

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“EVALUACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS DE
LA ZONA URBANA, DISTRITO DE OLLACHEA –
CARABAYA”**

TESIS

Presentada por:

MIRIAN CASTRO QUISPE

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Puno-Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TESIS

“EVALUACION DE RIESGOS GEOLOGICOS DE LA ZONA URBANA,
DISTRITO DE OLLACHEA – CARABAYA”

Presentada por:

MIRIAN CASTRO QUISPE

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEOLOGO



APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE:

Dra. Sofia Lourdes Benavente Fernández

PRIMER MIEMBRO:

M.Sc. E. Samuel Machacca Hanco

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. Ruth Lucy Quispe Sandoval

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Luis Vicente Ortiz Gallegos

ASESOR:

M.Sc. Leonel Palomino Ascencio

AREA: Seguridad y Medio Ambiente.

TEMA: Geodinámica y Riesgos Geológicos.

DEDICATORIA

A DIOS,

Por haberme dado la vida y oportunidad de lograr uno de mis primeros objetivos trazados.

A mi madre, ROSALIA,

Por ser el motor de mi vida, por haberme educado y soportado todos mis errores, por haber creído en mí hasta en los momentos más difíciles, por el amor que siempre me has brindado.

¡Gracias por todo mami!

A mis hermanos, EFRAIN, DAVID y SAMUEL,

Por todas las enseñanzas, alegrías, tristezas y momentos inolvidables que nos ha tocado vivir juntos, los llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi Director y Asesor de tesis: Ing. Luis Ortiz Gallegos e Ing. Leonel Palomino Ascencio respectivamente, por su apoyo y orientación durante el desarrollo de la presente tesis.

A mis jurados de tesis: Dra. Sofía Benavente Fernández, M.Sc. Samuel Machaca Hancoco e Ing. Ruth Quispe Sandoval; por su contribución al enriquecimiento de la presente investigación.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de la Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme transmitido sus conocimientos y experiencia profesional.

A todos mis amigos, en especial a los de la Escuela Profesional de Ingeniería geológica Maribel, Yenny, Betsabe, Rubén y Andy los que siempre fueron un impulso en los diferentes ámbitos de mi vida.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS

LISTA DE TABLAS

LISTA DE SIGLAS Y SIMBOLOS

RESUMEN XII

ABSTRACT XIII

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. –GENERALIDADES..... 1

1.2.- ANTECEDENTES..... 2

1.3.- FORMULACION DEL PROBLEMA 4

1.4.- HIPOTESIS..... 5

1.5.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO 5

1.5.1.- OBJETIVO GENERAL 5

1.5.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 5

1.6.- ETAPAS DEL ESTUDIO 6

1.6.1.- FASE DE CAMPO 6

1.6.2.- FASE DE GABINETE..... 6

1.6.2.1.- Procesamiento y Sistematización de Información de Campo..... 6

1.7.- METODOLOGIA DE INVESTIGACION 6

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1.- TECTONICA LOCAL..... 10

2.1.1.- PARAMETROS DE EVALUACION10

2.1.2.-SUSCEPTIBILIDAD11

2.1.2.1.- Factores Condicionantes 11

2.1.2.2.- Factores desencadenantes..... 12

III

2.2.- GEOINDICADORES AMBIENTALES	12
2.2.1.-GEOINDICADORES EN EL PLANEAMIENTO AMBIENTAL URBANO	13
2.3.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA .	14
2.4.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA	19
2.4.1.- MOVIMIENTO DE MASAS	19
2.4.2.- TIPOS DE MOVIMIENTO DE MASAS.....	20
2.5.-PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICO.....	23
2.6.-TERMINOLOGIA.....	25

CAPITULO III

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

3.1 ASPECTOS GENERALES	28
3.1.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD.....	28
3.1.2 ASPECTOS POBLACIONALES Y SOCIO ECONOMICOS.....	29
3.1.3.- ASPECTOS CLIMATICOS	35
3.1.3.2.- Flora.....	38
3.1.3.3.- Fauna.....	40
3.2 FACTOR HIDROLOGICO	41
3.3.- ASPECTOS GEOLOGICOS	42
3.3.1.-GEOMORFOLOGIA.....	42
3.3.1.1.-Geomorfologia Regional	42
3.3.2.-SISTEMAS Y UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	44
3.3.3.-GEOLOGIA LOCAL	51
3.3.3.1.-Afloramientos Rocosos	51
3.3.4.-GEOLOGIA ESTRUCTURAL	54
3.3.4.1.-Características Sismotectónicas Regionales.....	56
3.4.-PELIGROS GEOLOGICOS.....	56
3.5.-GEOTECNIA.....	57
3.5.1.-DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE SUELOS	57
3.5.2 CARATERIZACION DE MACIZOS ROCOSOS	59

CAPITULO IV**ANALISIS DE RESULTADOS**

4.1.- ANALISIS Y EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD	63
4.1.1.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA	63
4.1.2.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA	64
4.2.- PARAMETROS DE EVALUACION GENERAL	66
4.2.1.2.- Factores Descencadenantes	67
4.3.- DEFINICION DE LAS ZONAS SEGUN EL PELIGRO	68
4.4.- ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	70
4.4.1.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES.....	70
4.4.2.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS EXPOSICION ECONOMICA	72
4.4.3.- ANÁLISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL	73
4.5.- DETERMINACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	77
4.6.- IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO.....	78
4.7.- MEDIDAS DE PREVENCION	81
4.7.1.- Flujos de Detritos o Deslizamientos de lodos.....	81
4.7.2.- CAIDAS DE ROCAS	82
4.7.3.- EROSION FLUVIAL	86
4.7.4.- EROSION DE LADERAS.....	87
4.7.5.- PROGRAMAS DE VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA	88
4.7.6.- PROGRAMAS DE EDUCACION AMBIENTAL	88
4.8.- RIESGO RESIDUAL	89
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES.....	95
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCION	PAG.
Figura 1:	Plano cartesiano en el eje X y el eje Y.....	8
Figura 2:	Sismo originado por una falla geológica.....	14
Figura 3:	Distribución espacial de la actividad sísmica en el Departamento de Puno	16
Figura 4:	Principales sistemas de fallas del Cuaternario presentes en la región sur del Perú.	16
Figura 5:	Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismorresistente	17
Figura 6:	Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos.	18
Figura 7:	Cárcavas formadas por concentración de aguas que bajan desde la corona de la ladera y labran el fondo.	19
Figura 8:	Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos	21
Figura 9:	Podemos observar las construcciones desordenadas y sin planeamiento.	30
Figura 10:	Patrimonio Arqueológico de Moyoqpampa	35
Figura 11:	Flora de la zona de estudio.	39
Figura 12:	Áreas intervenidas de unidades vegetales.	39
Figura 13:	Puma Andino.	40
Figura 14:	Oso de Anteojos.	40
Figura 15:	Pájaro Carpintero.	41
Figura 16:	Cóndor Andino.	41

Figura 17: Cause hidrológico de la zona de	42
Figura 18: Sistema fluvial de Ollachea	45
Figura 19: Muestra las terrazas y la población está en la de mayor diámetro.	46
Figura 20: Valle fluvial por erosión distrito de ollachea.....	46
Figura 21: Cárcavas producidas en rocas y suelos.	47
Figura 22: Podemos observar el sistema montañoso.....	48
Figura 23: Vertiente de roca que corta el terreno abruptamente(Escarpas). ..	49
Figura 24: Valle formado por desgaste glaciares.	50
Figura 25: Características del relieve modificadas por el sistema antrópico....	50
Figura 26: Secuencia de pizarras.....	52
Figura 27: Muestra la división de la sub zona de estudio en 4.	62
Figura 28: Construcción de andenes por su forma escalonada	82
Figura 29: Muros de contención.....	84
Figura 30: Muros de Jaula o Gaviones.....	85
Figura 31: Espigones	87

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCION	PAG.
Cuadro 1:	Coordenadas UTM de la zona de estudios.....	28
Cuadro 2:	Vías de accesibilidad zona de estudio.....	29
Cuadro 3:	Crecimiento poblacional desde el año 1981 hasta 2007.....	31
Cuadro 4:	Planificación de material de las viviendas urbana y rural.....	34
Cuadro 5:	Precipitación.....	36
Cuadro 6:	Temperatura máxima.....	36
Cuadro 7:	Temperatura mínima.....	37
Cuadro 8:	Fenómeno de Geodinámica Interna.....	63
Cuadro 9:	Geodinámica Externa movimiento de masa.....	64
Cuadro 10:	Parámetros de erosión de suelo.....	64
Cuadro 11:	Parámetros de evaluación erosión de suelo.....	65
Cuadro 12:	Evaluación por descenso de temperatura.....	65
Cuadro 13:	Parámetros de evaluación por descenso de temperaturas.....	66
Cuadro 14:	Parámetros de Evaluación General.....	66
Cuadro 15:	Parámetros de Factores Condicionantes.....	67
Cuadro 16:	Parámetros de Factores Desencadenantes.....	67
Cuadro 17:	Definición de las zonas A, B, C, D.....	68
Cuadro 18:	Exposición social.....	70
Cuadro 19:	Fragilidad Social.....	71
Cuadro 20:	Resiliencia Social.....	71
Cuadro 21:	Exposición Económica.....	72
Cuadro 22:	Fragilidad Económica.....	72
Cuadro 23:	Resiliencia Económica.....	73

Cuadro 24: Exposición Ambiental.	73
Cuadro 25: Fragilidad Ambiental.	74
Cuadro 26: Resiliencia Ambiental.	74
Cuadro 27: Identificación de peligros en la Zona A.	78
Cuadro 28: Identificación de peligros en la Zona B.	79
Cuadro 29: Identificación de peligros en la Zona C.	80
Cuadro 30: Identificación de peligros en la Zona D.	81
Cuadro 31: Cuadro de Mapeo de Procesos para identificar el Riesgos Residual.	90
Cuadro 32: Interpretación del Riesgo Residual Zona A.	91
Cuadro 33: Interpretación del Riesgo Residual Zona B.	91
Cuadro 34: Interpretación del Riesgo Residual Zona C.	92
Cuadro 35: Interpretación del Riesgo Residual Zona D.	92

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCION	PAG.
	Tabla 1: Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo.	9
	Tabla 2: Factores Condicionantes.....	11
	Tabla 3: Factores Desencadenantes.	12
	Tabla 4: Tipo de Movimientos de Masa.....	20
	Tabla 5: Tipo de energía en las Viviendas.	31
	Tabla 6: Tipo de Abastecimiento de agua en las viviendas.	32
	Tabla 7: Tipo de desagüe en las viviendas.	32
	Tabla 8: Actividad Económica.....	33
	Tabla 9: Dominios Morfológicos.	44
	Tabla 10: Eventos sísmicos en Carabaya.	56
	Tabla 11: NIVELES DE PELIGROSIDAD: Matriz de peligro.	69
	Tabla 12: Matriz de vulnerabilidad.	77
	Tabla 13: Medidas Sociales.	89

LISTA DE SIGLAS

CENEPRED:	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de desastres.
CIRSOC 301:	Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad de Obras Civiles – Argentina.
CHM :	Central Hidroeléctrica Machupicchu.
GPS:	Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.
GSI:	Indice Geológico de Resistencia “Geological Strength Index”.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
INDECI:	Instituto Nacional de Defensa Civil.
INGEMMET:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
IGP:	Instituto Geofísico del Perú.
IUGS:	International Unión of Geological Sciences, Unión Internacional de Ciencias Geológicas.
Jm-si:	Jurasico interior – medio Sienita Nefelinica.
M.S.N.M.:	Altitud en metros sobre el nivel del mar.
Os - s:	Ordovícico Superior - Formación Sandía.
Ps-mi :	Permiano superior-Grupo Mitu.
PT-mzg/gr:	Complejo Granítico de San Gabán.
Q:	Depósitos Cuaternarios.
Q-mo:	Cuaternario Deposito Morrenicos
Q-fg:	Cuaternarios Depósito Fluvioglacial.
Q-al:	Cuaternario Depósito aluvial.
RQD:	Indice de calidad de rocas “Rock Quality Designation”.
SAN GABAN S.A.:	Empresa de Generación Eléctrica San Gabán S.A.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SINADECI:	Sistema Nacional de Defensa Civil del Perú.
SIGDA:	Sistema de Información Geográfica de Arqueología.
SD - a:	Silurico Devoniano-Formación Ananea.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Ollachea, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno, el cual comprende el Estudio de los niveles de riesgos geológicos hallados en la zona a fin de conocer los peligros y zonas vulnerables a los que está expuesto la población, el objetivo principal es determinar el nivel de riesgo geológico de la zona Urbana de Ollachea. Establecer los criterios adecuados para poder prevenir a la población de posibles desastres naturales. La ocurrencia de desastres naturales asociado a peligros geológicos principalmente son los movimientos de masas de roca y suelo en periodos de fuerte precipitación fluvial; y su morfología donde se presentan relieves con fuerte desniveles en las cimas y en el fondo del valle, laderas y tramos encañonados debido principalmente a procesos de erosión, en las formaciones geológicas de la zona de estudio, tectónica, geodinámica externa y actividad sísmica. Para determinar los resultados obtenidos se planteó una serie de medidas de control de amenazas o peligros geológicos, teniendo en cuenta que una prevención adecuada puede reducir notablemente los daños que producen estos eventos a un nivel tolerable. Definiendo entonces una zona de vulnerabilidad media a alta por estar en un valle glaciar y también comprendida hoya amazónica, Finalmente se realiza una contribución textual de recomendaciones medidas de prevención para que los habitantes del Distrito de Ollachea puedan minimizar las vulnerabilidades halladas y convivan con los fenómenos y riesgos naturales con medidas de prevención.

Palabras clave: Desastres naturales, peligro geológico, prevención, riesgos geológicos, vulnerabilidad.

ABSTRACT

This research work was conducted in the District of Ollachea, Carabaya Province, Department of Puno, which includes the study of the levels of geological hazards found in the area in order to know the hazards and vulnerable areas to which it is exposed. the population, the main objective is to determine the level of geological risk of the Urban area of Ollachea. Establish the appropriate criteria to be able to prevent the population from possible natural disasters. The occurrence of natural disasters associated with geological hazards is mainly the movements of rock and soil masses in periods of heavy fluvial precipitation; and its morphology where there are reliefs with steep slopes in the peaks and at the bottom of the valley, slopes and canyon sections due mainly to erosion processes, in the geological formations of the study zone, tectonics, external geodynamics and seismic activity. To determine the results obtained, a series of measures to control threats or geological hazards was considered, taking into account that an adequate prevention can significantly reduce the damage caused by these events to a tolerable level. Defining a zone of medium to high vulnerability due to being in a glacial valley and also included in the Amazon basin. Finally, a textual contribution of preventive measures recommendations is made so that the inhabitants of the Ollachea District can minimize the vulnerabilities found and coexist with the phenomena and natural risks with prevention measures.

Key words: Natural disasters, geological danger, prevention, geological risks, vulnerability.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 . -GENERALIDADES

El Departamento de Puno, se encuentra ubicado en la zona sur del Perú entre la Cordillera Occidental y la selva Amazónica, por lo que presenta diferentes regiones naturales y debido a sus características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas, entre otras (factores condicionantes), lo exponen a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, como sismos, movimientos en masas, variación de temperatura (temporadas frías y calurosas) y erosión de suelos (factores desencadenantes); cada uno de estos con sus propias características como magnitud, intensidad, distribución espacial, periodo de retorno, etc. (parámetros de evaluación).

Esta realidad obliga a la generación de conocimientos y metodologías que ayuden a estratificar los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo y la zonificación de riesgos en los ámbitos geográficos expuestos al fenómeno natural como en el Distrito de Ollachea.

Los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural, sino de los niveles de vulnerabilidad y exposición de los centros urbanos y rurales, su localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, cercanía a fallas geológicas, etc., así como la fragilidad del tipo de infraestructura de material utilizado en sus construcciones precario o noble

utilizado como vivienda, y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural.

La zonificación de los riesgos servirá como un instrumento de gestión territorial por parte del Gobierno Regional, Provincial y Local para la elaboración e implementación del plan de Acondicionamiento Territorial, Plan de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial, etc., que ayudaran a un desarrollo sostenible.

La complejidad de la naturaleza y la diversidad de peligros, vulnerabilidades y riesgos que se presentan en nuestra región, deben ser tomadas en cuenta para incorporar los criterios de prevención y reducción de riesgos en los diferentes procesos de planificación, de ordenamiento territorial, de gestión ambiental, así como programas de inversión, de los distintos niveles (nacional, regional o local) y para horizontes determinados (corto, mediano y largo plazo).

1.2.- ANTECEDENTES

Los últimos acontecimientos de geodinámica externa producidos en el Perú han afectado diversas zonas pobladas causando pérdidas económicas y consecuencias sociales, es por ello la necesidad de estudiar científica y técnicamente los fenómenos naturales para así catalogar las áreas vulnerables, con ello se podrá minimizar y prevenir las amenazas a los que está expuesta la población.

Por testimonio de la población (entrevistas a personas que viven en el área de estudio) indican que la mayoría de desastres naturales ocurridos en la zona son de origen natural, dichos fenómenos geológicos recurrentes son movimientos de masas (deslizamientos de tierra, desprendimientos de roca, flujo de sedimentos, detritus, huaycos, etc.), causados en su mayoría por precipitaciones pluviales, los cuales no pueden ser neutralizados por ser de origen natural.

También indican que los movimientos telúricos tales como temblores causan movimiento de las masas de tierras y rocas, estos movimientos son de baja intensidad y poca frecuencia.

Los riesgos antrópicos identificados en su mayoría es la ubicación incorrecta de algunas viviendas en zonas vulnerables como laderas y al borde del río Ollachea los cuales están propensos a sufrir movimiento de masas por desgaste.

Considerando los antecedentes descritos y vividos por la población de Ollachea es necesario realizar un estudio de los diferentes niveles de riesgos geológicos a los que están expuesto y determinar el grado de peligro y vulnerabilidad de la zona de expansión urbana.

De acuerdo a lo descrito en el Compendio estadístico de prevención y atención de Desastres (2007). Como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales registradas en los últimos días del mes de enero 2003 el nivel del caudal de los ríos ramis - suche en la Provincia de Carabaya fueron afectados los distritos de Macusani, Ajoyani, Ayapata, Coasa, Corani, Crucero, Ituata, San Gaban, Usicayos y Ollachea, causando daños a personas, viviendas, daños a la agricultura y ganadería, daños a las vías de comunicación, daños a los servicios básicos, ejecutándose acciones de remediación realizadas por el Gobierno local, regional y nacional.

Por similitud de características tectónicas y datos históricos (actividad sísmica actual mínima); en la que se puede esperar sismos de intensidad intermedia entre los grados VI y VII en el año de 1928 y 1952 de grado 7.5 de la escala de Mercalli modificada; tipificada como Zona de Sismicidad Alta.

Ante la crítica situación el gobierno declaró en estado de emergencia mediante decreto supremo 010-2003-PCM. (Fuente. INDECI), Compendio estadístico de SINADECI.

Se tomó como referencia general el EIA San Gabán IV, en donde hace referencia la descripción de geología general, geomorfología, hidrología, flora y fauna, Así mismo los trabajos realizados en el año 1995 de San Gabán I y II de movimiento de masa por la empresa CESEL Ingenieros. Estudio de Impacto Ambiental del Embalse de Cinco Lagunas en la Cuenca del Corani, Afianzamiento Hídrico de la C.H. San Gabán II, junio 2005.

A nivel regional se tomó en cuenta el estudio de la central hidroeléctrica de Machupicchu la Cordillera Oriental es una unidad morfoestructural que contrasta con el Altiplano en el sur del Perú, Está formada principalmente por rocas metamórficas, granitos y granodioritas del Paleozoico inferior, rocas intrusivas de edad pérmica-triásica, así como rocas sedimentarias de edad mesozoica y cenozoica. Se caracteriza por presentar terrenos elevados y accidentados Las principales formas desarrolladas en esta unidad son, valles glaciares y morrenas en las partes altas de los nevados corresponden a las elevaciones más prominentes y exhiben pendientes empinadas a muy empinadas, y en ocasiones producen aludes o deslizamientos que forman flujos detríticos (aluviones) como el ocurrido en Aobamba el año de 1998 (Carlotto et al. 1999). Los estudios geológicos llevados ponen en evidencia dos fallas regionales Una de las fallas, de dirección NOSE denominada Urubamba controla la forma de meandro que tiene el río Urubamba. Otra falla, también de escala kilométrica y con dirección NO-SE, denominada Central Hidroeléctrica Machupicchu (CHM), es ligeramente paralela a la anterior, situada más al sur y controla también el meandro, Llegan a la conclusión que los fenómenos que afectan son de geodinámica externa, cuyo origen se relaciona con el agua y la gravedad. que contribuyeron al presente. En esta zona de estudio no se realizó ningún trabajo en específico sobre inestabilidad de laderas y taludes ya sea por alguna institución, gobierno o profesional particular, por ello en el presente estudio se realizará un inventario de las zonas vulnerables y las medidas de prevención.

1.3.- FORMULACION DEL PROBLEMA

La mayoría de desastres son de origen natural, se producen deslizamientos, desprendimiento de roca, flujo de sedimentos, huaycos, etc. causados por precipitaciones pluviales, los cuales no pueden ser neutralizados por su origen natural.

También construcción de viviendas en lugares no adecuados. Las autoridades locales en periodos de gestiones anteriores realizaron su habilitación urbana y expansión sin tomar en cuenta los diferentes riesgos derivados de los

fenómenos naturales a los que está expuesto la población, hoy en día es necesario tomar en consideración las zonas vulnerables y así evitar que los desastres naturales afecten el panorama económico y sociocultural de la zona.

Entonces:

- ¿Cuáles son los diferentes niveles de riesgo existentes en el Distrito de Ollachea – Zona Urbana?
- ¿Cuáles son las condiciones de vulnerabilidad a identificar para la zonificación de áreas de riesgo, habilitación, expansión urbana y esto contribuirá a la prevención de eventos geológicos naturales?

1.4.- HIPOTESIS

El conocimiento de los desastres naturales y la interpretación de sus riesgos nos ayudaran a evaluar el nivel de riesgos geológicos y vulnerabilidad a los que está expuesta la población de Ollachea con mayor criterio.

1.5.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.5.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar los riesgos geológicos de la zona urbana distrito de Ollachea-Carabaya que permitan establecer medidas de prevención y minimizar los desastres ocasionados por fenómenos naturales que afecten a la población.

1.5.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las amenazas geológicas que afectan a la zona de estudio, evaluando la tolerabilidad del riesgo en función de cada de peligro identificado.
- Determinar la vulnerabilidad de la zona urbana en su conjunto y el comportamiento de los fenómenos geológicos cíclicos naturales (riesgos geológicos) de la zona de estudio.

1.6.- ETAPAS DEL ESTUDIO

1.6.1.- FASE DE CAMPO

En esta primera etapa de trabajo se revisó y recopiló información bibliográfica de trabajos anteriores existentes de la zona de estudio como cartografía, imágenes satelitales, información del SENAMHI, información del IGP, INDECI, así como textos generales de riesgos geológicos.

Reconocimiento de campo y cartografiado de los fenómenos ocurridos, evaluar áreas vulnerables y zonas de riesgo, a escala 1/100 000 y levantamiento de inventario de vulnerabilidad.

Toma digital de datos de campo utilizando GPS, cámara digital, altímetra, brújula, etc.

Muestreo litológico, utilizando la metodología de muestreo aleatorio.

Levantamiento estratigráfico: Identificación de amenazas geológicas o peligros.

1.6.2.- FASE DE GABINETE

1.6.2.1.- Procesamiento y Sistematización de Información de Campo

Digitalización de mapas geológicas, secciones estratigráficas, y otros. Utilizando software AutoCAD y ARCGIS 10.2.

Ordenamiento y procesamiento de datos e información de campo y otros.

Consultas y edición final para la tesis de grado.

Determinación de Riesgos Geológicos.

1.7.- METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Para la evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural se identifican dos (02) tipos de análisis que están en función de la información sobre el ámbito geográfico del área evaluada, estos son:

a.- Informe Cualitativo de evaluación de riesgos: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en la experiencia y observaciones de campo debido a la inexistencia de información (registros históricos, estadísticos, estudios técnicos, etc.) del fenómeno de origen natural sobre el área geográfica de estudio (Manual CENEPRED v 2).

b.- Informe Semi Cuantitativo de evaluación de riesgos: Para la evaluación de riesgos implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en estudios técnicos anteriores (estudio de suelos, estudio de los ecosistemas, etc.) que tienen relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural y/o el área geográfica de estudio, así como su escala de trabajo (no detallada) que pueden ser incorporados en el informe de evaluación de riesgos por su utilidad (Manual CENEPRED V2).

Estimación de riesgos, siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada (Cardona ,1985).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad. (Manual CENEPRED v 2)

$$Rie|_t = f(Pi, Ve) | t$$

Donde:

Rie = Riesgo.

f = En función.

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

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e .

Para el análisis de peligros se identifican y caracterizan los fenómenos de origen natural mediante el análisis de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad. Asimismo, deberán analizar los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar. (Manual Básico de Estimación de Riesgo 2006).

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se haya determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente (Manual CENEPRED v 2).

Es decir, es el valor (X, Y) , en un plano cartesiano. Donde en el eje de la Y están los niveles del Peligro y en eje de la X están las Vulnerabilidades.

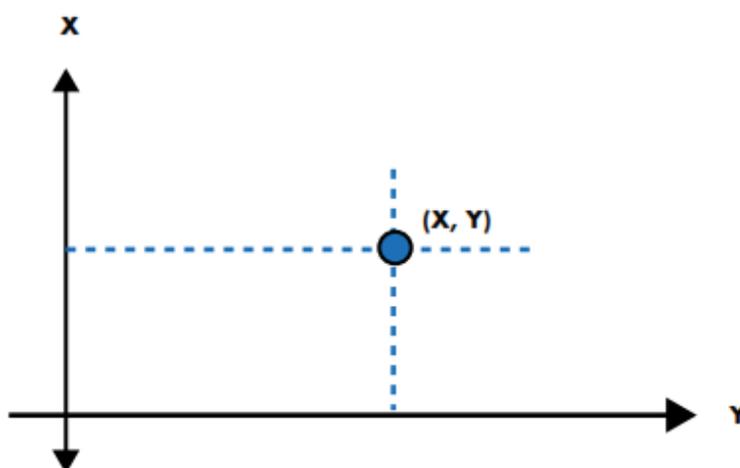


Figura 1: Plano cartesiano en el eje X y el eje Y.

Con los valores obtenidos del grado de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad total, se interrelaciona, por un lado (vertical), el grado de peligrosidad; y por otro (horizontal) el grado de vulnerabilidad total en la respectiva matriz. En la

intersección de ambos valores, sobre el cuadro de referencia, se podrá estimar el nivel de riesgo del área en estudio. (Manual CENEPRED v 2)

MATRIZ DE RIESGO

Este cuadro de doble entrada nos permite determinar el nivel del riesgo, sobre la base del conocimiento de la peligrosidad y de las vulnerabilidades.

Tabla 1: Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo.

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.26	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.26	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Se han establecido los siguientes rangos para cada uno de los niveles de riesgo:

Riesgo bajo	$0.001 \leq R < 0.005$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$

Fuente:(Manual CENEPRED V2).

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1.- TECTONICA LOCAL

La cordillera Oriental de los Andes se ha formado por levantamientos tectónicos sucesivos desde el Paleozoico hasta el presente, por lo que presenta una serie de fallas y pliegues longitudinales y transversales que forman la estructura interna del macizo cordillerano. El sistema tectónico más conspicuo está formado por las fallas inversas Ollachea, que cruzan el valle San Gabán con rumbo E-O, por la localidad de Ollachea.

Este sistema de fallamiento inverso; que, por su relación con los afloramientos de aguas geotermales bien calientes, podrían tener alguna actividad. Es necesario realizar una investigación geofísica detallada para determinar la estabilidad tectónica de esta zona (EIA san gabán IV).

2.1.1.- PARAMETROS DE EVALUACION

La caracterización de los fenómenos naturales nos muestra un panorama general de las formas particulares en las que estos se manifiestan en los ámbitos nacional, regional o local. Sin embargo, es de vital importancia el conocimiento de la recurrencia con las que se presentan para generar estrategias para la prevención y/o reducción de los impactos negativos que puedan ocasionar.

2.1.2.-SUSCEPTIBILIDAD

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). Modificado EIRD/ONU (2009).

2.1.2.1.- Factores Condicionantes

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio (ver Tabla 2), el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

Tabla 2: Factores Condicionantes.

FACTORES CONDICIONANTES	
GEOLOGIA	Estudia la forma exterior e interior terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y de su formación, de los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen
GEOMORFOLOGIA	Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndola, ordenándolas sistemáticamente e investigando su origen y desarrollo
FISIOGRAFIA	Descripción de los aspectos naturales del paisaje terrestre; relieve, modelado, vegetación, suelos, etc.
HIDROLOGIA	Estudia la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua: Incluyendo escorrentía, humedad del suelo, evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.
EDAFOLOGIA	Estudia la naturaleza y condiciones de los suelos en su relación con los seres vivos.

Fuente: (Modificado de EIA San Gabán IV 2009).

2.1.2.2.- Factores desencadenantes.

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. (Manual CENEPRED v 2)

Tabla 3: Factores Desencadenantes.

FACTORES DESENCADENANTES	
HIDROMETEOROLOGICOS	Lluvias, temperatura, viento, humedad del aire, brillo solar, etc.
GEOLOGICAS	Colisión de placas tectónicas, zonas de actividad volcánica, fallas geológicas, movimientos en masas, desprendimientos de grandes bloques, etc.
INDUCIDAS POR EL SER HUMANO	Actividades económicas, sobre explotación de recursos naturales, infraestructura, asentamientos humanos, crecimiento demográfico, etc.

Fuente:(Modificado de EIA San Gabán IV 2009).

2.2.- GEOINDICADORES AMBIENTALES

Los geoindicadores son las medidas de los procesos y fenómenos geológicos que ocurren en la superficie terrestre y están sujetos a cambios ambientales significativos en períodos menores a 100 años. Abarcan tanto los eventos catastróficos como los graduales, pero dentro de un espacio de vida humano.

La IUGS (International Unión of Geological Sciences) decidió, en 1992, a través de su Comisión de Ciencias Geológicas para el Planeamiento Ambiental (COGEOENVIRONMENT), establecer indicadores geológicos para utilizar en los informes ambientales y en el manejo de los ecosistemas.

Los geoindicadores deben ayudar a la respuesta de cuatro cuestiones básicas como:

- a) ¿Qué está sucediendo en el medio Ambiente? (condiciones y tendencias)
- b) ¿Por qué están sucediendo? (causas, vínculo entre influencias humanas y procesos naturales)
- c) ¿Por qué esto es significativo? (efectos ecológicos, económicos y salud)
- d) ¿Qué se puede hacer acerca de eso? (implicaciones en el planeamiento y las políticas).

Durante los últimos años, principalmente como resultado de varios desastres naturales ocurridos y en las cuales se identificaron pérdidas, la geología ha empezado a ser considerada fundamental en el diseño urbano, en la selección de lugares para la ubicación de rellenos sanitarios, obras de infraestructura civil o minera y en todo lo que tiene que ver con peligros naturales (Valenzuela 2003).

2.2.1.-GEOINDICADORES EN EL PLANEAMIENTO AMBIENTAL URBANO

La dificultad para diferenciar las mudanzas ambientales naturales de las causadas por el hombre, no se torna nada fácil en la administración de paisajes en las zonas urbanas, pero ignorar las fuerzas naturales en las actitudes políticas y prácticas parece ser la garantía del fracaso.

Los Geoindicadores son los indicadores de la sustentabilidad y representan la mejor garantía para las tendencias ambientales, fundamentales cuando se piensa en las necesidades de las futuras generaciones.

Los Geoindicadores pueden ser un buen instrumento para mejorar las investigaciones multidisciplinarias focalizándose en los cambios naturales e inducidos por el hombre en el paisaje, siendo el camino para la conexión con otros asuntos ambientales, económicos y sociales (Párrafo traducido de la Tesis de Maestría: Rego, C. (2003) Pág. 110).

2.3.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA

a.- SISMOS.

Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre.

Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla.

Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas corpóreas y superficiales (Manual CENEPRED v 2).

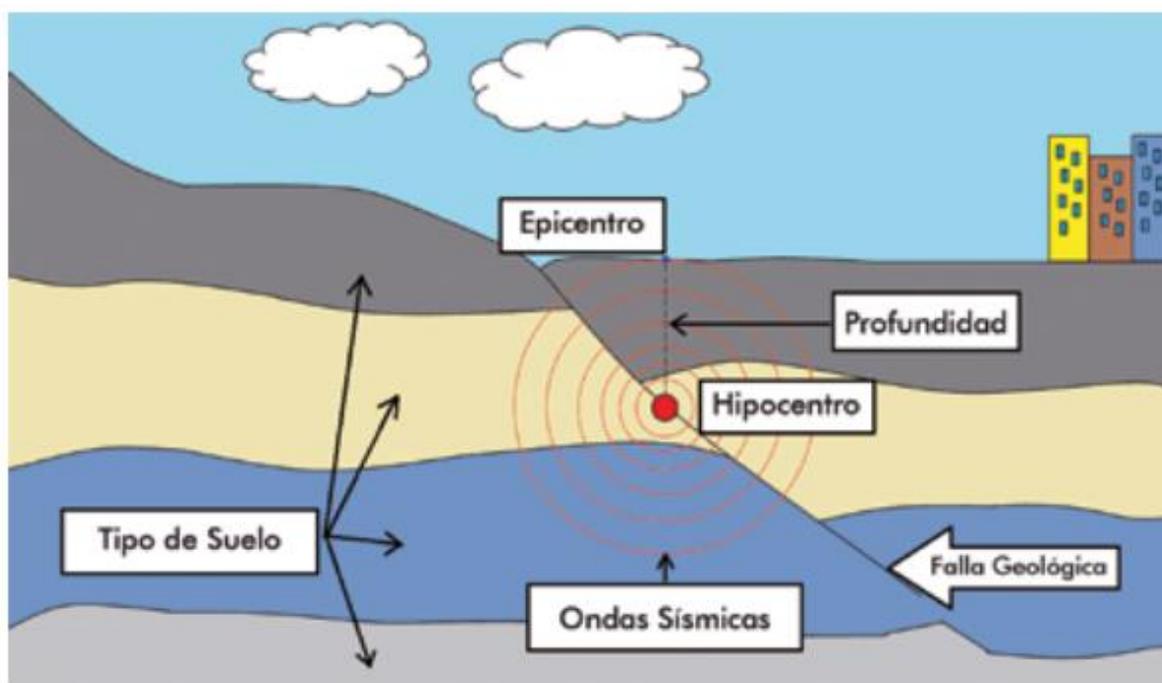


Figura 2: Sismo originado por una falla geológica. (Bernal I. 2000)

El 09 de abril de 1928, se registró un movimiento sísmico de grado VII en la escala de Mercalli Modificada, a las 12:30 horas que destruyó Ayapata, y Ollachea, en el Departamento de Puno, dejando como saldo cinco muertos, también el 26 de febrero de 1952 se registró otro movimiento sísmico de

magnitud 7,5 en la escala de Richter a las 06:31 horas afectando a las localidades de Coasa y Macusani cercano a Ollachea. (Fuente INDECI).

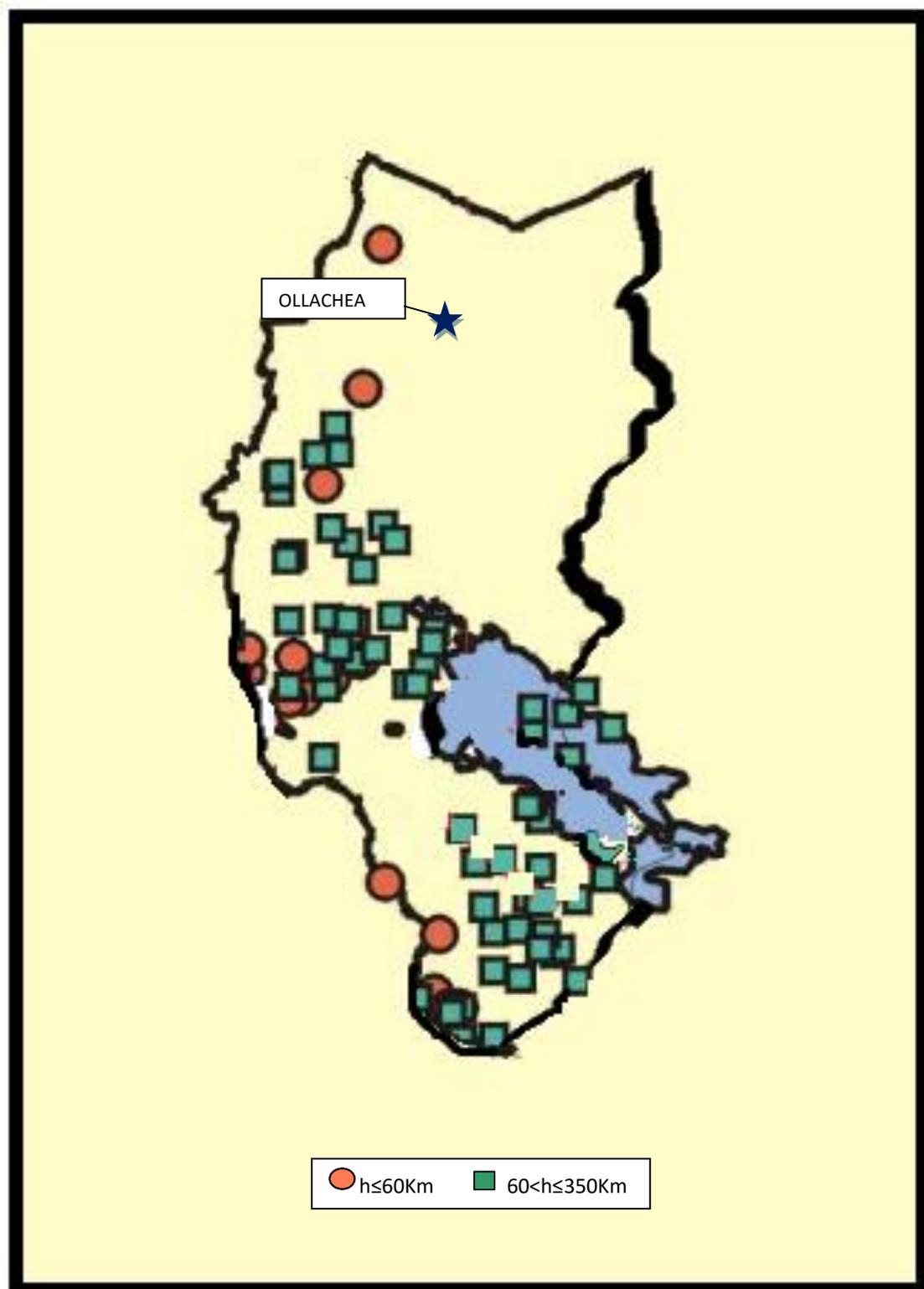


Figura 3: Distribución espacial de la actividad sísmica en el Departamento de Puno, para el periodo de 1960 a 2007, los símbolos indican el grado de profundidad de los sismos. (Consultora de Proyectos Andinos E.I.R.L.).

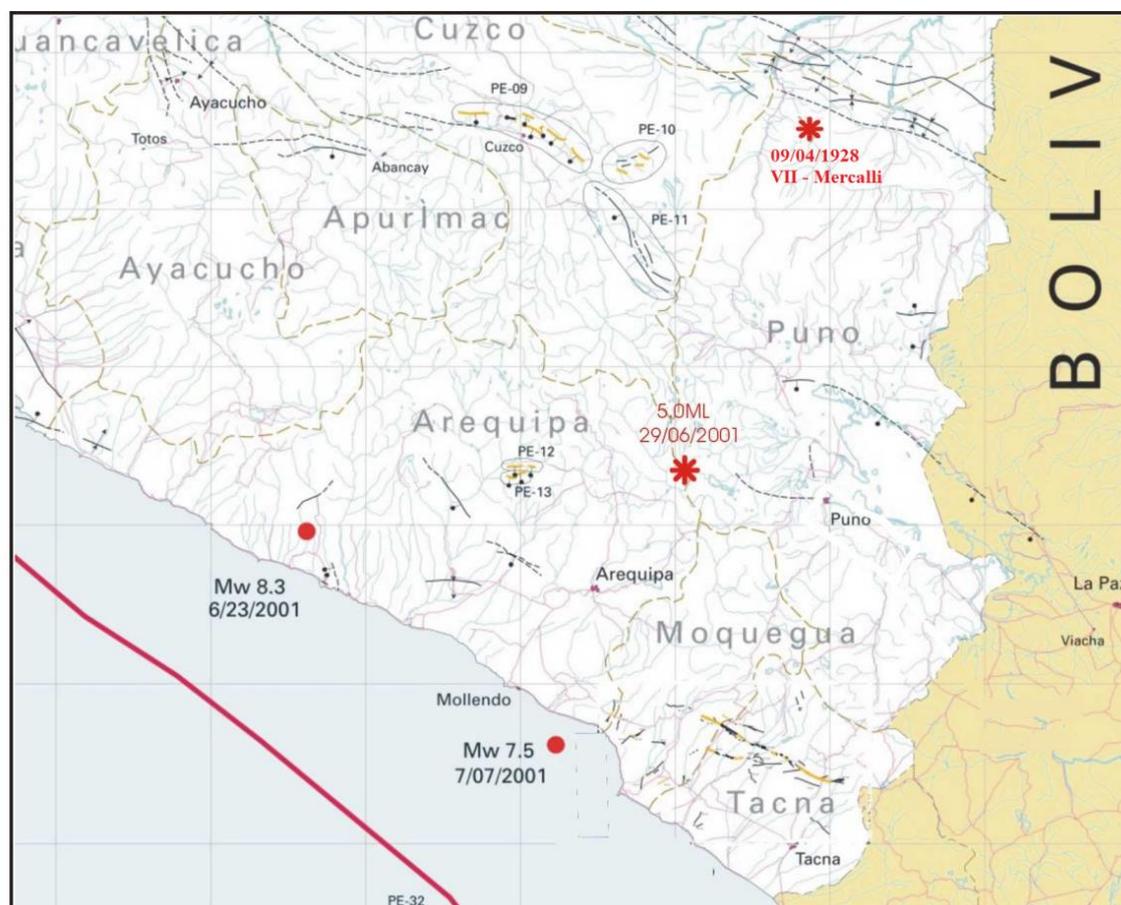


Figura 4: Principales sistemas de fallas del Cuaternario presentes en la región sur del Perú. Los puntos en rojo indican los epicentros de los sismos más grandes ocurridos en los últimos 100 años. Las trazas en interlineado indican la ubicación y dimensiones de las fallas presentes, los importantes lineamientos identificados podrían haber dado origen al sismo de Carabaya de 1928. (Alva Hurtado J; E. Meneses J; Guzmán V. (1984).

La información revisada indica que según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismorresistente E.030, del Reglamento Nacional de Construcciones (1997), el área de estudio se encuentra comprendida en la Zona 2, correspondiéndole una sismicidad media, con un factor de zona (Z) de 0,40. Dicho factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El área

del Proyecto, localizado en la provincia de Carabaya, distrito de Ollachea, está clasificado como de mediano peligro sísmico (Consultora de Proyectos Andinos E.I.R.L.).

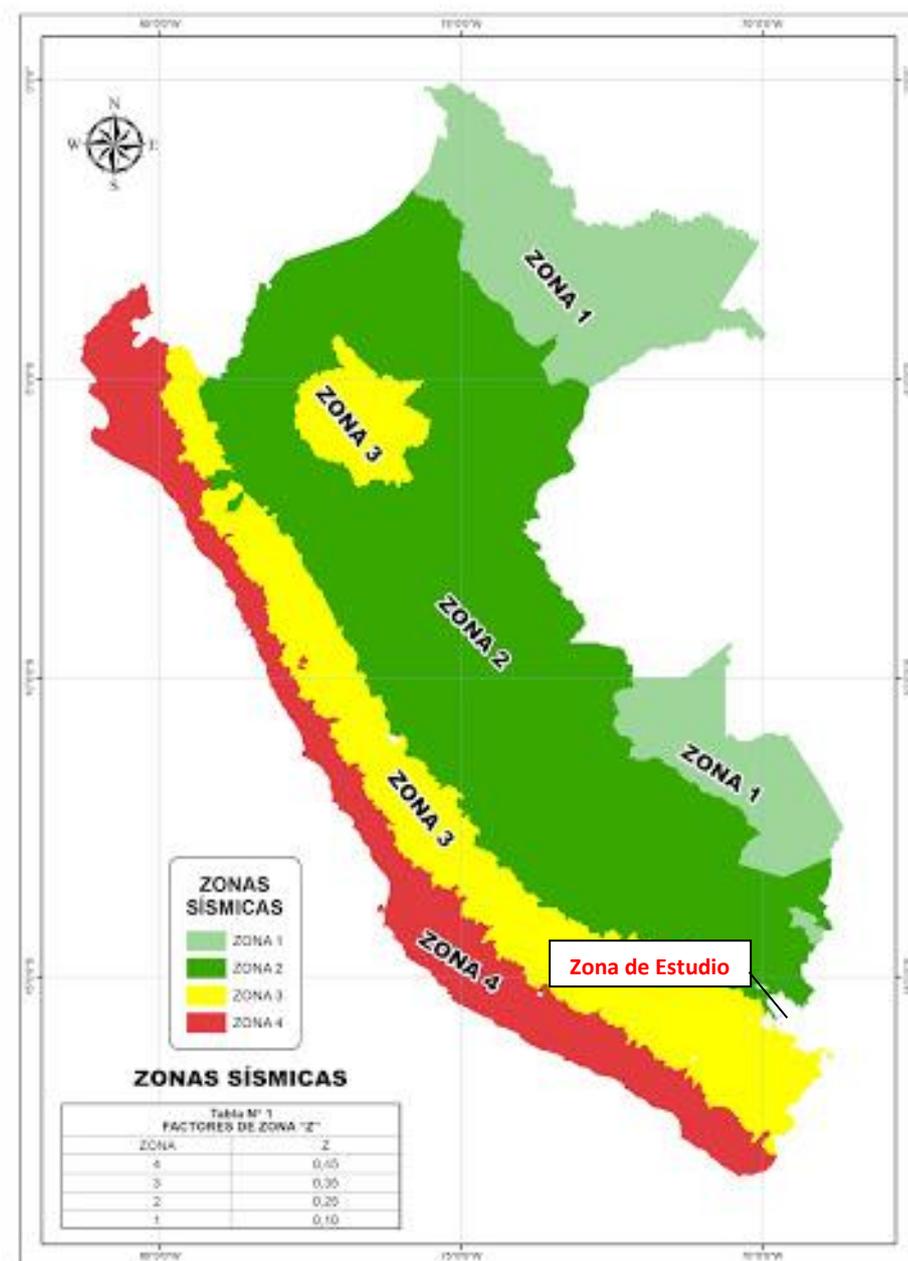


Figura 5: Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismorresistente (Reglamento Nacional de Construcciones 2017).

Existen factores externos (factores condicionantes) a las características del sismo que pueden influir en el valor de aceleración que se puede registrar en

una zona por la llegada de las ondas sísmicas. Estos factores suelen estar relacionados con las condiciones geológicas.

El factor más importante es la variación de los diferentes materiales que podemos encontrar en la superficie de la zona, ya que, dadas sus diferencias de densidad, compactación y saturación de agua, se comportan de diferente manera frente a la vibración inducida por las ondas sísmicas, a esto se le llama **“Efecto de Sitio”**. (Manual CENEPRED v 2)

La amplificación de la señal por efecto de sitio afecta únicamente a las ondas superficiales, por eso sólo es importante el tipo de material que se sitúa a pocos metros de la superficie como se muestra en la siguiente figura:

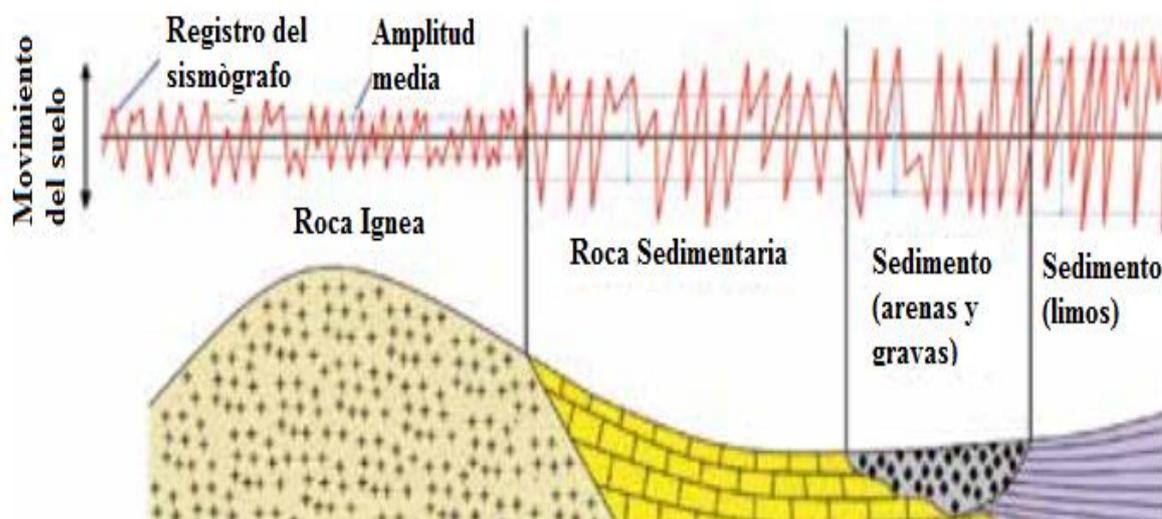


Figura 6: Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos. (Manual CENEPRED V2 2014).

Los sustratos rocosos, amplifican muy poco las vibraciones, en cambio los depósitos sueltos (gravas, arena y limos) amplifican considerablemente los movimientos, y por tanto aumenta la aceleración que sufren esos materiales (mayor amplificación cuanto menor es el tamaño de grano del sedimento (Manual CENEPRED v 2).

2.4.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA

2.4.1.- MOVIMIENTO DE MASAS

Los movimientos de masa en laderas, son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad.

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo o relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad. (Fuente: Modificado INDECI)

Este movimiento se aprecia en la mayor parte de los flancos de los Cerros Qosque Orcco y la quebrada Osjo Cachi en los alrededores de la población, en donde algunas terrazas ahora son utilizadas como campos para cultivos.



Figura 7: Cárcavas formadas por concentración de aguas que bajan desde la corona de la ladera y labran el fondo. Las laderas ajustan sus pendientes al canal, gracias a los movimientos en masa y los procesos de erosión (Carlos E. Escobar 2006).

2.4.2.- TIPOS DE MOVIMIENTO DE MASAS

En la zona de estudio se presentan las siguientes clases de movimientos en masa: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones; se describe además cierto tipo de deformaciones gravitacionales profundas, ver tabla siguiente.

Tabla 4: Tipo de Movimientos de Masa.

TIPO	SUBTIPO
CAIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de rocas (detritus o suelo).
VOLCAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Volcamiento de roca (bloque) • Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
DESLIZAMIENTO DE ROCA O SUELO	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamiento en cuña
PROPAGACION LATERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Propagación lateral lenta • Propagación lateral por licuación
FLUJO	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de detritus • Avalancha de rocas • Deslizamiento por flujo
REPTACION	<ul style="list-style-type: none"> • Reptación de suelos • Soliflucción, gelifluxion (en permafrost).

Fuente: (Braja M. 2001).

a.- Caídas. -Consiste de un movimiento en caída libre del material desprendido de una superficie muy inclinada (vertical o semivertical), que al impactarse en el pie del talud desarrolla una serie de rebotes y rodamientos para, posteriormente, ser depositado en el pie del mismo talud. (Braja M., 2001) En general es condicionado por discontinuidades en el macizo rocoso que favorecen la separación y funcionan como planos donde se desarrolla el desprendimiento, lo que impone este fenómeno una amenaza. (Centeno J.D., 2007)

b.- Volcamiento. -Este tipo de movimiento se define como la rotación hacia el frente de los fragmentos de roca con un eje de rotación imaginario en la base de cada fragmento. Es un movimiento similar al de las fichas de dominó.

En muchas ocasiones, este movimiento es el detonante para movimientos posteriores de caída o de deslizamiento del material. La velocidad de ocurrencia de este tipo de movimiento varía de extremadamente lento a extremadamente rápido algunas veces acelerándose como producto del propio movimiento (Braja M., 2001).

El volcamiento, incluye materiales de rocas, detritos, regolitos y suelos. Al igual que el tipo anterior, es asistido principalmente por la gravedad. En este caso ocurre una rotación rápida del material sobre un mismo eje. La forma más simple es el volcamiento de bloques dislocados a partir de una saliente o cornisa. (Braja M., 2001)

c.- Deslizamiento de roca o suelo. -Este tipo de movimiento ocurre cuando una masa de roca o suelo se desliza predominantemente a lo largo de una o varias superficies de ruptura. Los deslizamientos involucran materiales de roca, regolito, detrito y suelo. Pueden ser subdivididos en dos tipos de deslizamiento de acuerdo a la geometría del plano de deslizamiento. (Cees van Westen en www.itc.nl/external/unescorapca/presentaciones).



Figura 8: Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar (Braja M. 2001).

Si presentan un plano de deslizamiento cóncavo o convexo, generado por ruptura al momento de originarse el deslizamiento, se denomina **rotacional** y si el plano es recto, normalmente originado sobre un plano ya existente, por ser un plano estructural o de tectónica, se denomina **Traslacional**. Algunos autores consideran que los deslizamientos rotacionales suelen ser menos profundos, debido a que, por su geometría, involucra pocas capas de material, mientras que los deslizamientos traslacionales son más profundos, debido a que involucran mayor cantidad de capas de material, favorecidas por el plano de inclinación. (Herbas J, Barredo ,2001)

d.- Flujo. -El movimiento en masa denominado flujo, puede estar constituido principalmente por detritos, regolito o suelo, o combinaciones de los mismos, e incluso dependiendo de su masa, puede incluir rocas dentro del material. Este puede ser subdividido en cuatro tipos de movimiento en masa, dependiendo de la velocidad del flujo y el grado de viscosidad del mismo (Bradshaw et al,2009). La reptación es un tipo de movimiento en masa que ocurre de forma lenta, casi imperceptible, sin que las partículas pierdan contacto entre sí y con muy alto grado de viscosidad. Este tipo de movimiento en masa involucra solo a los suelos, a su vez, suele ser subdividido en tres tipos, en función de si hay ruptura del manto superficial de suelo o no. Si no hay ruptura del manto superficial se denomina manto de reptación y si hay ruptura se denomina terracitas. En este último caso, en el relieve se observan banquetas paralelas de algunos decímetros de ancho y alto, dispuestas en escalones desnivelados por la ruptura del manto. Ambos tipos de movimiento ocurren de forma natural. El tercer tipo de movimiento dentro de la reptación involucra la ruptura del manto superficial y el entre cruce de las líneas de corte de dicho manto (Zinck, 1996), debido a la intervención humana a través del uso de la tierra.

El arrastre y la solifluxión forman parte de los tipos de movimientos en masa denominados flujos. Estos ocurren a una velocidad media, con grado medio de viscosidad. Según (Zinck 2012), estos tipos de movimientos en masa se diferencian entre sí, porque la solifluxión es menos profunda al ocurrir en horizontes superficiales.

Por último, el tipo de movimiento en masa denominado coladas dentro de los tipos denominados flujos, ocurren a una velocidad alta, con bajo grado de viscosidad. El material se define como un fluido viscoso, de manera que el producto presenta una nueva estructura diferente al material de origen. Generalmente estos son canalizados a través de ríos y sus vertientes. Algunos autores señalan que estos se generan a partir de otros tipos de movimientos en masa que ocurren previamente, tales como los deslizamientos (Brayshaw et al 2009).

A pesar de los esfuerzos realizados para lograr unificar los criterios de clasificación, es necesario considerar que en la naturaleza la mayoría de los movimientos en masa son complejos, que varían en tamaño (profundidad y plano de falla) y magnitud y que dependiendo de las condiciones pueden reactivarse periódicamente (Brayshaw et al 2009).

2.5.-PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO

a.-EROSION DE SUELOS

Entre los peligros por geodinámica externa, se encuentran los producidos por erosión de capa superficial de suelos o rocas debido a la acción de factores desencadenantes naturales como la lluvia y el viento los que afectan la erosionabilidad o vulnerabilidad de los factores condicionantes.

Otra definición: “proceso natural de movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro principalmente por medio de la acción del agua o del viento”. Cardona A. O.D. (1993) En función de esto se conocen dos tipos de erosión: eólica y la hídrica.

La erosión hídrica es el tipo de erosión más importante de degradación de suelos en la zona de estudio.

b.- EROSION HIDRICA

El mismo autor indica sobre la erosión hídrica “Es la erosión por agua de lluvia y abarca la erosión provocada por el impacto de las gotas sobre el suelo

desnudo, como también la acción hidráulica que arranca y transporta las partículas de suelo por el escurrimiento en laderas y taludes”.

“La erosión hídrica es un proceso complejo, comprende la desagregación del suelo por impacto de la gota de lluvia, el desprendimiento por el flujo superficial de agua, y el transporte por salpicado o por escurrimiento” (Meyer & Harmon ,1984).

b.1.- Clasificación de erosión hídrica según las formas de manifestación

b.1.1.- Erosión hídrica pluvial,

b.1.2.- Erosión por escurrimiento o erosión en cauces y

b.1.3.- Erosión por movimiento en masa.

b.2.- Erosión hídrica pluvial

Es la que se genera como consecuencia de las gotas de lluvia y afecta principalmente a áreas destinadas a la agricultura. Según (Hudson, 1982).

De acuerdo con sus formas de actuar la erosión hídrica se subdivide en:

- **Por salpicadura.** - Por impacto de la energía cinética de las gotas de lluvia, originando fragmentación con liberación de partículas.
- **Laminar.-** Flujo laminar, arrastrando partículas de limo y arcillas dejando arenas y gravas, originando un mayor daño por la pérdida de cohesión.
- **En surcos.-** Pequeños canales de varios centímetros de profundidad son formados, las partículas desprendidas son transportadas por la combinación de suspensión, saltación y rodamiento.
- **Cárcavas.** - La mayor concentración en el escurrimiento, este tipo de erosión se observa en la quebrada Osco Cachi y en las laderas de la zona denominada Moyoc Pampa. (Hudson, 1982).

Estos tipos de erosión son vistos en las laderas del Cerro Qosque Orcco especialmente en la época de lluvia entre los meses de octubre a marzo, siendo la mayor intensidad de arrastre entre los meses de diciembre y enero.

b.3- Erosión por escurrimiento o erosión en cauces

En esta erosión se pueden apreciar 2 tipos en fondo y lateral, esta erosión está dado por el flujo concentrado y continuo de agua, el mismo que va a generar profundización y ensanchamiento por erosión, dependiendo del caudal, tipo de material que conforman las terrazas, pendientes y otros (Satterlund, 1972).

b.4.- Erosión por movimientos en masas

Hoy resulta evidente que la causa fundamental de la erosión es la actuación de diferentes tipos de lluvia sobre distintos tipos y condiciones de suelo. Por consiguiente, la mayor o menor importancia de la erosión dependerá de la combinación de la energía de la lluvia, que es el agente agresor, con la capacidad de un suelo para resistir a dicha agresión. Es lo que en términos cuantitativos se expresaría como $Erosión = f(\text{erosividad, erodibilidad})$ (Hudson, 1982).

2.6.-TERMINOLOGIA

En el estudio de riesgos geológicos se utiliza una terminología propia, asociada a definiciones como: peligro, amenaza, susceptibilidad y vulnerabilidad.

Las definiciones de estos términos han ido variando con el tiempo y según la disciplina que las enfoque.

A continuación, se mencionan algunos de estos conceptos:

A.-Peligro

Se define como los elementos del medio ambiente que son peligrosos al Hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él (Cardona A. O.D.,1993).

Específicamente todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser

humano, a sus estructuras y a sus actividades. (Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente OEA/DDRMA ,1991).

B.-Amenaza

Según Varnes, (1984) se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de una intensidad determinada dentro de un periodo de tiempo y dentro de un área específica.

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un período de tiempo y un área dada. Es decir, que cuando se quiere analizar la amenaza, se debe especificar para cuál fenómeno en específico se está analizando, en qué momento y en qué área. Eso automáticamente induce a pensar que se debe conocer el período de retorno o recurrencia de los fenómenos en estudio, si se quiere pensar en probabilidad de ocurrencia. (Cardona A. O.D., 1993).

C.-Susceptibilidad

Es el grado de predisposición que posee un lugar en el que se genera un determinado fenómeno natural. (Cees van Westen en www.itc.nl/external/unescorapca/Presentaciones).

Según (HERBAS J, BARREDO 2001). Es definido como el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antrópico.

Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior.

D.-Vulnerabilidad

Es el grado de pérdida (de 0 a 100%) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino.

Los elementos expuestos pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, que pueden sufrir las consecuencias, directas o indirectas de un proceso geológico, en una determinada zona. En la tabla N°12 se presentan los factores a considerar en la evaluación de la vulnerabilidad (manual del CENEPRED V2 2014).

E.-Riesgo

El término de riesgo puede ser definido como una situación de peligro, pérdida o daño, social o económico, en razón de la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno natural u económico resultantes de la acción humana o no. (Augusto Filho et al. 1990).

Los procesos geológicos naturales de la dinámica externa e interna del planeta ocurren independientemente de la presencia del hombre. No obstante, con las actividades antrópicas en la superficie terrestre, muchos procesos geológicos pasaran a actuar con más frecuencia, de manera que pueden ser inducidos acelerados y potencializados por las alteraciones derivadas de la falta de planeamiento del uso de la ocupación del suelo y de las degradaciones al medio ambiente. (Cardona A. O.D. 1993). La terminología de riesgo está relacionada a causas naturales con sus respectivos daños provocados o no, por la acción de hombre y que generan necesariamente un daño socio económico.

CAPITULO III

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

3.1 ASPECTOS GENERALES

3.1.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

La zona de estudio políticamente se encuentra ubicado en:

- **Distrito** : Ollachea
- **Provincia** : Carabaya
- **Departamento** : Puno

Con una Altitud de 2980 m.s.n.m.

Comprende las siguientes coordenadas:

Cuadro 1: Coordenadas UTM de la zona de estudios.

VERTICE	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
1	8 474 517	340 629
2	8 474 499	340 912
3	8 474 710	341 028
4	8 474 611	340 612

UBICACIÓN GEOGRAFICA	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
	14° 15' 20"	70° 27' 57"

LIMITES:

- ✓ POR EL NORTE : Con el Distrito de San Gaban
- ✓ POR EL SUR : Con el Distrito de Macusani.
- ✓ POR EL ESTE : Con el Distrito de Ayapata.
- ✓ POR EL OESTE : Con el Distrito de Corani y Marcapata (Cusco).

AREA DE EXTENSION

El Distrito de Ollachea cuenta con un área superficial de 1200 km² aproximadamente.

El área donde se realiza el estudio de los niveles de riesgo es la zona urbana y periferia del distrito mismo de Ollachea con un área superficial de 9.6 km².

ACCESIBILIDAD

La principal vía de acceso es terrestre, desde Macusani por carretera asfaltada, está sobre la vía más importante que es la penetración de las selvas de San Gabán e Inambari. Existen medios de transporte directos desde Juliaca – Macusani – Ollachea, como los ómnibus, Combis. Transportes de carga (volvos y camiones) en forma diaria, con una duración de 6:30 horas aproximadamente.

Cuadro 2. Vías de accesibilidad zona de estudio.

VIAS DE ACCESO	TRAMO	TIPO DE VIA	DISTANCIA KM
	Puno - Juliaca	Asfaltada	45.00 Km
	Juliaca – Macusani	Asfaltada	267.23 Km
	Macusani - Ollachea	Asfaltada	56.3 Km
TOTAL			368.53 Km

3.1.2 ASPECTOS POBLACIONALES Y SOCIO ECONOMICOS

Durante los años 80 el Distrito de Ollachea mantenía su nivel socio económico y el crecimiento no era tan acelerado como lo fue a partir de los años 90 en donde gracias a la construcción de la Hidroeléctrica de San Gabán y a las operaciones mineras a partir de los años 2000 la población ha ido en aumento.

La urbanización del Distrito creció construyéndose más casas, hospedajes, tiendas comerciales, restaurantes, etc. En forma desordenada y sin planeamiento urbano alguno, dando lugar a la ocupación de nuevas áreas muchas de ellas en zonas inadecuadas para que la población pueda disfrutar de las condiciones básicas de vida.

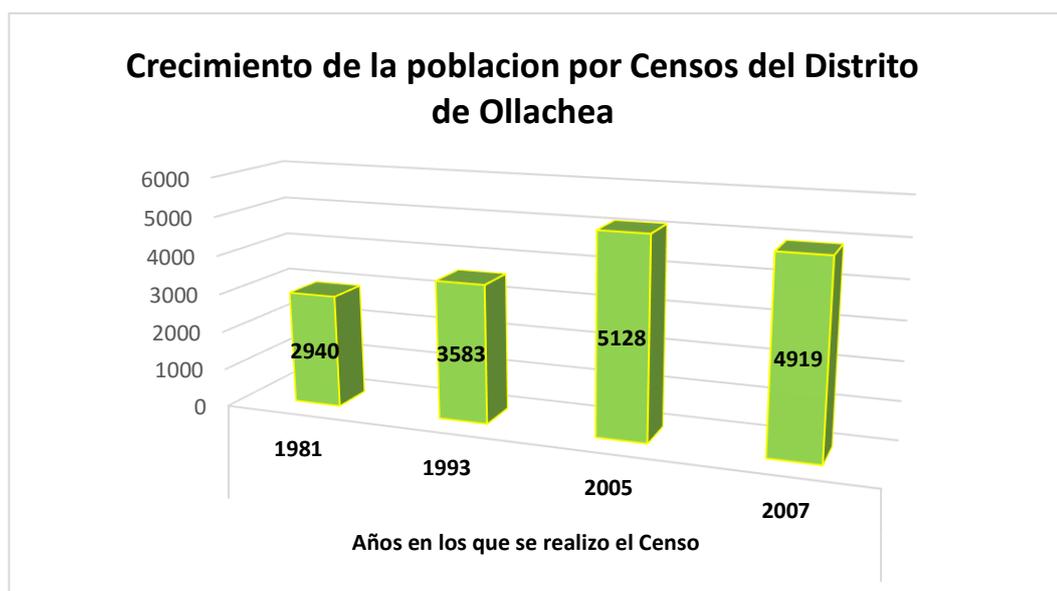


Figura 9: Podemos observar las construcciones desordenadas y sin planeamiento.

DEMOGRAFIA. - La población del Distrito de Ollachea se concentra en gran porcentaje en la zona urbana siendo poca la población rural de los alrededores del Distrito, según los Censos a partir del año 1981 la población ha ido en aumento siendo el punto más alto en el año 2005 por el auge de las exploraciones mineras y la ampliación de la hidroeléctrica de San Gabán.

En el Censo del año 2007 se tiene una pequeña baja demográfica de 209 habitantes de los que se presume migraron hacia otras ciudades.

CUADRO 3: CRECIMIENTO POBLACIONAL DESDE EL AÑO 1981 HASTA 2007, SEGÚN INEI.



EDUCACION. -Según el Censo Nacional del 2005, la población del distrito de Ollachea que contaba con edad para tener educación (según el INEI personas de 3 a más años) era de 3209 habitantes, representando el 62.57% de toda la población del distrito.

VIVIENDA. - La información obtenida corresponde al Censo Nacional de Población realizado en el 2005 y las tablas N° 5, 6,7 muestran los datos del Censo de vivienda realizado el mismo año, (tipo de suministro de agua, luz y desagüe).

Tabla 5: Tipo de energía en las Viviendas.

TIPO DE ENERGIA	Nº DE FAMILIAS
Electricidad	891
Kerosene (mechero / lamparin)	18
Petróleo / gas (lámpara)	3
Vela	50
Generador	1
Otro	13
No tiene	5
Total	981

Fuente:(INEI Censo 1981 al 2007).

Tabla 6: Tipo de Abastecimiento de agua en las viviendas.

TIPO DE SUMINISTRO	Nº DE FAMILIAS
Red pública dentro de la vivienda	913
Pilón de uso público	33
Pozo	0
Camión-cisterna u otro similar	0
Rio, acequia o canal	35
No tiene	0
Total	981

Fuente:(INEI Censo 1981 al 2007).

Tabla 7: Tipo de desagüe en las viviendas.

TIPO DE DESAGUE EN LAS VIVIENDAS	Nº DE FAMILIAS
Red pública dentro de la vivienda	913
Red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio	0
Pozo séptico	24
Pozo ciego o negro / letrina	42
Rio, acequia o canal	0
No tiene	2
Total	981

Fuente:(INEI Censo 1981 al 2007).

ACTIVIDAD ECONOMICA. -Actualmente en el Distrito de Ollachea, las actividades económicas están relacionadas mayoritariamente a micro empresas de manera formal e informal que desarrollan actividades pertenecientes a diferentes rubros: agricultura, comercio, educación, inmobiliarias, construcción, transporte, turismo, etc.

Estas actividades han variado según la ocupación poblacional, por ejemplo, hace tres décadas las actividades económicas básicamente estaban relacionadas a la agricultura y la ganadería, en donde las tierras de cultivo, así como las granjas se distribuían en la parte inferior de las quebradas alrededor del distrito.

En la actualidad predomina la actividad comercial y notamos que las actividades económicas se localizan en función de las facilidades espaciales, accesos, valor del suelo, variación en el mercado, así mismo las grandes empresas, en su

entorno generan aglomeraciones poblacionales que hace que sus habitantes puedan potencialmente realizar alguna actividad económica, conectada directa o indirectamente a la gran empresa.

Tabla 8: Actividad Económica.

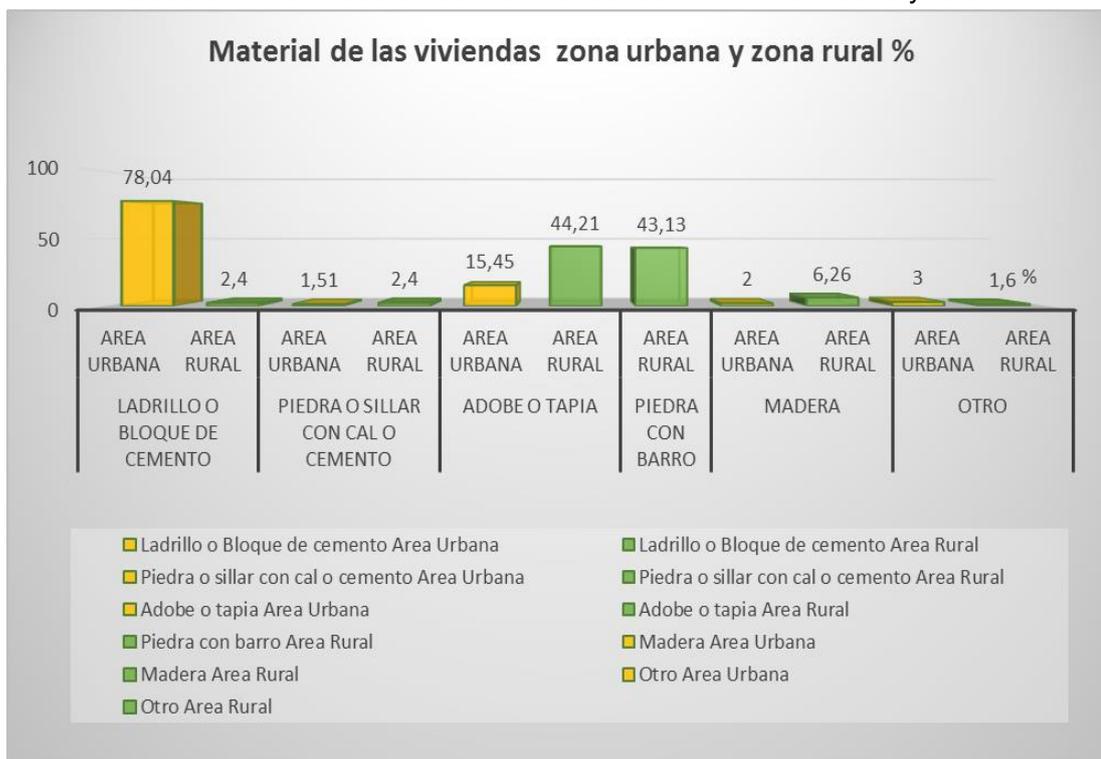
TIPO DE ACTIVIDAD ECONOMICA	PORCENTAJE %
Agricultura	20%
Ganadería	12%
Explotación minera	6%
Comercio al mayor y menor	17%
Hotelería y restaurantes	13%
Transporte	10%
Intermediación financiera	1%
Actividades Inmobiliarias (alquileres y otros)	16%
Administración pública	2%
Actividades de salud	1%
Enseñanza	2%

PLANIFICACION URBANA-RURAL: El Distrito de Ollachea, debido a la extensión de su territorio y a su complejidad se ha dividido en 2 zonas que agrupan a toda la zona urbana y cercanías.

Las zonas se definen como espacios territoriales con una tendencia clara de zonificación residencial, vivienda taller, comercio u otros.

De acuerdo al censo del año 2005 y visita a campo el porcentaje de las viviendas de acuerdo a los materiales de construcción ya sea en la zona urbana o rural son de ladrillo o bloque de cemento, piedra o sillar con cal o cemento, adobe o tapia, piedra con barro, madera entre otros como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: Planificación de material de las viviendas urbana y rural.



Fuente:(INEI Censo 1981 al 2007).

PATRIMONIO ARQUEOLOGICO

El Distrito de Ollachea cuenta con un patrimonio arqueológico que ha sido investigado solo durante la última década.

Estudios muestran evidencias de culturas milenarias e incluyen hallazgos de construcciones incaicas, así como de la época de la conquista como se evidencia las ruinas de antiguos molinos de piedra utilizados en la minería en la zona de Asiento.

De acuerdo al Ministerio de cultura se y el SIGDA (Sistema de Información Geográfica de Arqueología) a pocos kilómetros del Distrito se tiene delimitado el sitio arqueológico denominado Moyoqpampa.

Estos hallazgos son únicos y resumen la prolongada y variada ocupación de la zona de estudio de esta tesis desde periodos prehispánicos.



Figura 10: Patrimonio Arqueológico de Moyoqpampa (Ministerio de Cultura).

3.1.3.- ASPECTOS CLIMATICOS

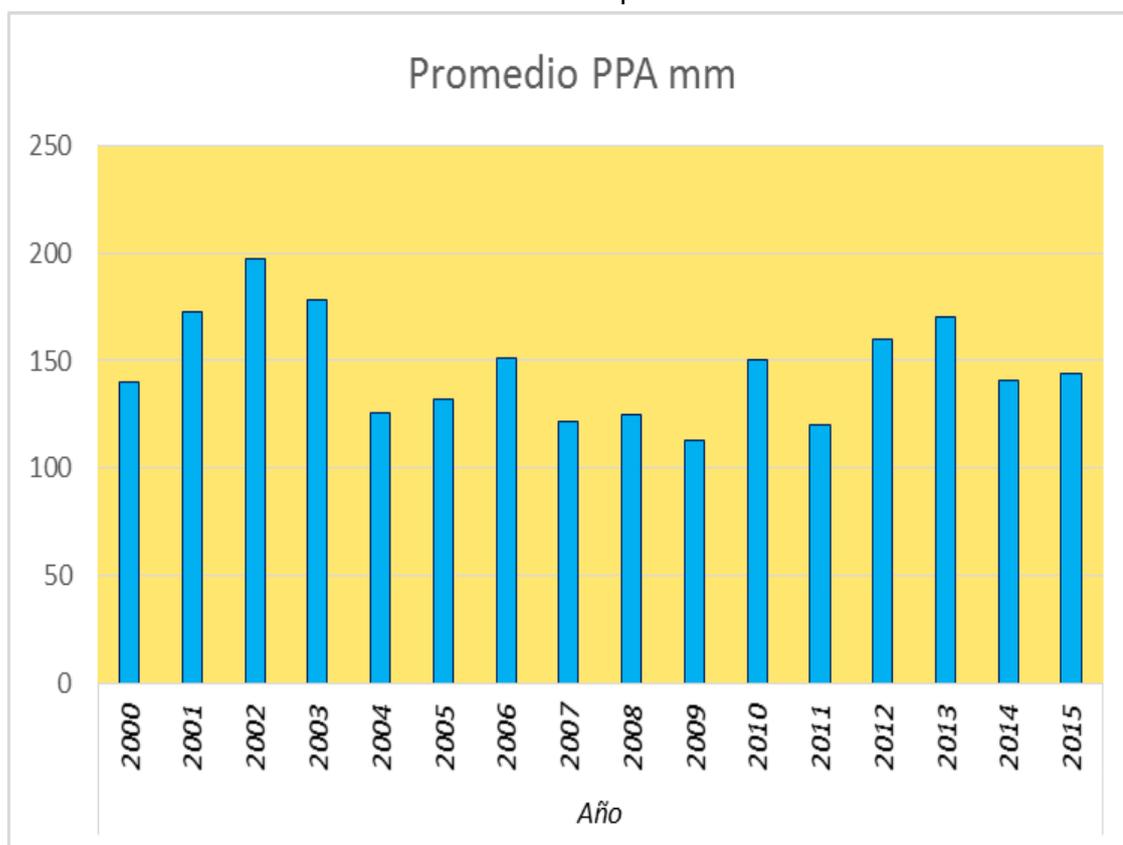
El clima del distrito de Ollachea está considerado Clima Templado Sub Húmedo a este tipo de clima se conoce también como clima de montaña baja y se extiende hasta los 3,000 msnm, abarcando el valle del río Ollachea, La precipitación anual está alrededor de 500 mm, aunque en las partes más elevadas, húmedas y orientales, puede alcanzar y aún sobrepasar los 1,000 mm. Con temperatura media de 12.5 C° como mínimo y sobrepasan los 20 °C.

3.1.3.1.- Factores Atmosféricos

Precipitación

La precipitación total anual promedio en la estación Ollachea (2850 msnm) alcanza los 1169,6 mm. (dato extraído del EIA Proyecto Ollachea Minera IRL), de acuerdo al SENAMHI las estaciones más cercanas a la zona del proyecto son las estaciones de Crucero (Puno) y Quispicanchis (Cusco), para el presente trabajo se tomaron datos de ambas estaciones desde el año 2000 a 2015 promediándose los resultados para cada año mostrados a continuación:

Cuadro 5: Precipitación.



Fuente: (Modificado de EIA Minera IRL, SENAMHI 2000-2015).

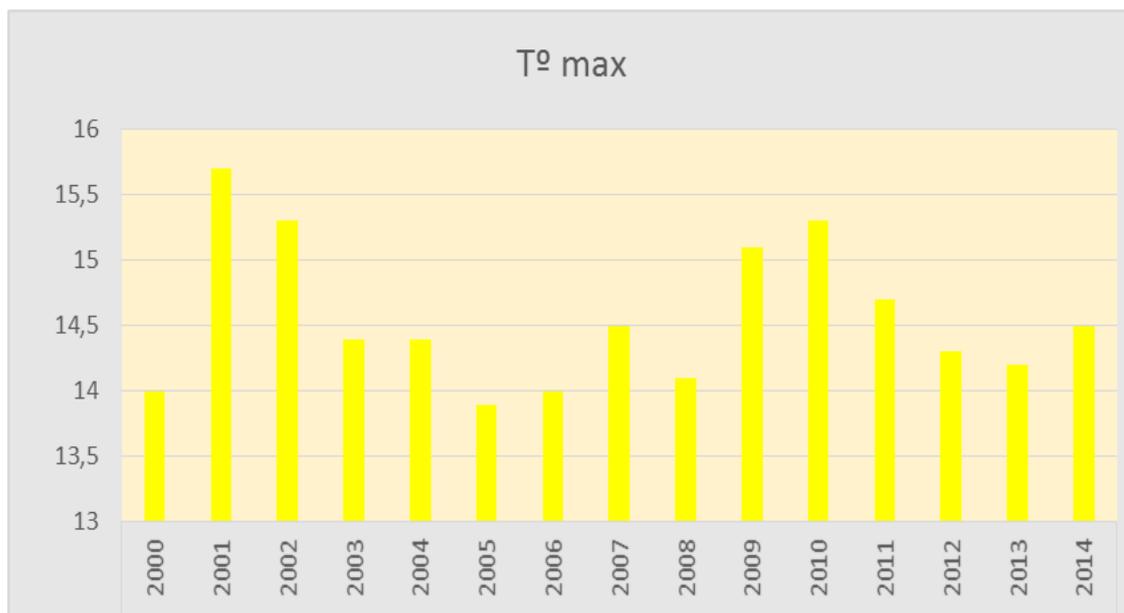
Interpretación de resultados:

De acuerdo al cuadro N°5 en los años 2002, 2003, 2006, 2010, 2012 y 2013 se tiene registro de mayor pluviosidad lo que genero movimiento de masas en los cerros colindantes a la zona urbana.

Temperatura

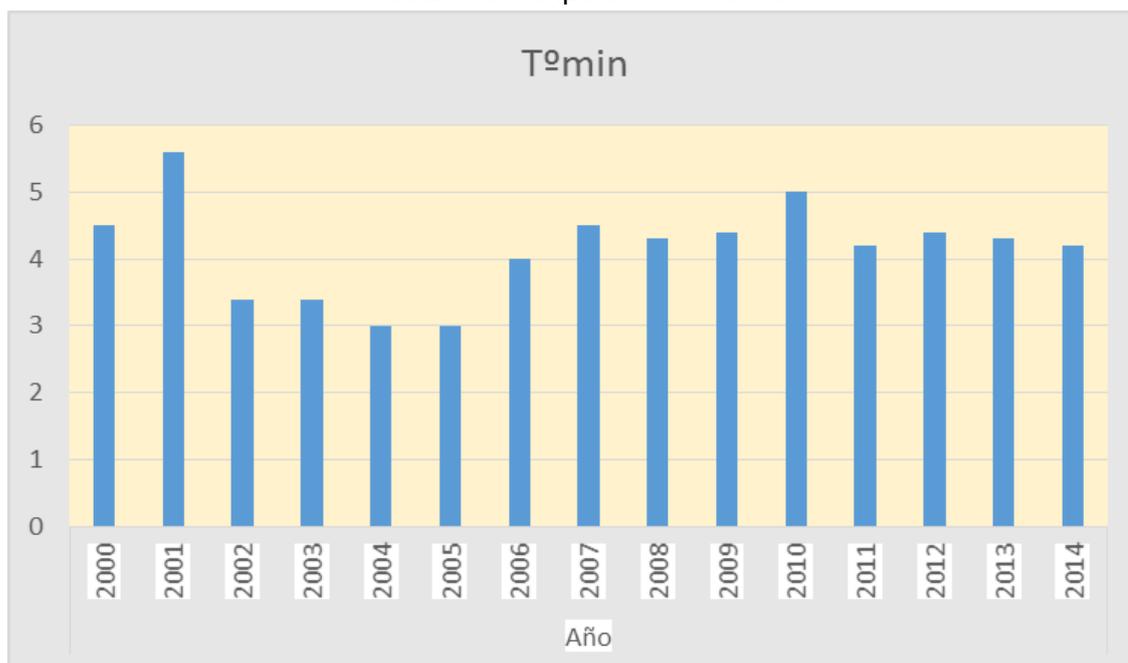
La mayor temperatura media, en la estación Ollachea se observa en el mes de noviembre con 13,2 °C, y la menor se observa en el mes de julio con 11,3 °C, presentando una media anual de 12,5 °C. Al igual que en el apartado anterior para el presente apartado se tomó en consideración las estaciones de Crucero y Quispicanchis siendo los resultados los siguientes. (SENAMHI,2000-2014).

Cuadro 6: Temperatura máxima.



Fuente: (modificado de SENAMHI 2000-2014).

Cuadro 7: Temperatura mínima.



Fuente: (modificado de SENAMHI, 2000-2014).

Interpretación de resultados

De acuerdo al cuadro N°06 y al cuadro N°07 la temperatura Máxima registrada a partir del año 2000 fue en el año 2001 interpretándose como una ligera sequia teniendo en cuenta el cuadro N°07 los años en los que la temperatura baja son

los años en los que las lluvias aumentan ocasionando el debilitamiento de las laderas.

Humedad relativa

La humedad relativa en la estación Ollachea varía lo siguiente, la humedad relativa media máxima se presenta en el mes de febrero con 87,3 %, la menor se presenta en el mes de julio con 79,3 %, y presenta una media anual de 83,4 %. En la estación de Macusani, la humedad relativa media máxima se presenta en el mes de febrero con 80,6 %, la menor se presenta en el mes de agosto con 72,9 %, y presenta una media anual de 76,8 %. (Modificado del EIA proyecto Ollachea – Minera Kuri Kullu S.A.).

Evaporación

Este parámetro se registra en las estaciones de Ollachea, Corani y Macusani. En la estación Ollachea se registra una evaporación media mensual que fluctúa entre 59,1 mm (junio) y 150,9 mm (marzo), en la estación Corani se registra una evaporación media mensual que fluctúa entre 93,4 mm (junio) y 110,9 mm (diciembre), mientras que en la estación Macusani se registra una evaporación media mensual que fluctúa entre 14,5 mm (julio) y 36,1 mm (diciembre). (Modificado del EIA proyecto Ollachea – Minera Kuri Kullu S.A.).

3.1.3.2.- Flora

Para la clasificación de la flora de la zona de estudio se utilizó la “clasificación de las 11 ecoregiones” propuestas por Antonio Brack Egg, en donde se define que la zona está ubicada en la Sierra Esteparia y Selva Alta, donde se identificó las siguientes unidades vegetales:

- **Pajonal.** - En la parte alta se identificó la especie *stipa ichu* (paja brava).
- **Bofedales.** -En los bofedales en las cercanías del río Ollachea se identificó a la especie de mayor abundancia *nasturtium officinale*(berro)
- **Matorral Secundario.** - Se identificó varias especies como variedad de coníferas - *pinus* (pino), variedad de cactacea (cactus de monte), variedad de *cupressus* (cipres), variedad de gramíneas (pasto).

- **Bosque Montañoso.** -La especie más resaltante es el eucalyptus (Eucalipto) de la familia de las mirtáceas, por la zona de estudio se pudo observar que tenemos bastante de esta especie en las laderas de cerros también ayuda a no desprendan fácilmente el suelo o roca, así como también en los costados del rio ollachea.
- **Áreas Intervenidas.** - Dentro de toda la zona modificada entrópicamente se observa una variedad de flora domestica como cultivos comestibles, así como ornamentales.



Figura 11: Flora de la zona de estudio.



Figura 12: Áreas intervenidas de unidades vegetales.

3.1.3.3.- Fauna

En la zona de estudio se pudo identificar las siguientes especies de fauna teniendo en cuenta la Legislación Nacional vigente sobre la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre (DS N° 034-2004-AG)

- **Mamíferos silvestres.** - Se identificaron los siguientes: El oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) (vulnerable) y el venado de cola blanca (*Hippocamelus antisensis*) (vulnerable), también se sabe de especies que habitan la zona tales como el puma (*Puma concolor*), la vicuña (*Vicugna vicugna*) (vulnerable) y el venado enano (*Mazama cf. chunyi*) (vulnerable), larata trepadora de vientre ocre (*Rhipidomys cf. ochrogaster*).
- **Mamíferos Domésticos.** - Se identificaron a varios animales domésticos de granja, así como de compañía tales como: Ovinos, Bovinos, Porcinos, camélidos, canes, felinos, etc.



Figura 13: Puma Andino.



Figura 14: Oso de Anteojos.

- **Aves Silvestres.** - Se identificaron al Cóndor (*Vultur gryphus*), pájaro carpintero andino (*Colaptes rupícola*), que se muestran en la siguiente figura:

- **Aves Domésticas.** - Se identificó en su mayoría a aves de corral.



Figura 15: Pájaro Carpintero.



Figura 16: Cóndor Andino.

3.2 FACTOR HIDROLOGICO

Río Ollachea

El Río Ollachea tiene su origen en los deshielos del nevado Allin Capac en la cordillera oriental a 5780 msnm. Este río pasa por la población de la comunidad de Ollachea y tiene un recorrido de aproximadamente 1000 m por el pueblo al este del distrito de Ollachea. Esta cuenca pertenece a la hoya hidrográfica del océano Atlántico. La subcuenca del río Ollachea pertenece a la cuenca del río Inambari. El río Ollachea se forma a partir de la unión de los ríos Macusani y Corani aguas arriba de la localidad de Ollachea.

La cordillera de Carabaya actúa como el límite o divisoria de aguas entre la cuenca endorreica del Titicaca y la cuenca hidrográfica del Atlántico. Hacia el sur de la cordillera se encuentran las nacientes de los ríos Carabaya, Ayaviri y Ázangaro, que bajan al lago Titicaca cruzando las planicies del Collao. Hacia el norte bajan las aguas de los ríos Ollachea, Limbani, Ayapata y San Gabán, que engrosan el río Inambari para llegar al río Madre de Dios y abrigar una de las regiones más exuberantes de la selva alta en el sur del Perú.

Dentro del conjunto de los ríos de la Provincia de Carabaya, el río Ollachea va en dirección de S – N, reduce su caudal en los meses de estiaje y en periodos

de lluvia aumenta de manera considerable causando la erosión de las riveras, su caudal es utilizado en la Hidroeléctrica de San Gabán.



Figura 17: Cauce hidrológico de la zona de estudios (Google Earth).

3.3.- ASPECTOS GEOLOGICOS

3.3.1.-GEOMORFOLOGIA.

3.3.1.1.-Geomorfología Regional

El estudio geomorfológico describe las formas de la superficie y su desarrollo geomorfológico, donde se han conjugado diferentes factores, como los climáticos, litológicos y estructurales (THORBURY, W.1996). El escenario geomorfológico de la cuenca Macusani-San Gabán corresponde a la morfología

de la Cordillera Oriental de Los Andes, en su parte superior dominada por los escenarios glaciares y pluviales disectantes.

Comprende las superficies cuya altitud oscilan desde la cordillera oriental de 3000 a 1500 m.s.n.m. La sub. Unidad geográfica cuya topografía presenta zonas que comprenden principalmente laderas y en la generalidad de los casos muy espinados, existiendo pocas planicies, por lo que tiene una topografía accidentada.

3.3.1.2.-Geomorfología Local

La geomorfología local del área de estudio se ha desarrollado en ambientes morfológicos bien diferenciados, que conforman la unidad montaña (Montañas abruptas y valles glaciales) y la unidad altiplanicie (montes y colinas, terrazas, valles fluviales y laderas empinadas).

Los factores antes indicados han formado el relieve actual, cuyas características de las geoformas están controladas por la acción erosiva y transporte de materiales, así tenemos que en el área se han identificado cuatro Unidades Geomorfológicas que se muestran en el Tabla 8, cuya distribución se observa en el Mapa Geomorfológico a partir del estudio de imágenes satelitales y trabajos de campo, fueron definidas las unidades geomorfológicas. Estas unidades son definidas como “terrenos formados por un proceso natural, que tienen una composición definida y un conjunto de características físicas y visuales que aparecen donde quiera que se encuentren la unidad geomorfológica territorial”

Otras geoformas en este sector son las plataformas y taludes generados por la actividad antrópica, conformado por el depósito cuaternarios viviendas, accesos y otros.

3.3.2.-SISTEMAS Y UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

En la zona de estudio se identificó sistema montañoso, sistema glaciar, sistema antrópico y sistema fluvial con sus respectivas unidades de dominios morfogeneticos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9: Dominios Morfológicos.

SISTEMAS	UNIDAD
Sistema Fluvial	<ul style="list-style-type: none"> • Ríos • Terrazas fluviales • Valles • Carcavas
Sistema Montañoso	<ul style="list-style-type: none"> • Relieve de Montañas • Montes y Colinas • Escarpas
Sistema Glaciar	<ul style="list-style-type: none"> • Valle Glaciar o Alpino • Morrenas • Cresteria
Sistema Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> • Vías de transito • Construcciones urbanas • Agricultura y ganadería

a) Sistema Fluvial.

- **Ríos.** - El agua es el agente geológico más importante en la erosión, transporte y depósito de sedimentos. Casi cualquier paisaje terrestre muestra los resultados del trabajo geológico de las corrientes de agua. Los relieves modelados por la acción de las aguas corrientes se denominan relieves fluviales, para distinguirlos de los originados por los otros agentes modeladores en la zona de estudio.

En el momento actual, los relieves y procesos fluviales son los elementos dominantes en las superficies de la zona de estudio, donde se nota claramente la erosión producida por los afluentes temporales que bajan de la zona de montaña aledañas al Distrito de Ollachea y se unen en la parte baja al Rio Ollachea.



Figura 18: Sistema fluvial de Ollachea (Google Earth).

- **Terrazas Fluviales.**-Las terrazas fluviales o terraza de río constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor. Corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón que las separa, ya sea de la planicie de inundación o de una terraza inferior. Es un remanente del cauce antiguo de una corriente que se ha abierto camino hacia un nivel subyacente, mediante la erosión de sus propios depósitos.

Toda la zona urbana del Distrito se encuentra en una terraza, así como también se identificó pequeñas terrazas en la parte baja camino al estadio municipal del distrito y la piscina municipal, así como en la rivera de los ríos utilizado como tierra de cultivo.



Figura 19: Muestra las terrazas y la población está en la de mayor diámetro.

- **Valles Fluviales.** - Es una hendidura producida por el río al excavar y está limitada por dos laderas o vertientes. Puede ser sólo una hendidura profunda, un corte de sierra entre laderas verticales (gargantas) pero las laderas, por lo general, se van haciendo más suaves a medida que el valle se ensancha.

Observamos que el distrito de Ollachea en un valle fluvial por todos los alrededores se observa la erosión ocasionada por los afluentes, en la actualidad el modelamiento del distrito aun continua.

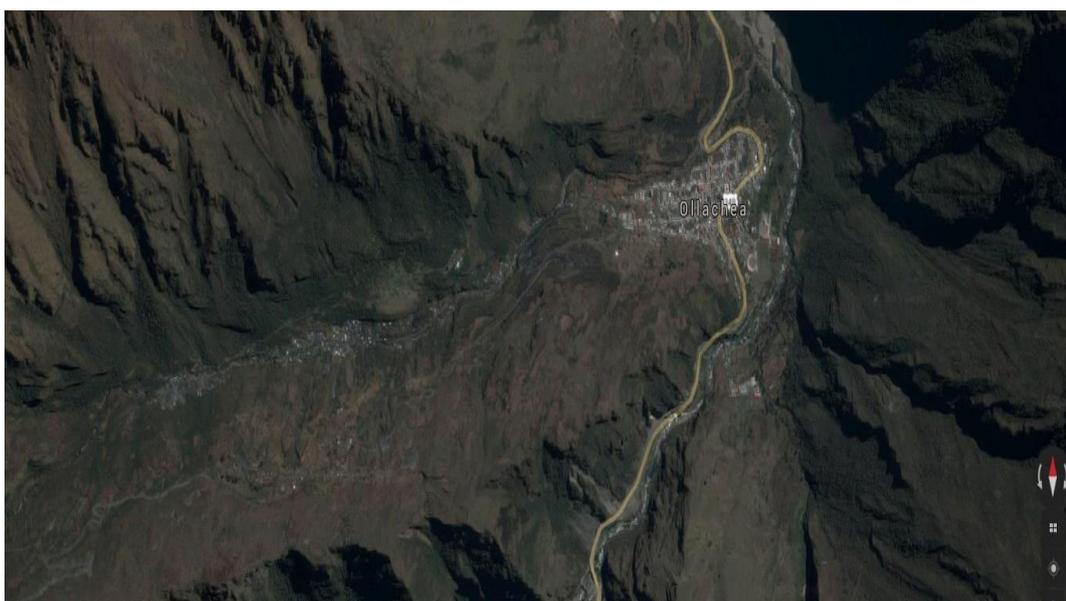


Figura 20: Valle fluvial por erosión distrito de ollachea (Google Earth).

Cárcavas.-Las cárcavas son los socavones producidos en rocas y suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión remontante. Se producen tan sólo en el sustrato de tipo arcilloso, si hay dos o más cárcavas que avanzan paralelas en línea recta se llama rills. Se concretan, normalmente, en abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertura vegetal suficiente, ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos.

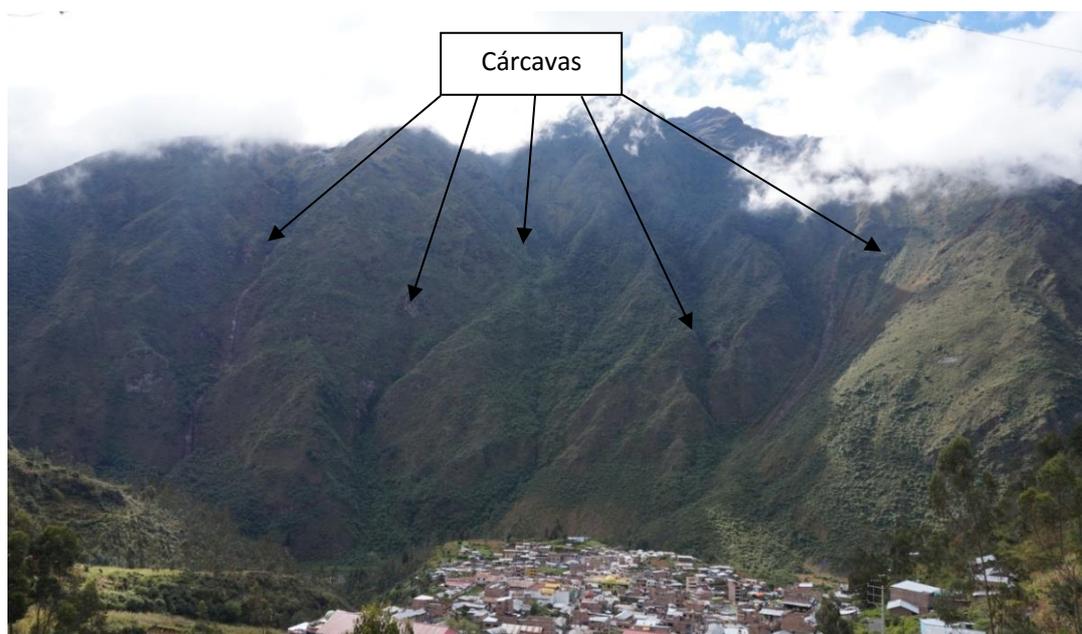


Figura 21: Cárcavas producidas en rocas y suelos.

- **Bofedales.** - Depresiones en proceso de colmatación biofangosa, con afloramientos de puquiales permanentes y colonización de plantas hidrofíticas de alta montaña. Esta unidad es observada en la parte baja de las montañas cerca al Estadio Municipal y a la Piscina Municipal del Distrito.

a) Sistema Montañoso.

- **Relieve de montañas.** -Picos rocosos montañosos, muy irregulares, abruptos, gélidos y pluviales, desgaste termoclastico pluvioglacial, esta unidad se observa en la parte alta de los cerros que rodean la zona de estudio.

Están formadas por las cadenas de cerros que forman la línea divisoria de aguas entre las cuencas. Estas montañas son de modelado abrupto e irregular dominado por el modelamiento debido al desgaste glacial, observándose circos glaciales, escarpes, cornisas, etc.

- **Montes y Colinas.** -Relieve colinoso y montes bajos de modelamiento suave convexo y redondeado. Erosión pluvial moderada a mínima.

“El desgaste intenso sobre los macizos de rocas paleozoicas y los derrames lávicos dieron lugar a la formación de cerros y colinas de modelado suave a empinado, separados por quebradas someras. En estos medios la erosión pluvial es moderado debido a la cobertura vegetal”.



Figura 22: Podemos observar el sistema montañoso.

- **Escarpas.-** El escarpe o escarpa es una vertiente de roca que corta el terreno abruptamente. La pendiente es mayor a 45° aunque sea solamente una parte de la vertiente. A veces adopta la forma de una cornisa, que corona una vertiente en una extensión más o menos larga, aunque conservando una altitud sensiblemente constante.



Figura 23: Vertiente de roca que corta el terreno abruptamente(Escarpas).

b) Sistema Glaciar.

- **Valles Glaciales.** - Fondos de valles formados por desgaste glacial entre macizos rocosos y depósitos de morrenas; con lagunas y bofedales. Los valles glaciares tienen esa característica, a diferencia de los fluviales, que tienen forma de V.
- **Morrenas.** - Conjunto de nieve y la acumulación de los materiales que va arrastrando el glaciar.
- **Crestería.** - Serie de picos que separan dos glaciares con direcciones distintas.



Figura 24: Valle formado por desgaste glaciares.

c) Sistema Antrópico.

- **Vías de Transito.** - La principal vía de transito identificada en la zona de estudio es la carretera Transoceánica el cual modifico el relieve natural, además de las vías en trocha carrozable que van hacia diferentes comunidades del distrito, también se observan caminos de herradura por el cual transitan las personas y algunos animales.

Todos estos ocasionaron modificaciones en la geo formas naturales y en algunos casos originan inestabilidad en los taludes naturales.

- **Obras Civiles.** - El relieve esta modificado por diferentes construcciones urbanas y arquitectónicas como viviendas, infraestructura de servicios como postas de salud, colegios, municipalidad, servicios de agua, desagüe, energía eléctrica, plataformas deportivas, cuyos materiales varían desde el uso de roca de la misma zona a material concreto.

- **Agricultura y Ganadería.** - Otras modificaciones antrópicas ocasionadas son los terrenos utilizados en la agricultura de diversas plantas comestibles, así como ornamentales, también el uso de relieve para la ganadería.



Figura 25: Características del relieve modificadas por el sistema antrópico.

3.3.3.-GEOLOGIA LOCAL

Geológicamente, el área de estudio se encuentra en el flanco norte de la cordillera Oriental, formada por rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas e intrusivas, que se originaron desde la Era Paleozoica hasta la Cenozoica, con diferentes fases tectónicas que dieron lugar a la cordillera de los Andes.

Ollachea, se enmarca entre los cuadrángulos geológicos de Corani (28u) y Ayapata (28v), conformada por rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas y depósitos inconsolidados del Cuaternario, cuyas edades comprenden desde el Paleozoico (Ordoviciano) hasta el Cuaternario (Holoceno).

El Paleozoico está representado por la formación Sandía (Os - s), formación Ananea (SD - a) el Cenozoico, representado por las ignimbritas de la formación Quenamari (Nmsa, Np-ya y Nm - ch). Una serie de depósitos inconsolidados de tipo morrénico (Qh - mo), fluvioglacial (Qh - gf) y aluvial (Qh - al), completan la estratigrafía del área. Esta secuencia estratigráfica está atravesada por el Plutón de San Gabán y la Sienita Nefelínica. (Modificado del EIA proyecto Ollachea – Minera Kuri Kullu S.A.).

En la actualidad los afloramientos rocosos en la zona de estudio se encuentran en estado de alteración y en muchos casos ocupan las nuevas áreas urbanas del Distrito de Ollachea.

El plano geológico-estructural (Plano N°3) muestra la distribución espacial de las unidades litológicas, así como las principales estructuras de la zona de estudio

3.3.3.1.-Afloramientos Rocosos

Formación Sandía (Os - s):

La Formación Sandia está constituida por una secuencia de cuarcitas y areniscas grises intercaladas con algunas limoarcillitas gris oscuras o lutitas, Esta formación presenta abundantes estructuras de corriente, pequeños

afloramientos se presentan en la zona conocida como “escuela nueva” en la zona urbana y más afloramiento camino hacia la zona de Asiento.

Formación Ananea (SD - a)

Toma su nombre de la localidad de Ananea en el departamento de Puno donde Laubacher G., op cit 1978, la describe como una gruesa secuencia de pizarras y esquistos aflorantes a lo largo de la ruta entre Ananea a Cuyo Cuyo. Esta unidad sobreyace concordante sobre los niveles rítmicos de la Formación Sandia. En la región conforma los núcleos de los sinclinales a lo largo de los valles de Sandia y Tambopata. Consiste de esquistos gris oscuros afectados por una esquistosidad de flujo que en muchos casos impide observar la estratificación, estando plegada fuertemente en varios sectores. Sus niveles inferiores conservan láminas de areniscas finas en estructuras lenticulares. A partir de este punto, esta formación pierde paulatinamente su metamorfismo con dirección NE.

Estos afloramientos predominan en la zona de estudio, visiblemente en las laderas de los cerros adyacentes a la zona urbana.



Figura 26: Secuencia de pizarras.

GRUPO MITU (Ps-mi)

Del Pérmico superior, ubicados al S-SW de la zona urbana, la base está compuesta de conglomerados polimicticos, de clastos subangulosos, cuarcitas y pizarras. La parte superior del Mitu está compuesta por una sucesión gruesa de derrames lávicos; las coladas varían entre 10-20 m., litología compuesta principalmente por lavas andesíticas, porfíricas, con desarrollo de gruesos cristales de plagioclasa, piroxenos cloritizados y enriquecidos con óxidos de hierro, matriz de vidrio volcánico recristalizado; también intercalan lavas afaníticas de color oscuro.

Depósitos Cuaternarios (Q)

Estas acumulaciones se encuentran mayormente en los fondos de las laderas, conformadas por clastos angulosos acumulados por erosión mecánica. Estos materiales acumulados son propios de los afloramientos de la zona: Sienita nefelítica, granitos, pizarras negras y cuarcitas de la Formación Sandía. La matriz la conforman limos, arcillas combinadas con materiales orgánicos.

Deposito Morrenicos (Q-mo). - En los flancos occidentales de los nevados de la cordillera Vilajota – Allin Capac (margen derecha de la cuenca Macusani), se encuentran extensas geoformas de morrenas originadas por la acumulación glacial, durante el proceso de glaciación y retroceso glaciar.

Estos depósitos están formados por arenas limos, gravas y bloques angulosos sin selección, por encima de los 4200m de altitud, generalmente son morenas de tipo lateral, sus sedimentos están conformados por brechas polimicticas que se envuelven en una matriz arenosa.

Depósito Fluvioglaciar (Q-fg). - Estos depósitos se forman por la erosión de los depósitos morenicos, conformando terrazas que rellenan los fondos de los valles y se constituyen de gravas subredondeadas, arenas gruesas, limos, arcillas, así mismo engloban bloques de roca suelta.

Depósito aluvial (Q-al). -En los fondos de los valles y las terrazas, se encuentran los depósitos aluviales, formados por la acumulación fluvial y pluvial en la fase de relleno, colmatación y aplanamiento. Estos depósitos se

constituyen de gravas polimícticas envueltas en una matriz arenosa, que son coronadas con capas de arena gravosa a arena limosa.

Rocas intrusivas. -En el área de estudio afloran cuerpos intrusivos, que a consecuencia de su emplazamiento han cortado rocas paleozoicas, desarrollando aureolas de metamorfismo de contacto con la presencia de cristales de andalucita y biotitas.

Complejo de San Gaban (PT-mzg/gr)

Aflora excelentemente en la carretera Ollachea a San Gabán (ambos márgenes del río), afectado por diques graníticos con dirección promedio N60°E; de facies diorítica de color gris oscuro y granos grueso con tramos de micro diorita; fuertemente metamorfizados, intruye al Sandia desarrollando una amplia zona de metamorfismo de contacto.

Afloramientos observados a lo largo del río Ollachea, gneis diorítico a micro diorítico, biotítico de coloraciones gris clara, con trazas de sulfuros; Al extremo oeste de la zona urbana se observan diques y stock de composición sienítica.

3.8.3.2 Sienita Nefelinica (Jm-si)

“Es una roca intrusiva, de edad Mesozoica, sistema Jurásico interior – medio, constituida esencialmente por nefelina, albita, ortosa y biotita, como consecuencia de su emplazamiento han cortado pizarras de la Formación Ananea, desarrollando aureolas de metamorfismo de contacto con presencia de cristales de andalucita.

Presenta textura porfídica, de color gris claro, holocristalino”.

3.3.4.-GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La cordillera oriental de los Andes se ha formado por levantamientos tectónicos sucesivos desde el Paleozoico hasta el presente, por lo que presenta una serie de fallas y pliegues longitudinales y transversales que forman la estructura interna del macizo cordillerano. El sistema tectónico más conspicuo está formado por las fallas inversas Ollachea, que cruzan con rumbo E-W, por la

localidad de Ollachea. con direcciones de N 240° - 290° E, todos ellos producto principalmente por la orogénesis Eohercínica que actuaron sobre las rocas paleozoica. Las principales fallas son: Paquillusi-Corani y Ollachea (al norte de la quebrada Oscco Cachi, cruza el cerro Ccoro Piña). La mineralización aurífera se hospeda en vetas-mantos sub paralelas al sistema regional y capas-foliación de pizarras carbonosas.

Es importante indicar que en estas zonas se ubican construcciones civiles y que por su relación las fallas con las aguas geotermales calientes podrían tener alguna actividad. Es necesario realizar una investigación geofísica detallada para determinar la estabilidad tectónica de esta zona de fallamiento.

En el área de estudio se han identificado dos sistemas de fallas principales que afectan los diferentes terrenos. Estas características permiten diferenciar dominios estructurales:

❖ **Dominio Estructural de Huacune**

Se encuentra limitado al SO por la falla **Paquillusi – Corani** y al NE por la falla Ollachea. Entre estas dos fallas se encuentran las pizarras de la Formacion Ananea, afectadas por un plegamiento plástico abierto, además una esquistosidad de fractura, subparalela a la estratificación acompaña a esta deformación.

Este dominio estructural, así como el dominio estructural de Tantamaco están truncados hacia el Este por el Batolito de Coasa.

❖ **Dominio Estructural de Tantamaco**

Este dominio se encuentra limitado al Norte por la falla Corani – Paquillusi tal como se observa en el plano y al Este por el sistema de fallas transcurrentes de Huascani Cocha. Que son mayormente de composición volcánica.

También se ha logrado identificar fallas longitudinales. Estas fallas tienen una orientación NO-SE y son las fallas Paquillusi, Corani, Ollachea y otras fallas menores.

❖ **Falla Ollachea**

Se trata de una falla inversa de alto ángulo, ubicada en el extremo central occidental del cuadrángulo de Ayapata, que pone en contacto a rocas sedimentarias de la Formación Sandia al Noreste con las de la Formación Ananea al Suroeste, presenta una orientación 015°/60°, con una inflexión al Sureste bien marcada en el cerro Maychane. En el cuadrángulo de Corani se extiende de extremo a extremo poniendo en contacto rocas sedimentarias ordovícicas de la Formación Sandia hacia el Noreste con rocas siluro-devonianas de la Formación Ananea y del Permo-Triásico del Grupo Mitu.

3.3.4.1.-Características Sismotectónicas Regionales

El Instituto Geofísico del Perú, viene evaluando la actividad sísmica en todo el territorio peruano, realizando evaluaciones preliminares del riesgo sísmico; estableciendo una zonificación Sísmica por intensidades, con la cual se determina que la cuenca de San Gabán (subcuenca de los ríos Macusani y Corani), se encuentra en la extensión de la Zona Sísmica 2.

Tabla 10: Eventos sísmicos en Carabaya.

Evento sísmico	Año y lugar
Sismo de intensidad VI	1928 Ayapata y Ollachea
Sismo de intensidad VII	1952 Coasa y Macusani

Fuente:(INDECI 2003).



Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones (1997).

3.4.-PELIGROS GEOLOGICOS

Dentro de las Ciencias Geológicas, la Geología Ambiental estudia los riesgos que pueden ocasionar los Peligros Geológicos sobre la población y los recursos naturales.

La importancia de esta rama en el Departamento de Puno es muy grande y merece interés debido a la fisiografía variada de la Región, ya que en estos últimos años el crecimiento demográfico fue en aumento sin tomarse en cuenta las habilitaciones urbanas de cada Municipio.

Muchas de las zonas pobladas se encuentran en laderas de los cerros, quebradas accesorias y otras que, pueden ser denominadas zonas de riesgo por tratarse de lugares sujetos a fenómenos naturales, geológicos – geotécnicos que implican la posibilidad de pérdidas de vidas o daños materiales.

Evaluar los peligros geológicos implica el análisis histórico y la deducción Geológica combinados con el monitoreo y modelos apoyados en sensores remotos e interferometría de radar.

Las quebradas que se observan en el Distrito de Ollachea, presentan las condiciones geológicas, geomorfológicas y sísmicas para que la ocurrencia de peligros geológicos, tales como las caídas de rocas y los flujos de detritos, constituyan un problema latente, que pudieran ocasionar pérdidas humanas y económicas.

3.5.-GEOTECNIA

3.5.1.-DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE SUELOS

En este apartado se realizó la descripción de los suelos observados en la zona de estudios de acuerdo a sus características a partir de las muestras alteradas o inalteradas obtenidas de las exploraciones, La Tabla N°2 anexos. resume las características de los suelos y las recomendaciones necesarias para realizar una clasificación elemental de campo, basada en la visualización, tacto y dimensiones elementales obtenidas en un laboratorio de campaña. Cabe destacar que los puntos a) y b) hacen referencia, respectivamente, a aquellas características que dependen de la estructura, y por ende, sólo pueden ser definidas en el terreno o a partir de muestras inalteradas. (Modificada del

reglamento CIRSOC 301– Centro de Investigación de los reglamentos nacionales de seguridad de obras civiles - Argentina).

En la descripción de los suelos, sus características principales observadas son:

(a) Características de la masa del suelo

(a-1) compacidad

(a-2) estratificación

(a-3) discontinuidades

(a-4) intemperización.

(b) Características de los materiales constituyentes del suelo

(b-1) color

(b-2) forma y composición de la partícula

(b-3) nombre del suelo (p.e. arcilla), graduación (p.e. fina) y plasticidad cuando corresponda.

(c) Formación geológica, era y tipo de depósito cuando corresponda.

(d) Clasificación y símbolo.

Una **descripción** completa brindará información detallada sobre la granulometría, plasticidad, color, características de la partícula, origen, ubicación estratigráfica y comportamiento del suelo en cuestión observado en la muestra obtenida o en la exploración. Excepcionalmente se podrán encontrar dos suelos con idéntica descripción.

Por otro lado, la **clasificación de suelos** los ubica dentro de unos pocos grupos, en base a características de granulometría y plasticidad determinadas sobre muestras alteradas.

Estas características pocas veces reflejan la realidad del suelo, constituyendo sólo una guía de cómo se va a comportar dicho suelo cuando se lo utilice como material de construcción, bajo diferentes estados de carga y de contenido de

humedad. En este caso la clasificación que se realizó de forma empírica de acuerdo a la descripción de las muestras de campo. (Modificada del reglamento CIRSOC 301– Centro de Investigación de los reglamentos nacionales de seguridad de obras civiles - Argentina).

Para la descripción in situ se modificó la tabla propuesta en el Reglamento Argentino de estudios geotécnicos y otras tablas obtenidas de la Guía para la descripción de suelos de la FAO, Guías para la Descripción de Suelos (FAO, 1990); SOTER versión actualizada (ISRIC, 2005) (ver Anexo III).

3.5.2 CARATERIZACION DE MACIZOS ROCOSOS

Para la realización de este apartado se ha utilizado la tabla propuesta por Gonzales Vallejo y Mercedes Ferrer para la descripción en campo del macizo rocoso basado en la metodología de Deere, Hoek Browns y Bienawsky. Además se añadió una propuesta de sostenimiento de acuerdo a la descripción GSI.

La tabla utilizada es una metodología práctica, la cual puede ser utilizada como guía para una rápida caracterización de cualquier macizo rocoso y por cualquier profesional o persona natural que quiera caracterizar los macizos en su ámbito habitacional o laboral.

DESCRIPCION Y ZONIFICACION DEL AFLORAMIENTO

Para la caracterización de los macizos rocosos, el primer paso en el estudio de un afloramiento debe ser la identificación del mismo y su descripción general. Posteriormente se lleva a cabo la división en zonas o sectorización y la descripción de las mismas. Es muy útil la toma de fotografías del afloramiento, donde se pueden indicar las características básicas de cada zona. Por lo general, en un macizo rocoso pueden establecerse a simple vista, siempre que el afloramiento no sea muy amplio, distintas áreas con diferente aspecto o tipos de materiales rocosos, por ejemplo, zonas con distinta litología, elementos estructurales, grado de fracturación, grado de meteorización, etc. lo que permite una división inicial por zonas. Esto facilita las posteriores descripciones y la aplicación sistemática de los procedimientos en la toma de los datos y medidas. En ocasiones, si existen pocos afloramientos o éstos presentan poca extensión,

o si el macizo rocoso a caracterizar es muy amplio, esta tarea puede resultar difícil.

La descripción de cada zona se lleva a cabo por separado y detalladamente, y deberá ser lo más objetiva y clara posible, utilizando terminología estandarizada, de manera que distintos observadores lleguen a la misma descripción, evitando que puedan aparecer diferencias en la interpretación de las observaciones o medidas realizadas en una misma zona.

A lo largo de esta fase se describen las características y propiedades físicas y mecánicas de la matriz rocosa y de las discontinuidades; los aspectos y factores a describir son los del cuadro de caracterización de macizos rocosos (ver cuadro 36). Las descripciones se efectúan de forma cualitativa y, siempre que sea posible, cuantitativa. A tal efecto existen tablas, escalas, índices y valores de referencia que se utilizan para cuantificar las diferentes propiedades y características del macizo o de sus elementos. (Fragmento modificado de la Guía de Macizos Rocosos de Gonzales y Vallejo)

Se recomienda seguir la siguiente secuencia (Ferrer y González de Vallejo, 1999):

a) **Identificación del afloramiento** Localización, situación geográfica, accesos, extensión, características geométricas, etc. Debe indicarse si es un afloramiento natural o corresponde a una excavación y las condiciones en que se encuentra.

b) **Fotografías y esquemas**

c) **Descripción geológica general**

- Formación y edad geológica
- Litologías
- Estructuras observables a gran escala
- Rasgos estructurales generales: macizo estratificada, fallado, fracturado, masivo, etc.
- Zonas alteradas, meteorizadas y espesor de las mismas

- Presencia de agua, etc.

PARAMETROS DEL MACIZO ROCOSO:

Para la caracterización global del macizo rocoso a partir de datos de afloramientos, además de la descripción de sus componentes, la matriz rocosa y las discontinuidades, deben ser considerados otros factores representativos del conjunto, como son:

- Número y orientación de las familias de discontinuidades.
- Tamaño de bloque e intensidad de fracturación.
- Grado de meteorización.

CUADRO PARA LA DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO IN SITU: el cual por su diseño y fácil entendimiento dicho cuadro puede ser manejada por cualquier persona natural u profesional. (ver cuadro 1. Anexo III).

CAPITULO IV

INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para tener una mejor interpretación de los resultados del estudio, la zona de trabajo se ha dividido en cuatro zonas (A, B, C, D) en las cuales detallaremos los resultados a continuación:



Figura 27: Muestra la división de la zona de estudio en cuatro zonas.

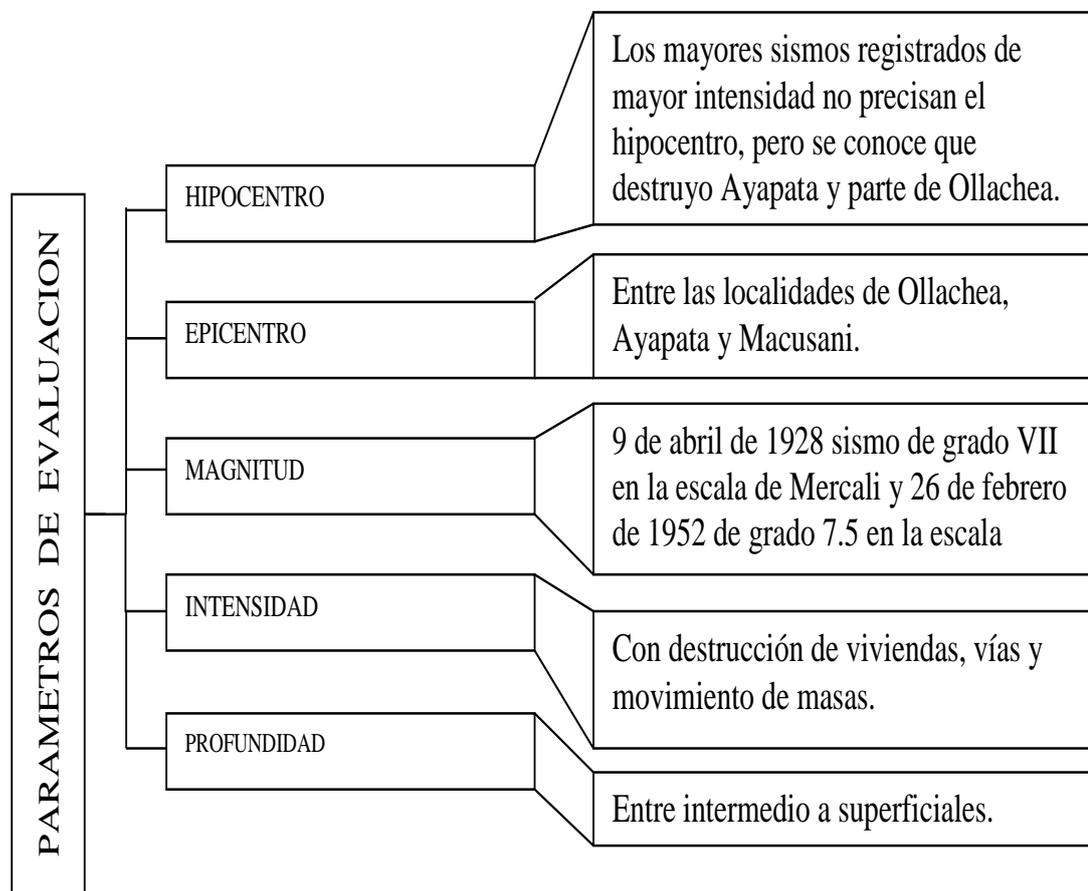
En base a los antecedentes, observaciones y datos obtenidos en el trabajo de campo en la zona de estudio se ha identificado los siguientes peligros generados por fenómenos de geodinámica externa e interna.

4.1.- ANALISIS Y EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD

4.1.1.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA

a.- **SISMOS.** - Parámetros de evaluación:

Cuadro 8: Fenómeno de Geodinámica Interna.

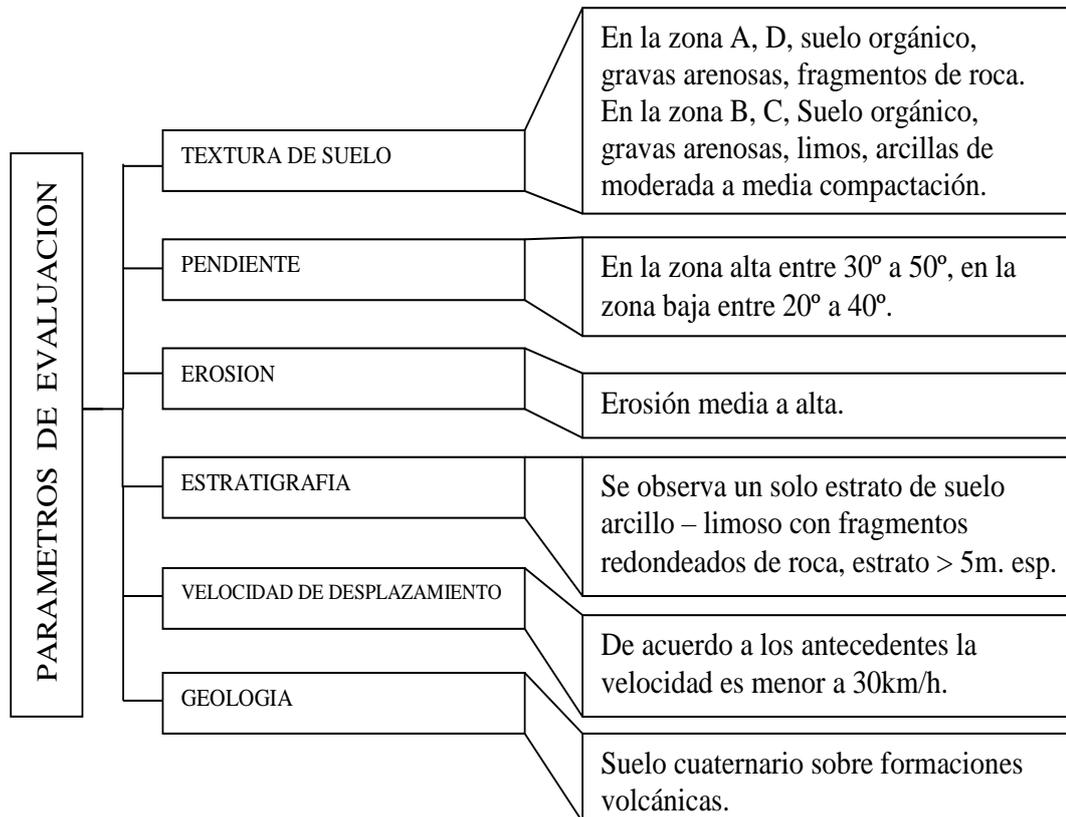


Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.1.2.- PELIGROS GENERADOS POR FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA

a.- MOVIMIENTO DE MASAS: Parámetros de evaluación:

Cuadro 9: Fenómenos de Geodinámica Externa movimiento de masa.



Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

b.- EROSION DE SUELOS

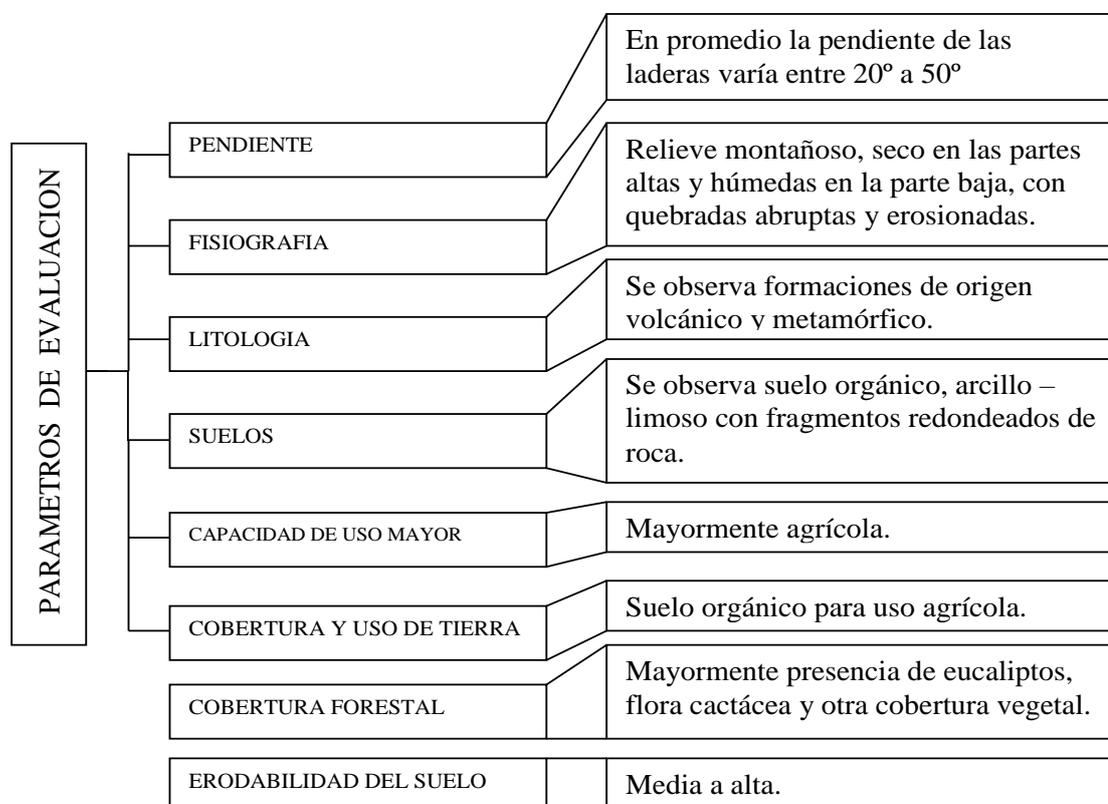
Cuadro 10: Parámetros de erosión de suelo.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptor	G3	Grado de Intensidad de la erosión hídrica (Mg/mm.a) Moderada	PG3	0.134
	IE2	Índice de riesgo de la erosión. Alto	PIE2	0.26
		Perdida del suelo por erosión laminar (T/ha año) Moderado		0.134

Fuente: Modificado del Manual de CENEPRED V2 2014.

Parámetros de evaluación:

Cuadro 11: Parámetros de evaluación erosión de suelo.



Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

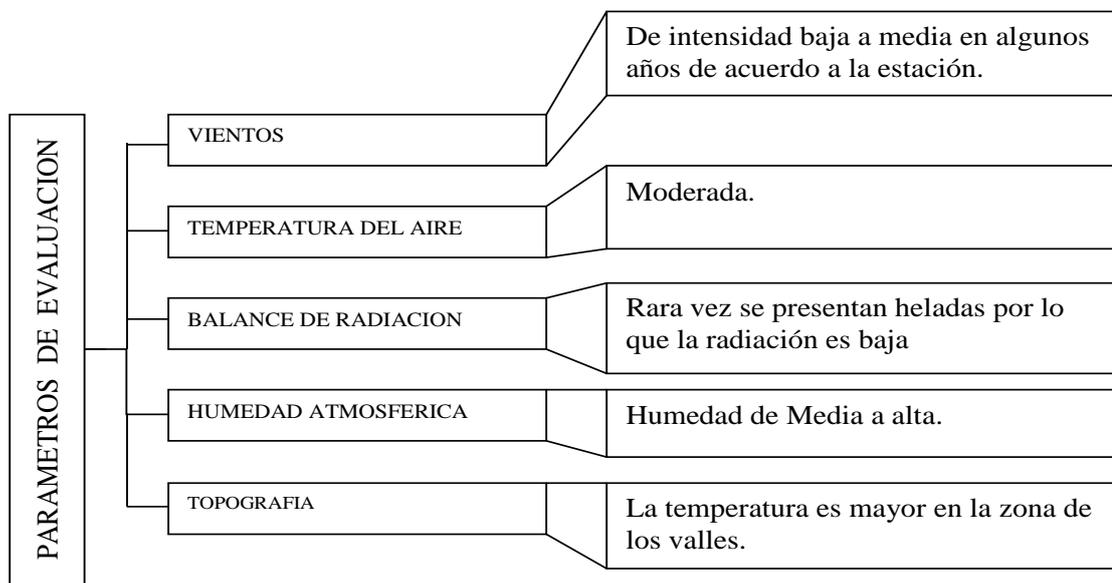
c.- EVALUACIÓN POR DESCENSO DE TEMPERATURAS

Cuadro 12: Evaluación por descenso de temperatura.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	T5	Bajas temperaturas (3°C a 6°C)	PT5	0.035
	H4	Altitud (2500 – 3500)	PH4	0.068
	N3	Nuvosidad es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estará nuboso	PN3	0.134

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

Cuadro 13: Parámetros de evaluación por descenso de temperaturas.



Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.2.- PARAMETROS DE EVALUACION GENERAL

Cuadro 14: Parámetros de Evaluación General.

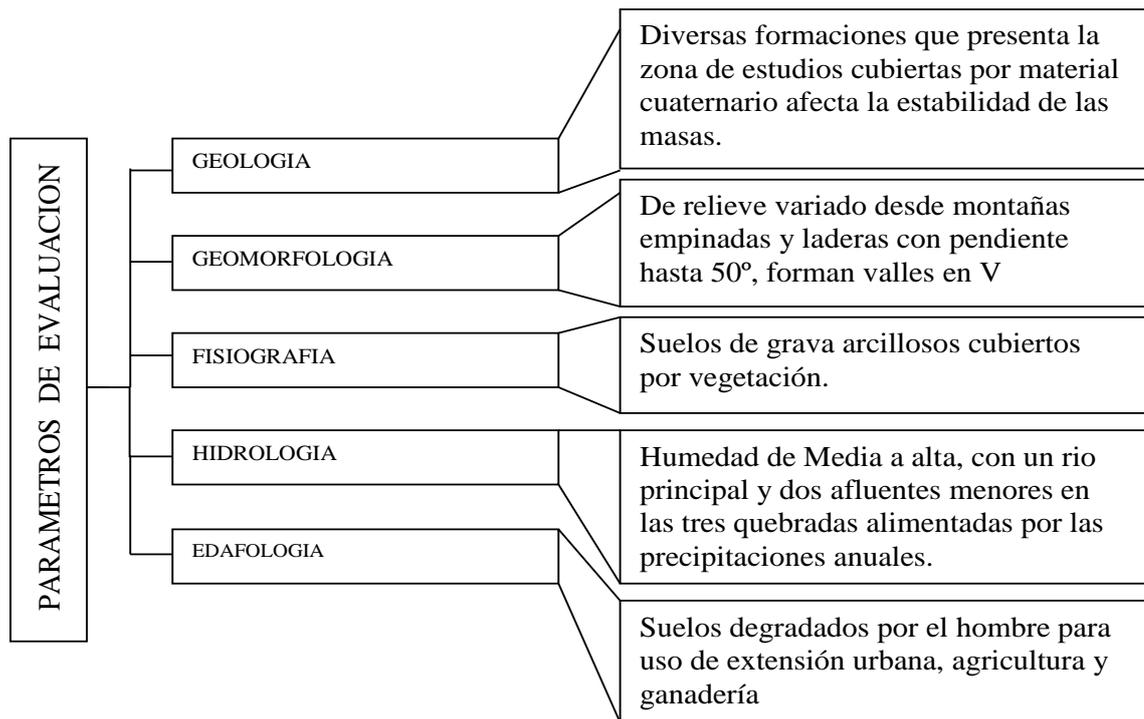
PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	Y4	RELIEVE: Muy accidentado con valles estrechos y quebradas profundas, numerosas estribaciones andinas, zonas de huaycos	PY4	0.068
	Y9	TIPO DE SUELO: Suelos granulares a finos, arcillosos sobre grava aluvial y coluvial.	PY9	0.068
	Y11	COBERTURA VEGETAL: De 70 a 100%	PY11	0.503
	Y16/Y19	USO ACTUAL DE SUELOS: Áreas Urbanas intercomunicadas, tierras agrícolas y ganaderas.	PY 16/ PY19	0.285
	SH1	HIDROMETEOROLOGICOS: Lluvias	PSH1	0.503
	SG4	GEOLOGIA: Movimientos en masas	PSG4	0.068
	SI5	CRECIMIENTO DEMOGRAFICO: Crecimiento demográfico	PSI 5	0.035

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.2.1.- SUSCEPTIBILIDAD

4.2.1.1.- Factores Condicionantes

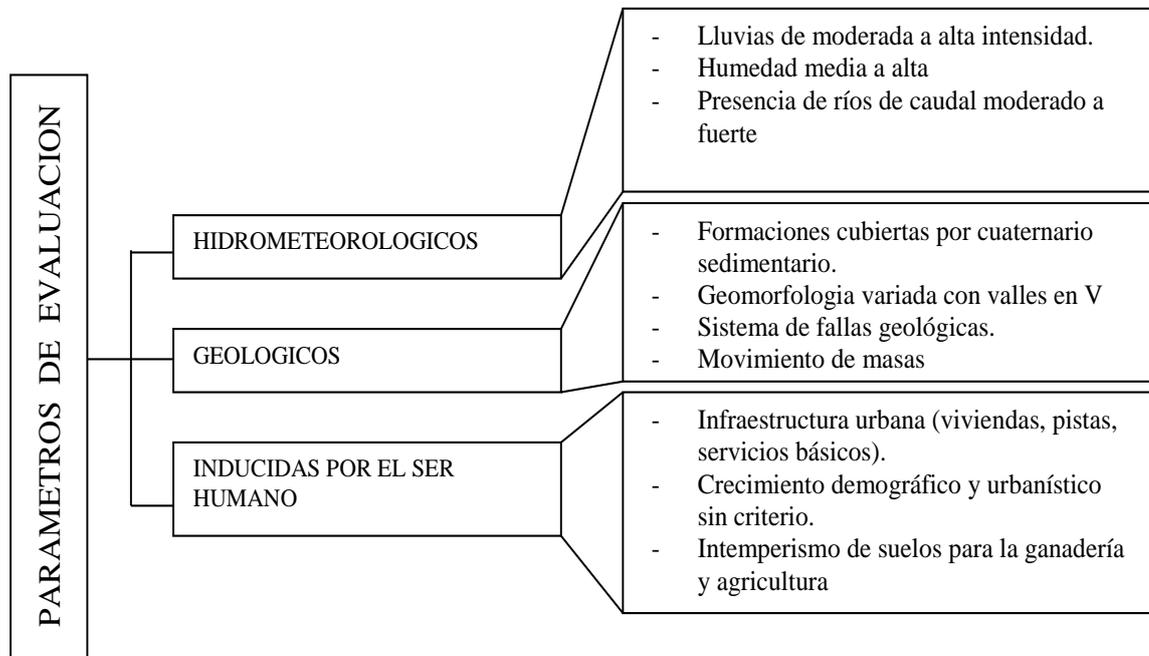
Cuadro 15: Parámetros de Factores Condicionantes.



Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.2.1.2.- Factores Descendentes

Cuadro 16: Parámetros de Factores Descendentes.



Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.3.- DEFINICION DE LAS ZONAS SEGUN EL PELIGRO

En el área de estudios se ha definido en 4 zonas en riesgo, después de haber caracterizado los peligros y teniendo los rangos de la tabla N°11, se trazó una cuadrícula de acuerdo a sus características.

Cuadro 17: Definición de las zonas A, B, C, D.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
Hipótesis	El conocimiento de los desastres naturales y la interpretación de sus riesgos nos ayudaran a evaluar el nivel de riesgos geológicos y vulnerabilidad a los que está expuesto la población de Ollachea con mayor criterio.			
Factores Condicionantes	-Laderas heterogéneas -Suelos cohesivos con inclusiones granulares -Rocas con discontinuidades, alteradas y en estratos -Plegamientos, Fallas. -Distribución anual de precipitaciones -Pendiente fuerte mixta	Laderas heterogéneas Suelos cohesivos con inclusiones granulares. Rocas no solubles, permeables por figuración. Plegamientos, fallas, diaclasas. Distribución anual de precipitaciones. Pendiente moderada escalonada a mixta	Laderas heterogéneas Suelos granulares homogéneos. Rocas no solubles, permeables por figuración. Plegamientos, fallas y diaclasas. Distribución anual de precipitaciones Pendiente moderada escalonada	Laderas heterogéneas Suelos cohesivos con inclusiones granulares. Rocas con discontinuidades, alteradas y en estratos. Diaclasas y fallas. Distribución anual de precipitaciones. Pendiente fuerte cóncava.
Factores desencadenantes	De tipo natural: Socavación por el agua de lluvia y ríos, movimiento de masas, crecimiento de la cobertera vegetal, actividad sísmica, etc. De tipo antrópico: excavaciones por obras civiles, deforestación, cambios de usos del suelo.			
Exposición	Muy alto	Exposición media	Exposición media	Exposición alta a media
Probabilidad de riesgo Social	Medio a alto, presencia de vías de transito medio	Alto, en esta zona se encuentra distribuidos la zonas urbanas	Alto, en esta zona se encuentra distribuidos la zonas urbanas	Medio a alto, presencia de viviendas, y vías de transito carrozables.
Probabilidad de riesgo económico	Alto, vía donde transitan vehículos menores y de transporte público, así como de carga.	Alto, zona urbana con construcciones públicas y privadas así como comercios.	Alto, zona urbana con construcciones públicas y privadas así como comercios y zonas de ganadería y agricultura.	Medio a Alto, zona urbana, con vías donde transitan vehículos menores zona de agricultura y ganadería.
Probabilidad de riesgo Ambiental	Medio a bajo.	Medio a bajo.	Medio a bajo.	Medio a bajo.

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

Tabla 11: NIVELES DE PELIGROSIDAD: Matriz de peligro.

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	<p>Uso actual de suelo Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirve para su normal funcionamiento. Magnitud del sismo mayor a 7, Intensidad desastroso. Precipitaciones anómalas positivas mayores a 300%, cercanía a la fuente de agua Menor a 20 m, intensidad media en una hora (mm/h) Torrenciales: mayor a 60. Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de Rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).</p>	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	<p>Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentran en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados. Magnitud del sismo 7, Intensidad muy grande. Nubosidad N es mayor o igual que 1/8 y menor o igual que 3/8, el cielo estará poco nuboso. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 100% a 300%, cercanía a la Fuente de agua Entre 20 y 100m, intensidad media en una hora (mm/h) Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 25° a 45°. Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, Muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.</p>	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	<p>Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos. Tipo de suelo granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial. Falta de cobertura vegetal 20 - 40 %. Uso actual de suelo Plantaciones forestales, Establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc. magnitud del sismo 6.5, Intensidad grandes. Nubosidad N es mayor o igual que 4/8 y menor o igual que 5/8, el cielo estará nuboso. Pendiente 20° a 30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados</p>	$0.068 \leq R < 0.134$

Fuente: Subdirección de Normas y Lineamientos Dirección de Gestión de Procesos – CENEPRED.

4.4.- ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales, han hecho aumentar en forma continua la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de fenómenos de origen natural.

Una reflexión sobre el tema del riesgo nos muestra claramente que en muchas ocasiones no es posible actuar sobre el peligro o amenaza entonces es factible comprender que para reducir el riesgo no habría otra alternativa que disminuir la Vulnerabilidad de los elementos expuestos. Como por ejemplo edificaciones expuestas y susceptibles a un peligro natural, viviendas inadecuadas o precarias, organización ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

4.4.1.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES

a.- Exposición social

Cuadro 18: Exposición social.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	ES3	Grupo Etario: De 12 a 15 años y 50 a 60 años	PES 3	0.503
	ES6	Servicios educativos expuestos: >75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES11	Servicios de salud terciarios: >60% servicio de salud expuestos	PES11	0.503

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

b.- Fragilidad Social

Cuadro 19: Fragilidad Social.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	FS5	Material de construcción de la edificación: Ladrillo	PFS5	0.035
	FS7	Estado de conservación de la edificación: Malo, Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tiene visibles desperfectos.	PFS7	0.26
	FS12	Antigüedad de la construcción de la edificación: De 30 a 40 años	PFS12	0.26
	FS18	Configuración de elevación de las edificaciones: 3 pisos	PFS18	0.134
	FS21	Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: de 80% al 100%	PFS21	0.503

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

c.- Resiliencia Social

Cuadro 20: Resiliencia Social.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
DESCRIPTORES	RS1	Capacitación en temas de gestión de riesgos: La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgos.	PRS1	0.503
	RS8	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres: Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	PRS8	0.134
	RS11	Existencia de normatividad política local: El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local) en el que se encuentra el área de estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo.	PRS11	0.503
	RS16	Actitud frente al riesgo: Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS22	Campaña de difusión: Escasa difusión en diversos medios de comunicación nacional sobre temas de prevención, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.26

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.4.2.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS EXPOSICION ECONOMICA

a.- Exposición Económica

Cuadro 21: Exposición Económica.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESOPONDERADO	
Descriptores	EE1	Localización de la edificación: Muy cercana 0Km – 0.2 Km	PEE1	0.503
	EE8	Servicios básicos de agua potable y saneamiento: > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE12	Servicios de las empresas eléctricas expuestas: > 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12	0.26
	EE18	Servicios de las empresas de combustible y gas: > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18	0.134
	EE23	Servicio de empresas de transporte expuesto:> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE23	0.134
	EE28	Área agrícola: > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE28	0.134
	EE33	Servicio de telecomunicaciones: > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33	0.134

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

b.- Fragilidad Económica

Cuadro 22: Fragilidad Económica.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	FE5	Material de construcción de la edificación: Ladrillo	PFE5	0.035
	FE7	Estado de conservación de las edificaciones: MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que lo comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE7	0.26
	FE13	Antigüedad de construcción de la edificación: de 20 a 30 años.	PFE13	0.134
	FE16	Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: de 80% - 100%	PFE16	0.503
	FE22	Topografía del terreno: 30%<P ≤ 50%	PFE22	0.26
	FE28	Configuración de elevación de la edificación: 3pisos	PFE28	0.134

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

C.-Resiliencia Económica

Cuadro 23: Resiliencia Económica.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
Descriptores	RE3	Población económicamente activa desocupada: Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Población con regulares posibilidades socioeconómicas.	PRE3	0.134
	RE8	Ingreso promedio mensual: >264<=1200	PRE8	0.134
	RE12	Organización y capacitación institucional: Las instituciones gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación. Las instituciones gubernamentales del nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia, pero no en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madures política. Las privadas muestran un relativo interés con la realidad local, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE12	0.26
	RE17	Capacitación en temas de Gestión de Riesgo: La población está escasamente capacitada en temas de Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa a nula.	PRE17	0.26

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

4.4.3.- ANÁLISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL

a.-Exposición Ambiental

Cuadro 24: Exposición Ambiental.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
DESCRIPTORES	EA5	Deforestación: Bosques, Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	PEA5	0.035
	EA9	Deforestación: de 5-25% del total del ámbito de estudio.	PEA9	0.068
	EA12	Pérdida de suelo: Uso indiscriminado de suelos, expansión urbana.	PEA12	0.26
	EA17	Pérdida de agua: prácticas de consumo poblacional / fugas en redes de distribución.	PEA17	0.26

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

b.-Fragilidad Ambiental

Cuadro 25: Fragilidad Ambiental.

ARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
DESCRIPTORES	FA1	Características geológicas del suelo: zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables.	PFA1	0.305
	FA7	Explotación de Recursos Naturales: prácticas negligentes periódicas o estacionarias de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales)	PFA7	0.26
	FA11	Localización de centros poblados: Muy Cercana 0km.0.2km	PFA11	0.503

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

c.-Resiliencia Ambiental

Cuadro 26: Resiliencia Ambiental.

PARAMETRO		DETERMINANTES	PESO PONDERADO	
DESCRIPTORES	RA2	Conocimiento y cumplimiento de la Normativa Ambiental: Solo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2	0.26
	RA7	Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales: Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7	0.26
	RA11	Capacitación en temas de conservación ambiental: La totalidad d la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503

Fuente: Modificado del Manual CENEPRED V2.

COMPARACION DE RESULTADOS TOMANDO COMO REFERENCIA LA “EVALUACION GEOLOGICA Y CONSECUENCIAS DE LOS HUAICOS DE CHOSICA DEL 23-03-15: CRONICA DE UN DESASTRE ANUNCIADO”

El 23 de marzo del año 2015, el INGEMMET elaboro una Evaluación geológica y las consecuencias de los huaycos en la localidad de Chosica, con la participación de los profesionales Sandra Villacorta, Segundo Nuñez, Christian Huarez, Lionel Fidel.

En la cual se hace un análisis de los efectos que podría ocasionar el incremento de las precipitaciones pluviales en las quebradas Quirio, Pedregal, Carossio, Corrales y Cashahuacra. Dicho panorama guarda una similitud con el Distrito de Ollachea, Provincia de Carabaya, por:

- Las quebradas existentes.
- El aumento de las lluvias por temporadas.
- La distribución de las zonas urbanas en las zonas de quebrada
- Las Fallas existentes

En ambos casos se observa alta susceptibilidad a que se generen procesos geológicos como:

- Erosión fluvial.
- Movimientos de masas (huaycos).
- Caídas de rocas.

El detonante de estos procesos geológicos es el incremento del caudal de los ríos en algunos casos y en otros los ocasionados por agentes antrópicos.

Si hablamos de los agentes antrópicos más que todo las deficiencias en el ordenamiento urbano y los espacios vacíos de la legislación en materia de protección civil (obras civiles) en la mayoría de desastres conocidos podemos decir que es irresponsabilidad por una parte de los gobiernos locales que para realizar las expansiones urbanas no toman en cuenta las zonas vulnerables a desastres naturales y por otra parte la imprudencia de los pobladores que pese a los antecedentes históricos se conoce las posibles zonas vulnerables sin embargo se construyen casas, se hacen campos agrícolas y ganaderos, u

otros con exceso de confianza en los lechos de quebrada y precisamente cuando pasa los procesos geológicos naturales son los primeros afectados denominando luego a estos procesos geológicos cíclicos como desastres naturales.

Al igual que la “Evaluación geológica y las consecuencias de los huaycos en la localidad de Chosica” se elaboró tomando como base el manual del CENEPRED, el presente estudio de investigación también uso como base guía el manual del CENEPRED y la Matriz de vulnerabilidad, la cual en un mapeo de procesos identificamos los peligros, proponemos las medidas correctivas y bajaremos el peligro inicial a uno tolerable. En la “Evaluación geológica y las consecuencias de los huaycos en la localidad de Chosica” se identificaron los niveles de vulnerabilidad ALTO de acuerdo a las condiciones observadas, y por tener similitud con el Distrito de Ollachea en algunas zonas los niveles de vulnerabilidad también se resultaron Altos, esto nos ayudara a mejorar la prevención que se requiera para minimizar estos niveles.

4.5.- DETERMINACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

Tabla 12: Matriz de vulnerabilidad.

NIVEL	DETERMINANTES	RANGO
<p>Vulnerabilidad Muy Alta</p>	<p>Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%.PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.</p>	<p>$0.260 \leq R < 0.503$</p>
<p>Vulnerabilidad Alta</p>	<p>Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%.</p>	<p>$0.134 \leq R < 0.260$</p>
<p>Vulnerabilidad Media</p>	<p>Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$. Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto.</p>	<p>$0.068 \leq R < 0.134$</p>

Fuente:(CENEPRED V2 2014).

4.6.- IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.26	0.018	0.035	0.067	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.26	0.503
		VB	VM	VA	VMA

LEYENDA

Riesgo bajo	$0.001 \leq R < 0.005$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$

Fuente:(Manual de CENEPRED V2).

INTERPRETACION

Con los datos obtenidos después de procesar los mismos, podemos estimar los impactos potenciales en la zona urbana del Distrito de Ollachea.

En la Zona A.- Se identificaron los siguientes peligros:

Cuadro 27: Identificación de peligros en la Zona A.

Peligro Generado Por:	Probabilidad de Ocurrencia del Peligro	Vulnerabilidad	Nivel de Riesgo
Movimiento de masas por erosión: Huaicos, desprendimiento de taludes, erosión de la ribera del rio	Peligro Muy Alto	0.236	Riesgo Muy Alto

- Zona con antecedentes de movimiento de masas.
- Laderas con pendientes > a 30°
- Zonas de rocas alteradas y suelos meteorizados.
- Infraestructura de la zona urbana sin criterio ingenieril muchos de ellos construidos a pocos metros de las laderas y a orillas del Rio Ollachea.

- Vías de tránsito vulnerables.

En la Zona B.- Se identificaron los siguientes:

- Zona con antecedentes de movimiento de masas.
- Laderas con pendientes entre 20° a 30°, en algunas zonas pendiente mayor a 30°
- Zonas de afloramientos rocosos con alteración y fracturas, suelos meteorizados.
- Infraestructura de la zona urbana sin criterio ingenieril muchos de ellos construidos a pocos metros de las laderas y a orillas del Río Ollachea.
- Ubicación de los centros educativos secundarios y zonas de recreación (piscina) en zona de riesgo.
- Zonas de cultivo y ganadería a pocos metros de la ribera del río.
- Vías de tránsito vulnerables.

Cuadro 28: Identificación de peligros en la Zona B.

Peligro Generado Por:	Probabilidad de Ocurrencia del Peligro	Vulnerabilidad Total	Nivel de Riesgo
Movimiento de masas por: Erosión pluvial, y probable movimiento sísmico.	Alto	0.048	Riesgo Alto (zona cercana a la zona D)
Desborde de río por: Aumento de caudal y erosión de las orillas donde se encuentra la infraestructura urbana, cultivos y ganado.	Medio	0.018	Riesgo Medio (Centro Urbano del Distrito)

En la Zona C.- Se identificaron los siguientes:

- Zona con antecedentes de movimiento de masas y erosión de la ribera del río.
- Laderas con pendientes entre 20° a 35°.
- Zonas de afloramientos rocosos con alteración y fracturas, suelos meteorizados.

- Infraestructura de la zona urbana sin criterio ingenieril muchos de ellos contruidos a pocos metros de las laderas y a orillas del Rio Ollachea.
- Ubicación de los centros educativos inicial, infraestructura pública y privada, zonas de comercio sin estudio de suelos y con edificaciones entre 2 y 4 pisos.
- Vías de transito vulnerables.
- Sistema de electrificación vulnerable.
- No se identifica zonas seguras en caso de posibles sismos.

Cuadro 29: Identificación de peligros en la Zona C.

Peligro Generado Por:	Probabilidad de Ocurrencia del Peligro	Vulnerabilidad Total	Nivel de Riesgo
Movimiento de masas por: Erosión pluvial, y probable Movimiento sísmico. Movimiento de lodos (huaicos) desde las laderas de la zona D afectando viviendas y vías de tránsito.	ALTO	0.065	Riesgo Alto

En la Zona D.- Se identificaron los siguientes:

- Zona con antecedentes de movimiento de masas
- Laderas con pendientes > 30°.
- Zonas de afloramientos rocosos con alteración y fracturas, suelos meteorizados.
- Infraestructura de la zona urbana sin criterio ingenieril muchos de ellos contruidos a pocos metros de las laderas donde se registra desprendimiento de suelos actualmente y a orillas del Rio Asiento.
- Ubicación de los centros educativos Primaria, zonas de comercio y edificaciones entre 2 y 4 pisos sin muros de contención y filtraciones de agua subterránea.
- Vías de transito vulnerables.
- Sistema de electrificación vulnerable.
- No se identifica zonas seguras en caso de posibles sismos.
- Zonas con pendiente favorables para deslizamiento de lodos.

Cuadro 30: Identificación de peligros en la Zona D.

Peligro Generado Por:	Probabilidad de Ocurrencia del Peligro	Vulnerabilidad Total	Nivel de Riesgo
Movimiento de masas por: Erosión pluvial, y probable Movimiento sísmico. Movimiento de lodos (huaicos)	MUY ALTO	0.065	Riesgo Muy Alto

4.7.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Las medidas de prevención están enfocadas a reducir los niveles de riesgo identificados en el presente trabajo hasta un nivel tolerable y de esta forma minimizar las consecuencias de los impactos debido a los fenómenos naturales. En las medidas propuestas y adoptadas, deben ser tomados en consideración los aspectos técnicos y las modificaciones del comportamiento por parte de la población.

En el presente trabajo hemos identificado que la ocupación de terrenos geológicamente inestables, obras de ingeniería mal planeada y la ocupación urbana desordenada en la parte de las laderas de quebrada, constituyen los principales problemas, generando áreas de riesgo y provocando la degradación física del medio ambiente.

Teniendo como antecedentes que en la zona de estudio los peligros geológicos que producen mayores daños son los deslizamientos de lodos (huaycos), los derrumbes y las caídas de rocas; se plantean medidas de prevención y protección principalmente en referencia a estos fenómenos. También se plantean algunas medidas de prevención de importancia para los demás peligros geológicos ocurrientes que se detallan a continuación:

4.7.1.- Flujos de Detritos o Deslizamientos de lodos

Para este tipo de peligros naturales, se plantean las siguientes alternativas:

- Construcción de andenes. Por su forma escalonada, estos impiden que el agua corra de manera violenta. Cuando los taludes son altos se construyen terrazas escalonadas o bancales para interceptar el agua a velocidades menores a 90 cm/seg.

- Otras alternativas de acuerdo a las condiciones del terreno podría ser la construcción de canales, zanjas de coronación, pilotes de madera y la construcción de diques o presas empleando bloques de roca de buen tamaño y densidad, filas escalonadas de gaviones, o pantallas de hormigón, que permitan mantener ciertas áreas libres de inundaciones.

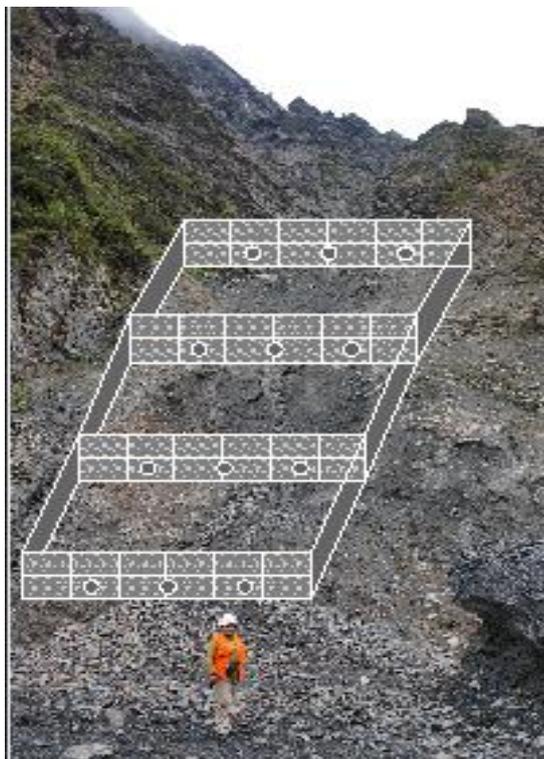


Figura 28: Construcción de andenes por su forma escalonada, estos impiden que el agua corra de manera violenta.

4.7.2.- CAIDAS DE ROCAS

La parte alta de las quebradas que rodean el Distrito se caracteriza por tener laderas con pendientes medias y fuertes además de tener una litología intrusiva y volcánica-sedimentaria afectada por procesos de meteorización física, esto hace que sea una zona afectada por caída de rocas.

En el presente trabajo sugerimos algunos diseños que pueden ser discutidos, analizados y aplicados en las laderas; pueden realizarse sobre aquellas que tienen pendientes más fuertes, para tener un factor de seguridad predeterminado y si es posible estabilizar fenómenos de rotura.

a.- Anclajes

Son armaduras metálicas, alojadas en taladros perforados desde el talud y cementadas. Se emplean como medida estabilizadora tanto en roca como en terreno suelto. Trabajan a tracción y colaboran a la estabilidad del talud de dos formas:

1. Proporcionando una fuerza contraria al movimiento de la masa deslizante.
2. Produciendo un incremento de las tensiones normales en la superficie de rotura existente o potencial, lo que provoca un aumento de la resistencia a la caída de rocas en dicha superficie.

En un anclaje se distinguen tres partes fundamentales:

- Zona de anclaje: Parte solidaria al terreno en profundidad, encargada de transferir los esfuerzos al mismo.
- Zona libre: Es la parte en que la armadura se encuentra independizada del terreno que la rodea, de forma que pueda deformarse con total libertad al ponerse en tensión
- Cabeza: Es la zona de unión de la armadura a la placa de apoyo

La longitud de los anclajes varía entre 10 y 100 m y el diámetro de la perforación entre 75 y 125 mm. Cuando se proyecta instalar anclajes, es necesario poseer una detallada información previa sobre las características geológicas y resistentes del terreno. La elección del tipo de anclaje (activo, pasivo o mixto; bulones o cables) debe regirse de acuerdo a criterios técnicos.

b.- Muros

Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en laderas. Su uso más frecuente, es en la construcción de carreteras, en desmontes y terraplenes, en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos:

Muros de Sostenimiento. - Estos muros son estructuras que sirven para contener terrenos a desnivel, son usados para estabilizar materiales confinados

evitando que desarrollen su ángulo de reposo natural. Se utilizan en cambios abruptos de pendiente.

Muros de Contención. - Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.



Figura 29: Muros de contención para que no permitan que estas masas de roca asuman sus pendientes naturales.

Muros Jaula o gaviones.- Los muros de gaviones son los formados por superposición de cajas de forma prismática, fabricadas generalmente mediante enrejado de alambre galvanizado en cuyo interior se introducen rocas de pequeño tamaño.

Los dos elementos constructivos elementales en este tipo de muros son, jaula y relleno.

La estabilidad de los muros jaula es proporcionada por su propio peso y son adecuadas para alturas hasta los 7m.



Figura 30: Muros de Jaula o Gaviones.

Muros de Apoyo. - Se instalan en taludes en roca en los que se aprecia la existencia de masas importantes de roca en voladizo. Su misión es proporcionar un apoyo a dichas masas con el fin de evitar su desprendimiento para lo que se rellena el espacio que queda por debajo de la saliente con hormigón en masa o muy poco armado, empleándose en ocasiones hormigón pobre.

El muro absorbe parte del peso de la masa potencialmente inestable por lo que queda solicitado a compresión.

Muros Anclados. - El empleo de muros reforzados con anclajes es una medida mixta que elimina los problemas de estabilidad al vuelco del muro, disminuye los momentos flectores que actúan sobre él y reduce las tensiones máximas que actúan sobre el terreno.

c.- Mallas de Alambre Metálico

Con ellas se cubren la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud.

Las mallas de hierro galvanizado retienen los fragmentos sueltos de rocas y conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud. Son apropiados cuando el tamaño de roca se encuentra entre 0.60 a 1.00 m.

La malla se fija siempre en la parte superior del talud o en bermas intermedias.

Como sistemas de fijación pueden emplearse postes introducidos en bloques de hormigón que pueden a su vez ir anclados o simplemente un peso muerto en la parte superior del talud.

Otra medida a tener en cuenta es la construcción de las bases de las viviendas (pircas y zapatas) de manera adecuada, generalmente estas son construidas con bloques rocosos irregulares a veces sin ningún tipo de cemento.

El hecho de que las viviendas estén ubicadas en pendientes que a veces superan los 35° y la posibilidad de ocurrencia de un sismo condiciona esta zona a derrumbes y caídas de rocas.

Las pircas deben ser construidas con un relleno de cemento y no deben superar los dos metros además deben estar ubicadas en cortes que no sean irregulares, situación que es muy difícil porque casi todos los cortes de talud son hechos de manera artesanal.

4.7.3.- EROSION FLUVIAL

Los problemas de erosión fluvial están relacionados con la cantidad de desechos arrojados en el cauce y la construcción de estructuras inadecuadas. Para controlar la erosión de las márgenes (orillas) de los ríos producidas por las corrientes pueden colocarse espigones o contrafuertes de los mismos materiales que ayuden a encauzar el paso de las aguas por la zona central.

Cuando los taludes son altos se construyen terrazas escalonadas. Entre otras alternativas está la construcción de canales, zanjas de coronación.

Las estructuras construidas no deben ser improvisadas ni hechas de desmonte (material residual de construcciones), deben estar ubicadas en lugares adecuados y no en pleno cauce interrumpiendo el curso natural del río.

Una actividad importante es la preservación de los ríos esto comprende acciones como la prohibición de residuos sanitarios, industriales y desmorte.



Figura 31: Espigones o Contrafuertes de los mismos materiales que ayuden a encauzar el paso de las aguas.

4.7.4.- EROSION DE LADERAS

Es recomendable tomar algunas medidas para atenuar la erosión pluvial producida en caso de lluvias, además es necesario controlar el agua de escorrentía por medio de zanjas impermeabilizadas y desagües adecuados.

Las medidas de solución propuestas frente a los peligros geológicos también deben incluir programas de prevención que permitan mejorar las condiciones urbanísticas existentes, estas deben ir acompañados de políticas de control en relación a la ocupación de nuevas áreas que no impliquen la ocupación de zonas de riesgo.

Con base en la realidad constatada en los trabajos de campo, se sugiere a continuación una serie de medidas orientadas a mejorar los problemas ambientales compuesto por los siguientes programas:

4.7.5.- PROGRAMAS DE VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA

Estos programas serían responsables por la mejoría de las condiciones de las viviendas, control de la ocupación, evitando la construcción de nuevas viviendas en las áreas calificadas de alta susceptibilidad, además se deben gestionar programas para proporcionar los servicios básicos de agua, desagüe y recolección sistemática de basura en las zonas más críticas.

Se debe incluir la capacitación a los pobladores teniendo como objetivo mejorar la construcción de pircas y paredes en las zonas que ya están habitadas.

Este programa también sería responsable por la recuperación de los ambientes que se encuentran degradados por la ocupación desordenada y el uso inadecuado del suelo.

4.7.6.- PROGRAMAS DE EDUCACION AMBIENTAL

Este programa implicaría la creación de un equipo de profesionales especialistas, con la finalidad de orientar a los pobladores de las zonas crítica, sobre la importancia de mantener el medio ambiente.

4.7.7.- PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE DESASTRES EN ZONAS CRITICAS

Se debe tener en cuenta criterios para incluir medidas de señalización y de evacuación en caso de sismos, caída de rocas y deslizamiento de lodos.

Este programa debe contar con el apoyo de Defensa Civil ya que esta institución es el órgano responsable por el auxilio durante los accidentes en áreas en riesgo. Para que este programa sea bien guiado se recomiendan que sean adoptadas algunas medidas propuestas por Housner (1987) encaminadas a la reducción de desastres y usar el manual del CENEPRED V2 a través de las siguientes medidas:

Medidas Físicas

- Planear construcciones para resistir los impactos.
- Identificar y evitar las localidades susceptibles a desastres.

- Prever la ocurrencia de eventos.
- Prevenir o alterar las características de un evento peligroso.

Medidas Sociales

- Preparar programas de emergencia para proteger la vida y la propiedad en caso sea previsto un desastre natural.
- Desarrollar etapas de concientización pública en áreas susceptibles.
- Reconstruir las viviendas afectadas para que sean menos vulnerables a un próximo evento. En el proceso de buscar soluciones para administrar los riesgos Cardona (1996) propone una guía para la administración de riesgos y prevención de desastres que puede ser diseñado por la administración pública (municipio). En este sentido el autor presenta actividades relacionadas a la prevención y mitigación. Estas actividades serán efectuadas en tres momentos Antes, durante y después del evento.

Tabla 13: Medidas Sociales.

ANTES DEL DESASTRE	DURANTE EL DESASTRE	DESPUES DEL DESASTRE
Prevención: Objetivo evitar que ocurra el evento.	Actividades de respuesta al desastre: Son aquellas que se desarrollan en el periodo de emergencia o inmediatamente después de ocurrido el evento. Puede incluir evacuación, búsqueda y rescate asistencia y alivio a la población afectada y acciones que se realizan durante periodo en que la comunidad se encuentra desorganizada y los servicios básicos no funcionan.	Rehabilitación: Es el periodo de transición que se inicia al final de la emergencia y en el cual se establecen los servicios indispensables y los sistemas de abastecimiento de la zona afectada.
Mitigación: Pretende minimizar el impacto del mismo.		Reconstrucción: Se caracteriza por los esfuerzos para reparar la infraestructura damnificada y restaurar el sistema de producción, revitalizar la economía buscando alcanzar o superar el nivel de desarrollo previo al desastre.
Preparación: Respuesta frente al desastre.		
Alerta: Corresponden a la notificación formal de un peligro inminente.		

4.8.- RIESGO RESIDUAL

Una vez aplicado los diferentes métodos de soporte descritos en los párrafos anteriores, el nivel de riesgo ya no es el de la evaluación inicial, en este caso hablamos de un riesgo residual como explicamos en el siguiente cuadro:

Cuadro 31: Cuadro de Mapeo de Procesos para identificar el Riesgo Residual.

Zona	Peligro Identificado	Riesgo inicial	Medida correctiva	Riesgo residual
A	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Huaicos, desprendimiento de taludes, erosión los márgenes del río 	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de muros de apoyo, estabilización de macizos con mallas. 	MEDIO
B	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Desborde de río por: Aumento de caudal 	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. 	BAJO
		MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de defensas ribereñas con gaviones. 	
C	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Desborde de río por: Aumento de caudal ✓ Desprendimiento de taludes 	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de defensas ribereñas con gaviones. 	BAJO
D	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Huaicos, desprendimiento de taludes. 	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de muros de apoyo, estabilización de macizos con mallas. 	MEDIO

INTERPRETACION DEL RIESGO RESIDUAL

ZONA A.

De acuerdo al nivel de vulnerabilidad obtenido siendo el Riesgo inicial Muy Alto en esta zona, se sugiere una serie de medidas correctivas de acuerdo a la identificación del campo que podrían minimizar a un Riesgo Residual tolerable Medio, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 32: Interpretación del Riesgo Residual Zona A.

Zona	Peligro Identificado	Riesgo inicial	Medida correctiva	Riesgo residual
A	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Huaicos, desprendimiento de taludes, erosión los márgenes del rio 	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de muros de apoyo, estabilización de macizos con mallas. 	MEDIO

Cuando el Riesgo Residual es Medio se debe implementar un programa de monitoreo periódico para verificar el funcionamiento de la medida correctiva aplicada, si necesita reforzar o necesita ser cambiada.

ZONA B.

De acuerdo al nivel de vulnerabilidad obtenido siendo el Riesgo inicial Alto y Medio en esta zona, se sugiere una serie de medidas correctivas de acuerdo a la identificación del campo que podrían ayudar a minimizar a un Riesgo Residual tolerable Bajo, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 33: Interpretación del Riesgo Residual Zona B.

Zona	Peligro Identificado	Riesgo inicial	Medida correctiva	Riesgo residual
B	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Desborde de rio por: Aumento de caudal 	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. 	BAJO
		MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de defensas ribereñas con gaviones. 	

ZONA C.

De acuerdo al nivel de vulnerabilidad obtenido y los peligros identificados siendo el Riesgo inicial Alto en esta zona, se sugiere una serie de medidas correctivas

de acuerdo a la identificación del campo que podrían ayudar a minimizar a un Riesgo Residual tolerable Bajo, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 34: Interpretación del Riesgo Residual Zona C.

Zona	Peligro Identificado	Riesgo inicial	Medida correctiva	Riesgo residual
C	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Desborde de río por: Aumento de caudal ✓ Desprendimiento de taludes 	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de defensas ribereñas con gaviones. 	BAJO

ZONA D.

De acuerdo al nivel de vulnerabilidad obtenido siendo el Riesgo Muy Alto en esta zona, se sugiere una serie de medidas correctivas de acuerdo a la identificación del campo que podrían ayudar a minimizar a un Riesgo Residual tolerable Medio, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 35: Interpretación del Riesgo Residual Zona D.

Zona	Peligro Identificado	Riesgo inicial	Medida correctiva	Riesgo residual
D	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deslizamiento de suelos. ✓ Deslizamiento de rocas. ✓ Huaicos, desprendimiento de taludes. 	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construcción de muros escalonados. ✓ Construcción de muros de contención para las viviendas. ✓ Construcción de muros de apoyo, estabilización de macizos con mallas. 	MEDIO

Cuando el Riesgo Residual es Medio se debe implementar un programa de monitoreo periódico para verificar el funcionamiento de la medida correctiva aplicada, si necesita reforzar o necesita ser cambiada.

Es necesario realizar un estudio técnico cuantitativo para la mejor aplicación de métodos de sostenimiento y de esta manera reducir y si es posible eliminar el peligro, luego de colocado el método que corresponde a cada peligro es necesario realizar un cronograma de monitoreo y mantenimiento periódico del mismo para asegurar la efectividad.

Es importante la participación de los gobiernos locales para orientar a la población a no construir sus viviendas en los lechos de quebradas.

CONCLUSIONES

1.- El riesgo geológico identificado va de una escala según la tabla de vulnerabilidad en la zona A muy alto, en la zona B alto a medio, en la zona C alto y en la zona D muy alto, la investigación cualitativa y semi cuantitativa en la zona de estudio ha permitido cartografiar en cuatro zonas los peligros diferenciándolos en 5 tipos: Caídas de rocas, flujos de detritos, vuelcos, erosión de laderas, erosión fluvial, los cuales de acuerdo a los niveles de riesgo y con las medidas de prevención correctas podemos plantear medidas preventivas para minimizar los niveles evaluados a niveles tolerables.

2.- Los peligros se localizan principalmente en las laderas de los cerros, tanto en las zonas de pendientes bajas como en las de pendientes medias, donde las condiciones litológicas han sido afectadas por procesos geológicos como la meteorización física y en algunos casos por acción antrópica. De acuerdo a lo identificado en las Quebradas alrededor de la zona urbana del Distrito de Ollachea, es posible inferir que los movimientos en masa de gran magnitud (huaycos), ocurrieron de una manera excepcional, no registrada en gran magnitud en los últimos 10 años, sin embargo, debemos considerar que estos procesos son cíclicos.

3.- Las áreas sujetas a erosión de laderas se encuentran tanto en rocas volcánicas extrusivas además de metamórficas (pizarras), en el caso de lluvias excepcionales actuarían como torrenteras acarreado agua y materiales a las quebradas secundarias. Los vuelcos y las zonas afectadas por erosión fluvial se registran en cantidades regulares, sin embargo, se deben tomar en cuenta porque estos fenómenos podrían afectar de manera significativa a zonas urbanas sobre todo a aquellas que están asentadas en los lechos de quebradas, de presentarse lluvias de gran magnitud, la sismicidad de la zona también afectaría ya que podrían activarse las fallas identificadas en la zona de estudio.

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo se recomiendan algunas acciones necesarias como:

1 En la zona A, B y D siendo el riesgo muy alto se recomienda estudio geotécnico detallada para determinar el tipo de medida correctiva a ser aplicada, en la zona C construcción de defensas ribereñas. Realización de monitoreos sistemáticos y detallados en toda la zona urbana del Distrito de Ollachea identificando las zonas vulnerables por barrios con la intención de diagnosticar y prevenir a los organismos encargados y a la sociedad en cuanto a eventuales ocurrencias de desastres naturales que envuelvan la seguridad de bienes particulares y vidas humanas.

2. Efectuar una amplia divulgación por parte de organizaciones Gubernamentales locales (Distrital, Provincial y Regional) e instituciones educativas, sobre la importancia y los efectos de los peligros geológicos a los que está expuesta la población, como medida de advertencia, más específicamente a las viviendas ubicadas en áreas consideradas de riesgo.

3. La posibilidad de reubicación en un corto plazo de las familias, instaladas en áreas A y D de riesgo situadas en las laderas a zonas ambientalmente planeadas, con infraestructura y saneamiento básico, condiciones indispensables para una adecuada y segura calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVA H.J.; E. MENESES J; GUZMAN V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- ARISTIZABAL E. (2008), Características, Dinámicas y Causas del Movimiento en Masa.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA (2008), Delimitación y codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú. Lima, Perú.
- AUGUSTO FILHO et al. (1990). Procesos y Riesgos Geológicos.
- BARTON, N. Y CHOUBEY, V. (1977), The Shear Strength of Rock Joints in Theory and Practice. Rock Mechanics,
- BERNAL, I. (2000), "Características de la Sismicidad en la Región Sur del Perú", Revista de Trabajos de Investigación, CNDG, IGP, pp. 69 – 80. Lima, Perú.
- BRAJA M. (2001), Movimiento del Agua a Través de Suelos. En una Masa de Suelo pp.113.
- CARLOTTO, USSELMAN (1989) CARLOTTO et al. (1999) Geología de la central hidroeléctrica de Machupicchu y alrededores.
- CARLOS E. E. (2006), Figura de cárcavas formadas por movimiento de masas.
- CENEPRED v2. (2014), Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales Perú.
- CONSULTORA DE PROYECTOS ANDINOS E.I.R.L(2012) sociedad Anónima Cerrada.
- COBURN Y SPENCE (1992), Estimación de riesgos.

- DAVILA BURGA J. (2011), Diccionario Geológico (Impreso en Lima-Perú).
- ERN- América Latina (2008), Modelo de Evaluación de Amenaza Sísmica.
- FAO (1990), Guías para la descripción de suelos soter versión actualizada (ISRIC 2005).
- EIA SAN GABAN IV, Descripción de la geología general, hidrología, flora y fauna. SAN GABAN II, Junio (2005), Afianzamiento hídrico de la central hidroeléctrica.
- GONZALES DE VALLEJO, L.I., FERRER, M. (1999), ORTUÑO, L. Y OTEO, C. (2002), Ingeniería Geológica. Prentice Hall.
- HERBAS J, BARREDO (2001) Evaluación de la Susceptibilidad de Deslizamientos Mediante el uso conjunto de SIG, V simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables.
- HOEK, E.; CARRANZA, C.T.; CORKUM, B. HOEK E. BROWN E. T. (2002), Failure Criterion - Edition, 2002.
- HUDSON (1982), Conservación del suelo, efectos erosivos de las lluvias intensas.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. (2003), Compendio Estadístico del SINADECI.
- INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU (2000), Análisis de Sismicidad del Perú.
- LUIS I. GONZALES DE VALLEJO –MERCEDDES FERRER (2004), Ingeniería geológica (Impreso en España – PRINTED IN SPAIN).
- MANUAL BASICO PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO (2006), Defensa Civil- Dirección Nacional de Prevención DI.NA.PRE – Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos. (Impreso en Lima –Perú).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2010), Real Decreto 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

- OEA/DDRMA (1991), Organización de los estados americanos, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente.
- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES (1997,2017) Tercera Norma Peruana de Diseño. SISMORRESISTENTE E.030. Mapa de Zonificación Sísmica.
- REGO, C. (2003) Universidad Federal de Santa Catarina. SC. Tesis de Maestría: Ambiental Urbana. Brasil. (A Integração de Geoindicadores e Reparcelamento do Solo na Gestão 110 pp).
- SATTERLUND (1972), Erosión Control, Resistencia y Reducción en causas.
- THORNBURY, W. (1996). Principios de Geomorfología. Editorial Kapelusz. Buenos Aires, 644 pp.
- VALENZUELA (2003), Geoindicadores Ambientales.
- VARNES D.J. (1984), La zonación de peligro de deslizamiento una revisión de los principios y prácticas, Unesco la comisión de deslizamientos otro en movimientos en laderas.
- ZINCK, (1996), Universidad Nacional de Colombia. Estudio de Suelos.
- ZINCK. J.A. (2012), Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. ITC. "Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede (NL). 131 pp.

WEBGRAFIAS

- http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_13n2/Chagas.pdf:Agron. J, 60:206-209 Meyer LD, Harmon WC. 1984. Susceptibility of agricultural soils to interrill erosion.
- <http://www.itc.nl/external/unescorapca/Presentaciones%20Powerpoint/04%20Amenaza%20por%20Deslizamientos/Introduccion%20a%20los%20Deslizamientos.pdf>:Cees van Westen. Introducción a los Deslizamientos Tipos y Causas. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.

- http://ggyma.geo.ucm.es/docencia/GeodinaExter2T/Documentos/Presentaciones/GeoExt_Introduccion.pdf :Centeno J. D. (2006-2007). Geodinámica Externa.
- <http://www.itc.nl/external/unescorapca/Casos%20de%20estudios%20SIG/03%20Amenaza%20vulnerabilidad%20y%20riesgo/Amenaza.pdf>:EIRD/ONU (2009). “Terminología sobre reducción del riesgo de desastres”.
- https://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/libro_serv_ecosist/pdf/Capitulo_07.pdf:Bradshaw et al (2009). Servicios Hídricos de los Ecosistemas y su Relación con el uso de la Tierra en la Llanura.
- <http://www.ingemmet.com.pe>(Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú).
- <http://www.mnhnc.inf.cu/riesgo.pdf>:Iturralde - Vinent Manuel A. Los Riesgos Naturales de Origen Geológico: Causas y Consecuencias.
- <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-contenido.pdf>:Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) mar. 2011, Estimación de riesgo ante movimientos en masa en laderas 93 pp.
- www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm:Cardona A. O.D. (1985,1993). Evaluación de la Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.
- www.iugs.org.: web de la IUGS.
- es.wikipedia.org/wiki/distrito_de_ollachea: Descripción del distrito de ollachea – carabaya.
- inforiesgos.es/es/riesgos/naturales/movimientosterreno/index.html: Geomorfología y Riesgos Geológicos.

ANEXOS

ANEXO I
PANEL DE FOTOS



Foto N°1: Quebrada Osjo Cachi. Movimiento de Masas.



Foto N°2: Tipo de movimiento de masa, Volcamiento.



Foto N°3: Movimiento Rotacional.

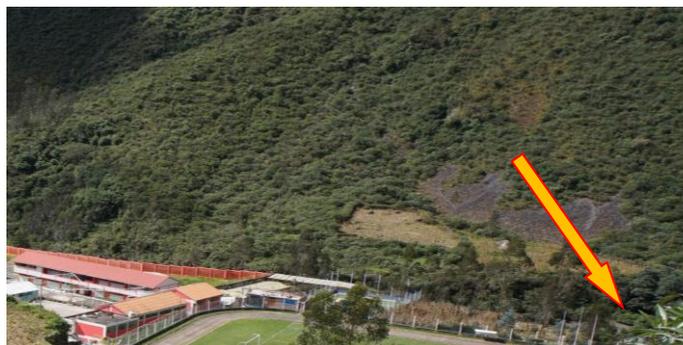


Foto N°4: Movimiento traslacional.



Foto N°5: Se muestra la erosión por salpicadura, originando fragmentación con liberación de partículas.



Foto N°6: Cerro Qosque Orcco en donde se aprecia los tipos de erosión hídrica pluvial.



Foto N°7: Ensanchamiento por Erosión.



Foto N°8: Erosión por escurrimiento o erosión en cauces.

ANEXO II

**FLUJOGRAMA GENERAL PARA LA
EVALUACION DE RIESGOS ORIGINADOS.**

Tabla N°1: Flujograma general para la evaluación de riesgos originados por fenómenos de origen natural

ANEXO III

TABLA Y CUADRO PARA CARACTERIZACION

Tabla 2: Descripción e identificación de campo para los suelos.

bloques	200	observables solo en excavaciones a cielo abierto o expuestas.	Forma de la partícula: Angular	Componente secundario de suelos gruesos	Suelta	Mediante la inspección visual	Homogéneo	Un sólo tipo de estrato	Termino	Espesor (m)	Rojo
canto rodado	60	Difícil de recuperar en perforaciones.	Subredondeada	% limo o arcilla < 5				Estratos alternados bien definidos o con lenteja	Muy grueso	2000 a 600	Amarillo
	gruesa 20	Fácil de ver y de describir la forma de la partícula y su tamaño.	Redondeada				Heterogéneo		Grueso	600 a 200	Marrón
Gravas	mediana 6	Bien graduada: gran rango de tamaño y bien distribuida. Mal graduada: gran rango de tamaño y mal distribuida.	Plana	Grava y arena arcillosa o limosa	Suelta	Se puede excavar con pala			Medio		Oliva
	fina 2	Unifórme: existe casi un único tamaño.	Elongada	Grava y arena muy arcillosa o limosa	Densa	Se debe excavar con pico		Estrato mezclado	Fino	200 a 60	Verde
Arenas	gruesa 0,6	Visible poca o nada cohesión cuando seca, fácil de describir y su tamaño.	Aspera	En suelos gruesos la descripción se basa en % de secundario.	Ligeramente cementada	Inspección visual, excavar con pico			Muy Fino	60 a 20	Azul
	mediana 0,2	Bien graduada: gran rango de tamaño y bien distribuida. Mal graduada: gran rango de tamaño y mal distribuida. unifórme existe casi un único tamaño	Suave	Arcilloso: los finos son plásticos y cohesivos			Intemperizado	Estratos expuestos a los efectos de cambios atmosféricos	Laminado grueso	20 a 6	Gris
Limos	fina 0,06		Lustrosa	Limoso: los finos son poco o no plásticos				Fragmentos polihédricos			Negro etc.
	gruesa 0,02	Casi imperceptible al ojo; poca plasticidad y marcada dilatancia; textura poco granular; desintegrable en agua; se seca rápidamente; posee cohesión pero puede pulverizarse entre los dedos.	sin o baja plasticidad	Componente secundario de suelos finos	Blando o suelto	Fácil remodelar o desmenuzar en la mano	Fisurado		Laminado fino		comple mentado ;
Arcillas	mediana 0,006		Baja o alta plasticidad	Descripción	Medianamente compacto	Difícil remodelar o desmenuzar en la mano	Intacto	Sin fisuras			claro
	fina 0,002	Trozos secos pueden ser rotos por los dedos pero no pulverizados; desintegración lenta en agua; textura suave; gran plasticidad y no dilatancia; pegajosa; se seca lentamente; se encoge al secarse y cuarteaa.		Limo y arcilla arenosa o gravosa	Muy blando	Libera agua al apretar en la mano	Homogéneo	Un sólo tipo de estrato			Oscuro
Arcillas, limos o arenas orgánicas	variable	Gran contenido de materia orgánica, predominantemente vegetal		Limo y arcilla		Fácil remodelar en la mano					Moteado etc.
	variable	Vegetales en descomposición con color oscuro y olor característico; bajo peso unitario.		Descripción	Compacto	No se remodela en mano. Se hunde si presiona con pulgar	Estratificado	Estratos alternados bien definidos o con lentejas			
Turba	variable			Limo y arcilla	Muy compacto	Se marca con uña del pulgar		Generalmente contiene grumos			
	variable			Limo y arcilla	Compacto	Las fibras ya están comprimidas	Intemperizado	Vegetales reconocibles			
				Limo y arcilla	Esponjoso	Muy compresible, estructura abierta	Fibroso	Vegetales irreconocibles			
				Limo y arcilla	Plástico	Fácil remodelar en la mano	Amorfo				

Fuente: Adaptado de Guías para la Descripción de Suelos (FAO, 1990); SOTER versión actualizada (ISRIC, 2005)

Cuadro 1: Identificación de macizo rocoso in situ, elaborada para el lugar.

Clase (a)	Calificación de la roca según su resistencia	Identificación de terrenos	Resistencia uniaxial	Índice de carga puntual (MPa)	Descripción	Ejemplos Tipos de Roca	Ejemplos Graficos	Niveles de peligro	Recomendaciones para sostenimiento	Recomendaciones para sostenimiento (Graficos)
I	Extremadamente Resistente	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico.	> 250	> 10	No presenta signos visibles de meteorización, tal vez una leve decoloración.	Basalto fresco, chert, diabasa, gneiss, granito, cuarcita.		Bajo	No necesita sostenimiento	
II	Muy Resistente	La muestra requiere mas de un golpe del martillo geológico para ser fracturado.	100 – 250	4 – 10	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades.	Anfibolita, arenisca, basalto, gabro, gneiss, granodiorita, caliza, mármol, riolita, toba.		Bajo	No necesita sostenimiento	
III	Resistente	La muestra requiere de muchos golpes del martillo geológico para ser fracturado.	50 – 100	2 – 4	Menos de la mitad de la roca esta descompuesta .	Caliza, mármol, filitas, arenisca, esquistos, pizarras.		Medio	De acuerdo a la pendiente del macizo se recomendaria pernos de anclaje, malla.	
IV	Moderadamente Resistente	No puede ser escarbada o disgregada por una lapiz de duresa. La muestra se fractura con un solo golpe del martillo de geologo.	25 – 50	1 – 2	La meteorización a dejado colpas o testigos continuos. Deformidades en la roca.	Esquistos, pizarras, limolitas.		Medio	De acuerdo a la pendiente del macizo se recomendaria pernos de anclaje, malla e inyecciones de cemento.	
V	Débil	Puede ser escarbado con el cortapluma con dificultad, se deforma y disgrega con un fuerte golpe de la punta del martillo geológico.	5 – 25	(b) Para rocas con una resistencia a en compresión uniaxial menor que	Toda la roca esta descompuesta , pero la forma del macizo aún se mantiene.	Roca Craquelada		Alto	Uso de pernos de anclaje, malla, concreto proyectado, sembrío de vegetación, desviación de agua.	
VI	Muy Débil	Se disgrega con un golpe fuerte de la punta del martillo geológico, puede ser escarbada por la cortapluma.	1 – 0,25	25 MPa los resultados del ensayo de carga puntual son poco confiables.	Toda la roca esta convertida como suelo, la estructura del macizo esta destruida, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	Roca muy alterada o muy meteorizada.		Alto	Uso de muros de contencion hechos de concreto.	

Fuente : (Adaptado de Barton((1977) , GSI de Hoek et al y Cai et al,2004)

ANEXO IV

FICHAS

ANEXO V

LISTA DE PLANOS

Plano 1. UBICACION

Plano 2. GEOMORFOLOGICO

Plano 3. GEOLOGICO

Plano 4. ESTRUCTURAL

Plano 5. RIESGO Y VULNERABILIDAD