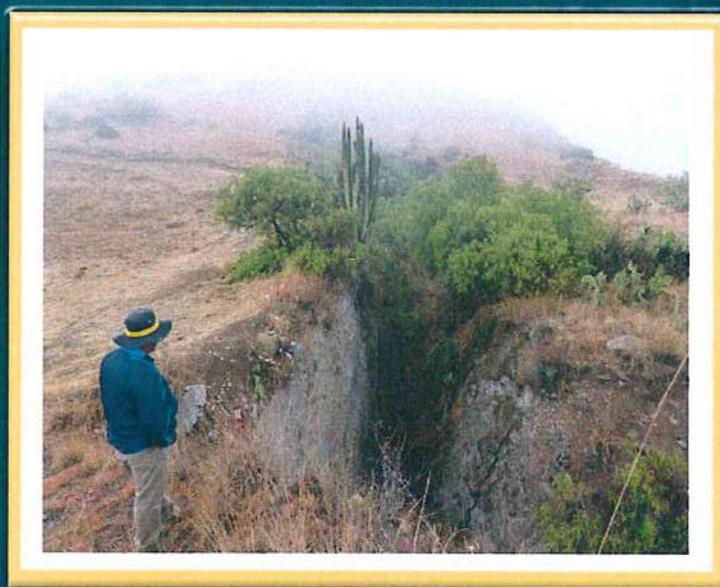
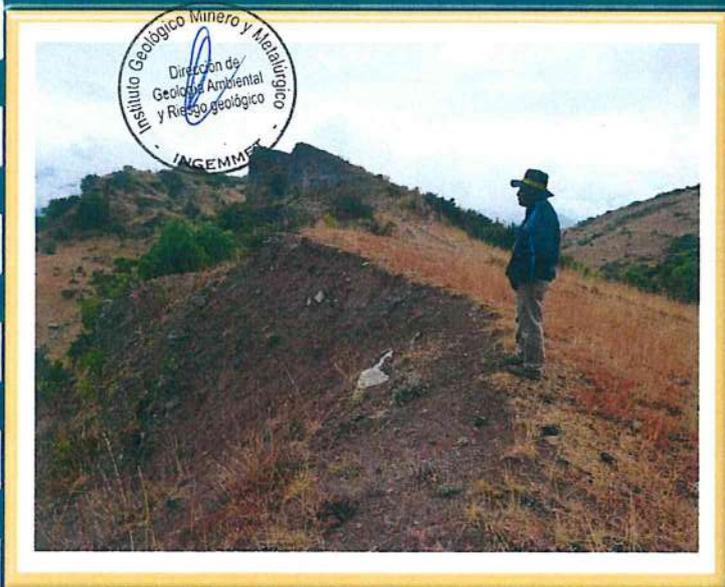


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6995**

# **EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE CHALAYPAMPA**

Región Huancavelica  
Provincia Angaraes  
Distrito Chincho



DICIEMBRE  
2019

CIÓN 01 C ULA FOR ECNT ING T / 2 9

## EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE CHALAYPAMPA

(Distrito de Chincho, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica)

### CONTENIDO

	RESUMEN	2
1.	INTRODUCCIÓN	3
	1.1 Objetivos	3
	1.2 Antecedentes y trabajos anteriores	3
2.	ASPECTOS GENERALES	5
	2.1 Ubicación y accesibilidad	5
	2.2 Clima e hidrografía	7
3.	GEOLOGÍA	7
	3.1 Unidades litoestratigráficas	8
4.	GEOMORFOLOGÍA	10
	4.1 Pendiente del terreno	10
	4.2 Unidades geomorfológicas	11
	4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional	11
	4.2.2 Geoformas de carácter depositacional y agradacional	12
5.	PELIGROS GEOLÓGICOS - CONCEPTOS GENERALES	14
	5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa	14
	5.2 Otros peligros geológicos	15
6.	PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE CHALAYPAMPA Y ALREDEDORES	16
	6.1 Deslizamientos rotacionales en la quebrada Santa Cruz	16
	6.2 Erosión de laderas en la quebrada Tranca	20
7.	CONCLUSIONES	21
8.	RECOMENDACIONES	22
9.	REFERENCIAS	23

## **EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE CHALAYPAMPA**

**(Distrito de Chincho, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica)**

### **RESUMEN**

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el sector de Chalaypampa, propuesto como zona de reubicación de la localidad de Chincho; este sector pertenece a la jurisdicción de la municipalidad distrital de Chincho, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada corresponde a rocas de origen sedimentario y volcano-sedimentario; la base de la secuencia estratigráfica está conformada por el secuencias sedimentarias de la Formación Ticllas, del Paleógeno; le siguen rocas volcano-sedimentarias de la Formación Huanta (Miembro Tingrayoc), del Neógeno; continúan las secuencia volcano-sedimentaria del Neógeno (formaciones Acobamba y Rumihuasi); finalmente, se tiene una cobertura superficial cuaternaria conformada por depósitos coluviales.

Las geoformas identificadas en la zona evaluada corresponden a las de origen tectónico-degradacional (montañas en roca sedimentaria y montañas en roca volcánico-sedimentaria) y geoformas de carácter depositacional y agradacional (vertiente con depósito de deslizamientos).

El sector de Chalaypampa propuesto como zona de reubicación de la localidad de Chincho, se encuentra ubicada a una distancia de un kilómetro en dirección al noroeste de este último. En Chalaypampa no se evidenció la ocurrencia o afectación directa por movimientos en masa que puedan comprometer su seguridad física; por otro lado, en los alrededores de la zona de reubicación si se encontraron peligros de tipo derrumbes, deslizamientos e intensos procesos de erosión de laderas (cárcavas) con desarrollo retrogresivo y de ensanchamiento, procesos que deben ser constantemente monitoreados.

Finalmente, en el presente informe se brindan recomendaciones que se consideran importantes, para que las autoridades las pongan en práctica para permitir el desarrollo urbano en la zona de reubicación; así como para reducir la vulnerabilidad de personas y animales, y por tanto reducir el riesgo a los peligros geológicos identificados en los alrededores de Chalaypampa. Estas recomendaciones se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

## I. INTRODUCCIÓN

La Municipalidad distrital de Chincho, mediante Oficio N° 063-2019-MDCH/AL, con fecha ingreso 16 de agosto de 2019, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la evaluación de peligros geológicos en el sector de Chalaypampa, de la provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica; zona propuesta para el proceso de reasentamiento de la zona urbana de Chincho.

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 7), contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico por movimientos en masa en zonas que tengan elementos vulnerables. Para ello la DGAR designó al ingeniero Manuel Vilchez M., para que realice la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron el día 20 de setiembre del presente año. Se realizó las coordinaciones, así como el reconocimiento de campo en compañía del Sr. Efraín Cesar Aguilar Villaroel, alcalde de la Municipalidad Distrital de Chincho.

La evaluación técnica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET y los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se procedió a la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Chincho, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1 Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de Chalaypampa (zona de reubicación de la localidad de Chincho); así también, determinar si los eventos identificados pueden comprometer la seguridad física de personas y animales domésticos en la zona.
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

Se tienen trabajos previos y publicaciones en diferentes escalas realizadas por INGEMMET que incluyen el sector de Chalaypampa del distrito de Chincho, relacionados a temas de geología y peligros geológicos, de los cuales destacan los siguientes:

- En el Boletín N° 71, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: **“Peligro geológico en la región Huancavelica”** (inédito), se identifican los peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de estudio. Se identificó un total de 1740 ocurrencias de peligros (incluye eventos identificados en el ámbito de la localidad de Chincho) y se determinaron 45 zonas críticas. El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa (escala 1: 100 000), evidenciándose que en el sector de Chalaypampa se presentan rangos de susceptibilidad Alta y Muy Alta (figura 1). Entendiéndose susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en

masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno); los desencadenantes de estos eventos son la precipitación pluvial y la sismicidad.

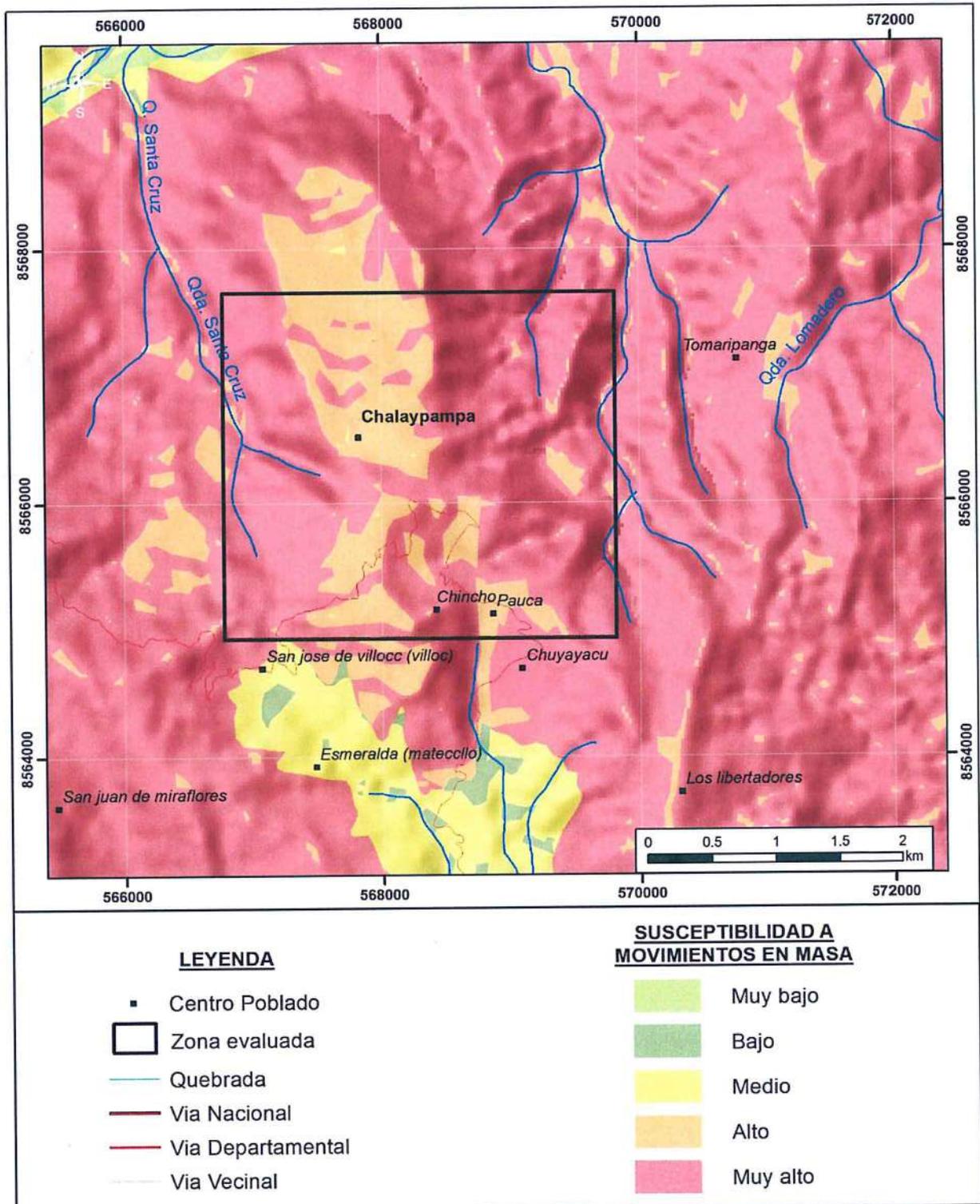


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa (tomado del estudio de Peligro geológico en la región Huancavelica”, Vilchez, M. y Ochoa, M., inédito).

- En el Boletín N° 72, serie A, Carta Geológica Nacional: **“Geología del cuadrángulo de Huanta”** (1996), se describe la geología presente en la zona evaluada; se exponen rocas de edad Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica de naturaleza sedimentaria, volcánica, volcano-sedimentaria, metamórficas, subvolcánicas y plutónicas.
- El informe técnico N° A5949 **“Peligro por deslizamiento en el área de Uralla”**, distrito de Chincho, provincia de Angaraes, región Huancavelica (2000). Esta localidad se encuentra ubicada a 4.3 km al suroeste de la localidad de Chincho. En el informe técnico se caracteriza el deslizamiento ocurrido en el sector Uralla el 16 de marzo del 2000, el cual causó la pérdida de vidas humanas, personas heridas, así como daños a la propiedad e interrupción de actividades económicas. Así también en el informe se dan recomendaciones a seguir para salvaguardar la vida de los pobladores de la zona, siendo una de ellas el traslado de la población hacia su nueva ubicación.
- El informe técnico N° 6699 **“Evaluación de peligros geológicos en la capital del distrito de Chincho”**, distrito de Chincho, provincia de Angaraes, región Huancavelica (2016). Se describen y caracterizan los agrietamientos y asentamientos encontrados en la localidad de Chincho, cuya actividad se inició el año 2014 en las faldas del cerro San Martín; este evento afectó viviendas, el local municipal y su iglesia; se declara en peligro inminente a la zona. En el informe también se realizó una descripción preliminar de la zona recomendada para la reubicación del poblado de Chincho, sector conocido como Chalaypampa, además se dan recomendaciones a considerar para desarrollar la futura área de expansión urbana.

Se tiene información cercana a la zona de evaluación generada por otras instituciones, entre las cuales se tienen:

- El informe **“Inspección técnica y evaluación de daños de la falla geológica en la capital del distrito de Chincho”** (2015), elaborado por la municipalidad de distrital de Chincho. Describe la ocurrencia en el mes de mayo del 2014, de un deslizamiento que afectó la carretera Chincho-Huanchuy y los agrietamientos en la localidad Chincho. El informe recomienda realizar la reubicación de viviendas e infraestructura de la capital distrital de Chincho.
- El informe **“Aspectos geológicos y geomorfológicos de la comunidad de Chincho-Chuyayacu”** (2015), elaborado por profesionales geólogos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; considera como uno de los condicionantes de la ocurrencia de los eventos la presencia de manantiales. El informe concluye que en la localidad de Chincho se vienen produciendo deslizamientos superficiales, caídas y agrietamientos. Finalmente, entre las recomendaciones vertidas plantea monitorear viviendas y local municipal afectados, con fines de reubicación a un área de mayor seguridad física.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 Ubicación y accesibilidad

La zona evaluada corresponde al sector denominado Chalaypampa, ubicado en línea recta a 1 km al noroeste del poblado de Chincho, que pertenece al distrito de Chincho, provincia de Angaraes, región de Huancavelica (figura 2); se encuentra localiza en coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:

Sector de Chalaypampa		
Norte	Este	Altitud
8566422	567930	3177 m s.n.m

El acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, es por vía terrestre, para ello se debe seguir por la Carretera Panamericana Sur y la Carretera Los Libertadores en la siguiente ruta: Lima-San Clemente-Humay-Huancano-Huaytará-Vinchos-Ayacucho-Huanchuy-Chincho-Chalaypampa, por un tiempo estimado de 10 h 21 min, a través de 614.65 km aproximadamente (cuadro 1).

**Cuadro 1: Rutas de acceso a la zona evaluada**

Desde	Vía	Kilómetros	Tiempo estimado
Lima a San Clemente (Pisco)	1S – asfaltada (Panamericana Sur)	244 km	3 h 22 min
San Clemente – Huaytará – Vinchos – Ayacucho	28A – asfaltada (Carretera Los Libertadores)	323 km	5 h 30 min
Ayacucho-Lagunilla (desvío)	3S – asfaltada	16 km	24 min
Desvío Lagunilla – Puente a Huanchuy	26B - asfaltada	20 km	31 min
Puente Huanchuy - Chincho	Afirmada	10 km	24 min
Chincho - Chalaypampa	Afirmada	1.65 km	10 min

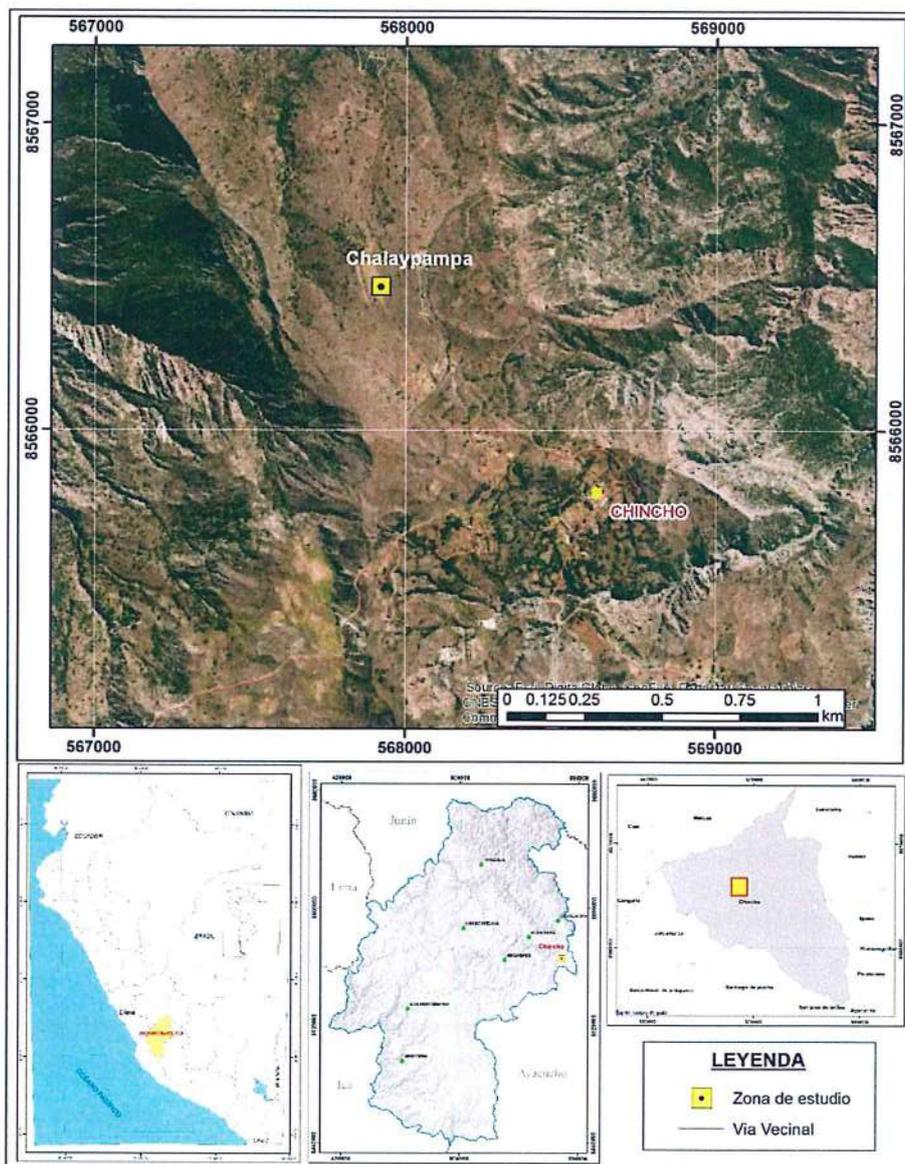


Figura 2: Mapa de ubicación de la zona inspeccionada.

## 2.2 Clima e hidrografía

De acuerdo con los datos climáticos (clasificación climática por el método de Thornthwaite), en el ámbito del sector de Chalaypampa y Chincho se tiene los siguientes tipos climáticos (SENAMHI):

- La localidad de Chincho y el sector de Chalaypampa se ubican dentro de una zona de clima semiseca, templada, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda [C(o,i) B'2 H3]
- En las partes altas de las montañas del distrito de Chincho corresponden a una zona de clima frío, lluvioso, con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda [B(o,i) C' H3].

Para determinar las condiciones hidrometeorológicas en la zona de estudio, se tomaron datos referenciales de la estación “**San Pedro de Cachi**”, registrada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la cual se encuentra aproximadamente a unos 12.8 km al SO de la zona de estudio. Según los datos mostrados en esta estación, las cifras de lluvia acumulada en el periodo lluvioso enero- marzo, para los últimos tres años estuvieron por encima de los 425 mm (cuadro 2).

**Cuadro 2: Datos de precipitación pluvial tomados de la estación meteorológica San Pedro de Cachi.**

Año 2017												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	207.5	201.3	131.6	55	39	0	3.6	4.7	25.2	63.4	39.5	83.8
Año 2018												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	120.5	178.6	128.5	49.5	4.4	9.6	24.2	29.2	7.3	78.3	60.2	30.2
Año 2019												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	227.7	231.4	163.6	23.9	19.4	4.7	11.1	0	18.2	27.3	90.1	

En el mapa de precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal elaborado por SENAMHI, se puede ver que en la zona evaluada llueve entre 500 y 700 mm, por lo que al compararlos con los acumulados de los tres últimos años, nos damos cuenta que estos valores medidos en la estación San Pedro de Cachi son considerados normales; esta condición puede cambiar cuando se presenta el fenómeno El Niño en la zona, como sucedió el año 1997-1998, donde se registraron valores de precipitación en la zona evaluada de entre 600 y 800 mm.

La red hidrográfica de la zona de estudio esta conformada por la quebrada Santa Cruz, localizada al oeste del sector de Chalaypampa y de la quebrada Tranca (figura 1), ubicada al este; ambas quebradas tributarias por la margen derecha del río Urubamba, el cual confluye por la margen izquierda al río Huarpa; este último concluyen por la margen derecha en el río Mantaro a la altura del sector de Tingo.

## 3. GEOLOGÍA

En el contexto regional las unidades geológicas que afloran en la zona son de origen sedimentario y volcano-sedimentario; la base de la secuencia estratigráfica está conformada por el secuencias sedimentarias de la Formación Ticllas, del Paleógeno; le siguen rocas volcano-sedimentarias de

la Formación Huanta (Miembro Tingrayoc), del Neógeno; continúan la secuencia volcano-sedimentaria del Neógeno, como son las formaciones Acobamba y Rumihuasi; finalmente, se tiene una cobertura superficial cuaternaria conformada por depósitos coluviales (López et al., 1996).

A continuación, se presenta de manera resumida una descripción de las principales formaciones geológicas que afloran en el sector de Chalaypampa y alrededores.

### 3.1 Unidades litoestratigráficas

#### A) CENOZOICO

**Formación Tiellas (Ppe-t):** Es una secuencia granodecreciente, en la base tiene 50 m de conglomerados bien diagenizados, intercalados con areniscas rojas en matriz calcárea, con algunos niveles de yeso; en la parte superior se tienen areniscas con laminación sesgada intercaladas con limolitas y arcillitas rojizas (figura 3). Se le asigna a la formación una edad Paleoceno-Eoceno.

**Formación Huanta (Nm-ti):** Es una secuencia volcano-sedimentario que se extiende en una dirección nor-noroeste a sur-sureste, está conformada por tres miembros, denominados Mayocc, Tancas y Tingrayoc; siendo esta última la que aflora en los alrededores de la zona evaluada.

**Miembro Tingrayoc:** Secuencia sedimentaria, se caracteriza por estar conformada por una intercalación de limoarcillitas rojizas, conglomerados polimícticos, areniscas, lodolitas y tobas. Las limoarcillitas tienen una estructura laminar; los conglomerados son de naturaleza polimíctica; los estratos son por lo general de más de 30 cm de espesor (figura 3 y fotografía 1); la secuencia se presenta poco resistente y deleznable que se disgrega con facilidad. Se le asigna a esta formación una edad Miocena.



Fotografía 1: Vista con dirección hacia el sureste de la margen izquierda de la quebrada Tranca, en donde se puede observar la intercalación de limoarcillitas de color rojizo, con areniscas y lodolitas del Miembro Tingrayoc de la Formación Huanta.

**Formación Acobamba (Nm-ac):** La secuencia tiene un miembro inferior conformado por areniscas de granos grueso y medio, de color grisáceo, intercalados con conglomerados, se presentan en capas del orden de los 0,40 m de espesor; en la parte superior se tienen limoarcillitas de coloración verdosa a rojiza, intercalada con areniscas grises (figura 3 y fotografía 2); la secuencia sobreyace discordantemente al Miembro Tingrayoc de la Formación Huanta. Los materiales que conforman estas rocas son de origen volcánico-piroclástico, la secuencia tiene un grosor estimado de 200 m. La secuencia se encuentra mediamente consolidada y forma relieves de inclinación suave, limitada por escarpes de fuerte pendiente generados por procesos de erosión de laderas intenso que se produce en la zona.



Fotografía 2: Vista en la que se observa los conglomerados de la Formación Acobamba en el talud superior de corte de la carretera Chincho-Huanchuy, ubicado a 70 m de la localidad de Chincho.

**Formación Rumihuasi (Nm-rh):** Secuencia volcano-sedimentaria que presenta a la base tobas, tobas brechosas, tobas lapillíticas y brechas tobáceas de colores blanco, a veces con tonalidades beige y rosado. En la parte superior se tienen areniscas de color gris y tobas intercaladas con conglomerados (figura 3). La secuencia presenta en su parte superior formas suaves con pequeñas colinas, limitadas por zonas escarpadas. Se le asigna a esta formación una edad Mio-Plioceno.

**Depósitos coluviales (Qh-co):** Se encuentran formados por acumulaciones ubicadas al pie de taludes escarpados de bloque, bolos y gravas, angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en matriz limo arenoso, poco compactos, muy inestables en las laderas por saturación con agua, permeabilidad alta; se encuentran acumulados en las laderas cubriendo el basamento rocoso (figura 3); se le asigna una edad Cuaternario-Holoceno.

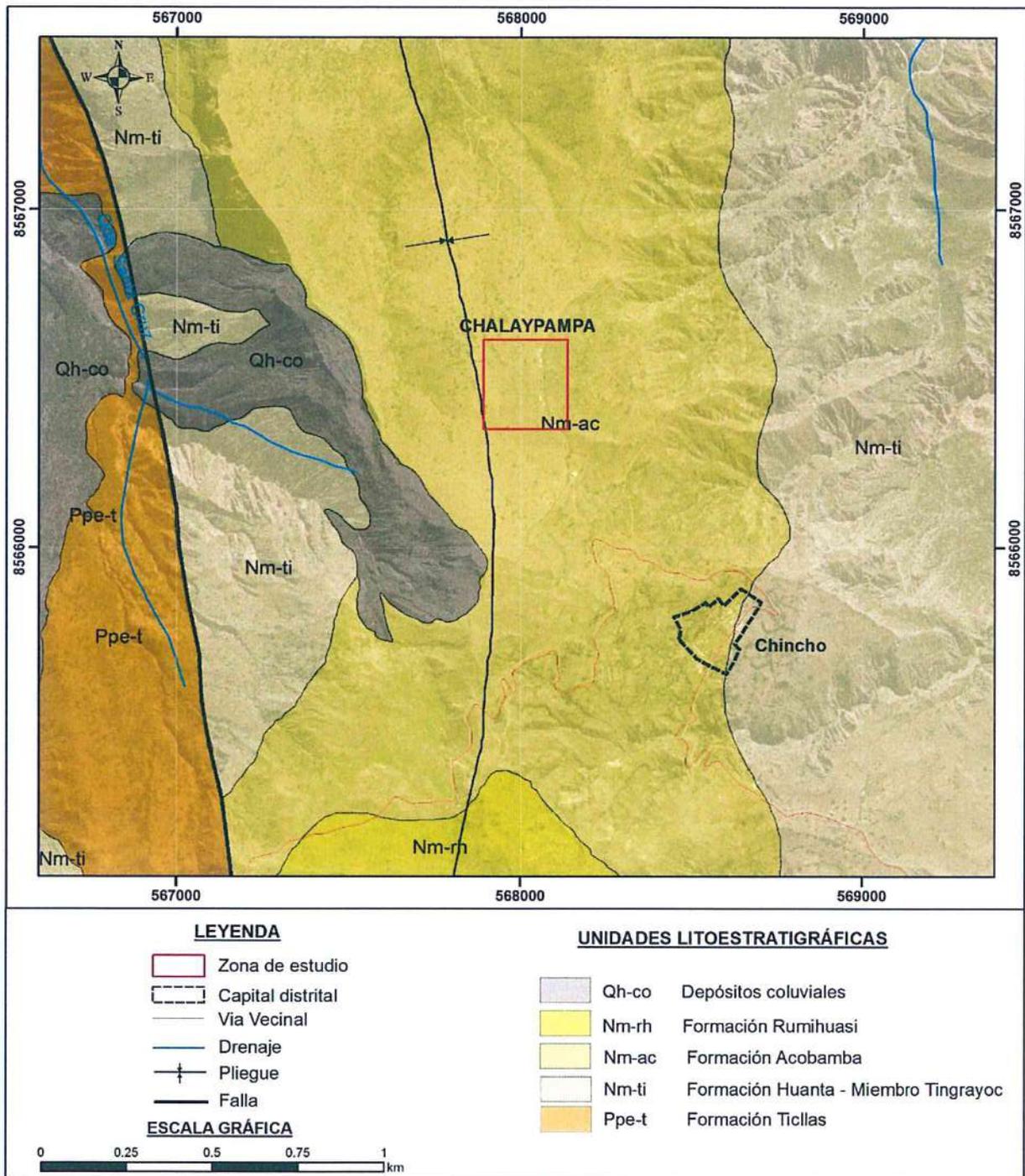


Figura 3: Mapa geológico de la zona evaluada.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1 Pendiente del terreno

El sector de Chalaypampa se encuentran rangos de pendientes que van desde suavemente inclinados ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), de inclinación moderada ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) y fuerte pendiente ( $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ), que corresponden a la parte superior de un sinclinal amplio; limitado por pendientes muy escarpadas ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) que corresponde valles profundos, originados por una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre (figura 4).

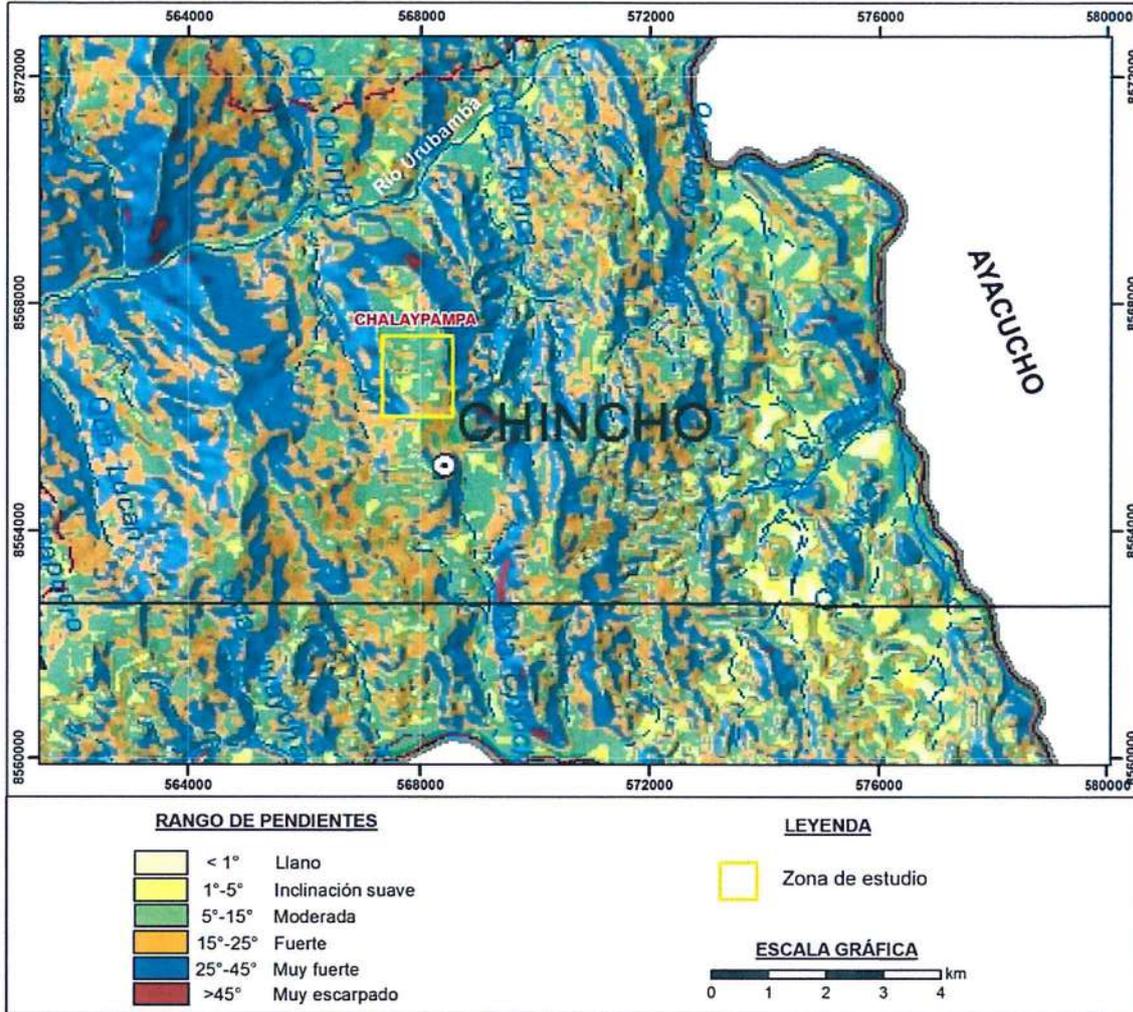


Figura 4: Mapa de pendientes de la zona evaluada y alrededores.

## 4.2 Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se han identificado las siguientes geoformas:

### 4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005). Así en el área evaluada se tienen:

- A) **Unidad de montañas:** Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual.

**Subunidad de Montañas en roca sedimentaria (RM-rs):** Estas montañas han sido levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía, los glaciares y el agua de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad. En estas montañas el plegamiento de las rocas superficiales no conserva rasgos reconocibles de las estructuras originales, sin embargo, estas pueden presentar localmente laderas

controladas por la estratificación de rocas sedimentarias, sin que lleguen a constituir cadenas montañosas (figura 4).

En la zona evaluada corresponde a montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Ticllas y el miembro sedimentario de la Formación Huanta, denominado Tingrayoc; las rocas son de tipo areniscas con intercalaciones de limolitas y arcillitas; conglomerados con matriz arenosa intercaladas con areniscas. Geodinámicamente asociadas a la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos, flujos de detritos y procesos intensos de erosión de laderas.

**Subunidad de Montañas en roca volcánico-sedimentaria (RM-rvs):** Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de asociaciones de rocas volcánico-sedimentarias, de tipo conglomerados con intercalaciones de areniscas, limoarcillitas intercaladas con areniscas y tobas de la Formación Acobamba; también se tienen tobas, areniscas y toba intercaladas con conglomerados de la Formación Rumihuasi. La localidad Chíncho y el sector de Chalaypampa se encuentra enclavada en la ladera superior de la montaña, que conforma un sinclinal amplio; presentan pendientes de inclinación suave a fuerte (figuras 5 y 6). Estas secuencias presentan huellas de los efectos de procesos fluvio-erosionales, donde las laderas aparecen cortadas por quebradas profundas de pendiente abrupta. Se asocia a la ocurrencia de grandes deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, flujos y movimientos complejos.

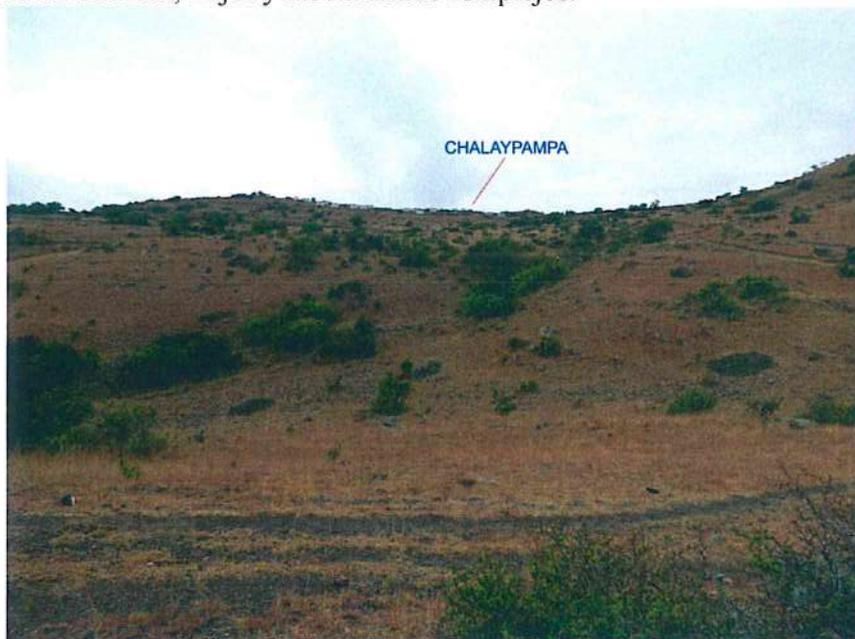


Figura 5: Vista con dirección al este donde se puede apreciar la cima de la montaña en roca volcánico-sedimentaria con una configuración ondulada sobre la cual se asienta la localidad de Chalaypampa.

#### **4.2.2 Geformas de carácter depositacional y agradacional**

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores; se tienen las siguientes unidades y subunidades:

##### **A) UNIDAD DE PIEDEMONTE**

Acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos pueden ocupar grandes extensiones. Se tiene la siguiente subunidad:

***Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):*** Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa, también se incluye deslizamientos en procesos de formación cuya escarpa ya ha definido un cuerpo, que tienen avance lento. Esta unidad fue identificada al oeste del sector de Chalaypampa, específicamente en ambas márgenes de la quebrada Santa Cruz (figura 6).

Se relacionan con rocas de diferente naturaleza litológica, ya que es posible encontrarlas comprometiéndose todo tipo de rocas. Geodinámicamente, se asocia a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos (generación de flujo y movimientos complejos), así como por nuevos aportes de material provenientes de la actividad retrogresiva de eventos activos.

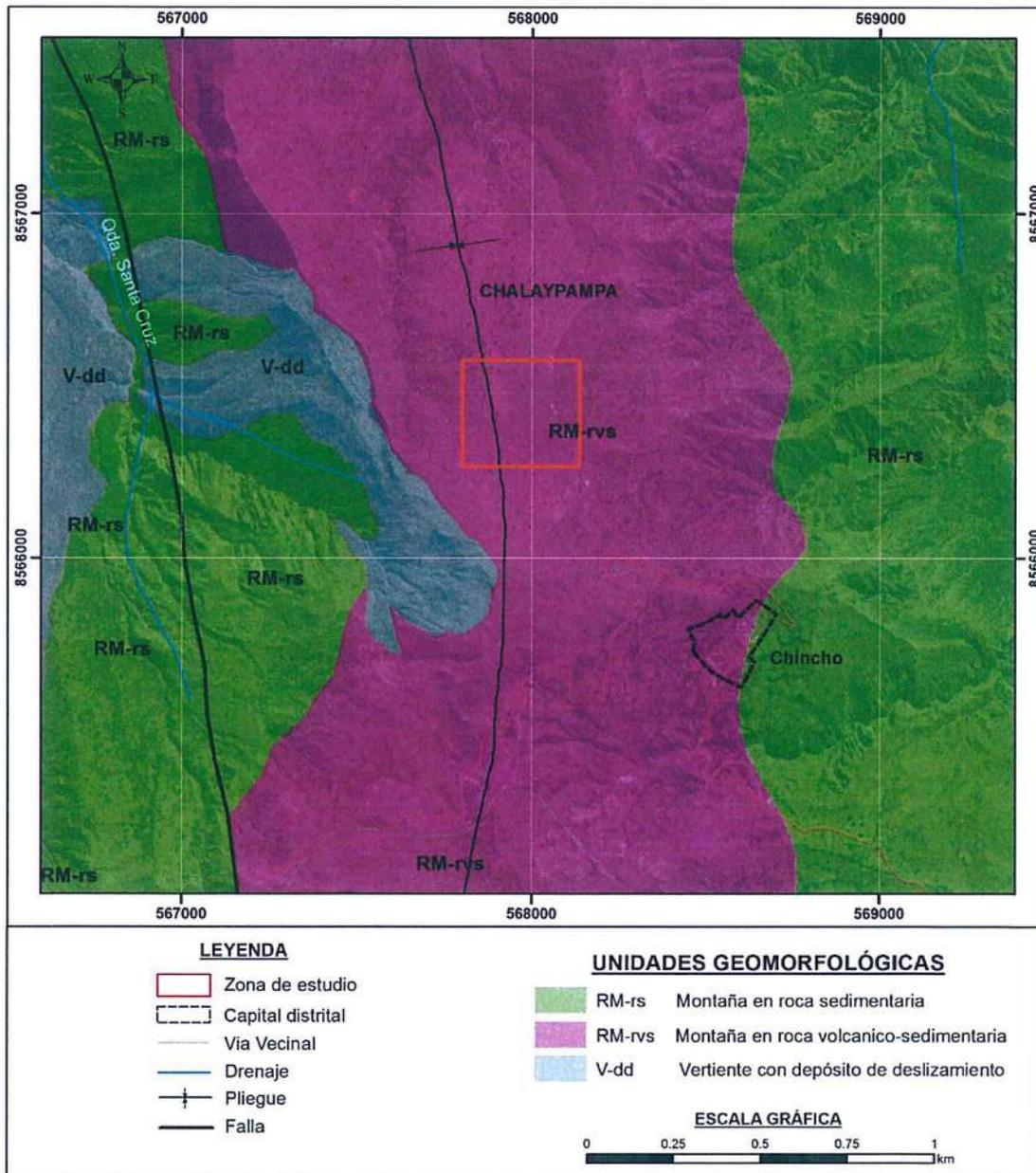


Figura 6: Mapa geomorfológico del sector de Chalaypampa y alrededores.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS - CONCEPTOS GENERALES

El sector de Chalaypampa propuesto como terreno para la reubicación de la localidad de Chincho, se presenta sin ocurrencia o afectación de movimientos en masa que puedan comprometer su seguridad física; sin embargo, es importante señalar que cerca de esta zona, en direcciones este y oeste se identificaron peligros geológicos que corresponden a los subtipos agrupados en movimientos en masa y los denominados otros peligros geológicos, los cuales serán descritos a continuación.

### 5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados fuera de los límites de la zona propuesta para la reubicación de la localidad de Chincho, son de tipo derrumbes y deslizamientos (PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en la Cordillera de los Andes por los cursos de agua, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

#### 5.1.1 Derrumbes

Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros (figura 7). Se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de rocas sedimentarias, volcánica, volcánico-sedimentaria y depósitos poco consolidados, también se presenta en rocas ígneas fracturadas.

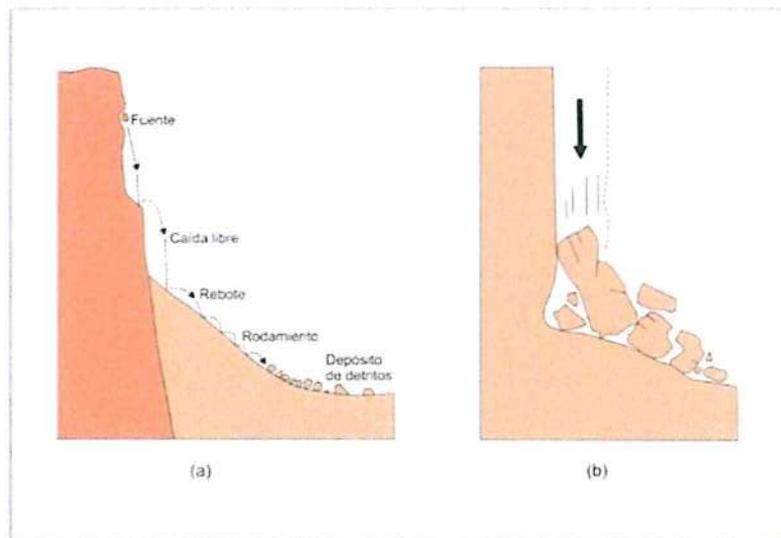


Figura 7: Esquema de un derrumbe.

#### 5.1.2 Deslizamiento

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

En el anexo de Mutanga se identificó por medio de la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales disponibles en la plataforma Google Earth de diferentes años, la presencia de un megadeslizamiento rotacional que se está reactivando.

#### a) Deslizamiento rotacional

En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal (figura 8). La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es autodeslizante y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

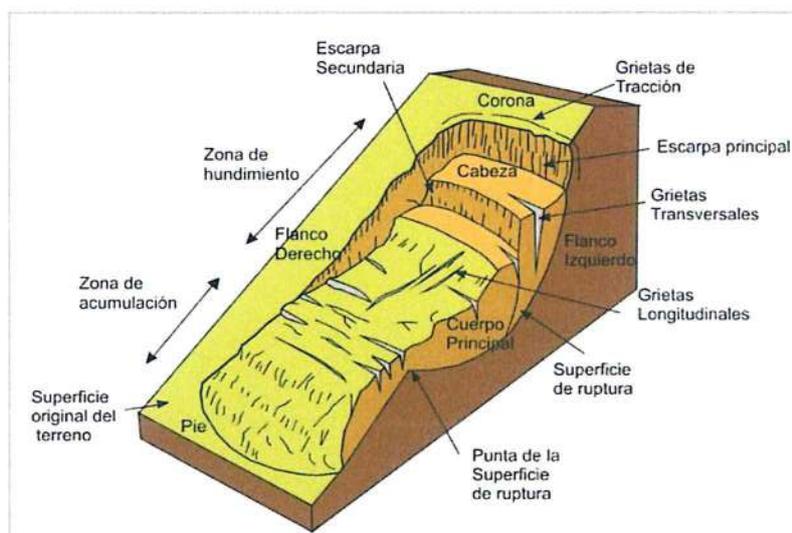


Figura 8: Esquema de un deslizamiento rotacional donde se muestran sus diferentes partes.

## 5.2 OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

Dentro de esta clasificación se agrupan a los procesos que no han sido considerados como movimientos en masa, pero que en su origen y mecanismo de movimiento involucra material geológico, estos son los hundimientos, erosión de laderas, erosión fluvial y arenamientos. En la zona evaluada se identificó procesos de erosión de laderas intenso.

### 5.2.1 Erosión de laderas

Este tipo de movimientos es considerado predecesor de la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta debido a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo (figura 9). En el primer caso, por el impacto; y, en el segundo caso, por fuerzas tractivas que vencen la resistencia de las partículas (fricción o cohesión) del suelo y se generan los procesos de erosión (Duque *et al.*, 2016).

La erosión hídrica causada por el agua de lluvia abarca los siguientes procesos:

Saltación pluvial. El impacto de las gotas de lluvia en el suelo desprovisto de vegetación ocasiona el arranque y arrastre de suelo fino. El impacto compacta el suelo, disminuye la permeabilidad e incrementa escorrentía.

Esgurrimiento superficial difuso. Comprende la erosión laminar sobre laderas carentes de coberturas vegetales y afectadas por saltación pluvial, que estimula el escurrimiento del agua arrastrando finos.

Esgurrimiento superficial concentrado. Se produce en 2 formas: surcos de erosión (canales bien definidos y pequeños, formados cuando el flujo se hace turbulento y la energía del agua es suficiente para labrar canales paralelos o anastomosados) y cárcavas (son canales o zanjas más profundos y de mayor dimensión, por las que discurre agua durante y poco después de haberse producido una lluvia). El proceso se da en 4 etapas: 1) entallamiento del canal, 2) erosión remontante o retrogresiva desde la base, 3) cicatrización y 4) estabilización (Duque *et al.*, 2016).

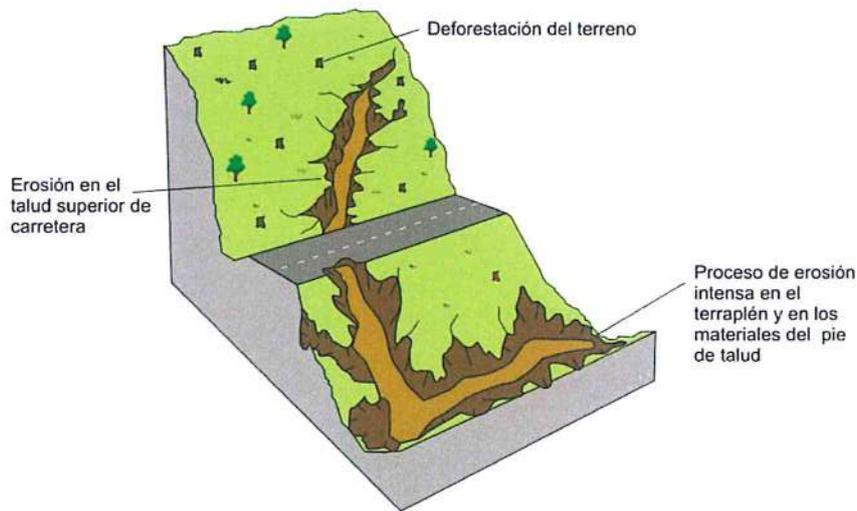


Figura 9: Esquema de erosión de laderas en cárcavas.

## 6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE CHALAYPAMPA Y ALREDEDORES

Como se manifestó en el título 5, el sector de Chalaypampa propuesta como zona de reubicación de la localidad de Chincho al momento que se realizó la evaluación se observa estable, sin evidencias de afectación directa por algún peligro del tipo movimientos en masa que pueda comprometer su seguridad física.

El sector de Chalaypampa se encuentra limitada por una zona arqueológica; los suelos de fundación son de tipo areno-arcilloso con contenido de gravas, de color pardo claro, no se presentan afloramientos del substrato rocoso; el terreno se presenta ondulado, con formación de zonas planas en la cima de la montaña, las pendientes van desde suave inclinación (5°) hasta fuertemente inclinados (25°).

Si bien es cierto no existen movimientos en masa en el sector de Chapaypampa, es importante señalar que si se encontró evidencia de la ocurrencia de deslizamientos rotacionales en el extremo oeste y procesos de erosión de laderas (cárcavas) en el extremo este.

### 6.1 Deslizamientos rotacionales en la quebrada Santa Cruz

Corresponde a una serie de eventos que son resultado del intenso proceso de erosión de laderas (cárcavas) que se presenta en la zona; las cárcavas se localizan en las cabeceras de la quebrada Santa Cruz, cuyo desarrollo o crecimientos se produce de dos formas, el primero por ensanchamiento del cauce de las cárcavas y la quebrada, y el segundo por el avance retrogresivo de las cárcavas cuyas zonas de arranque van avanzando ladera arriba (fotografía 3, figura 13).



Fotografía 3: Vista con dirección hacia el sur donde puede ver el carcavamiento profundo en las cabeceras de la quebrada Santa Cruz.

Como resultado del desarrollo de las cárcavas en la quebrada Santa Cruz, se tienen deslizamientos en las cabeceras de la misma, estos presentan escarpas de formas subredondeadas, irregulares a alargadas que se extienden por varios kilómetros.

De los deslizamientos identificados es importante destacar al denominado como **D1**, que compromete secuencia de conglomerados y areniscas de la Formación Acobamba (fotografía 4), medianamente compactado, ubicado a 290 m al oeste de Chalaypama; corresponde a un evento que tiene una zona de arranque de forma alargada a irregular, de aproximadamente 1,5 km de longitud, parte del cuerpo se presenta basculado con un salto principal de 22 m (lado noroeste de la escarpa) (figuras 10 y 11), en el otro tramo de la escarpa principal (sector sureste) el cuerpo del deslizamiento todavía no se ha separado pero si se presenta una grieta con una separación de 7,5 m como consecuencia del basculamiento de la masa de suelo (figura 12); en ambos casos el cuerpo principal del deslizamiento D1 se presenta colgado, ya que no ha llegado a moverse toda la masa de suelo por la quebrada Santa Cruz o ha formado un represamiento en la misma. El colapso del cuerpo del deslizamiento D1 y posterior formación de flujo de detritos se encausaría por la quebrada Santa Cruz y afectaría aguas abajo todo lo que se encuentra cerca y dentro del cauce, incluso puede llegar al curso del río Urubamba.

Se identificó por detrás de la corona del deslizamiento D1, en el punto de control geológico 2749 (UTM-WGS84: 8566295 N y 567657 E) (figura 13), agrietamientos en el terreno con abertura de 3 cm y 20 cm de profundidad, que siguen una orientación N 248° (fotografía 5).



Fotografía 4: Vista en la que se puede ver el substrato conformado por conglomerados de la Formación Acobamba y el bloque basculado del cuerpo del deslizamiento.



Figura 10: Vista con dirección hacia el sureste donde se observa la escarpa alargada del deslizamiento D1, el cuerpo se ha separado por medio de la escarpa, pero no se ha movilizado.



Figura 11: Vista con dirección noroeste donde se observa la escarpa principal del deslizamiento D1, el salto principal de 22 m, el cuerpo basculado y las escarpas secundarias dentro del cuerpo.



Figura 12: Vista con dirección al sureste donde se puede observar la grieta con 7,5 m de separación formada entre la escarpa y el cuerpo del deslizamiento D1.

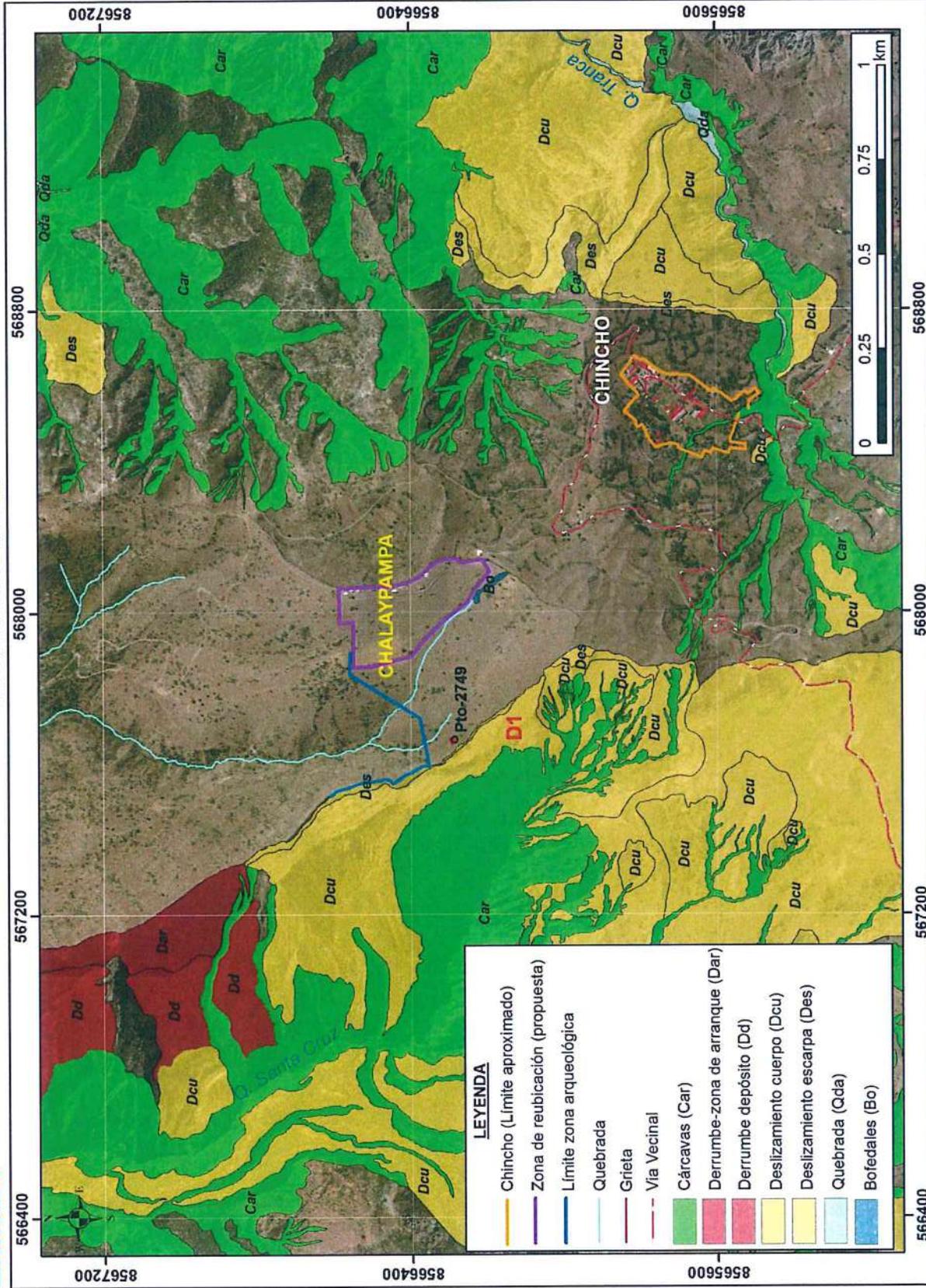
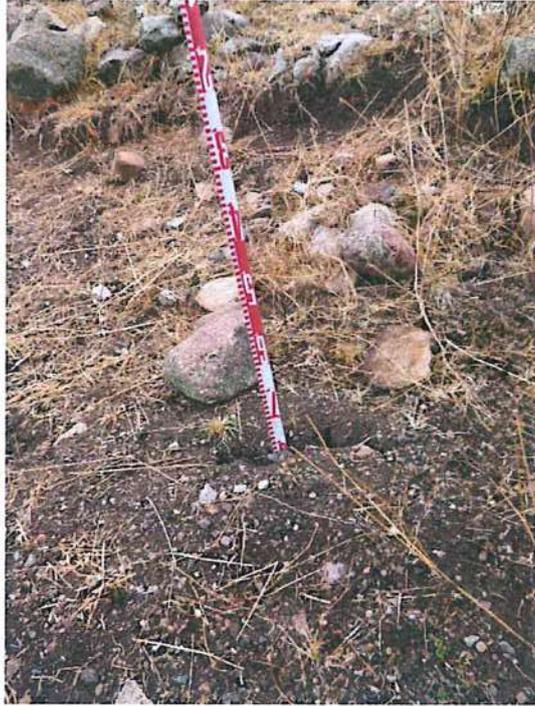


Figura 13: Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa en los alrededores de Chalaypampa.



Fotografía 5: Agrietamiento con abertura de 3 cm ubicado por detrás de la corona del deslizamiento D1.

## 6.2 Erosión de laderas en la quebrada Tranca

Estos tipos de eventos se producen en las cabeceras de todos los afluentes de la quebrada Tranca, como ocurre en los que se encuentran en el lado este del sector de Challaypampa; el proceso de erosión es por medio de la incisión de cárcavas profundas, cuyo desarrollo es retrogresivo y por ensanchamiento. A diferencia de las cárcavas identificadas en la quebrada Santa Cruz, en este sector de la quebrada Tranca, el crecimiento de las cárcavas es por medio de derrumbes y no se evidencio la ocurrencia de grandes deslizamientos (fotografía 6).

El proceso de erosión en cárcavas afecta secuencias sedimentarias del Miembro Tingrayoc de la Formación Huanta (limolitas, arcillitas, conglomerados, areniscas) y volcánico-sedimentarias de la Formación Acobamba (areniscas, conglomerados y tobas).



Fotografía 6: Vista hacia el norte de la cabecera de la quebrada Tranca donde se puede observar el carcavamiento que produce la pérdida de suelos.

## 7. CONCLUSIONES

- a) El sector de Chalaypama propuesto como la zona de acogida para la localidad de Chincho se ubica en línea recta a 1 km al noroeste de la capital distrital.
- b) El sector de Chalaypampa se encuentra dentro de una zona de alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa, donde
- c) Las unidades geológicas que afloran en la zona son de origen sedimentario y volcano-sedimentario; se tienen en la base secuencias sedimentarias de la Formación Ticllas, del Paleógeno; le siguen rocas volcano-sedimentarias de la Formación Huanta (Miembro Tingrayoc), del Neógeno; continúan las secuencia volcano-sedimentaria del Neógeno, de las formaciones Acobamba y Rumihuasi; finalmente, se tiene una cobertura superficial cuaternaria conformada por depósitos coluviales.
- d) Las pendientes del terreno en el sector de Chalaypampa van desde suavemente inclinados ( $5^\circ$ ) a fuertemente inclinados ( $15^\circ$ - $25^\circ$ ); las unidades geomorfológicas identificadas son geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional (montañas en rocas sedimentarias y volcánico-sedimentarias) y geoformas de carácter depositacional y agradacional (piedemontes).
- e) En el sector de Chalaypampa no se identificó peligros geológicos por movimientos en masa, que comprometan su seguridad física; sin embargo, en sus alrededores se identificó deslizamientos rotacionales y procesos de erosión de laderas (cárcavas); donde el desarrollo de infraestructura urbana y de todo tipo de instalaciones debe ser bien planificada y constar con estudios geotécnicos de detalle.
- f) El deslizamiento rotacional activo de la margen derecha de la quebrada Santa Cruz, denominado como D1, se ubica a 290 m al oeste de la localidad de Chalaypampa, tiene una escarpa principal de forma alargada, con una longitud de 1,5 km, un salto principal de 22 m y varias escarpas secundarias dentro del cuerpo del deslizamiento. El cuerpo del deslizamiento no se ha movilizado en su totalidad, este permanece colgado en la quebrada. El deslizamiento es resultado del crecimiento retrogresivo y ensanchamiento de las cárcavas formadas en la cabecera de la quebrada.
- g) En el extremo este de la localidad de Chalaypampa se identificó procesos de erosión en cárcavas, cuyo desarrollo se produce por medio de la generación de derrumbes hacia la cara libre de las cárcavas.
- h) Los movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes) y otros peligros geológicos (erosión de laderas) identificados en los alrededores del sector de Chalaypampa fueron condicionados por la presencia de formaciones sedimentarias y volcánico-sedimentarias poco a medianamente consolidadas, considerados de mala calidad; las laderas de pendiente escarpada ( $25^\circ$ - $45^\circ$ ), presencia de suelos areno-arcillosos con grava poco compactos; escasa cobertura vegetal (pastos y matorrales); la presencia de agrietamientos abiertos por donde se infiltra el agua rápidamente al subsuelo; y las aguas que se infiltran en el subsuelo, así como la presencia de las aguas subterráneas en los poros que produce presiones intersticiales. El detonante de estos eventos son las precipitaciones pluviales y la sismicidad.

  
Ing. MANUEL SALOMÓN VILCHEZ MATA  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## 8. RECOMENDACIONES

- a) Realizar el levantamiento topográfico del sector de Chalaypampa (donde no se incluya la zona arqueológica), para realizar la elaboración del plan de ordenamiento urbano, donde se planifique la ubicación de oficinas de gobierno, viviendas, escuelas, centros de salud, distribución de redes de agua, desagüe, luz, etc.
- b) Diseñar y construir drenajes pluviales para evitar la formación de zonas encharcadas, que favorezcan la infiltración de agua al subsuelo; las aguas captadas deben ser conducidas por medio de canales impermeabilizados hacia cursos naturales de agua que no presenten problemas de erosión de laderas.
- c) Realizar estudios geotécnicos de detalle que permitan conocer las características de los terrenos, entre ellos el estudio de mecánica de suelos, que servirá para definir los tipos de edificaciones que se van a realizar.
- d) Realizar trabajos de forestación con especies nativas de la zona en las laderas circundantes al sector de Chalaypampa.
- e) Hacer un estudio geofísico (sondajes eléctricos) para determinar el espesor del suelo y la ubicación y profundidad del nivel freático, con esta información se podrá diseñar mejor las obras de drenaje subterráneo, de ser necesarias.
- f) El área de terreno en el sector de Chalaypampa a ser destinado para la reubicación debe ser bien definida, ya que la realización de todo tipo construcción debe ubicarse a una distancia prudente del borde de la quebrada Santa Cruz (> 130 m), donde se ubica el deslizamiento D1 activo; así como de los tributarios de la quebrada Tranca, donde se produce erosión en cárcavas.
- g) Realizar el sellado de grietas ubicadas por detrás de la corona del deslizamiento D1, para evitar la infiltración de agua de precipitación pluvial (lluvia) al subsuelo.
- h) Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos por movimientos en masa y gestión del riesgo de desastres, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de este tipo de eventos que pueden afectar su seguridad física.

  
Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

  
Ing. MANUEL SALOMÓN VILCHEZ MATA  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## 9. REFERENCIAS

- Bedia, C., Jacay, C. & Yala, F. (2015) – Aspectos geológicos y geomorfológicos de la comunidad de Chincho – Chinyayacu. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Lima.
- Chipana, E. (2015) - Inspección técnica y evaluación de daños de la falla geológica en la capital del distrito de Chincho. Región Huancavelica, provincia Angaraes, Distrito Chincho. Municipalidad distrital de Chincho
- Dávila, S. (2018) – Peligro por deslizamiento en el área de Uralla, distrito Chincho, provincia Angaraes, región Huancavelica. Informe Técnico N° A5949. INGEMMET. Lima.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú-franja N° 03. Boletín N° 23 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. INGEMMET. Lima.
- Luza, C. & Sosa, N. (2016) – Evaluación de peligros geológicos en la capital del distrito de Chincho, región Huancavelica, provincia Angaraes, distrito Chincho. Informe Técnico N° A6699. INGEMMET. Lima.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Varnes, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., *Landslides: analysis and control*. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Villota, H. (2005) – Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 2. Ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.