

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7103

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE TURUNA

Región Ancash
Provincia Mariscal Luzuriaga
Distrito Fidel Olivas Escudero



DICIEMBRE
2020

Elaborado por la Dirección
de Geología Ambiental y
Riesgo Geológico del
INGEMMET

Equipo de investigación:

*Gael Araujo
Julio Lara*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos en el sector de Turuna. Distrito Fidel Olivas Escudero, provincia Mariscal Luzuriaga, región Ancash Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7103, 29 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.3. Aspectos generales	8
1.3.1. UBICACIÓN.....	8
1.3.2. ACCESIBILIDAD	9
1.1.1. CLIMA.....	9
1.1.2. SISMICIDAD	9
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
2.1. Unidades litoestratigráficas	10
2.1.1. FORMACIÓN SANTA - CARHUAZ (Ki-s,ca)	10
2.1.2. FORMACIÓN PARIAHUANCA, CHULEC, PARIATAMBO (Ki-ph,chu,pt).....	11
2.1.3. FORMACIÓN JUMASHA CELENDIN (Ks-j,ce).....	12
3. ASPECTO HIDROGELÓGICO	14
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Pendientes del terreno	14
4.2. Unidades geomorfológicas	15
4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	15
4.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL .	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	18
5.1. Identificación y caracterización del movimiento en masa	20
5.1.3. FACTORES CONDICIONANTES.....	27
5.1.4. FACTORES DESENCADENANTES.....	27
5.1.5. FACTORES QUE ACELERAN EL MOVIMIENTO	27
5.1.6. DAÑOS QUE CAUSARÍA EL DESLIZAMIENTO DE TURUNA.....	27
6. CONCLUSIONES	28
7. RECOMENDACIONES	29
8. BIBLIOGRAFÍA	29

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizados en el sector de Turuna, perteneciente a la Municipalidad Distrital de Fidel Olivas Escudero, provincia Mariscal Luzuriaga, región Ancash.

Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET cumple con la función de brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada y confiable en el tema de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

El centro poblado de Turuna está ubicado en las faldas de una montaña disectada por la quebrada Yuyallaco. El flanco derecho de esta montaña se encuentra dinámicamente activa a la ocurrencia de movimientos en masa. Los elementos que evidencian esta actividad, están dados por la presencia de deslizamientos antiguos y recientes; surgencia de afloramientos de agua, así como la presencia de agrietamientos entre 20 m a 200 m de longitud, con aperturas máximas de 50 cm y saltos no mayores a 1 m, cuya geometría amenaza con originar un deslizamiento de volumen mayor a 725 mil m³, detonado por lluvias intensas u otras condiciones extremas. De ocurrir estos eventos, el C.P Turuna o gran parte de e vería afectado.

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada y alrededores, corresponden a afloramientos calcáreos altamente fracturados, alterados y de mala calidad geomecánica de la Formación Santa - Carhuaz, Formación Pariahuanca, Chulec, Pariatambo y la Formación Jumasha- Celendín. Además, se observa la presencia de depósitos coluvio – deluviales conformado por bloques y clastos calcáreos altamente meteorizados envueltos en una matriz arcillo – limosa, sobre afloramientos sedimentarios de Jumasha Celendín. Y es en este depósito donde ocurre en mayor porcentaje movimientos en masa identificados en la zona de estudio.

La geomorfología identificada en la zona de estudio corresponde a montañas en roca sedimentaria, vertiente coluvio-deluviales y abanico o piedemonte de pendientes medias (5° – 15°) a abruptas (>45°).

Hidrogeológicamente, los afloramientos sedimentarios son acuíferos potenciales cuyo plegamiento, estratificación y fracturamiento condicionan la surgencia de agua. Por lo tanto, existe muchos manantiales en la parte alta del sector, que son captados para el abastecimiento de agua potable. Sobre el área de estudio, se observan infraestructura hidráulica (cajas rompe-presión) por la cual se abastece de agua potable al sector de Comas (poblado cercano a Turuna).

El peligro geológico caracterizado en la zona evaluada es un movimiento en masa de tipo deslizamiento. Estos son pequeños y se distribuyen en la parte alta y media de la ladera. Sin embargo, en febrero de 2018, el lado izquierdo – sector 1 del área de estudio muestra un asentamiento con agrietamientos, saltos y aperturas de entre 0.5 m a 1.0 m, que podrían ser evidencia de un futuro deslizamiento posiblemente de grandes dimensiones.

Se concluye que, la zona evaluada se encuentra en **peligro muy alto** ante la ocurrencia de un deslizamiento. De ocurrir este movimiento, la infraestructura hidráulica, terrenos de

cultivo y viviendas del poblado de Turuna podrían ser afectadas. Además, no se descarta la ocurrencia de huaicos por reactivación de la quebrada Yuyallaco en época de lluvia intensa.

Los factores condicionantes de deslizamientos en el sector de Turuna son la pendiente y la naturaleza de los materiales y la presencia de filtraciones o afloramientos de agua, asociados a factores desencadenantes como la precipitación intensa y sismicidad. El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento, para contribuir en la reducción de riesgo de desastre.

1. INTRODUCCIÓN

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 y consideraciones geotécnicas 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 en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital Fidel Olivas Escudero - Sanachgan, según oficio N° 011-2020-MDFOE/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de movimientos en masa de tipo “deslizamiento”, a partir de la observación in situ de agrietamientos y desprendimientos de tierra originados en febrero de 2018, intensificándose en las lluvias de diciembre de 2019. El estado actual del área de estudio amenaza con desencadenar en un deslizamiento de grandes dimensiones que afectaría al centro poblado de Turuna.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ing. Gael Araujo y Julio Lara, para realizar una evaluación técnica de peligros geológicos en el sector de Turuna.

La evaluación técnica se basó en la recopilación y análisis de información geológica y geomorfológica del INGEMMET, datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, cartografiado geodinámico, sobrevuelos drone y tomas fotograficas), y finalmente el procesamiento de información drone y redacción del informe técnico como etapa de gabinete.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital Fidel Olivas Escudero e instituciones técnico normativas del SINAGERD (INDECI y CENEPRED), 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:

- a) Identificar, tipificar, cartografiar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Turuna.
- b) Emitir conclusiones y recomendaciones para contribuir en los planes de prevención y/o mitigación del riesgo de desastre por movimientos en masa.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A) El testimonio de la población indica que el año 2018, el desprendimiento de tierras en la parte alta del área de estudio generó un avance de masas sobre la quebrada Yuyallaco que destruyó terrenos de cultivo y sembríos del centro poblado de Turuna.

Mientras que en los años 70s un movimiento en masa de grandes dimensiones cubrió gran parte del pueblo, afectando el colegio y la quebrada Achpinan.

- B) El mapa de susceptibilidad por movimientos en masa en la región Ancash, a escala 1: 250 000 del INGEMMET, muestra que el sector de Turuna está ubicado sobre una zona de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1, cuadro 1).

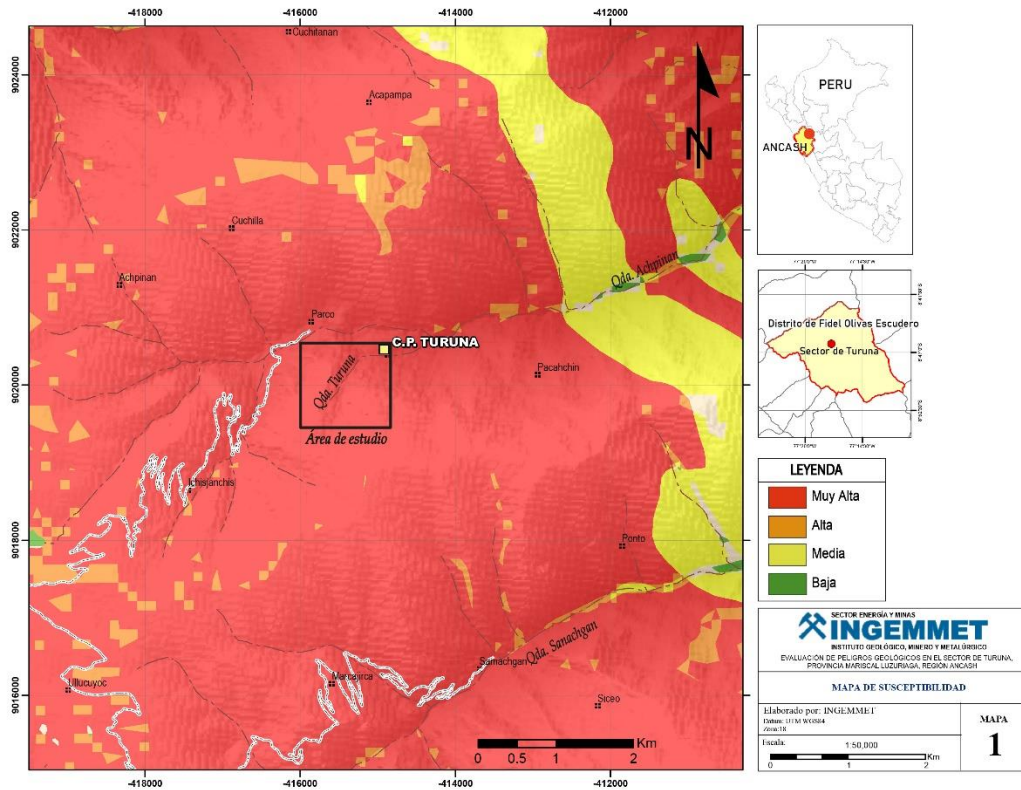


Figura 1. Mapa de Susceptibilidad a movimientos en masa del área evaluada. Fuente: INGEMMET, 2009.

Cuadro 1. Descripción de la susceptibilidad en el área de estudio

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS	RECOMENDACIONES
MUY ALTA	Todas las condiciones intrínsecas del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa. Ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes reactivaciones se dieron al modificar taludes, tales como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. El substrato rocoso es de mala calidad, rocas sedimentarias clásticas (areniscas, cuarcitas, lutitas, lutitas carbonosas) y depósitos coluvio-deluviales, laderas de montañas con moderada a fuerte pendiente (entre 25° y 45°), montañas con acumulaciones de hielo y aquellas con deglaciación reciente; piedemontes (deslizamiento antiguos); acuitardos sedimentarios (lutitas, areniscas, lutitas pizarrosas; areniscas carbonosas, limoarcillitas, lutitas calcáreas; margas con niveles de yeso); cobertura vegetal de pastizales y cultivos de secano, montañas sin vegetación.	Prohibir el desarrollo de todo tipo de infraestructura sin el conocimiento geológico previo. Efectuar estudios geológicos-geotécnicos de detalle para el desarrollo probable de infraestructuras, para el descarte en su construcción

- c) El Boletín N° 60, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-h, 19-i (1967), describe la geología presente en la zona evaluada.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

El área de estudio está ubicada 400 m al SW del centro poblado de Turuna, el mismo que pertenece al distrito de Fidel Olivas Escudero, provincia Mariscal Luzuriaga, región Ancash (figura 2), en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S), como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	247258	9029634	-8.772°	-77.297°
2	247675	9030025	-8.768°	-77.294°
3	248236	9029977	-8.768°	-77.289°
4	247520	9029291	-8.774°	-77.295°
COORDENADAS DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	247368	9029637	-8.772°	-77.296°

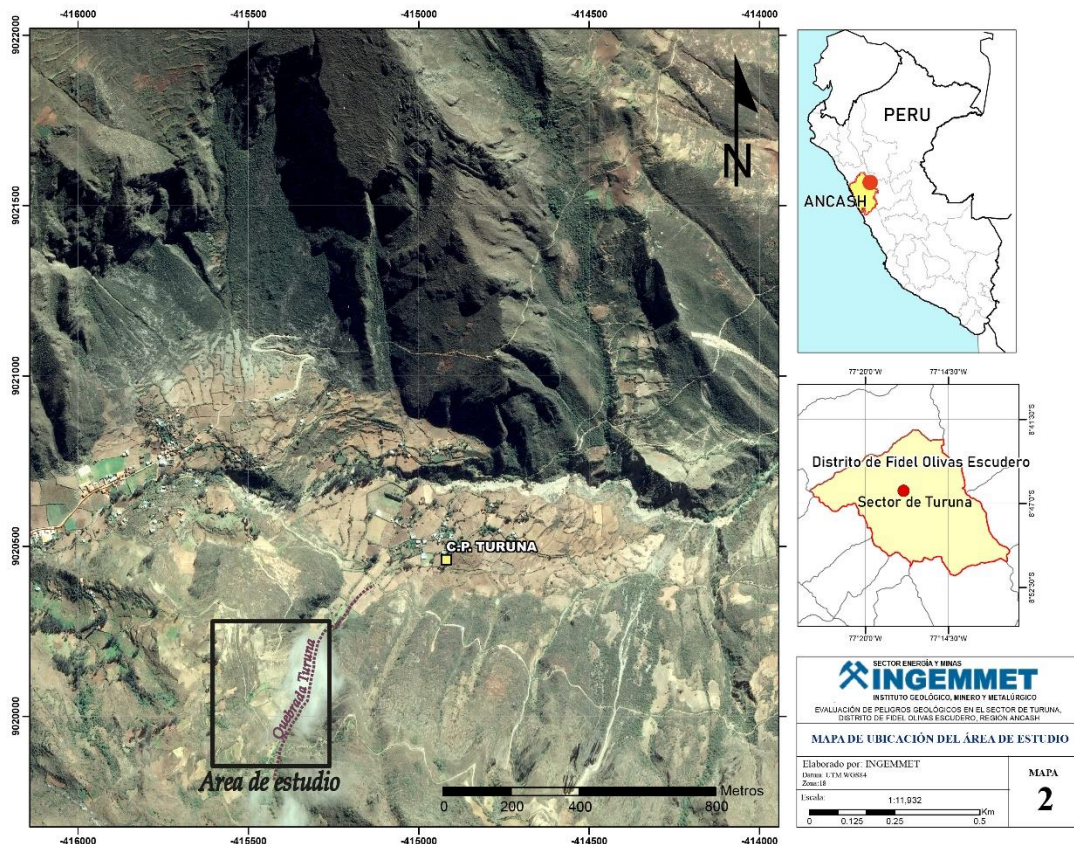


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.

1.3.2. ACCESIBILIDAD

Teniendo como base la provincia de Lima, el área de estudio es accesible por la ruta Lima – Huari – Pomabamba – Piscobamba – Parco – Parte alta de Turuna (área de estudio), a través de carreteras asfaltadas – trocha y 20 min de caminata, con un total de 16 horas con 20 min (cuadro 3):

Cuadro 3. Rutas y accesos a la zona evaluada

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Huari	Asfaltada	470	8 h 20 min
Huari – Pomabamba	Asfaltada	126	5h 30 min
Pomabamba – Piscobamba - Parco	Carretera de Trocha	70	3h 00 min
Parco – Área de estudio	Caminata	1	20 min

1.1.1. CLIMA

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI, el sector de Turuna tiene precipitaciones semisecas, con temperatura fría y humedad seca. Este tipo climático se extiende entre los 3 000 y 4 000 m s.n.m. y se caracteriza por precipitaciones anuales promedio de 700 mm, temperaturas medias anuales de 12 °C. Lluvias durante los meses de octubre hasta abril y sequias entre mayo a agosto. En invierno, las fuertes heladas afectan las siembras y el ganado.

1.1.2. SISMICIDAD

El área de estudio se ubica a 140 m de fallas regionales inversas sin evidencia de actividad y con dirección SE-NW. Sin embargo, la actividad tectónica a 15 y 46 km al S y NW muestra la ocurrencia de sismos con magnitudes históricas de a 3.8 MB a 7.3 MB (cuadro 4), como el terremoto de Sihuas – Ancash en 1946 que llevó consigo la muerte de 2500 personas, desencadenamiento de movimientos en masa de grandes dimensiones en la parte alta del pueblo de Quiches (44 km al SSE) y produjo destrucción parcial en las localidades de Pallasca, Pomabamba (68 km al SE) y Quiches en el departamento de Ancash (Cordova, 2007).

Según el testimonio de los pobladores, los temblores en el sector se perciben constantemente.

Cuadro 4. Sismos históricos. Fuente IGP

Fecha	LOCALIDADES	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (KM)	MAGNITUD MB
07/30/2020	Piscobamba, Mariscal Luzuriaga -Ancash	-8.92	-77.29	16	3.4
10/17/1966	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37		6.4
06/15/1954	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37		6.6

	Pomabamba-Ancash	-8.82	-77.46	289	5.8
	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37	23	3.8
02/14/1948	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37		
	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37	9	
10/11/1946	Sihuas-Ancash	-8.52	-77.49	30 - 40	7.3
05/24/1940	Piscobamba-Ancash	-8.88	-77.37	183	6.6

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se elaboró teniendo como base el mapa de cuadrángulo de Pomabamba (18i), además de la descripción del boletín N° 60, serie A de la Carta Geológica Nacional: Geología de los cuadrángulos de Pallasca (17h), Tayabamba (17i), Corongo (18h), Pomabamba (18i), Cahuaz (19h) y Huari (19i). La geología fue ratificada con la observación en campo y fotos aéreas.

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que conforman el área de estudio y sus alrededores son afloramientos sedimentarios calcáreos altamente fracturados de la Formación Santa – Carhuaz (Ki-s,ca), Formación Parihuanca, Chulec y Pariatambo (Ki-ph,chu,pt) y Formación Jumasha Celendin (Ks-j,ce). Estas formaciones geológicas de edad Cretácica están controladas por fallas inversas regionales (figura 6).

Los sismos históricos ocurridos aledaños a Turuna (cuadro 3), han contribuido al desencadenamiento de antiguos movimientos en masa de grandes dimensiones. Es así que, en el área de estudio se observan depósitos coluvio - deluviales producto de procesos denudativos y erosionales de las Formaciones Cretácicas antes descritas.

2.1.1. FORMACIÓN SANTA - CARHUAZ (Ki-s,ca)

Formación Santa: Litológicamente consiste en calizas y arcillitas calcáreas de 100 a 380 m de espesor que infrayacen a la Formación Carhuaz.

Formación Carhuaz: Litológicamente está formado por areniscas y cuarcitas finas marrones con abundantes intercalaciones de arcillitas. Algunas áreas presentan intercalaciones de conglomerados en la parte superior, mientras que las intercalaciones de caliza y yeso son comunes cerca a la base de la formación (actualizado de Reyes W. et al. 1995).

La Formación Santa - Carhuaz esta cartografiada en la parte alta de la unidad de montaña sedimentaria disectada por la quebrada Yuyallaco (figura 6).

2.1.2. FORMACIÓN PARIAHUANCA, CHULEC, PARIATAMBO (Ki-ph,chu,pt)

Formaciones calcáreas del Albiano:

Formación Pariahuanca: Litológicamente está constituida por calizas macizas de 100 m de espesor. Esta formación cambia al este con aumento de arcillitas y margas (actualizado de Reyes W. et al. 1995).

Formación Chulec: Esta formación aflora a lo largo de la cordillera Occidental. Está constituido por capas de calizas, margas y arcillitas calcáreas (actualizado de Reyes W. et al. 1995).

Formación Pariatambo: Son 100 m. de espesor en margas y arcillitas negras con intercalaciones de calizas. Infrayace la Formacion Jumasha (actualizado de Reyes W. et al. 1995).

Se observa afloramientos de caliza grisácea altamente fracturada en la parte alta del poblado de Parco (ubicado a 10 minutos del área de estudio), en las coordenadas UTM X: 246573.11 m E; Y: 9029613.51 m S (fotografía 1).



Fotografía 1. Afloramientos de calizas fracturadas de las formaciones Pariahuanca, Chulec y Pariatambo.

2.1.3. FORMACIÓN JUMASHA CELENDIN (Ks-j,ce)

Formaciones calcáreas del Cretácico superior:

Formación Jumasha: Las calizas de esta formación alcanzan espesores de 100 a 800 m. Suprayace a las formaciones Pariatambo y Crisnejas en discordancia paralela, e infrayace la Formación Celendin (actualizado de Reyes W. et al. 1995).

Sus afloramientos de caliza presentan tonalidades grises claras, dolomitas grises y amarillentas de grano fino a medio, en capas medianas gruesas (figura 3).

Formación Celendin: Esta formación ha sido cartografiada junto a la Formación Jumasha, está constituido por margas, arcillitas calcáreas y calizas. Los afloramientos del valle del Marañon alcanzan espesores de 20 a 100 m (actualizado de Reyes W. et al. 1995), debido al adelgazamiento que presenta esta formación hacia el este (Pomabamba y sector de Turuna) (Benavides, 1956),



Figura 3. Vista de afloramientos de caliza en la margen derecha de la quebrada Yuyallaco

2.1.4. DEPÓSITOS COLUVIO - DELUVIALES

En el área de estudio, estos depósitos se ubican sobre y en contacto con afloramientos calcáreos de formaciones Cretácicas (figura 4).

Son depósitos no consolidados de bloques de margas, calizas y areniscas meteorizadas envueltas en una matriz arcillo – limosa. Es en este material donde se genera movimientos en masa con mayor frecuencia (figura 5).



Figura 4. Depósitos coluvio-deluviales en contacto con depósitos calcáreos de la Formación Jumasha - Celendín



Figura 5. Deslizamientos en depósitos –coluvio-deluviales

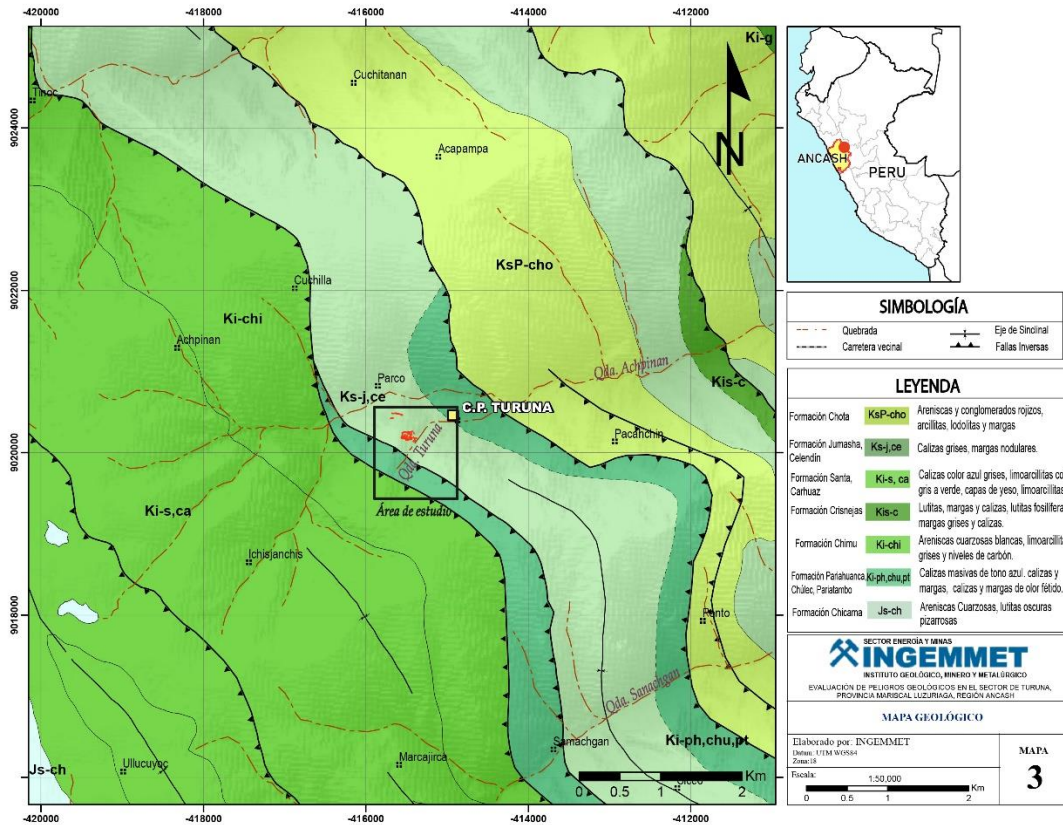


Figura 6. Mapa Geológico del área de estudio. Fuente: INGENMET 2017

3. ASPECTO HIDROGELÓGICO

Hidrogeológicamente, los afloramientos de caliza de la Formación Pariahuanca, Chulec, Pariatambo y Jumasha – Celendin, son acuíferos potenciales que almacenan y transmiten agua. Sin embargo, la surgencia hídrica asociado a estos depósitos, está condicionada por la presencia de fallas, plegamientos, estratificación y fracturamiento rocoso. Por lo tanto, existe muchos manantiales en la parte alta del sector, que son captados para el abastecimiento de agua potable.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

El modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución de los archivos de instalación satelital de Alaska, determina que el área de estudio se asienta sobre pendientes de fuerte ($15^\circ - 25^\circ$) a abrupta inclinación ($> 25^\circ$). Sin embargo, el centro poblado de Turuna ubicado en las faldas y a 150 m del área evaluada, se asienta sobre pendientes de media ($5^\circ - 15^\circ$) a fuerte ($15^\circ - 25^\circ$) (figura 7).

Los peligros geológicos tipo deslizamiento son observados en pendientes fuertes a abruptas.

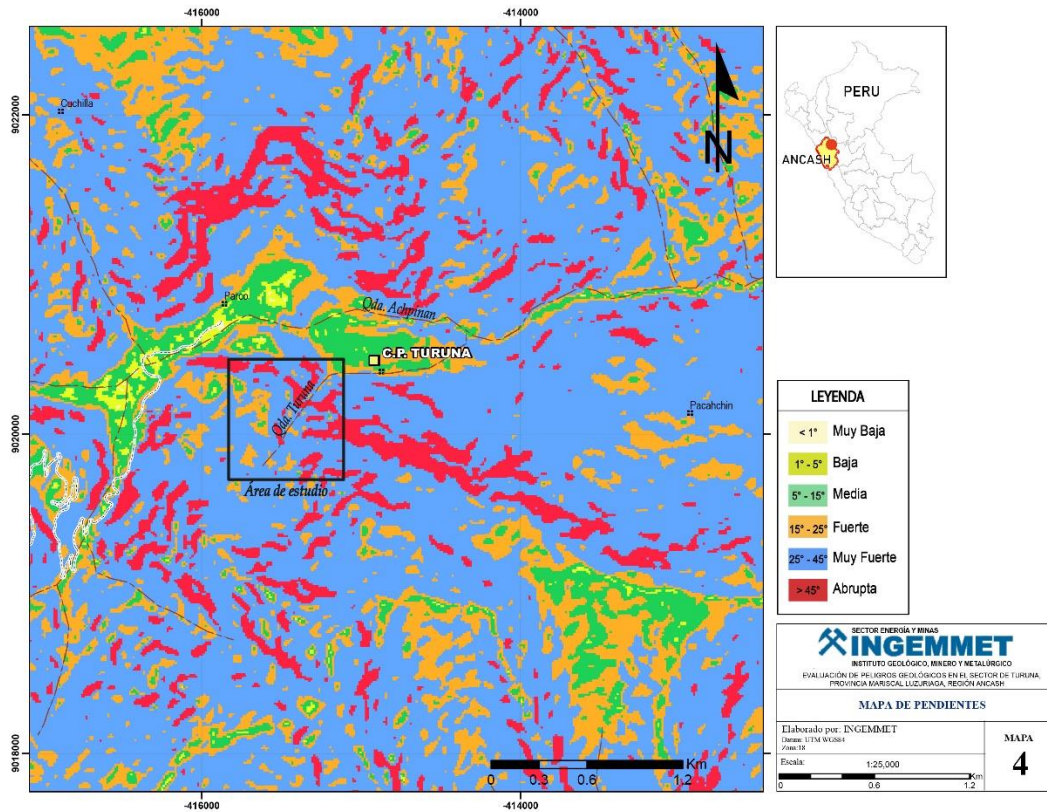


Figura 7. Mapa de pendientes.

4.2. Unidades geomorfológicas

El mapa geomorfológico a escala 1:100 000 del INGEMMET, clasifica el área de estudio como montañas en roca sedimentaria, hacia el sur y este son montañas estructurales en roca sedimentaria. Mientras que las quebradas grandes en la vista regional, son cartografiadas como abanico de piedemonte, y cercanos a estas unidades hay vertientes o piedemontes coluvio – deluvial (figura 11).

4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Están representadas por geoformas montañosas con pendientes pronunciadas y altitudes mayores a 2500 m s.n.m. La erosión y degradación de su afloramiento en la parte alta originan geoformas de carácter depositacional, por transporte y acumulación de sedimentos.

4.2.1.1. Unidad de Montañas en Roca Sedimentaria (RM-rs)

Montañas de origen sedimentario de 2500 m s.n.m. a 4180 m s.n.m. Abarcan toda el área de estudio (figura 8).

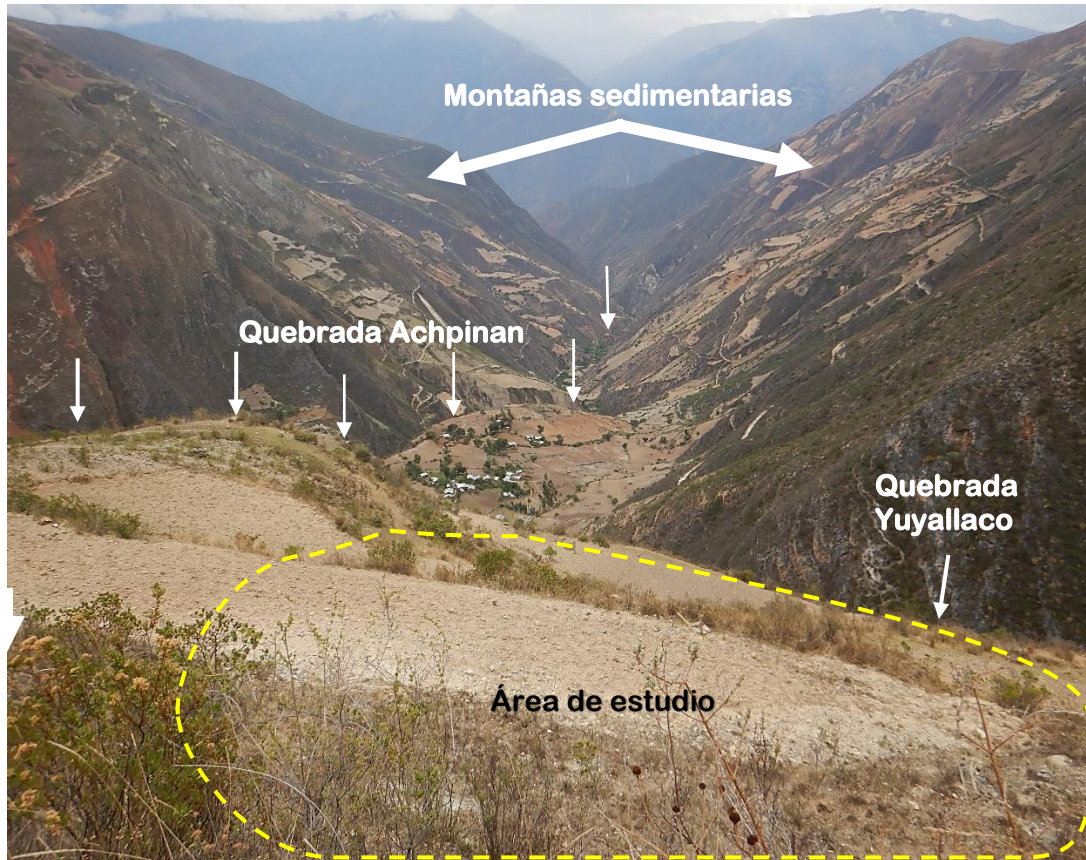


Figura 8. Vista de montañas sedimentarias a lo largo de la quebrada Achpinan

4.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Están representadas por relieves formados por depósito o acumulación de sedimentos en piedemontes o vertientes.

4.2.2.1. Vertiente coluvio deluvial (V-cd)

En esta unidad se agrupan los depósitos de naturaleza coluvio-deluvial producto de la denudación – transporte de sedimentos o deslizamientos históricos que pudieron ocurrir en el sector (figura 9).



Figura 9. Vista de la vertiente coluvio-deluvial .

4.2.2.2. Abanico de piedemonte (Ab)

Son depósitos de flujos de detritos canalizados, acumulados en forma de abanicos ubicados en la desembocadura de quebradas. El centro poblado de Turuna parece estar asentado sobre un abanico de depósitos no consolidados (figura 10).



Figura 10. Abanico de piedemonte en el centro poblado de Turuna.

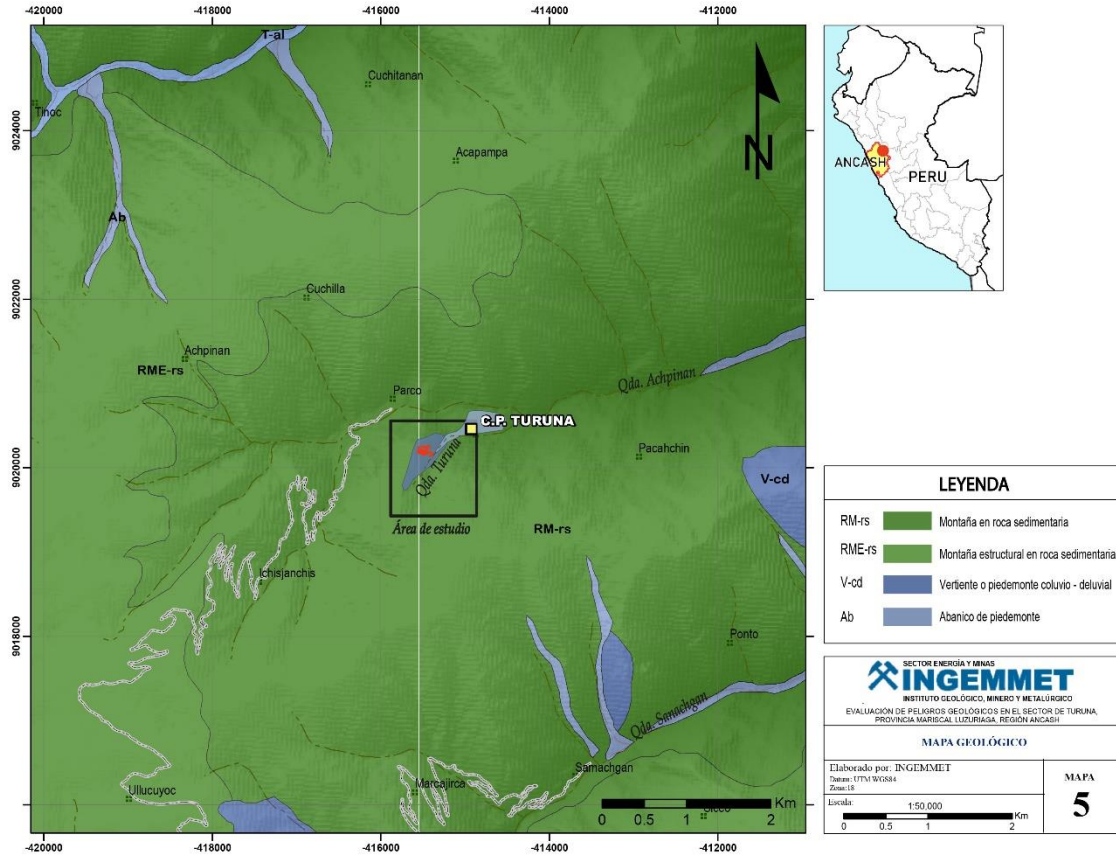


Figura 11. Mapa geomorfológico en el área de estudio. Fuente:???

5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento (Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007) (figura 12).

El cartografiado dinámico y la fointerpretación de la imagen satelital y la ortofoto drone obtenida en campo, muestran deslizamientos con escarpas de 5 a 18 m y agrietamientos longitudinales - transversales con saltos de 1 m y apertura de 0.50 m a lo largo de toda la zona de deslizamiento activo. El área dinámicamente activa es posiblemente la reactivación de un deslizamiento antiguo (línea negra de la figura 12).



Figura 12. Zona de deslizamiento activo en el sector Turuna

Deslizamientos: El área de estudio es parte de un deslizamiento antiguo que presenta reactivación de deslizamientos pequeños. Sin embargo, la presencia de agrietamientos circulares de más de 150 m de extensión son evidencias de la futura reactivación de un deslizamiento de grandes dimensiones en el lado derecho del área evaluada. Los factores condicionantes que controlan este movimiento son principalmente la pendiente y la geología del terreno, asociado a factores detonantes como: Las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias, erosión fluvial, sismicidad y riego de terrenos agrícolas en la parte alta.

Huaico / Flujo de detritos: Se han generado históricamente el desencadenamiento de huaicos en la quebrada Yuyallaco. La quebrada tiene una longitud de 0.5 km y desemboca en el centro poblado de Turuna. El material de deslizamientos que se puedan en el área de estudio discurren como flujos o conos de deyección sobre la quebrada.

5.1. Identificación y caracterización del movimiento en masa

5.1.1. ESTADO ACTUAL DEL PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR TURUNA

El área de estudio está ubicada en la parte alta del centro poblado de Turuna (figura 12), sobre una vertiente coluvio-deluvial propensa a la ocurrencia de movimientos en masa.

Según las imágenes aéreas y observación en campo, el área evaluada es parte de un deslizamiento antiguo con reactivación de movimientos en masa de tipo deslizamiento con escarpas de 5 a 18 m de extensión y abundantes agrietamientos (figura 13y 8A).

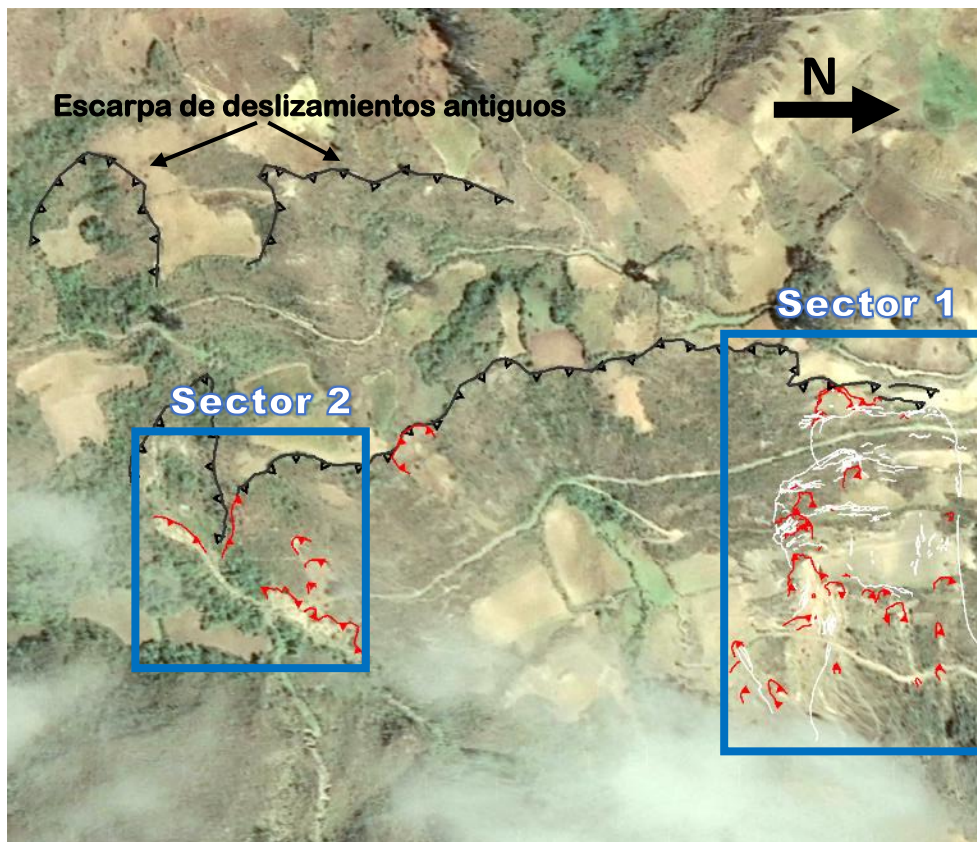


Figura 13. Estado actual de los peligros geológicos en el área evaluada

Sector 1

La obtención de imágenes drone permitió la elaboración de una ortofoto de alta resolución para el cartografiado de agrietamientos que puedan presentarse en la zona evaluada. El sector 1 o lado izquierdo del área de estudio (figura 13), a través del cartografiado dinámico muestra agrietamientos circulares de 4 a 250 m de extensión, 0.50 m a 1 m de apertura y saltos de mayores a 1 m en la parte alta, y agrietamientos longitudinales y transversales a la pendiente con aperturas menores a 0.30 m a lo largo del área dinámicamente activa.

Para una mejor explicación de los sectores ubicados en la zona, se muestra una distribución de la parte alta, parte media y baja (figura 16B).

- En la parte alta, se observa la presencia de agrietamientos con aperturas de 0.6 a 3 m, saltos de 1 m y geometría circular (figuras 14 y 16B1).



Figura 14. Vista de agrietamientos con saltos de 1 m. Inicio de zona agrietada.

- La parte media y baja, muestra la presencia de escarpas y cuerpos de deslizamiento de menos dimensión. La presencia de agrietamientos también es evidente a lo largo de todo el sector (figura 16B2).

Uno de estos movimientos destruyeron camino de trocha en la parte baja del área. Según el cartografiado, se deduce que las estructuras de la figura 16B2 son parte de lo que sería el flanco derecho del deslizamiento de Turuna.

La presencia de agrietamientos fue detectada por los pobladores en febrero de 2018 (época de precipitación intensa). Sin embargo, sus dimensiones incrementaron en diciembre de 2019 y febrero de 2020. De estas fechas fue en el 2018 que la presencia de un flujo destruyó terrenos de cultivo del centro poblado de Turuna (figura 15).



Figura 15. Vista de la zona de acumulación del deslizamiento del 2018. Este material afectó terrenos de cultivo del sector Turuna.

En la parte media de la zona de estudio, se observa la presencia de la caja de romp presión por la cual se abastece de agua potable al sector Comas (son estructuras de concreto diseñadas hidráulicamente para disminuir la presión de agua proveniente de una captación de agua subterráneas en la parte alta). Según el testimonio de pobladores el movimiento de tierras quebró la estructura hidráulica en el 2018, causando rebose, pérdida de agua y sobre todo infiltración sobre el terreno inestable.

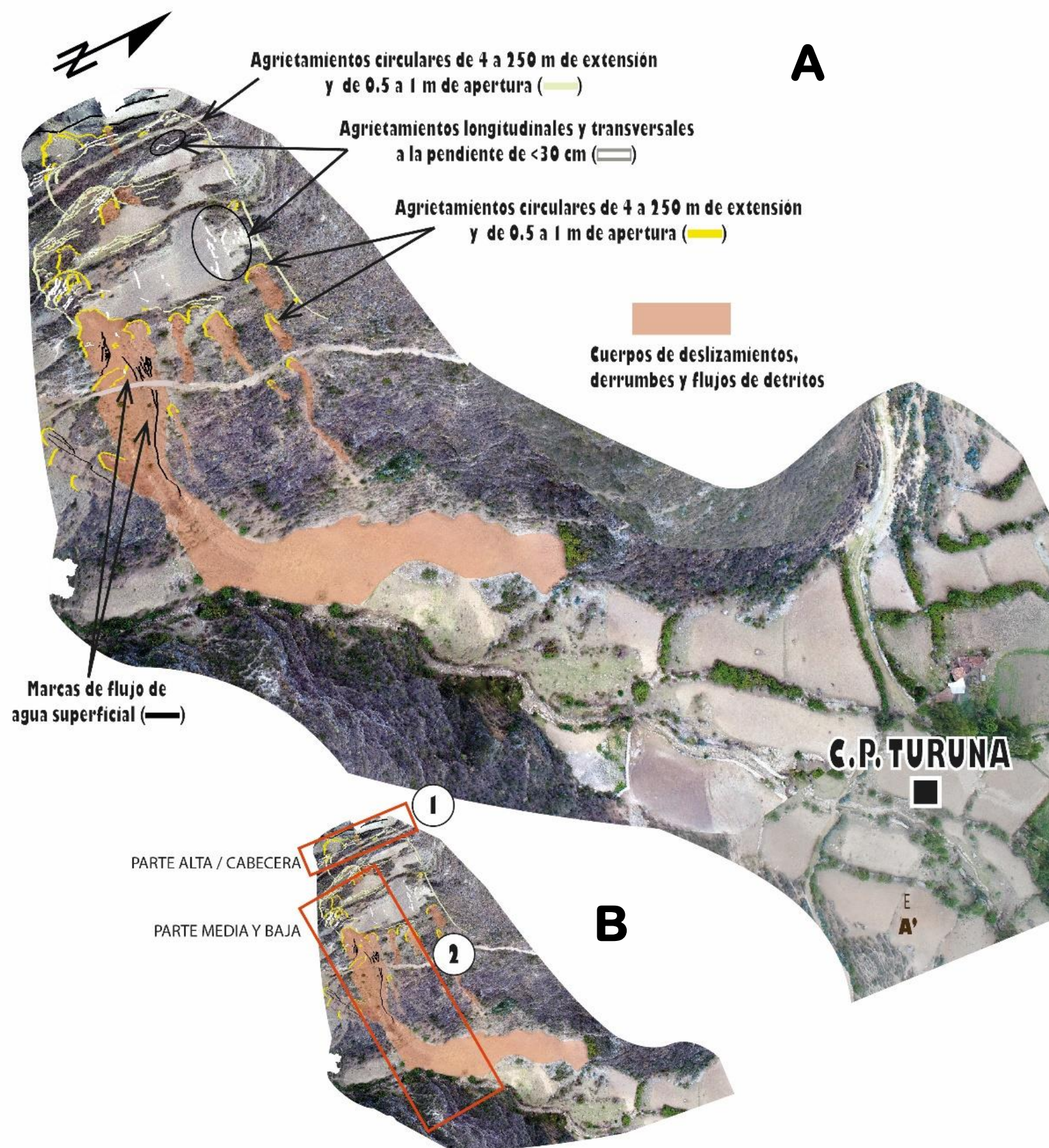


Figura 16: A. Cartografiado del estado actual del sector 1 del área de estudio. B. Vistas de la parte alta (B1), media y baja (B2) del área activo de deslizamiento

SECTOR 2

El sector 2 o lado derecho del área de estudio, muestra la activación de deslizamientos recientes con escarpa de 25 a 45 m de longitud, cuyo movimiento compromete la carretera principal de trocha Turuna – Parco (figuras 13 y 17).



Figura 17. Vista de deslizamientos en el sector 2 del área de estudio.

La parte baja del sector presenta otros deslizamientos, cuyos detritos desembocan sobre la quebrada Turuna (figura 13).

5.1.2. ALERTA FRENTE A LA AMENAZA DE PELIGROS GEOLÓGICOS FUTUROS

La presencia de agrietamientos de geometría circular, con apertura de 0.50 m y saltos de 1 m en la parte alta del área de estudio, son evidencias de la futura reactivación de un deslizamiento en el sector 1 del área de estudio. El desprendimiento de grandes masas de sedimentos llegaría al centro poblado de Turuna, destruyendo terrenos de cultivo, viviendas y al mismo tiempo amenazando la vida de los pobladores del sector.

5.1.2.1. FUTURO DESLIZAMIENTO DE TURUNA

El cambio drástico de pendientes a lo largo del perfil A - A' - A'' permite diferenciar: (1) Una zona de pendientes muy fuertes de 32°, asociada a relieves de montaña donde se observa la presencia de agrietamientos y deslizamientos pequeños que evidencian la dinámica activa del sector. (2) Una zona de pendientes medias (5° - 15°) a fuertes (15° - 25°) asociada a relieves de abanico o piedemonte, en donde yace el centro poblado de Turuna (figura 18).

Este relieve condiciona al desplazamiento de detritos sobre la quebrada Yuyallaco y la acumulación de los mismos sobre el centro poblado de Turuna.

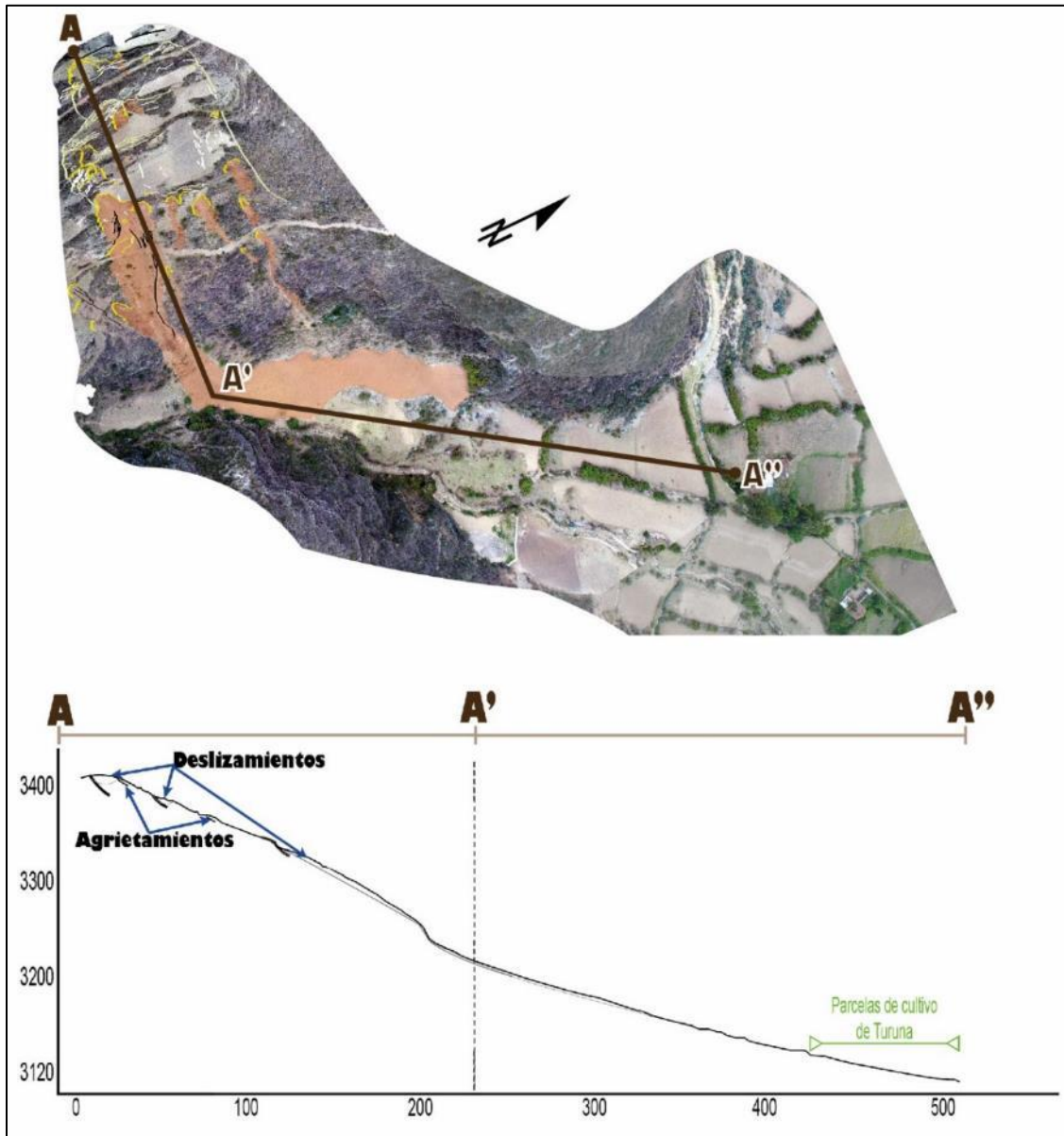


Figura 18.. Pendiente A- A' – A'' del sector 1 del área de estudio .

La presencia de agrietamientos, saltos y escarpas dispuestas a lo largo de la superficie activa, evidencian la futura reactivación de un deslizamiento con dimensiones mayores a 500 m de largo y 100 m de ancho (figura 19), escarpa circular no menor a 130 m de longitud y volumen mayor a 725 mil metros cúbicos.

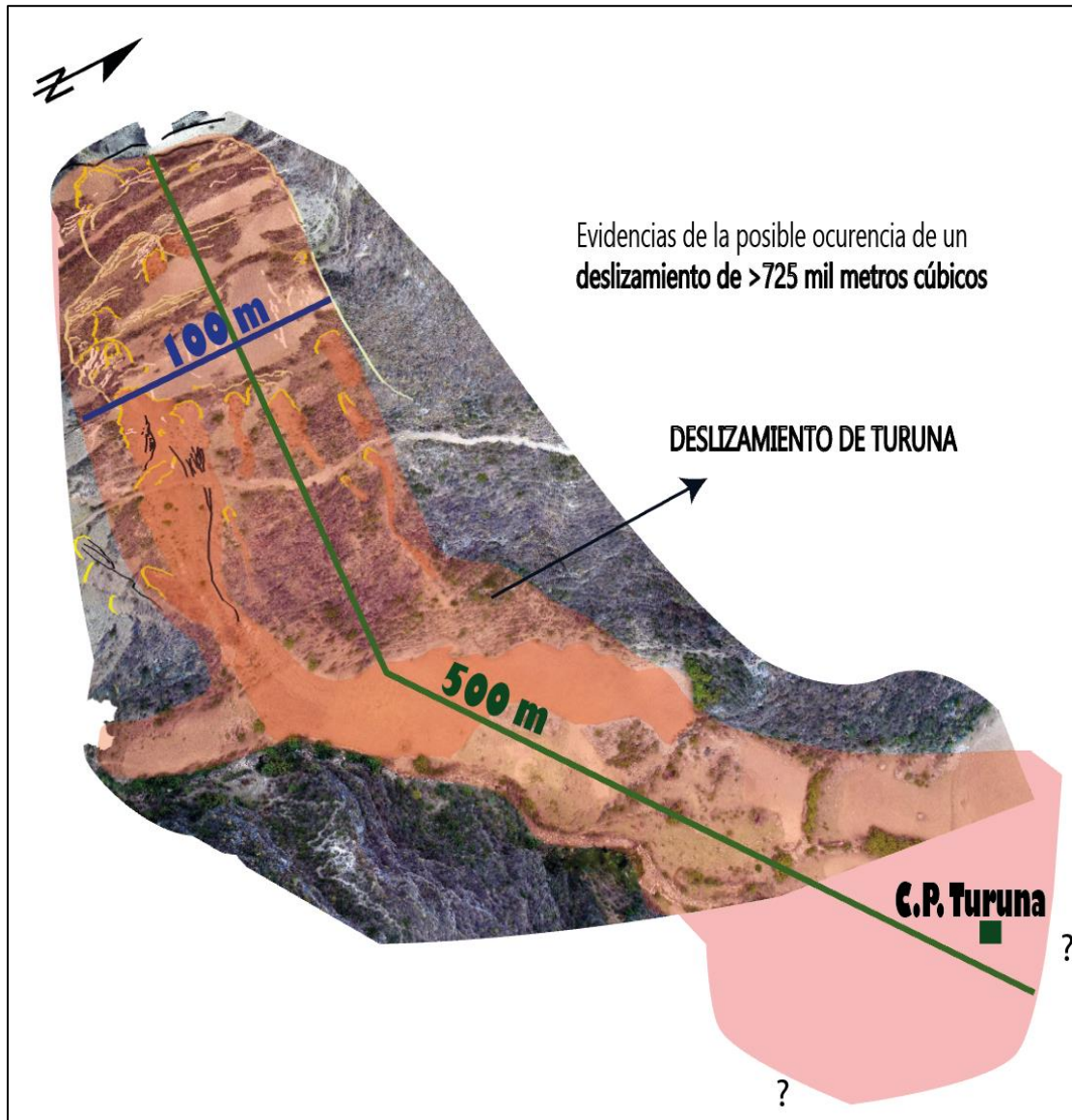


Figura 19. Dimensiones del deslizamiento de Turuna.

5.1.2.2. FLUJO DE DETRITOS O HUAICO

En temporada de lluvia intensa, la quebrada de Yuyallaco puede ser reactivada. Y de ocurrir un deslizamiento que cierre su cauce, se puede originar un flujo de detritos o huayco que afectaría el poblado de Turuna.

5.1.3. FACTORES CONDICIONANTES

- **PENDIENTE:** El área de estudio está definida por montañas de pendiente muy fuerte 32°, condicionada a la ocurrencia de deslizamientos de dirección W – E. Los cuales amenazan terrenos de cultivo e infraestructura urbana del centro poblado de Turuna, ubicado en la parte baja con pendientes de media (5° – 15°) a fuerte (15° - 25°) inclinación.
- **GEOLOGÍA:** La geología del área de estudio son rocas sedimentarias de la Formación Jumasha - Celendin (calizas grises – margas nodulares), Formación Pariahuanca, Chulec y Pariatambo (calizas masivas, margas y arcillitas negras gracturadas) y depósitos coluvio – deluviales no consolidados de bloques de marga, caliza y arenizca envuelta en una matriz arcillosa. Es en estos depósitos donde se originan en mayor porcentaje movimientos en masa de tipo deslizamiento.

5.1.4. FACTORES DESENCADENANTES

PRECIPITACIONES: La lluvia intensa entre los meses de octubre hasta abril, han provocado muchos escenarios de movimientos en masa en el sector por infiltración de agua en terrenos no consolidados.

- **SISMICIDAD:** Según el testimonio de pobladores la presencia de sismos en el sector es permanente.

5.1.5. FACTORES QUE ACELERAN EL MOVIMIENTO

- **INFILTRACIÓN DE AGUA:**
ANTRÓPICA: La infraestructura hidráulica de la red de agua potable, puede presentar fracturas en su revestimiento provocando perdida e infiltración de agua sobre los depósitos no consolidados del área de estudio.

5.1.6. DAÑOS QUE CAUSARÍA EL DESLIZAMIENTO DE TURUNA

- a) En la zona de estudio
 - Fracturamiento y destrucción de infraestructura hidráulica
- b) En la parte baja de la zona de estudio – Poblado de Turuna

- Destrucción de terrenos de cultivo y sembríos en el sector de Turuna:
De desencadenarse un deslizamiento de grandes dimensiones, este afectaría más de 40 familias con 7 hectáreas de terreno de cultivo de sembríos de maíz, cebada, papa y trigo.
- Destrucción de Viviendas producto de desplazamiento de masas deslizadas y posibles huaicos

Por lo tanto, el centro poblado de Turuna se encuentra en **peligro muy alto** frente a la ocurrencia de un deslizamiento en época de lluvia intensa.

6. CONCLUSIONES

- a) El área de estudio está conformada por depósitos coluvio-deluviales conformado por bloques y clastos calcáreos altamente meteorizados envueltos en una matriz arcillo - limosa, que superponen calizas grises y margas nodulares fracturadas, de la Formación Jumasha – Celendin. Materiales de mala calidad geomecánica
- b) Geomorfológicamente, el área de estudio está formado por montañas sedimentarias, vertiente coluvio-deluvial y relieves de abanico o piedemonte, cuyas pendientes varían de media (5° - 15°) a abrupta inclinación ($>45^{\circ}$). Estas características asociadas a la geología clasifican el área con una susceptibilidad de **alta a muy alta**.
- c) El peligro geológico reconocido en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo 'DESLIZAMIENTO'. Estos movimientos son pequeños y se distribuyen en toda la zona evaluada. Sin embargo, el sector 1 muestra agrietamientos, saltos y aperturas de 0.5 a 1 metro, que son evidencia del origen de un futuro deslizamiento de grandes dimensiones (>725 metros cúbicos), que afectaría y/o destruiría infraestructura hidráulica que abastece de agua potable al sector de Comas, terrenos de cultivo y viviendas del poblado de Turuna. Además, no se descarta la ocurrencia de huaicos por reactivación de la quebrada Yuyallaco en época de lluvia.
- d) La activación de deslizamientos originados en la parte media del área de estudio ha originado la destrucción de terrenos de cultivo del centro poblado de Turuna en el 2018. De ocurrir un deslizamiento de mayores dimensiones, la destrucción de terrenos de cultivo, infraestructura hidráulica y viviendas del centro poblado Turuna sería catastrófica. Por lo tanto, el centro poblado de Turuna está en **peligro muy alto** a la ocurrencia de deslizamiento en época de lluvia intensa.
- e) La presencia de deslizamientos en el área de estudio, está condicionada a la pendiente y geología. Mientras que estos son desencadenados por intensas precipitaciones y sismos.

7. RECOMENDACIONES

- A) Se recomienda reubicar el centro poblado de Turuna, como medida prospectiva de **accionar inmediato**.
- B) Cambiar la ubicación de la caja de rompedresión y la red hidráulica de agua potable que pasa sobre el sector 1 del área de estudio.
- C) Monitorear el avance de agrietamientos y aperturas en la zona de estudio
- D) Restringir el paso peatonal por el camino de trocha, que puede ser afectado por el deslizamiento en época de lluvia intensa.



Especialista en Peligros Geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos



.....
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

Benavides V. (1956) Cretaceous System in northern Perú.-Amer. Mus. Nat. Hist. Bull., 108, 352-494.

Carta Geológica Nacional (1995), Actualizado de Wilson J., Reyes L., Garayar J. (1967). "Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamaba, Corongo, Pomabamaba, Carhuaz y Huari". Boletín N°60. Serie A. INGEMMET.

Cordova G. 2007. Terremoto de Quiches 1946. Web Site.

Zavala B., Luque G., Valderrama P., & Pari W. (2009). Riesgos geológicos en la región Ancash. Boletín C 38. Serie C. INGEMMET