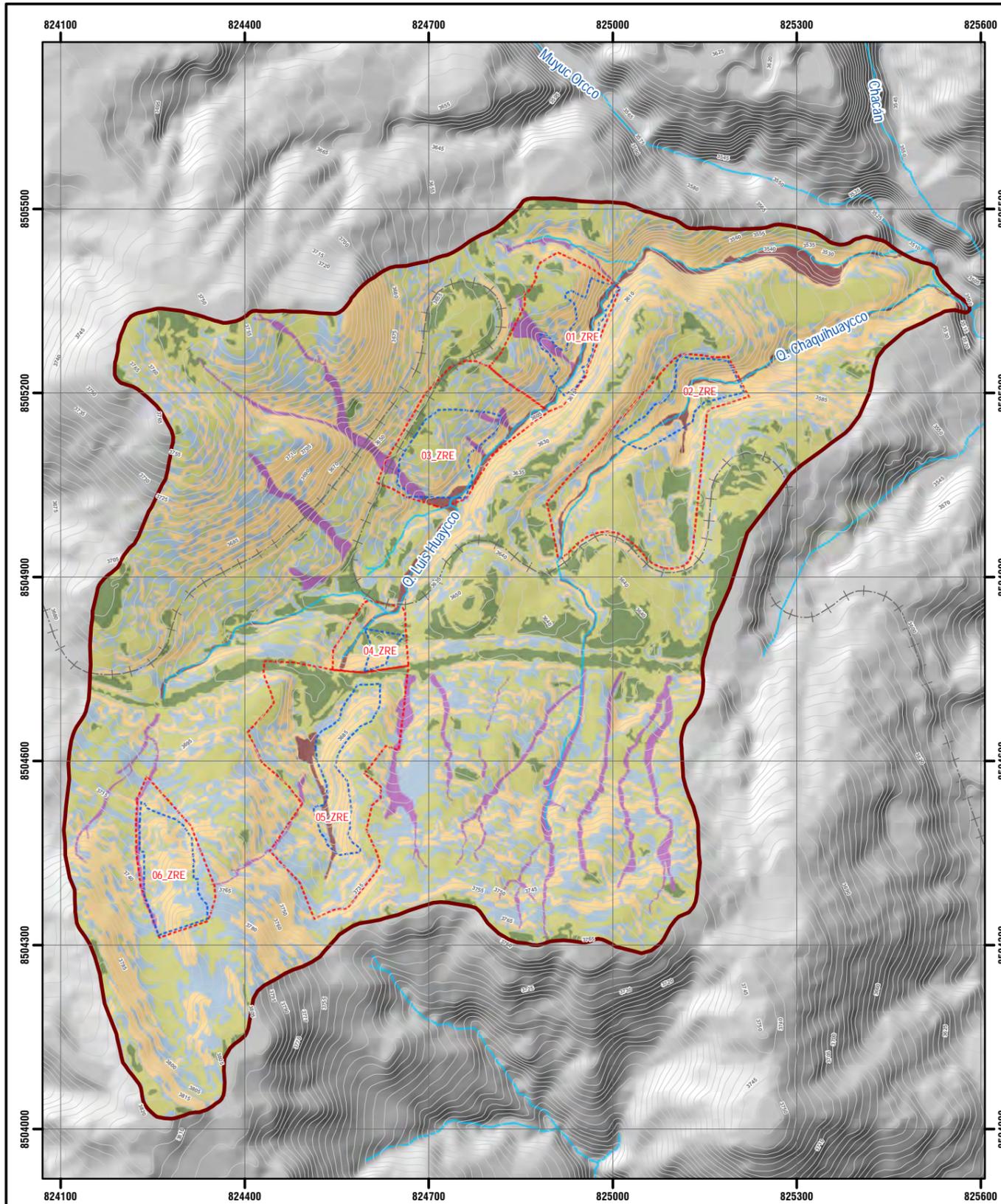
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

SECTOR: TICA TICA

FUENTE: GEOMORFOLOGÍA 50 K Hoja 2713 Hoja 2811	UBICACIÓN: REGION : CUSCO PROVINCIA : CUSCO DISTRITO : CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:7,000 MMYO-2024
--	--	--	--

CÓDIGO: **EVAR 08**



LEYENDA

— CURVAS_5M	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
—+— VIA FERREA	■ Cárcava
— RED HIDRICA	■ Ladera Empinada
— AREA_ZRE	■ Ladera Escarpada o Muy Empinada
— AREA_ESTUDIO_ZRE	■ Ladera Moderadamente Empinada
— AREA_CUENCA	■ Lecho de Quebrada
	■ Terraza, Plataforma, Planicie, Cima

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

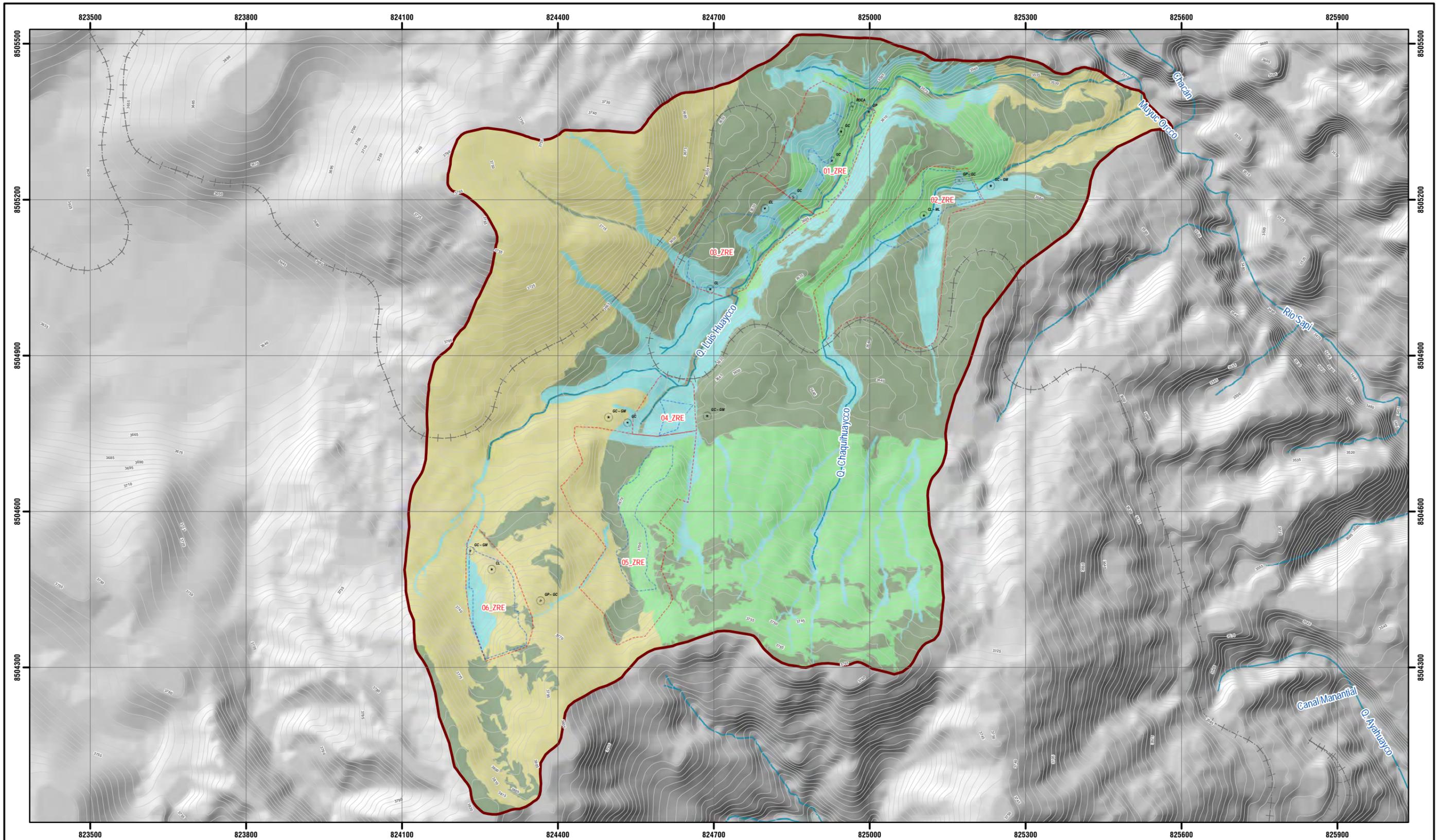
SISTEMA DE COORDENADAS:
WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 10,000,000.0000
Central Meridian: -75.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: **GEOMORFOLOGÍA LOCAL**

SECTOR: TICA TICA	CODIGO: EVAR 09
FUENTE: GEOMORFOLOGÍA 50 K Hoja 2743 Hoja 2811	UBICACIÓN: REGION : CUSCO PROVINCIA : CUSCO DISTRITO : CUSCO
ELABORADO POR: - BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:8,500 MARZO - 2024



LEYENDA

- CURVAS_5M
- ++ VIA FERREA
- RED HIDRICA
- - - AREA_ZRE
- - - AREA_ESTUDIO_ZRE
- ▭ AREA_CUENCA

Clasificación Hidrogeológica

- ▭ Acuífero Poroso No Consolidado
- ▭ Acuífero Fisurado Sedimentario
- ▭ Acuitardo No Consolidado
- ▭ Acuitardo Sedimentario

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 10,000,000.0000
Central Meridian: -75.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

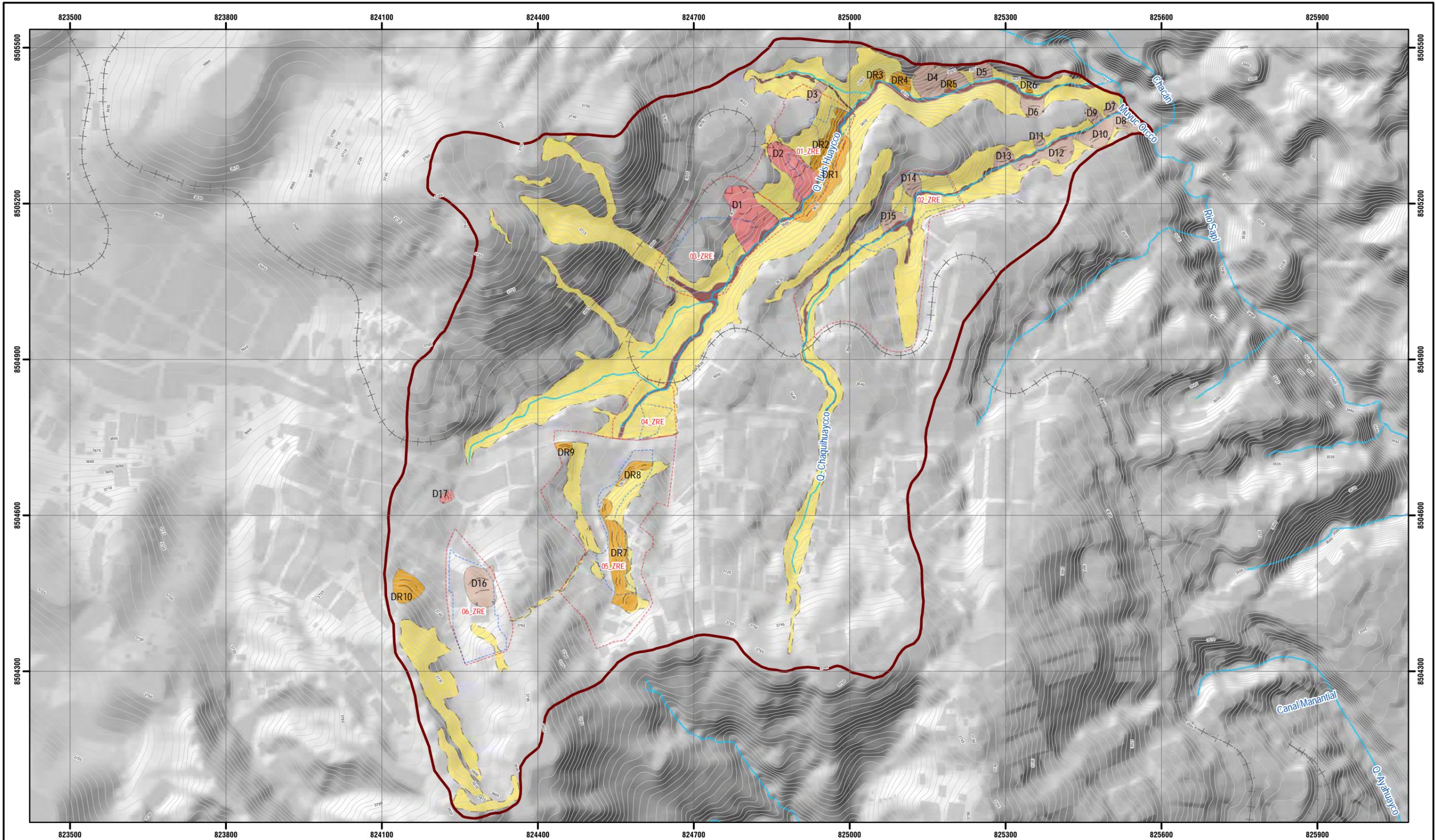
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: CLASIFICACIÓN HIDROGEOLOGICA

SECTOR: TICA TICA

FUENTE: GEOLOGÍA 50 K Hoja 2743 Hoja 2811	UBICACIÓN: REGION: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:7,000 MMYO-2024
---	---	--	--

CÓDIGO: **EVAR 10**



LEYENDA

Geodinámica Externa

AREA_CUENCA	Derrumbes	Erosión en Laderas-Cárcavas
CURVAS_5M	Deslizamiento Activo	Flujo de Detritos
VIA FERREA	Deslizamiento Inactivo	
RED HIDRICA		
AREA_ZRE		
AREA_ESTUDIO_ZRE		

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

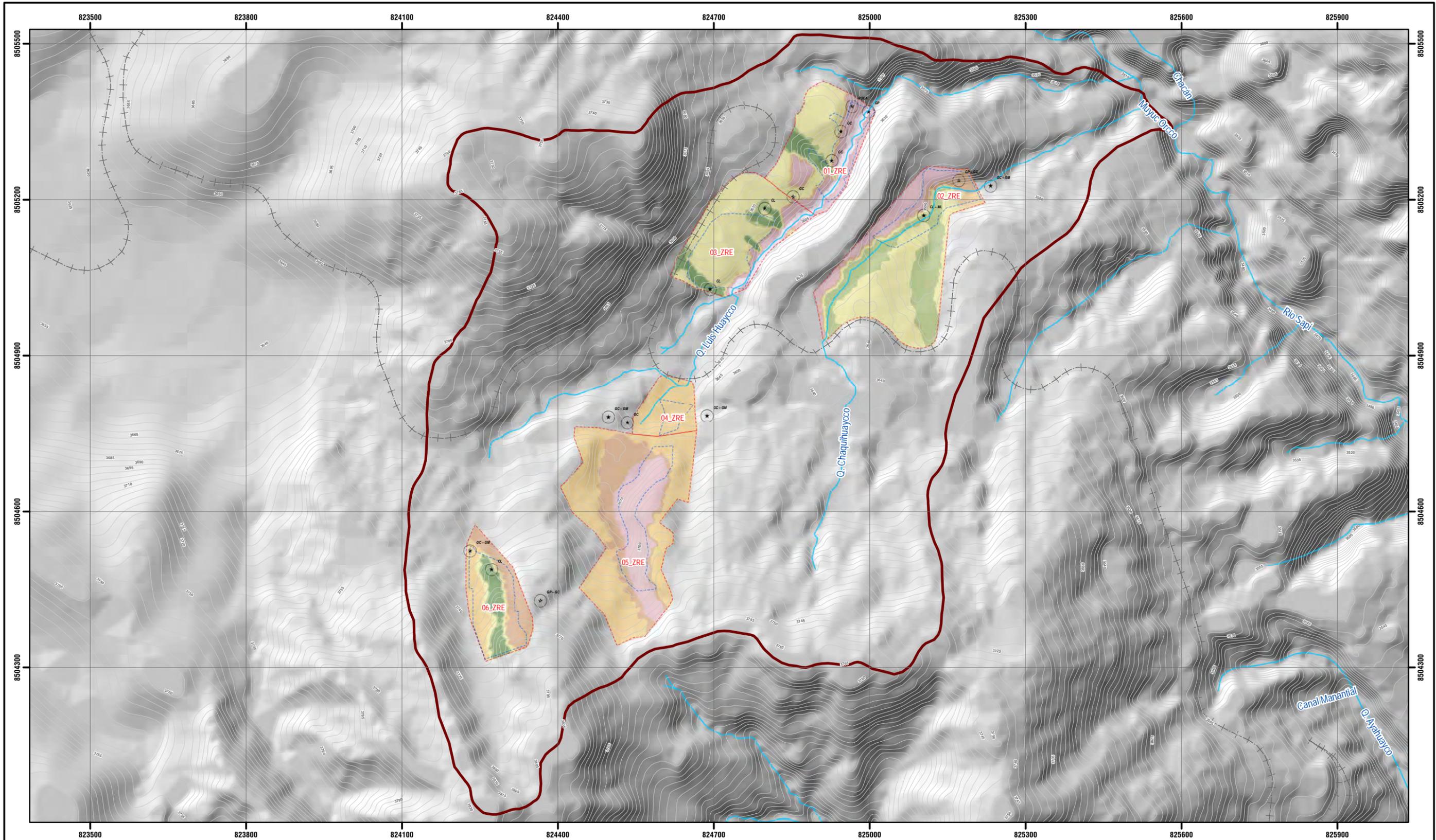
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: **GEODINÁMICA EXTERNA**

SECTOR: TICA TICA		CÓDIGO:
FUENTE: GEOLÓGIA 50 K Hoja 2743 Hoja 2811	UBICACIÓN: REGION : CUSCO PROVINCIA : CUSCO DISTRITO : CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ
		ESCALA: 1:7,000 MAYO - 2024

EVAR
11



LEYENDA

— CURVAS_5M
 + + VIA FERREA
 — RED HIDRICA
 - - - AREA_ZRE
 - - - AREA_ESTUDIO_ZRE
 — AREA_CUENCA
 * CALICATA

Clasificación SUCS

CL	GP
CL - ML	GP - GC
GC	ROCA
GC - GM	

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

W N E S

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

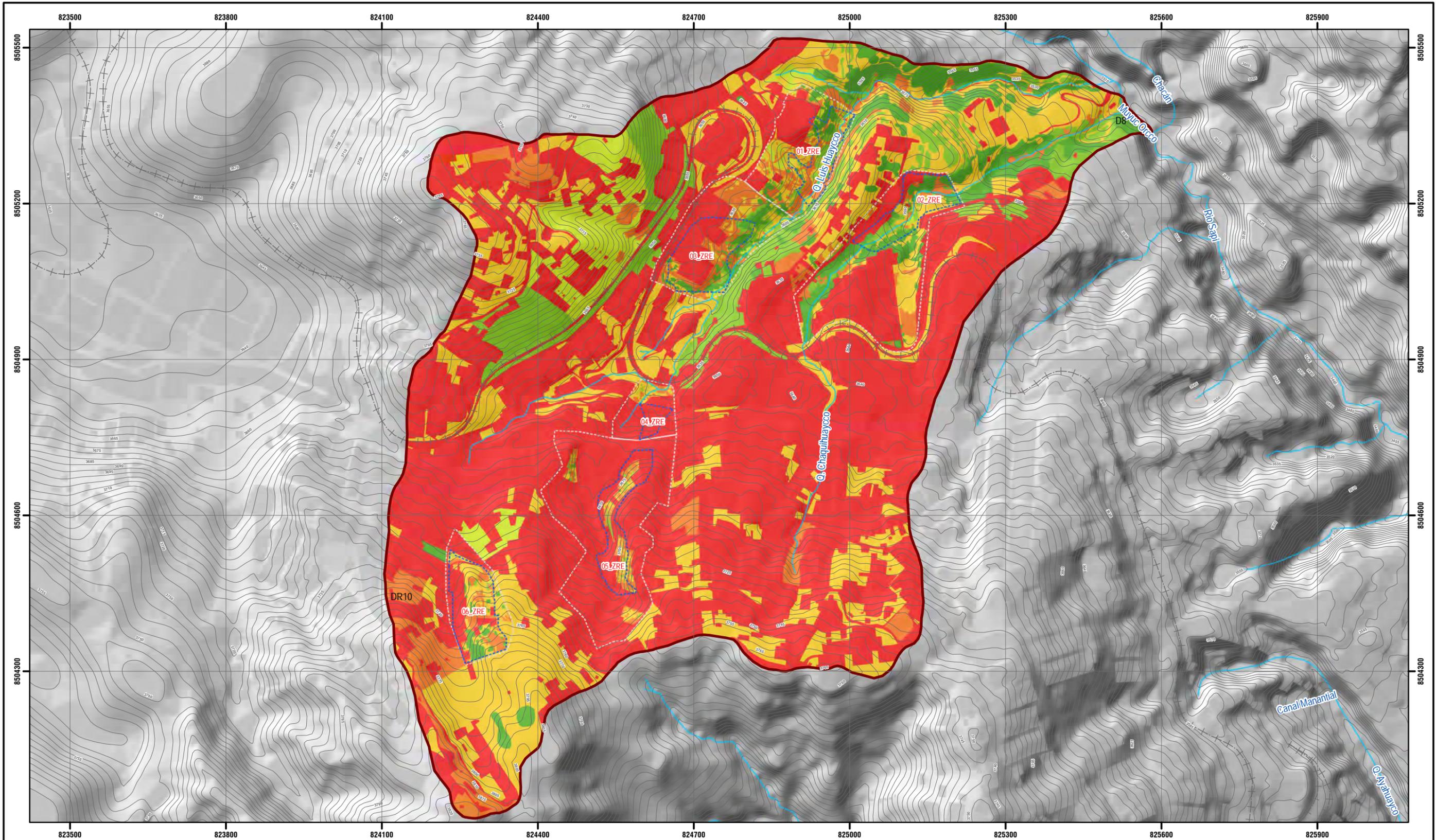
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: **CLASIFICACIÓN SUCS**

SECTOR: TICA TICA

FUENTE: GEOLOGÍA 50 K Hoja 2743 Hoja 2811	UBICACIÓN: REGION : CUSCO PROVINCIA : CUSCO DISTRITO : CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:7,000 MMYO-2024
--	---	--	---------------------------------

EVAR 12



LEYENDA

Cobertura Vegetal

- ARBOREA
- MATORRAL
- HERBAZAL
- PASTIZAL
- ESCALA COBERTURA
- ZONA URBANA

AREA_CUENCA
 CURVAS_5M
 VIA FERREA
 RED HIDRICA
 AREA_ZRE
 AREA_ESTUDIO_ZRE

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 M

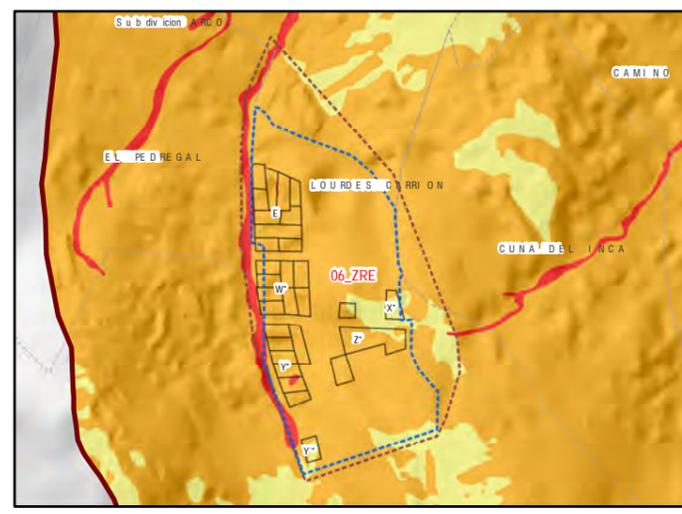
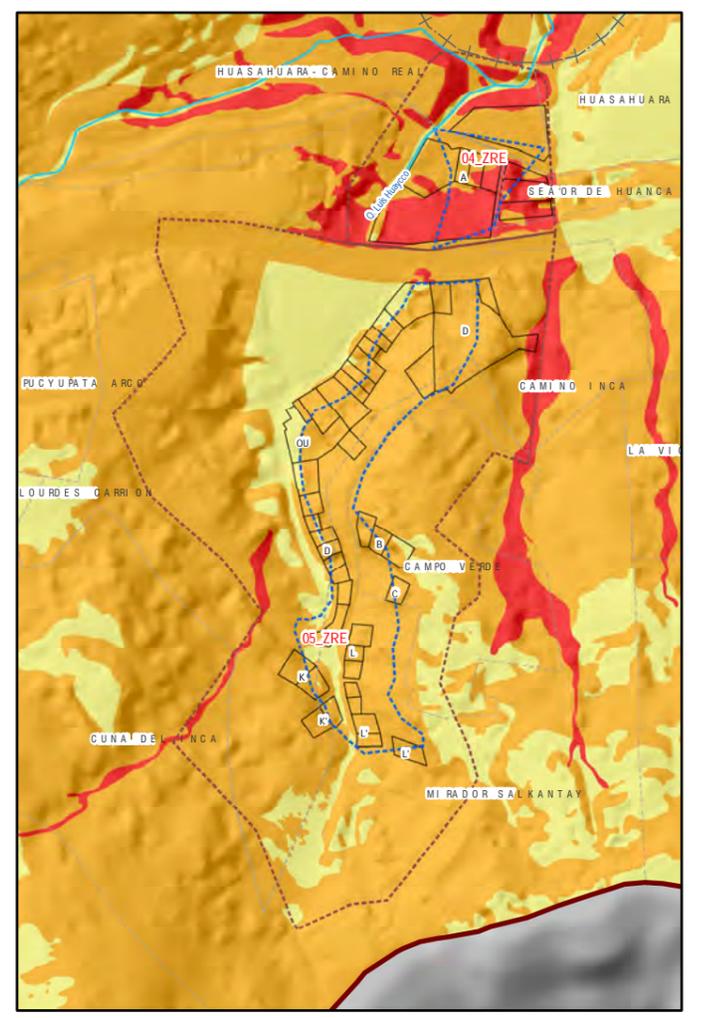
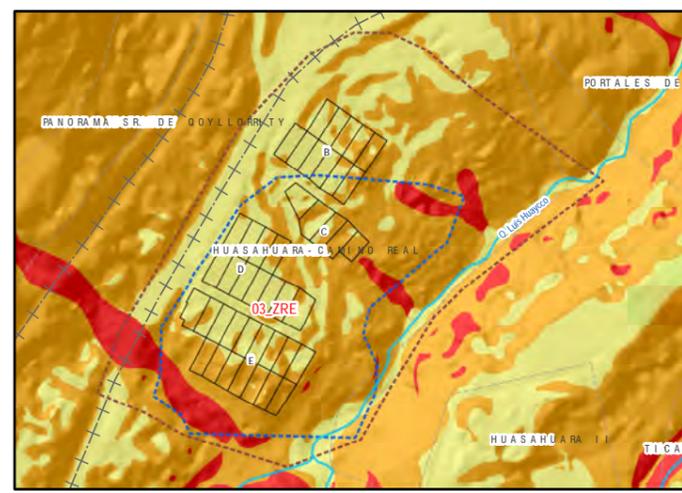
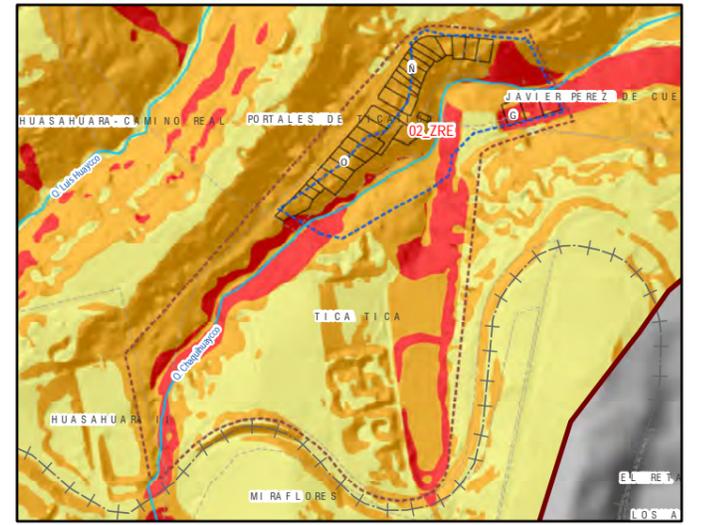
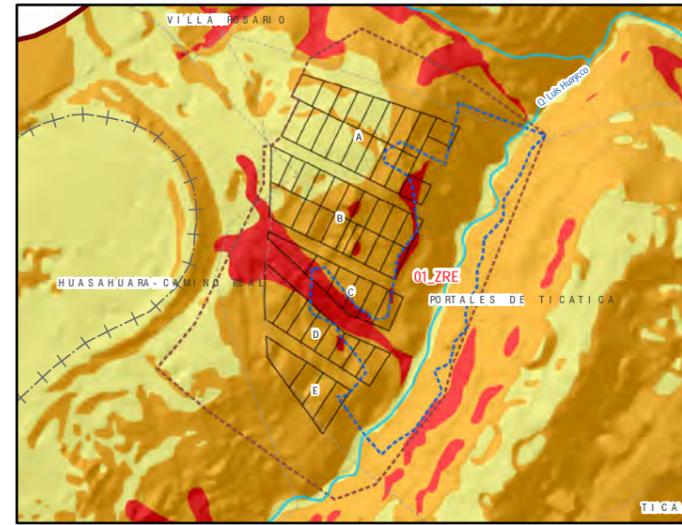
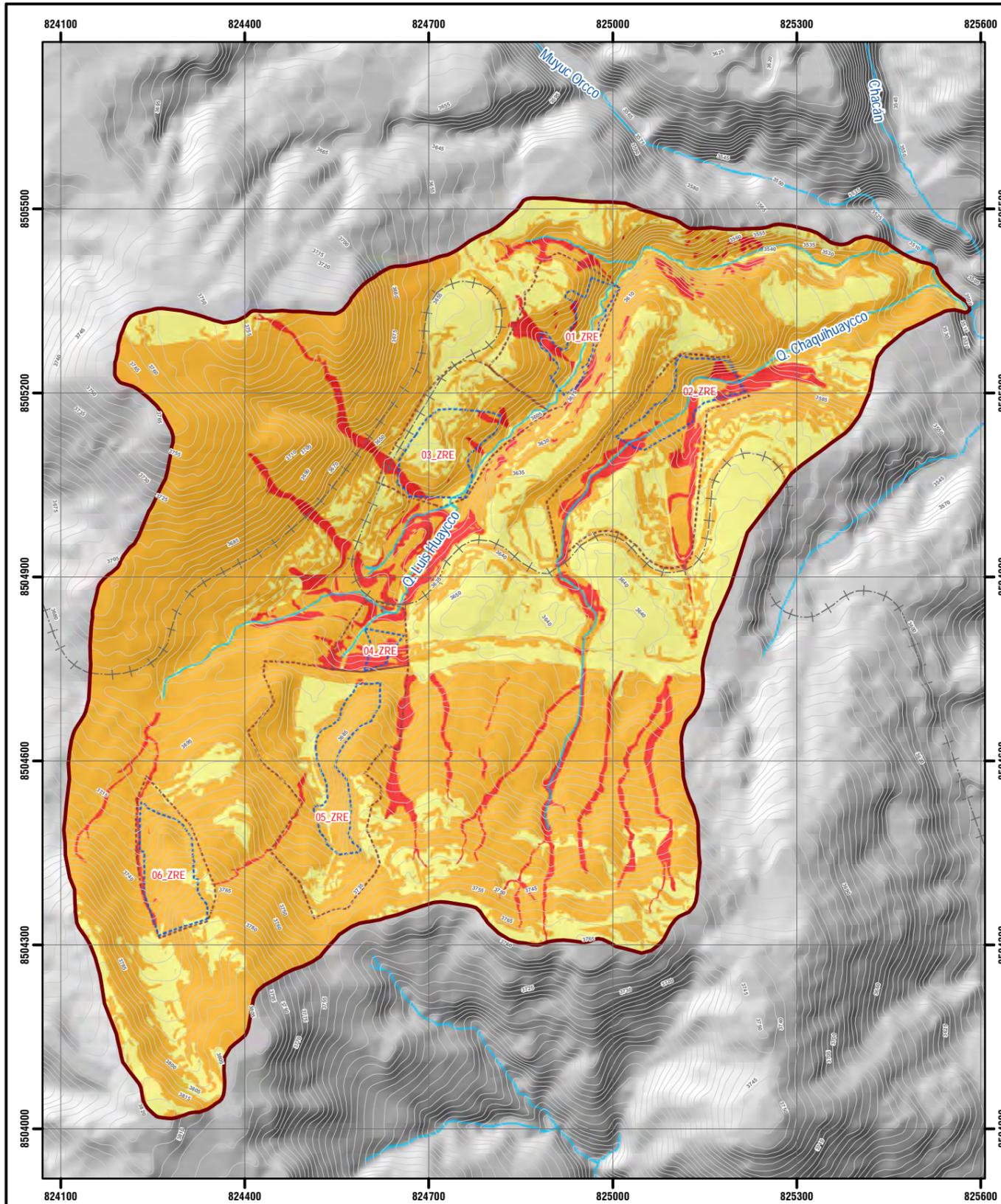
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: COBERTURA VEGETAL

SECTOR:	TICA TICA	CODIGO:	EVAR 13
FUENTE:	ELABORADO POR:	ESCALA:	
GEOLÓGICA 50 K Hoja 27-3 Hoja 28-1	- BACH. STACI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	1:7,000 MAYO-2024	



LEYENDA

— CURVAS_5M	+	— RED HIDRICA	— AREA_ZRE	— AREA_ESTUDIO_ZRE	— AREA_CUENCA
NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD					
[Red Box] MUY ALTA					
[Orange Box] ALTA					
[Yellow Box] MEDIA					

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

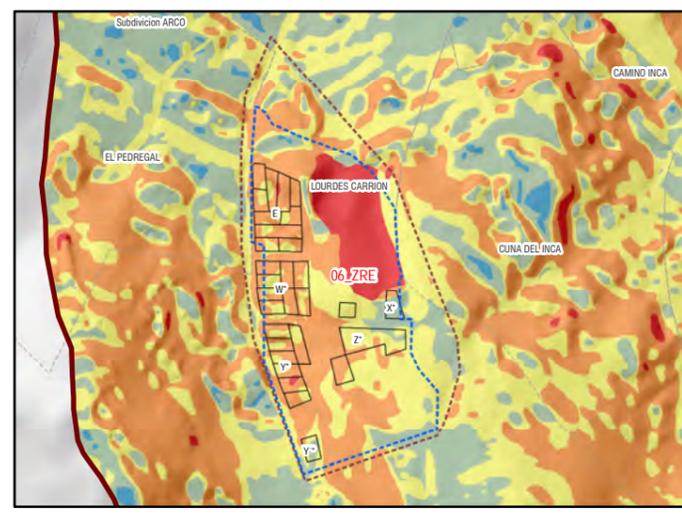
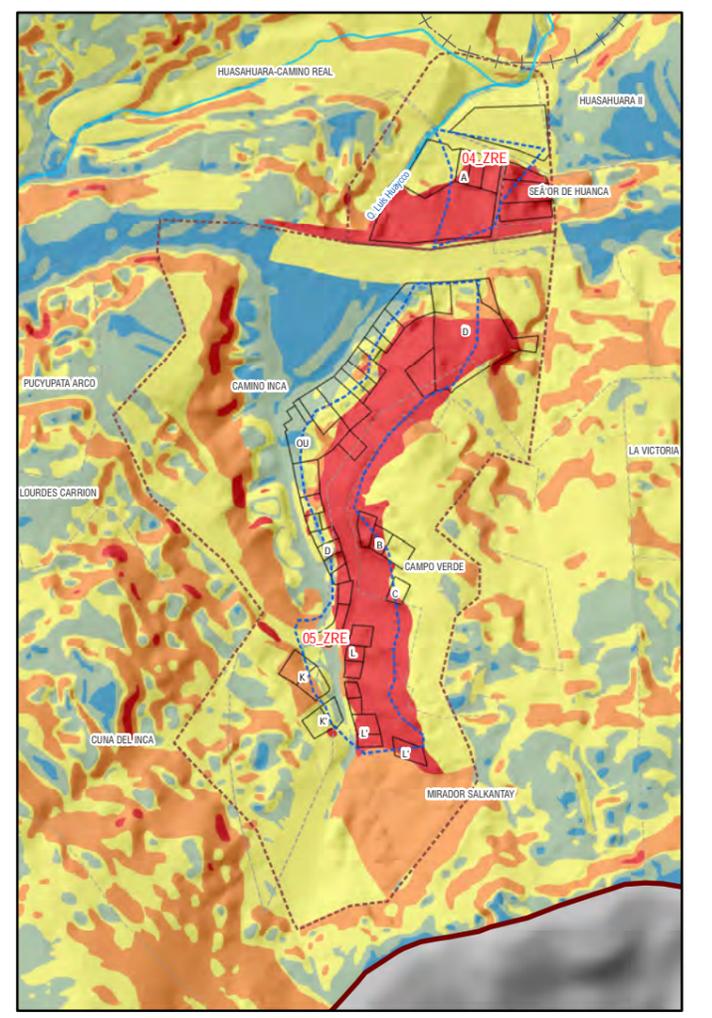
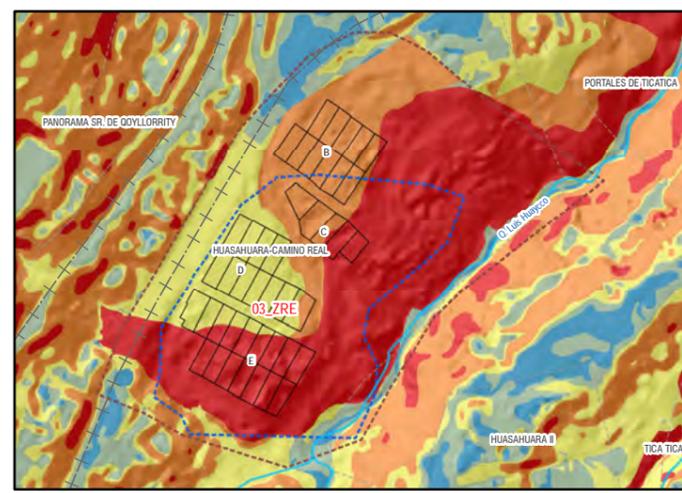
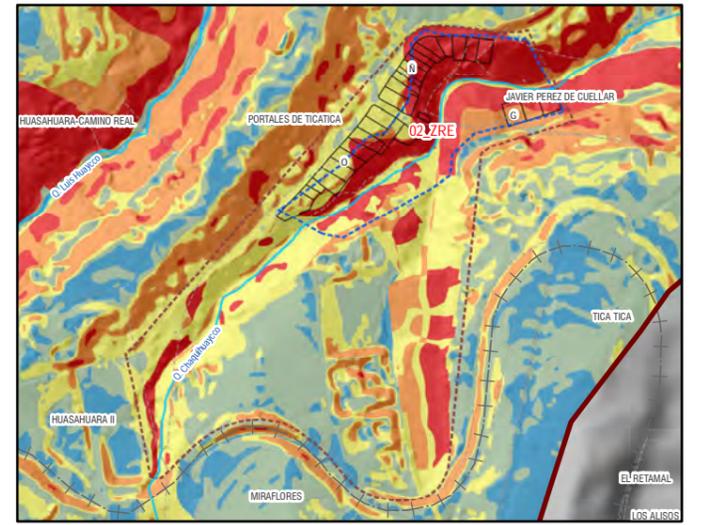
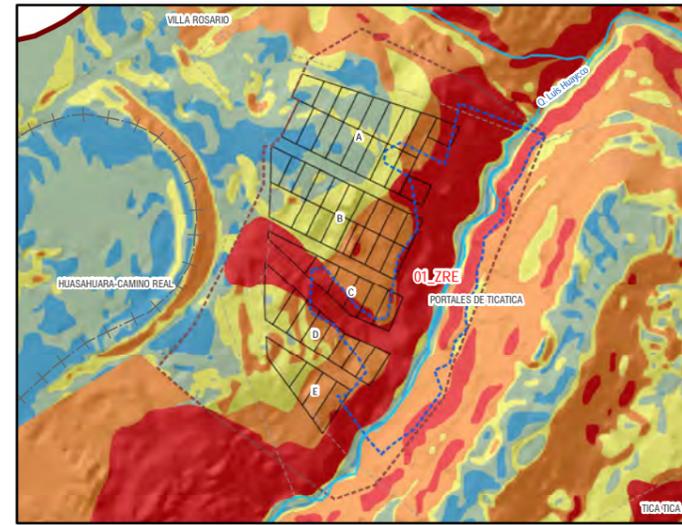
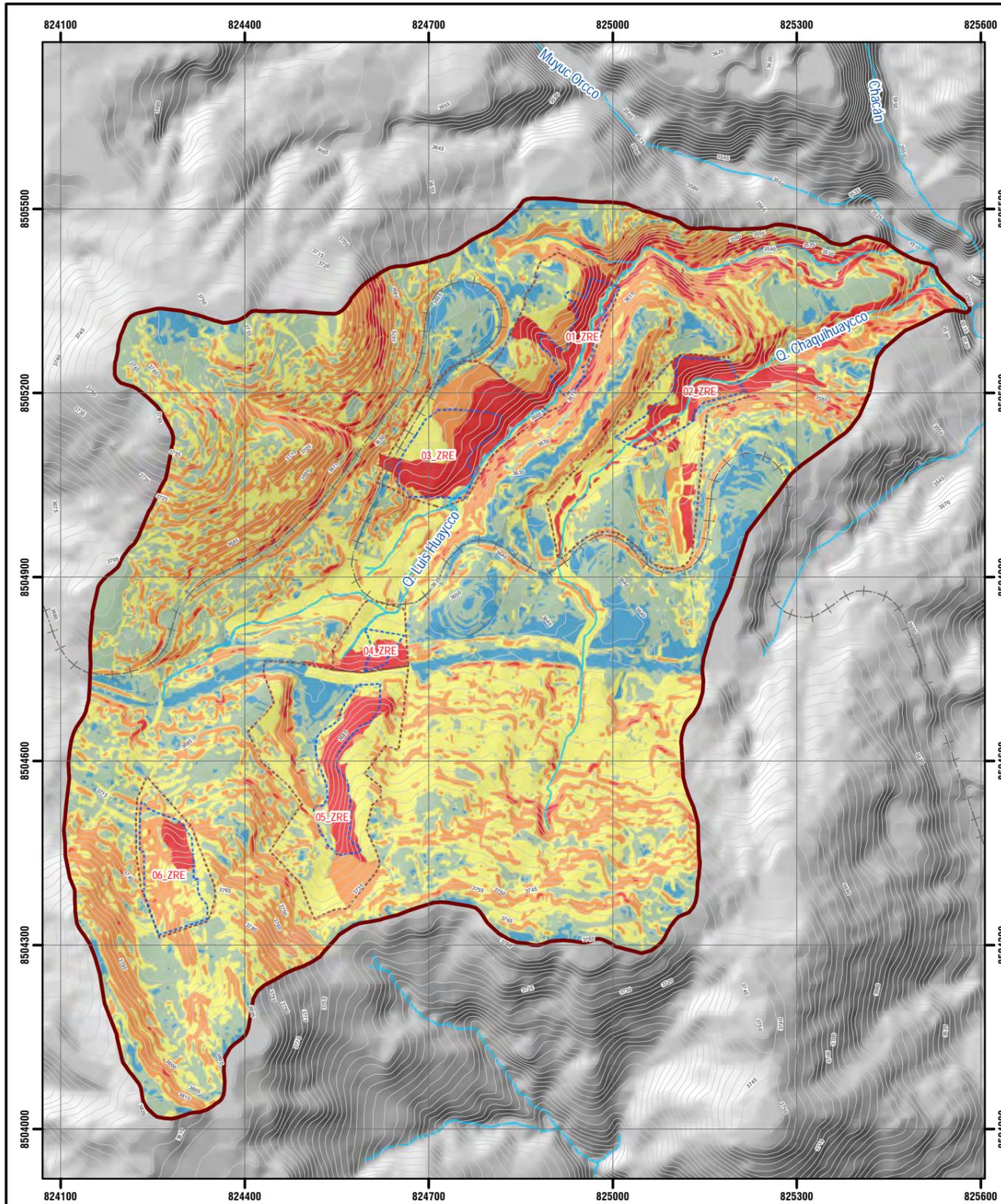
SISTEMA DE COORDENADAS
 WGS 1984 UTM Zon 18 S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000
 False Northing: 10,000
 Central Meridian: -75.0
 Scale Factor: 0.999618
 Latitude of Origin: 0.0
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

MAPA: SUSCEPTIBILIDAD

ELABORADO POR: [Name]
 ESCALA: [Scale]

EVAR 14



LEYENDA

— CURVAS_5M	NIVEL DE ESTABILIDAD
++ VIA FERREA	■ Inestabilidad Alta
— RED HIDRICA	■ Inestabilidad Media
--- AREA_ZRE	■ Inestabilidad Baja
--- AREA_ESTUDIO_ZRE	■ Estabilidad Baja
— AREA_CUENCA	■ Estabilidad Media

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

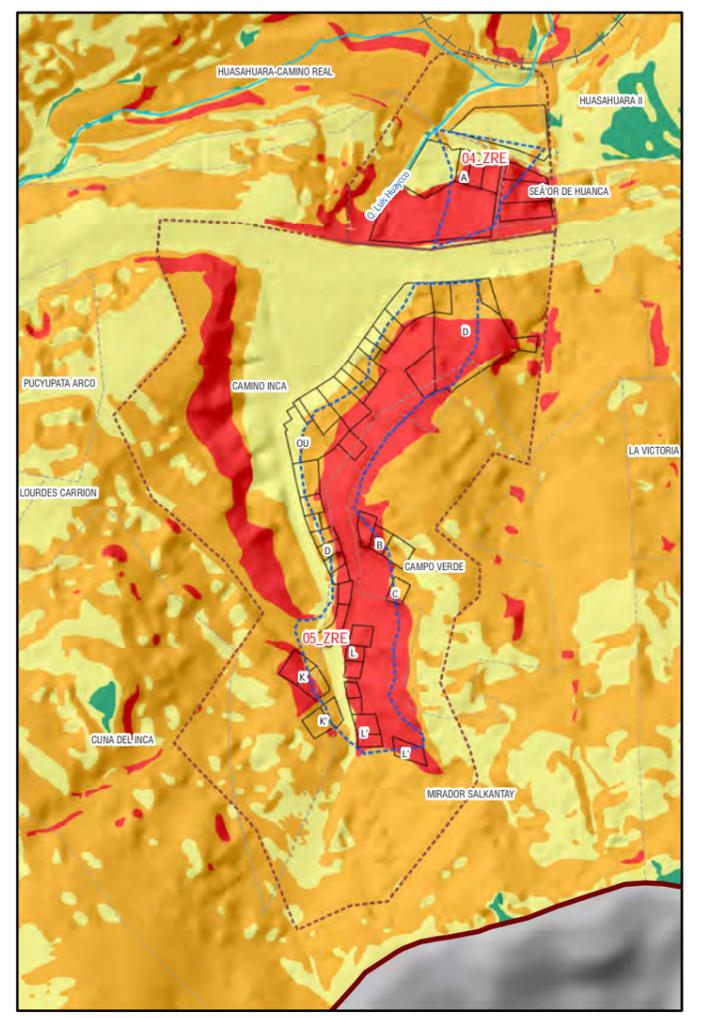
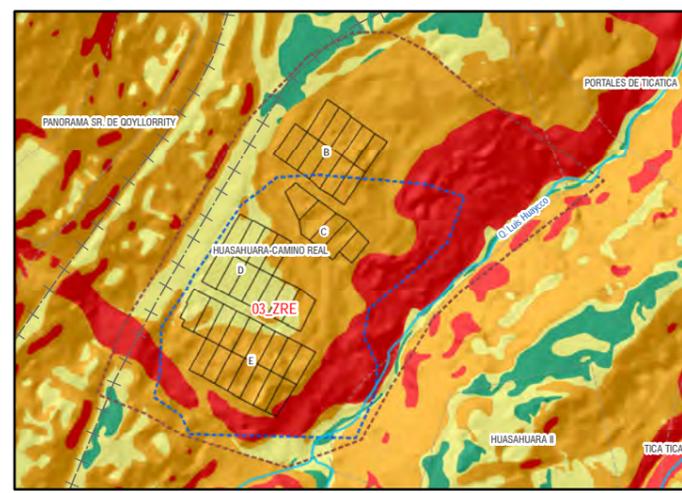
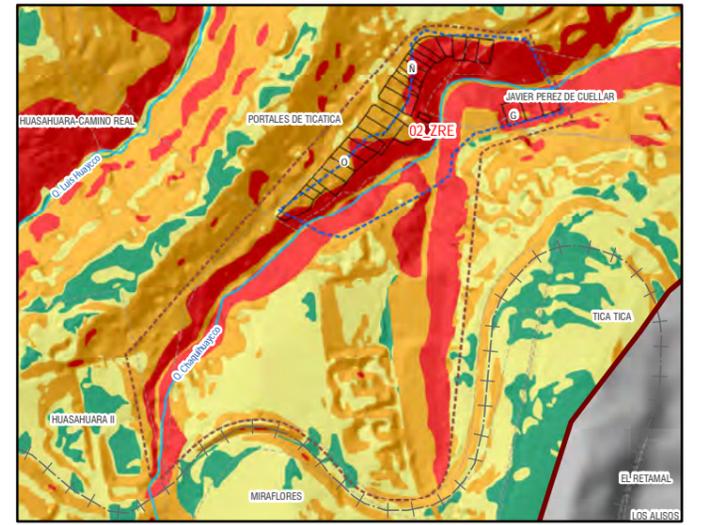
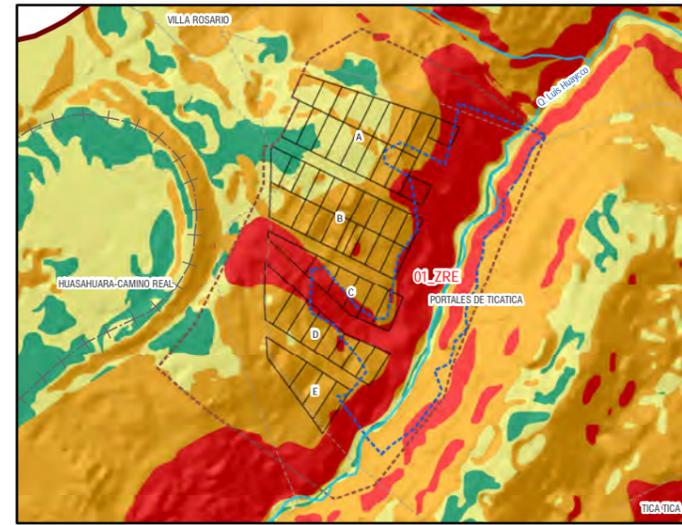
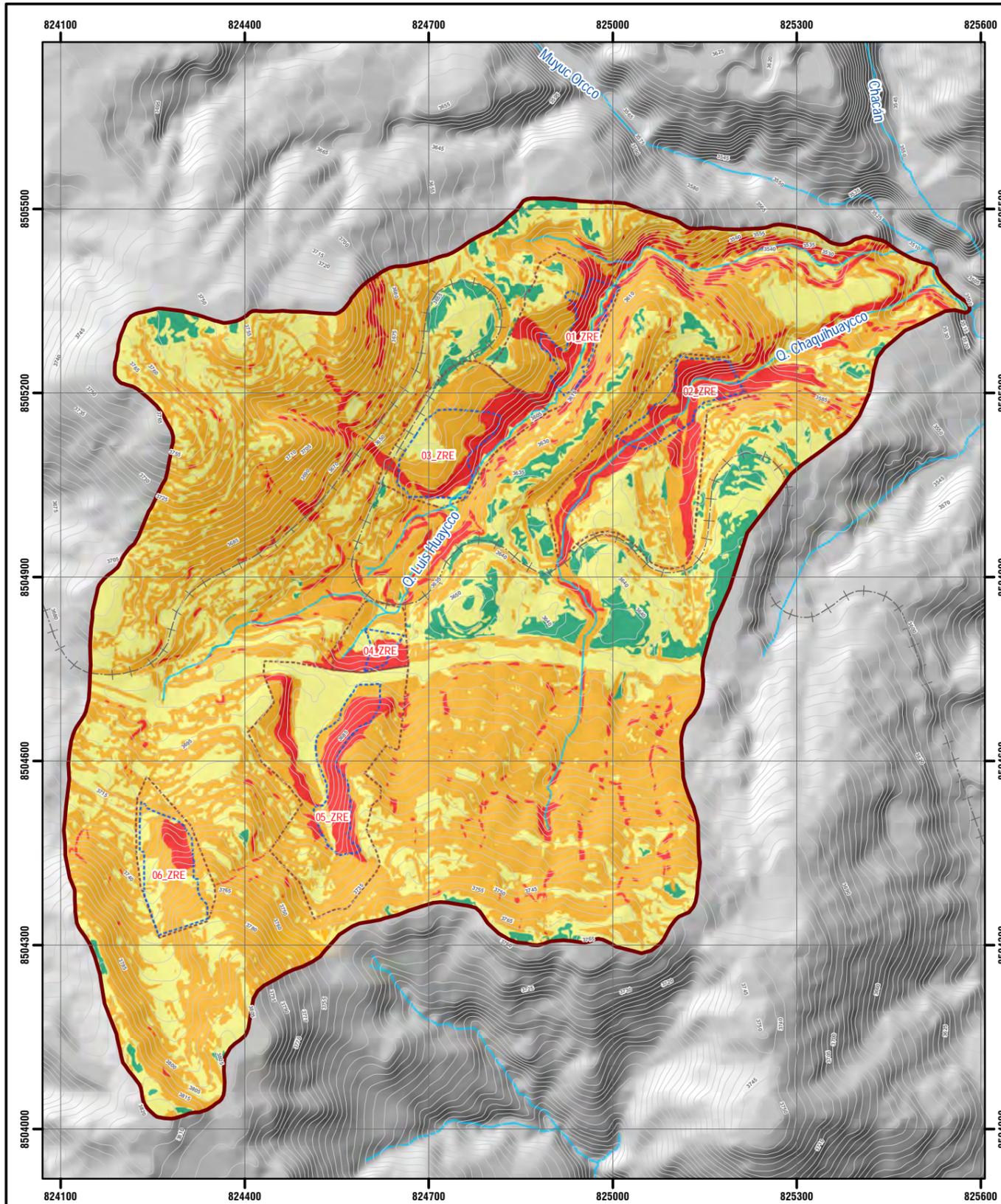
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: ZONIFICACIÓN AREAS INESTABLES

SECTOR: TICA TICA	CODIGO: EVAR 15
FUENTE:	ELABORADO POR: - BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ
UBICACIÓN: REGION : CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO : CUSCO	ESCALA: 1:8,500 MARZO - 2024



LEYENDA

— CURVAS_5M	— NIVEL DE PELIGRO
++ VIA FERREA	■ MUY ALTO
— RED HIDRICA	■ ALTO
--- AREA_ZRE	■ MEDIO
--- AREA_ESTUDIO_ZRE	■ BAJO
■ AREA_CUENCA	

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

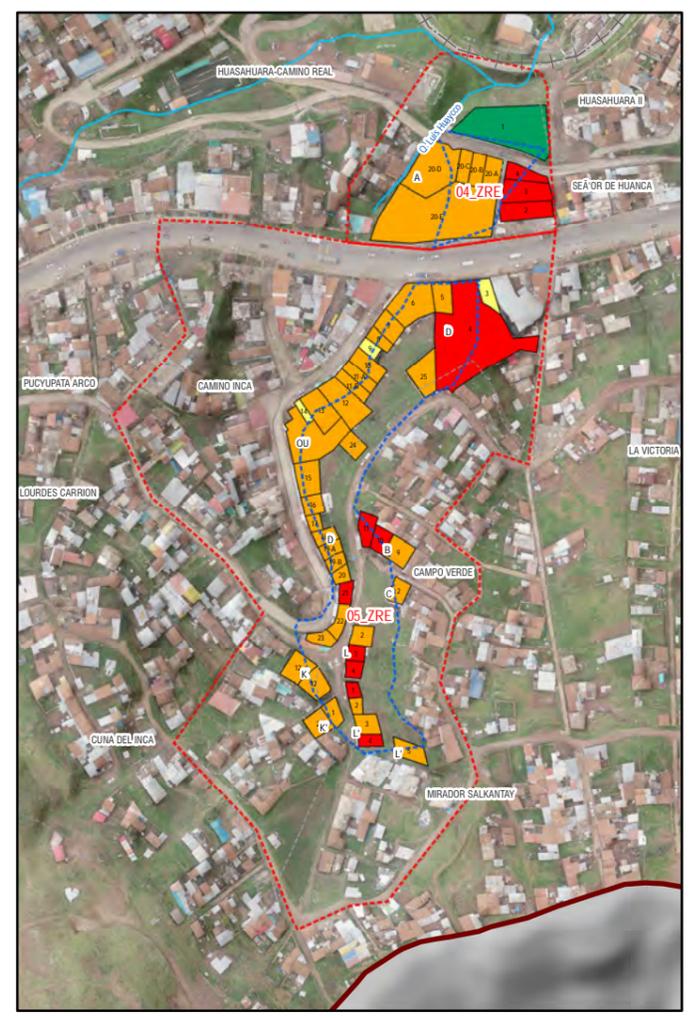
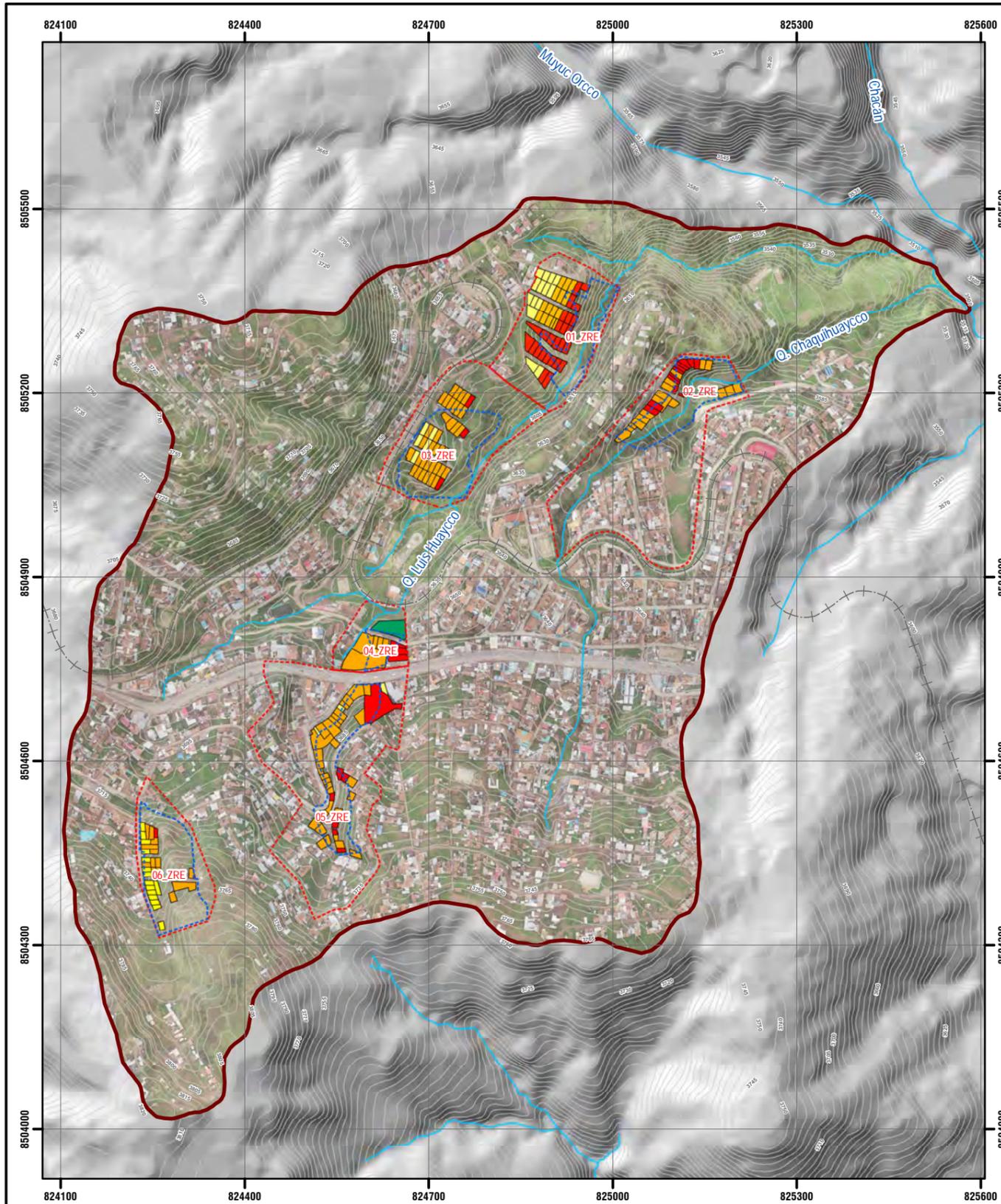
SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: PELIGRO

SECTOR:	TICA TICA	CODIGO:	EVAR 16
FUENTE:	UBICACIÓN: REGION: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: CUSCO	ELABORADO POR: - BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA - BACH. GABRIELA VARGAS CURSE ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ	ESCALA: 1:8,500 MAYO - 2024



LEYENDA

- CURVAS_5M
- ++ VIA FERREA
- RED HIDRICA
- AREA_ZRE
- AREA_ESTUDIO_ZRE
- AREA_CUENCA

NIVEL DE RIESGO

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO
- BAJO

ESCALA GRÁFICA

0 25 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 18S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500,000.0000
 False Northing: 10,000,000.0000
 Central Meridian: -75.0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0.0000
 Units: Meter

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DE LAS ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL EN LAS QUEBRADAS LUIS HUAYCCO Y CHAQUIHUAYCCO UBICADO EN EL SECTOR TICA TICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO - 2021"

MAPA: RIESGO

SECTOR: TICA TICA

UBICACIÓN: REGION: CUSCO, PROVINCIA: CUSCO, DISTRITO: CUSCO

ELABORADO POR: BACH. STAGI ADIETH NDA HUANCA, BACH. GABRIELA VARGAS CURSE

ASESOR: DRA. JOSEFINA ESCALANTE GUTIERREZ

ESCALA: 1:8,500

FECHA: MARZO - 2024

CÓDIGO: **EVAR 18**