

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7010

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE PAMPA LA LIBERTAD, EIMAR, YUNGAYPAMPA Y HUALLANCA

Región Ancash
Provincia Huaylas
Distrito Huallanca



JULIO
2020

CONTENIDO

RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. GENERALIDADES.....	4
3.1 OBJETIVOS.....	4
3.2 METODOLOGÍA.....	4
3.3 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	5
3.4 POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	7
3.5. CLIMA.....	8
3.6. HIDROGRAFÍA.....	8
4. GEOLOGÍA.....	9
4.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
4.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	10
5. GEOMORFOLOGÍA.....	23
5.1. CLASIFICACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	23
6. GEODINÁMICA.....	36
6.1 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL C.P. PAMPA LA LIBERTAD.....	36
6.2 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO EIMAR.....	40
6.3 PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD YUNGAYPAMPA.....	45
6.4 PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE HUALLANCA.....	54
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE PAMPA LA LIBERTAD, EIMAR, YUNGAYPAMPA Y HUALLANCA.

(Distrito de Huallanca, provincia Huaylas, región Ancash)

RESUMEN

El distrito Huallanca con una extensión territorial de 178.8 km², es uno de los diez distritos en que se descompone la provincia de Huaylas, región Ancash; sierra central del territorio peruano. Por su ubicación geográfica está expuesta a fuertes lluvias estacionales (diciembre a marzo), actividad sísmica; a esto se suma sus condiciones geológicas y geomorfológicas que son susceptibles a los procesos por movimientos en masa

Desde el punto de vista geológico los poblados de Pampa La Libertad y Eymar se asientan sobre depósitos coluviales; Por otra parte, los poblados de Yungaypampa y Huallanca se asientan sobre depósitos coluvio-aluviales, estos depósitos son susceptibles y favorecen la evolución de peligros geológicos por movimientos en masa.

La geomorfología en el área de estudio, es típico de la zona alto andina, formado por montañas estructurales en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte, así como relieves que presentan disecciones que llegan a formar las quebradas, también se caracterizan por presentar una superficie ondulada, producto de eventos antiguos que fueron modelando el relieve.

Entre los factores condicionantes que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, presenta pendiente del terreno muy fuerte (25°-45°), substrato rocoso de diferente competencia, suelos de remoción antigua no competentes, escasa cobertura vegetal. Y como factores desencadenantes tenemos las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como, los movimientos sísmicos

Las localidades antes descritas, se encuentran expuestas a movimientos en masa tales como derrumbes (originados por corte de taludes para la construcción de vías en Yungaypampa), flujos de detritos, caída de rocas y reactivación de un antiguo deslizamiento. Se concluye que el área de estudio se encuentra considerado de **muy alto** peligro en la temporada de lluvias intensas durante los meses de diciembre a marzo y a la ocurrencia de movimientos sísmicos.

Finalmente, se brindan recomendaciones en el sentido que las autoridades competentes inicien la reubicación de los pobladores cuyas viviendas han sido afectadas; así como, realizar zanjas de coronación y derivar el agua fuera del área inestable y realizar un programa de forestación con plantas nativas. Estas propuestas de solución se plantean con la finalidad de minimizar la ocurrencia de los daños que puedan ocasionar los procesos identificados, como también evitar la generación de nuevos eventos que causen daños.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), en el marco del cumplimiento de sus funciones, efectúa como ente técnico-científico y parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) el estudio de los peligros geológicos, que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura en el territorio nacional, brindando información oportuna en apoyo al Gobierno Nacional, a los Gobiernos Regionales, Locales y comunidades.

Ante ello, la Municipalidad Distrital de Huallanca mediante oficio N°340-2019-MDH-HYL/PPDC, solicitó al INGGEMMET, realizar la evaluación geológica y geodinámica por peligros geológicos de las localidades de Pampa La Libertad, Eimar, Yungaypampa y Huallanca.

Para lo cual el director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-INGEMMET designó a los ingenieros geólogos Dulio Gómez Velásquez y Édison Ramos Silva, quienes desarrollaron dicha inspección durante 5 días.

La información que se otorga en este informe, se pone a consideración de las autoridades, para la toma de decisiones en temas de prevención ante la ocurrencia de peligros geológicos e información base para el desarrollo de proyectos de reordenamiento territorial preventivo y desarrollo sostenible; también se pone a disposición de instancias sectoriales dentro de sus planes y políticas del SINAGERD.

2. ANTECEDENTES

Se tienen estudios de la geología y de riesgos geológicos regionales en Ancash, tales como:

- Cuadrángulo Geológico de Corongo, Hoja: 18-h-III (R. Monge *et al.*, 2006): en el cual muestra información de la cartografía geológica (distritos de Huallanca) a escala 1:50 000.
- Cuadrángulo Geológico de Corongo, Hoja: 18-h (J. Wilson., 1967), actualizado por INGGEMMET (1995): donde muestra la geología a escala 1: 100 000 de las localidades estudiadas.
- Boletín Geológico de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, (Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i,19-g,19-i), realizado por el Servicio de Geología y Minería (J. Wilson *et al.*,1967), informe en el cual se detallan aspectos geológicos, geomorfológicos y estructurales a escala 1:100 000.
- El estudio de “Riesgo geológico en la región Ancash”, Boletín N°38 serie C, realizado por B. Zavala *et al.*, (2009): evalúa los peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones, que afectan a la región y en específico a las zonas del distrito de Huallanca provincia de Huaylas. Según este informe la región Ancash presenta mayormente peligros por deslizamientos. en el sector de Huallanca Identificó las siguientes zonas críticas (Cuadro A).

Cuadro A. Zonas críticas por peligros geológicos registrados en el distrito de Huallanca, provincia de Huaylas, departamento de Ancash			
Sector / distrito	Comentario geodinámico	Vulnerabilidad y daños ocasionados	
Santa Cruz, represa 02. Duke Energy (Huallanca) 54	Zona sujeta a deslizamientos y caída de rocas, debido a la litología del substrato inestable y susceptible a erosión pluvial.	Afecta a dicha represa parcialmente en zonas inestables	Mejorar las obras de estabilización con una adecuada reforestación.
Cerro Yanacoto (Huallanca) 57	Gran cantidad de grietas y erosión de ladera susceptible a deslizamiento desencadenado por lluvias intensas y sismos en casi la mitad de este cerro.	De ocurrir afectaría al campamento de la empresa Dulce que se encuentra aguas abajo y al poblado de Huallanca.	Reforestación de la zona, monitoreo del deslizamiento luego de estabilizarlo, control de aguas pluviales mediante su drenaje respectivo.
Portachuelo (Huallanca) 58	Caída de rocas y avalanchas de rocas producto de intercalaciones de estratos fracturados de roca y carbón, más pendiente fuerte.	Afecta a 200 m de carretera Huallanca-Chimbote, produciendo caídas en periodos de lluvias intensas.	Construcción de gaviones y muros de contención al borde de la carretera.

Fuente: Zavala et al (2009)

3. GENERALIDADES

3.1 OBJETIVOS

a) Objetivo general

Realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica para la identificación de peligros geológicos y zonas críticas en las localidades de Huallanca.

Objetivos específicos

- Obtener información del origen, causas y efectos de ocurrencia de los peligros geológicos a estudiar.
- Realizar la cartografía respectiva de los eventos geodinámicos presentes en la zona de estudio.
- Identificar zonas críticas y elementos expuestos para tener un alcance de la vulnerabilidad ante la ocurrencia del peligro geológico.
- Generar información geocientífica que contribuya a los planes de ordenamiento territorial y desarrollo nacional, que permita a las autoridades y la población implementar planes de prevención de desastres.

3.2 METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico consta de 3 etapas: Gabinete I, Campo, Gabinete II, descritos a continuación.

a) Gabinete I:

Los trabajos de gabinete I consistieron en las siguientes etapas:

- Recopilación y evaluación de información bibliográfica, topográfica, hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, sobre uso de suelo, e información de registros de peligros geológicos históricos de desastres.
- Elaboración del mapa topográfico base, generado mediante el procesamiento de información geográfica (SIG), a partir de un modelo digital de terreno (MDT) obtenido del *Alaska Satellite Facility* procesado y corregido.
- Generación de mapas temáticos preliminares para su respectiva comprobación de campo a escala 1:5000 y 1:6000.
- Recopilación de mapas geológicos de la zona a escala 1:50 000 y 1:100 000 e información geológica de boletines, extraídos de la base de INGEMMET.
- Interpretación de imágenes satelitales Google Earth y Sas Planet de la zona de estudio.

b) Campo

La inspección técnica de campo tuvo una duración de 5 días en las localidades de Pampa La Libertad, Eimar, Yungaypampa y Huallanca, donde se realizaron las siguientes actividades:

- Caracterización y cartografía de los eventos geodinámicos.
- Evaluación de la seguridad física de centros poblados, obras de ingeniería no lineal y determinación de zonas críticas.
- Caracterización y cartografía de unidades litoestratigráficas y geomorfológicas.
- Coordinación con las autoridades y representantes de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Huallanca con la finalidad de coordinar los trabajos de campo, difundir los objetivos del estudio para que ellos puedan dar a conocer y sensibilización sobre la temática de prevención de desastres a su población.

c) Gabinete II:

Los trabajos de gabinete II consistirán en las siguientes etapas:

- Procesamiento y depuración de datos según la comparación de la información obtenida en las etapas de Gabinete I y Campo.
- Elaboración y preparación mapas temáticos finales a escala 1.5 000 y 1.6 000, tomando como referencia la cartografía geológica a escala 1.50 000 y 1.100 000 del INGEMMET, de la zona de estudio como mapa de: geología, geomorfología, de peligros geológicos, entre otros.
- Inventariado local de peligros geológicos, elementos expuestos y análisis de estructuras sísmo resistente.
- Preparación y redacción del informe final.

3.3 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Los centros poblados de Pampa La Libertad, Eimar y Yungaypampa se localizan en el distrito de Huallanca, provincia de Huaylas, departamento de Ancash.

Mientras que la localidad de Huallanca se ubica en la coordenada UTM, DATUM WGS84; 185163E, 9024028N, 1380 m.

Pampa La Libertad en coordenadas UTM, DATUM WGS84, ZONA: 18S; 175718E, 9031004N, 2308 m s.n.m., 179582E, 9029939N, 2075 m s.n.m., 182157E, 9030119N, 1232 m s.n.m.,

Para llegar a estas localidades se realiza mediante el itinerario del cuadro 1 y figura 1.

El distrito de Huallanca es uno de los diez distritos en que se descompone la provincia de Huaylas con una extensión territorial de 178.8 km², limita por el norte con el distrito de Yuracmarca y la provincia Santa, por el sur con el distrito de Santa Cruz y Mato, por el este con el distrito de Yuracmarca y por el oeste con el distrito de Huaylas y Santo Toribio, Ver Mapa 1.1 (Anexo 01).

Cuadro 1. Itinerario de trabajo

Ruta	Vía	Recorrido-Tiempo
Huallanca—Pampa La Libertad-Eimar y Yungaypampa.	Carretera Central 3N-Trocha carrozable a Pampa La Libertad y Eimar.	-108km al distrito de Huallanca-2Horas 37 min. -6.7km a Yungaypampa-25 min. -12 km a Pampa La Libertad-50 min. -8 km a Eimar-40 min.

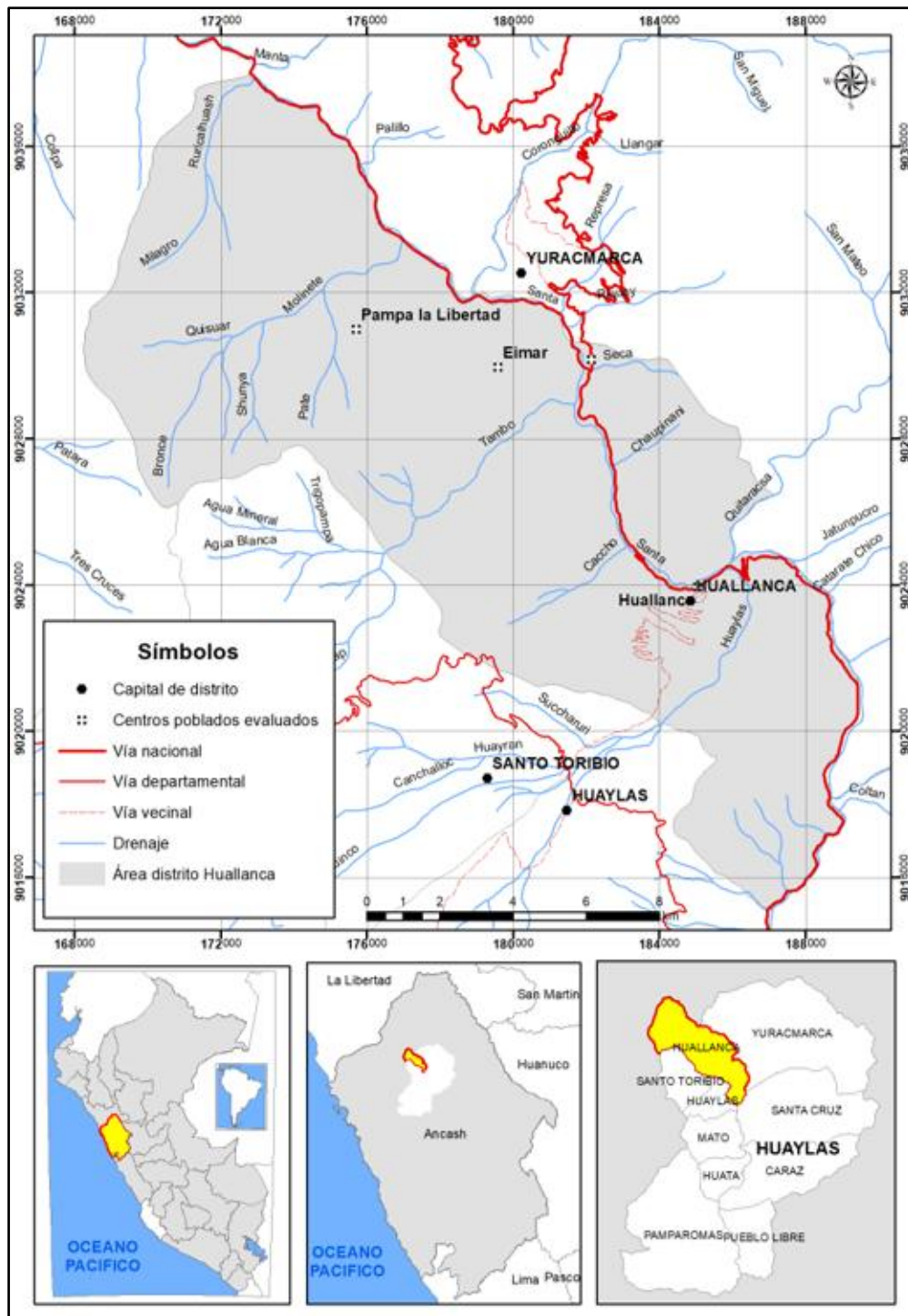


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (Localidades de Pampa La Libertad, Eimar, Yungaypampa y Huallanca). Fuente: Ingemmet.

3.4 POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El distrito de Huallanca presenta actualmente 932 habitantes, un área total de 178.8 km² y una densidad poblacional de 5.37 hab/km².

El caserío de Pampa La Libertad consta de 24 viviendas y 56 pobladores aproximadamente, Eimar con cerca de 12 viviendas y 20 habitantes, mientras que el centro poblado de Yungaypampa lo componen cerca de 225 habitantes aproximadamente.

Su principal actividad económica es la agricultura, se tienen cultivos de frutales como papaya y mango, palta, maíz y frejol; la otra parte de la población son servidores de la central hidroeléctrica de "El Cañón del Pato".

3.5. CLIMA

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2017-2019), en la estación meteorológica de "Yungay"¹, la temperatura promedio anual es de 23.42°C, durante el día y 7.34°C por las noches, disminuyendo unos grados en los meses de julio y setiembre a pesar de ser una estación seca es la época más fría del año, por otro lado desde diciembre a abril aumenta la temperatura hasta 25°C y una humedad relativa promedio anual de 75.75%.

Cuadro 2

Registro de temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones pluviales máximas mensuales acumuladas en la zona de estudio (Distrito de Yungay-Periodo 2017-2019)

Estación meteorológica(Tipo convencional-Codigo:109018):Yungay													
Departamento		Ancash	Provincia:	Yungay	Distrito:	Yungay	Latitud:	9°8'30.79"S	Longitud:	77°44'59.91"W	Altitud:	2466 m s.n.m	
Año	Parametros	Meses											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2017	T°.Max.Prom.C°	22.2	20.9	20.91	22.24	22.49	23.82	23.98	23.19	23.54	24.36	23	22.61
	T°.Min.Prom.C°	10.09	10.65	10.038	9.88	8.95	7.28	3.9	4.56	6.26	8.76	7.486	4.14
	Pre.Max.Acum.Men	136.6	175.7	331.4	113.4	29.5	0	0	0	4.2	78.2	24.2	96.8
	Humedad relativa(%)	80.84	83.35	81.48	81.98	80.11	75.65	72.76	71.95	72.67	76.45	79.91	78.15
2018	T°.Max.Prom.C°	22.12	22.67	21.66	22.086	23.35	24.21	23.71	24.74	23.76	23.28	23.16	23.3
	T°.Min.Prom.C°	3.55	8.47	8.63	9.52	7.67	5.92	4.8	5.31	5.16	7.42	9.62	6.04
	Pre.Max.Acum.Men	155.6	96.8	172	145.1	77.1	0	0	0	5.5	35.3	49.1	78
	Humedad relativa(%)	78.75	77.46	82.65	79.94	76.6	71.29	70.38	68.29	69.79	67.9	72.81	74.48
2019	T°.Max.Prom.C°	22.6	22.9	23.57	23.93	25.03	25.9	25.34	26.09	24.21	23.65	SD	SD
	T°.Min.Prom.C°	8.12	9.64	10.81	7.98	8.31	5.1	5	3.5	8.9	7.86	SD	SD
	Pre.Max.Acum.Men	65.2	106.2	93	38.2	10.9	1.8	0	0	12.1	69.6	SD	SD
	Humedad relativa(%)	78.79	81.27	80.07	76.54	72.51	71.02	71.82	70.02	74.2	74.9	SD	SD

Fuente Senamhi (2017-2019).

La precipitación máxima promedio acumulada mensual fue 63.35 mm. Pero durante el evento de El Niño 2017 el mes de marzo el más lluvioso, cuya precipitación máxima acumulada mensual fue de 331.4 mm (cuadro 2).

3.6. HIDROGRAFÍA

Las zonas evaluadas se localizan en la parte media de la cuenca hidrográfica del río Santa (figura 2).

¹ La Estación de Yungay es la más próxima a la zona de estudio, se ubica a 37 km al noroeste de la zona de estudio, en las coordenadas geográficas: Latitud 9°8' 30.79"S, Longitud 77°44'59.91"W y en la cota: 2466 m s.n.m.

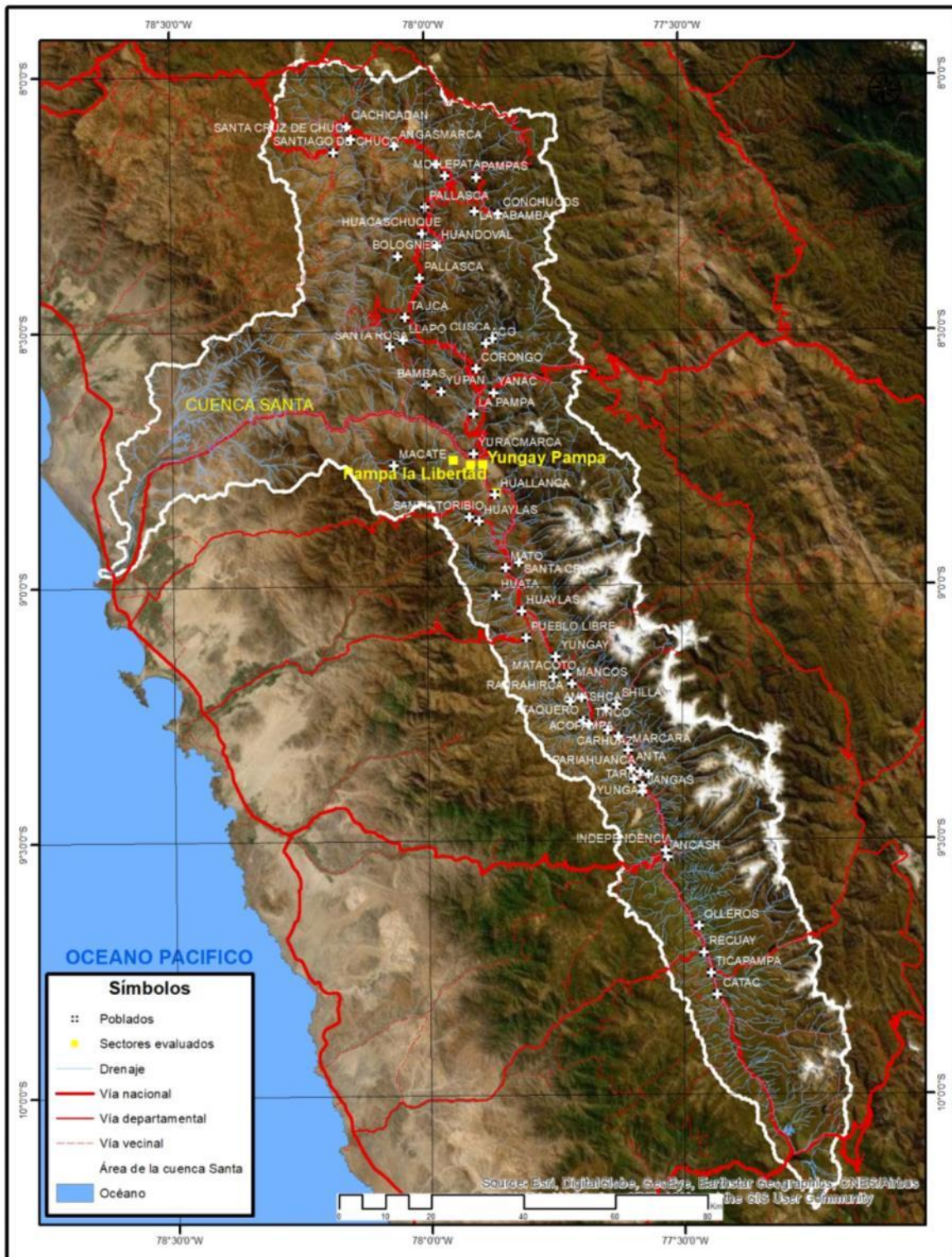


Figura 2. Cuenca hidrográfica del río Santa-1376.
Fuente: Elaborado con información de MINAGRI y ANA, 2009.

El área de estudio se encuentra comprendida entre la región Yunga y quechua entre las cotas de 1250 m s.n.m., y 2308 m s.n.m.

4. GEOLOGÍA

Se ha utilizado como base la geología regional del cuadrángulo de Corongo (hoja; 18-h-III) a escala 1/50 000, elaborado por el (INGEMMET, 2006) e información del Boletín N°60, sobre

geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari (hojas; 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i), actualizada (INGEMMET, 1995).

Además se revisó y se adecuó a escala local el mapa geológico, a escala 1:5000 para el C.P. Pampa La Libertad, Yungaypampa y Huallanca, y 1:6000 para el caserío de Eimar.

A continuación, se describe de forma breve el contexto geológico desde el punto de vista regional y local:

4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio morfoestructuralmente se encuentra en valles interandinos emplazados en la Cordillera Occidental de los Andes del Perú; en cuyos alrededores afloran secuencias sedimentarias Mesozoicas de areniscas cuarzosas con limolitas con mantos de carbón al tope que subyace a la Formación Sapotal, perteneciente al Jurásico Tardío; suprayaciendo se encuentran areniscas oscuras intercaladas con limolitas laminares y hacia el tope presentan mantos de carbón de la Formación Oyón, perteneciente al Cretáceo Temprano, suprayaciendo se encuentran secuencias de areniscas cuarzosas y cuarcitas grises de grano fino con arcillitas negras de la Formación Chimú

Luego en el Cenozoico, a inicios del Paleógeno-Oligoceno ocurrió magmatismo originado por la intrusión del Batolito de la costa, conformado por granodioritas y tonalitas, seguido de secuencias de conglomerados y areniscas parduzcas de la Formación Huaylas; luego se emplazan secuencias de rocas volcánicas constituidas por bancos de flujos piroclásticos de cenizas y tufos con cristales policíclicos y derrames lávicos del Grupo Calipuy y secuencias piroclásticas de cenizas y pómez de la Formación Yungay pertenecientes al Neógeno-Mioceno, al mismo tiempo se emplazó el batolito de la cordillera blanca conformado por granodiorita y tonalita.

Los depósitos del Cuaternario-Pleistoceno, se encuentra conformado por depósitos aluviales antiguos y recientes compuestos por bloques, gravas, arenas y finos, angulosos y subredondeados formando terrazas antiguas y recientes.

Estructuralmente en la zona de estudio se aprecia la etapa de valle del río Santa comprendiendo la parte alta y media de todo el callejón de Huaylas, está asociada a la erosión y acumulación de terrazas, mientras que en la parte baja se aprecia la etapa de cañón, se puede apreciar aguas abajo del poblado Huallanca en el cañón del Pato, la diferencia de pendientes. Estos rasgos estructurales se han originado por los esfuerzos producidos durante la Orogenia Andina, emplazamiento del batolito y el movimiento epirogénico de los Andes, pues jugaron un papel importante en el diseño y profundización de los valles junto con la erosión y etapas de glaciación (Wilson, et al., 1967).

4.2. GEOLOGÍA LOCAL

Se realizó el reconocimiento y delimitación de las unidades geológicas que afloran en las localidades de Pampa La Libertad, Eimar, Yungaypampa y Huallanca, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en sus respectivos mapas geológicos, que se describen a continuación:

Formación Carhuaz (Ki-ca)

Secuencia sedimentaria conformada por areniscas grises blanquecina de grano fino a medio, y superficie marrón, se intercalan con arcillitas grises, con coloración pardo rojiza, presentan cerca de 350 m de espesor, descansan sobre la Formación Santa, se interpretó que afloran en las alturas del C.P. Pampa La Libertad, ya que se encuentra bloques de areniscas cuarcíticas en depósito coluvio-deluvial. (Figura 3).

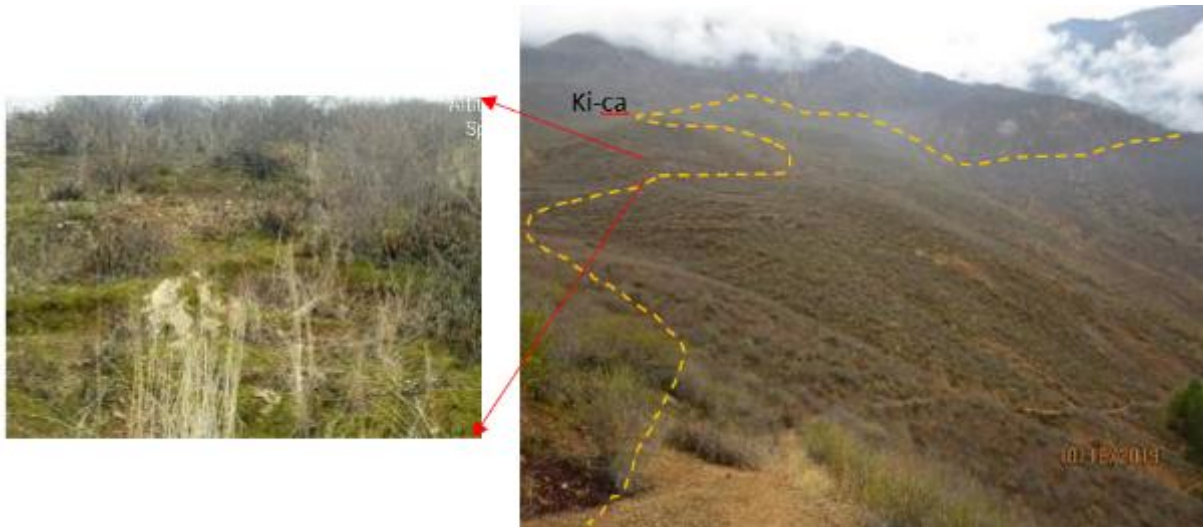


Figura 3. Identificación de la Formación Carhuaz, conformado por areniscas gris blanquecinas, afloran al sur del C.P. Pampa La Libertad

Formación Santa (Ki-sa)

Secuencia sedimentaria conformada por calizas lodolíticas gris oscura, con venillas de calcita y lentes de arcillitas grises, con intercalación de limolitas pardo amarillentas y lutitas pardo rojizas, con venillas de yeso y calcita, presentan fósiles mal conservados, descansan sobre la Formación Chimú, se aprecia muy restringidamente en el C.P. Pampa La Libertad (figura 4).



Figura 4. Formación Santa, compuesta por calizas grises con venillas de calcita suprayaciendo se encuentra una secuencia de limolitas y arcillitas grises oxidadas con venillas de yeso, afloran escasamente a 350m hacia el sureste del C.P. Pampa La Libertad.

Formación Chimú (Ki-Chi)

Secuencia sedimentaria conformada por areniscas cuarcíticas y cuarcitas de color gris blanquecino de grano fino a medio con intercalaciones de limolitas y arcillitas gris oscuras con superficie oxidada, con mantos de carbón. Afloran en las alturas del C.P. Pampa La Libertad y en el caserío de Eimar, presentan entre 200 m a 400 m de espesor (figura 5).



Figura 5. Secuencia inferior de la Formación Chimú conformada por limolitas y arcillitas gris oscuras con superficie oxidada, afloran hacia el suroeste de C.P. Pampa La Libertad.

Formación Oyón (Ki-oy)

Secuencia sedimentaria conformada por areniscas gris oscuras, intercaladas con limolitas laminares, con mantos de carbón hacia el tope, afloran al noroeste, suroeste del C.P. Yungaypampa, al noreste del caserío de Eimar y norte y noreste de Pampa La Libertad, presentan entre 200 m de espesor (figura 6).



Figura 6. Secuencia arcillitas y areniscas finas grises oscuras, carbonosas de la Formación Oyón, afloran a mitad de ladera descendiendo del C.P. Pampa La Libertad hacia el valle del río Santa.

Formación Sapotal (JS-Sa)

Secuencia sedimentaria conformada por limolitas y areniscas finas grises, con estratos de 15 a 20 cm, presentan mantos de carbón hacia el tope. Es la Formación superior a la Formación Chicama, se intercalan con niveles de areniscas cuarcíticas finas de color gris blanquecino, en capas delgadas, afloran en la margen izquierda y derecha del valle del río Santa al noroeste, en el centro, suroeste y sureste del C.P. Yungaypampa y a ambos lados del valle del río Santa a inmediaciones de la localidad de Huallanca, presentan entre 200 m a 500 m de espesor (figura 7).



Figura 7. Formación Sapotal hacia el noreste del poblado Yungaypampa con la secuencia de limolitas arenosas, finas, gris oscuras plegadas en forma de Chevrón y en la parte central del mismo poblado afloran secuencias de areniscas cuarzosas, finas, de color gris claro, con superficie amarillenta.

Deposito fluvial (Qh-fl)

Está conformada litológicamente por gravas policíclicas, arenas limpias subredondeadas a redondeadas con escasos finos, en mayor cantidad por rocas de naturaleza intrusiva, este material es transportado y depositado en el lecho y en los márgenes del río Santa, presenta espesores de 5m a 8 m aproximadamente, afloran en ambos márgenes del río Santa a inmediaciones del C.P. Yungaypampa y hacia el noreste de C.P. Pampa La Libertad y Eimar (figura 8).



Figura 8. Depósito fluvial, conformado por materiales del lecho y terraza fluvial del río Santa, e inmediaciones del C.P. Huallanca.

Depósito fluvio-aluvial (Qh-fl/al)

Está conformado litológicamente por intercalaciones de materiales aluviales y fluviales, siendo conformados por bloques y gravas subangulosas en matriz arenoso arcilloso gris a parduzco intercalados con materiales de gravas subredondeadas y redondeadas en su mayoría de origen intrusivo envueltos en matriz arenoso limosa compacta, se encuentran formando terrazas de hasta 32 m de altura a inmediaciones de la localidad de Huallanca, este material ha sido transportado y depositado por actividad del río Santa y quebradas estacionales que descienden de las laderas de montañas en roca sedimentaria, inclusive hacia el noroeste de Huallanca se identificaron estos depósitos conformando terrazas colgadas en graderías (figura 9).



Figura 9. Depósito fluvial-aluvial, conformando terrazas del río Santa, al noreste de la localidad de Huallanca.

Depósito coluvio-aluvial (Qh-/al)

Litológicamente está conformado por materiales coluvio-aluviales depositados por colapso de laderas de montañas estos a su vez han sido erosionados y depositados al pie de la ladera por escorrentías superficiales de mayor recorrido, formando cárcavas, se depositan hasta las partes bajas a inmediaciones del río Santa. Este depósito se ubica sobre una ladera de montaña en roca sedimentaria muy erosionada y escarpada, hacia el NW del caserío de Eimar y noreste del C.P. Pampa La Libertad, presenta espesores entre 40 m y 80 m de espesor aproximadamente (figura 10).



Figura 10. Identificación de depósito coluvio-aluviales de ladera, conformado por materiales de colapso transportado por quebradas estacionales activadas en épocas de lluvias extremas descendiendo hacia el río Santa, toma realizada frente al C.P. Pampa La Libertad y Eimar.

Depósito coluvio-deluvial (Qh-co/de)

Está conformada litológicamente por depósitos de poco recorrido o acumulación de materiales de deslizamientos antiguos, conformados por gravas subangulosos de naturaleza sedimentaria conformada por areniscas cuarzosas y arcillosas de la Formación Chimú, en matriz areno arcillosa, de color gris parduzco, este depósito se encuentra sobre rocas sedimentarias de la Formación Chimú y Carhuaz, presentan espesores entre 40 m a 80 m aproximadamente, sobre este depósito se encuentra asentada la población de Eimar y Pampa La Libertad, a inmediaciones de la localidad de Huallanca este depósito está conformado por materiales angulosos de limolitas de la Formación Oyón y areniscas de la Formación Chimú, en matriz areno arcilloso color gris oscuro. Finalmente, conformado por gravas de origen sedimentario proveniente de la Formación Sapotal en matriz areno limo-arcilloso gris, de 35 m de espesor aproximadamente (figuras 11, 12, 13 y 14).



Figura 11. Depósito coluvio-deluvial, conformado por fragmentos de roca de areniscas cuarzosas de la Formación Chimú en matriz areno arcillosa de color gris parduzco, afloran a inmediaciones del caserío de Eimar, presentan entre 40 a 80 m de espesor.



Figura 12. Depósito coluvio-deluvial, conformado por fragmentos de roca de areniscas cuarzosas de la Formación Sapotal, con fragmentos intrusivos, en matriz areno limo-arcillosa gris, donde se asienta el C.P. Yungaypampa.



Figura 13. Depósito coluvio-deluvial, conformado por fragmentos angulosos de roca de areniscas cuarcítica con superficie marrón de la Formación Carhuaz en matriz areno arcillosa parduzca, donde se asienta parte del C.P. Pampa La Libertad.



Figura 14. Depósito coluvio-deluvial, conformado por fragmentos angulosos de roca de limolitas gris oscuras con superficie oxidada de la Formación Oyón y areniscas cuarzosas de la Formación Chimú en pequeña cantidad en matriz areno arcillosa oscura, sobre este depósito se asienta parte de la localidad de Huallanca.

Depósito aluvial (Qh-al)

Acumulación conformada por gravas en matriz arenoso y limo-arcilloso, suelo compacto de color gris blanquecino a gris parduzco, terrazas con espesores que varían de 6m a 15m, esta unidad se encuentra en el fondo de la quebrada Seca, ubicado al sur del C.P. Yungaypampa (figura 15); así mismo, podemos encontrar en la quebrada estacional ubicada al suroeste de la localidad de Huallanca; como también al noreste, esta unidad presenta terrazas con altura vertical de 8m y 20m (figura 17 y fotografía 1). En la quebrada Pate que se ubica cerca al C.P. Pampa La Libertad presenta en el fondo del valle depósitos que llegan superan los 10m. de espesor (figura 16).



Figura 15. Depósito aluvial con 6 m de espesor esto se identificó en la parte intermedia de la quebrada Seca, que se encuentra ubicada al sur del C.P. Yungaypampa.



Figura 16. Depósito aluvial identificado en la quebrada “Pate”, con más de 10m de espesor, lo ubicamos sureste del C.P. Pampa La Libertad.



Figura 17. Depósito aluvial de 8m a 20 m de espesor ubicado al sureste de la localidad de Huallanca



Fotografía 1. Depósito aluvial de 8 m a 13 m de espesor, ubicado al sureste de la localidad de Huallanca, en la parte alta del sector Buenos Aires.

Rocas intrusivas

Tonalita(N-gd/to): de color gris verdoso, aflora como pequeños cuerpos intrusivos al sureste del C.P de Yungaypampa, esta se encuentra muy fracturado, se rompe a los 3 golpes del martillo de geólogo, es una roca de calidad geotécnica no competente, pertenecen al batolito de la cordillera Blanca, está compuesto por cuarzo, plagioclasas, biotitas y anfíboles.

Granodioritas con alto contenido de cuarzo(N-gd/to): Roca intrusiva de color gris parduzco claro, aflora en mayor expresión al este de la localidad de Huallanca, se encuentra muy

fracturado, rompe a los 6 golpes, es una roca de calidad mala a regular, pertenecen al batolito de la cordillera Blanca, está compuesto mayormente por cuarzo, feldespato y micas, presenta cristales de ortosa también (figura 18).



Figura 18. Afloramiento de granodioritas hacia el noreste de la localidad de Huallanca, a inmediaciones de la C.H. Cañón del pato.

A continuación, se presentan los mapas geológicos locales de las zonas estudiadas (figuras 19, 20 y 21).

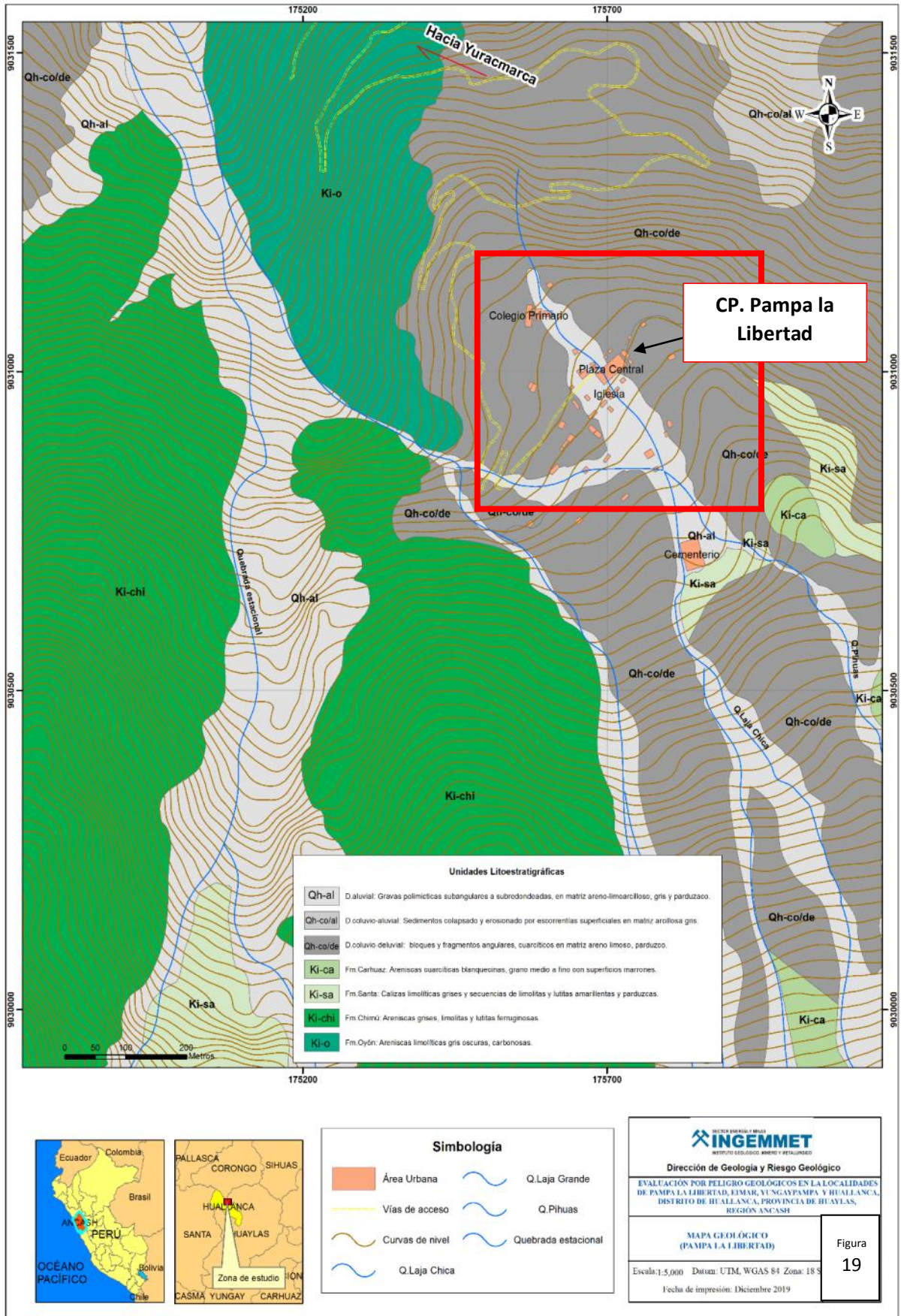


Figura 19. Mapa Geológico local de la localidad Pampa La Libertad. Fuente: Elaboración propia y modificada de INGEMMET, 2012.

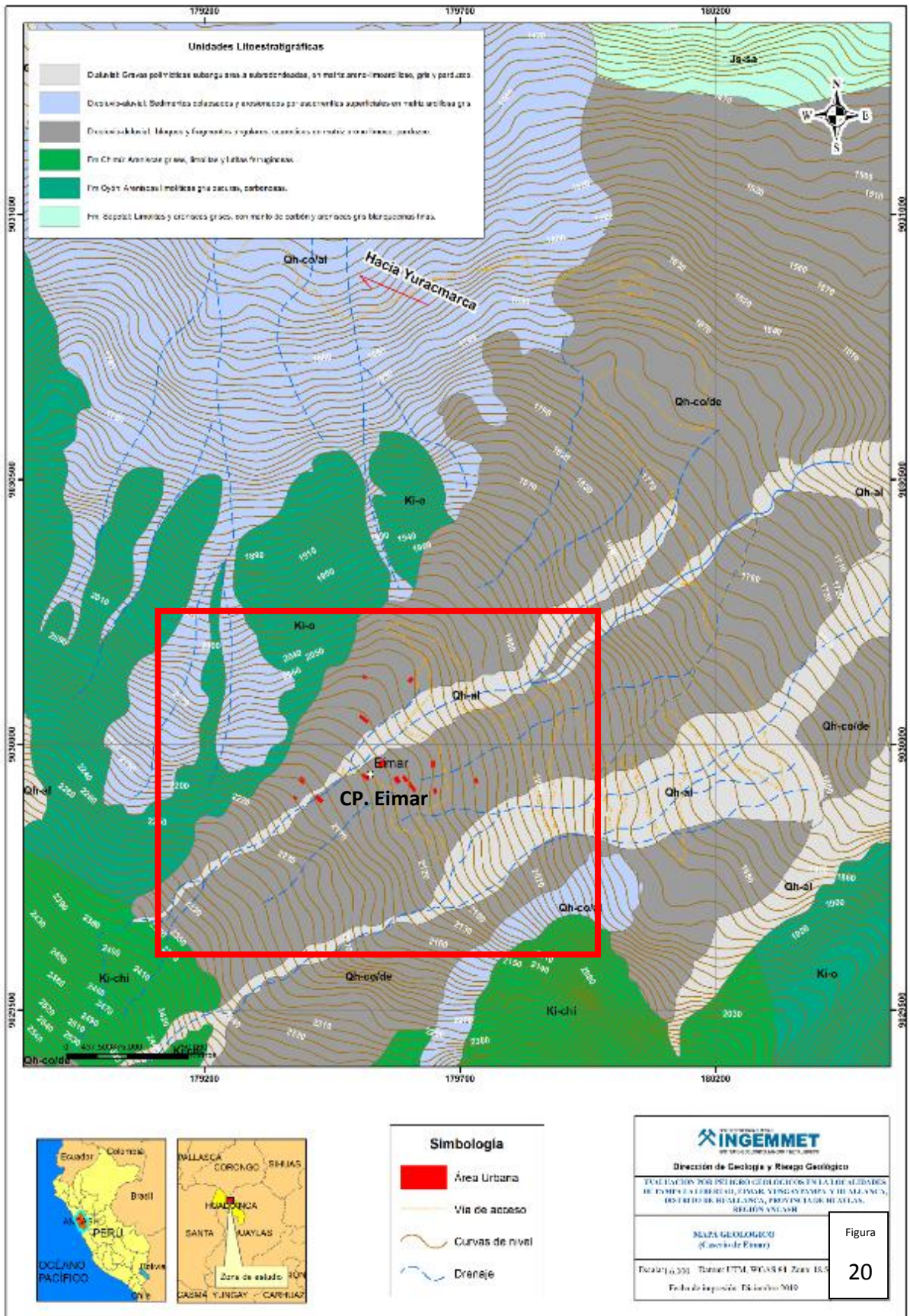


Figura 20. Mapa Geológico local de la localidad Eimar. Fuente: Elaboración propia y modificada de INGENMET, 2012

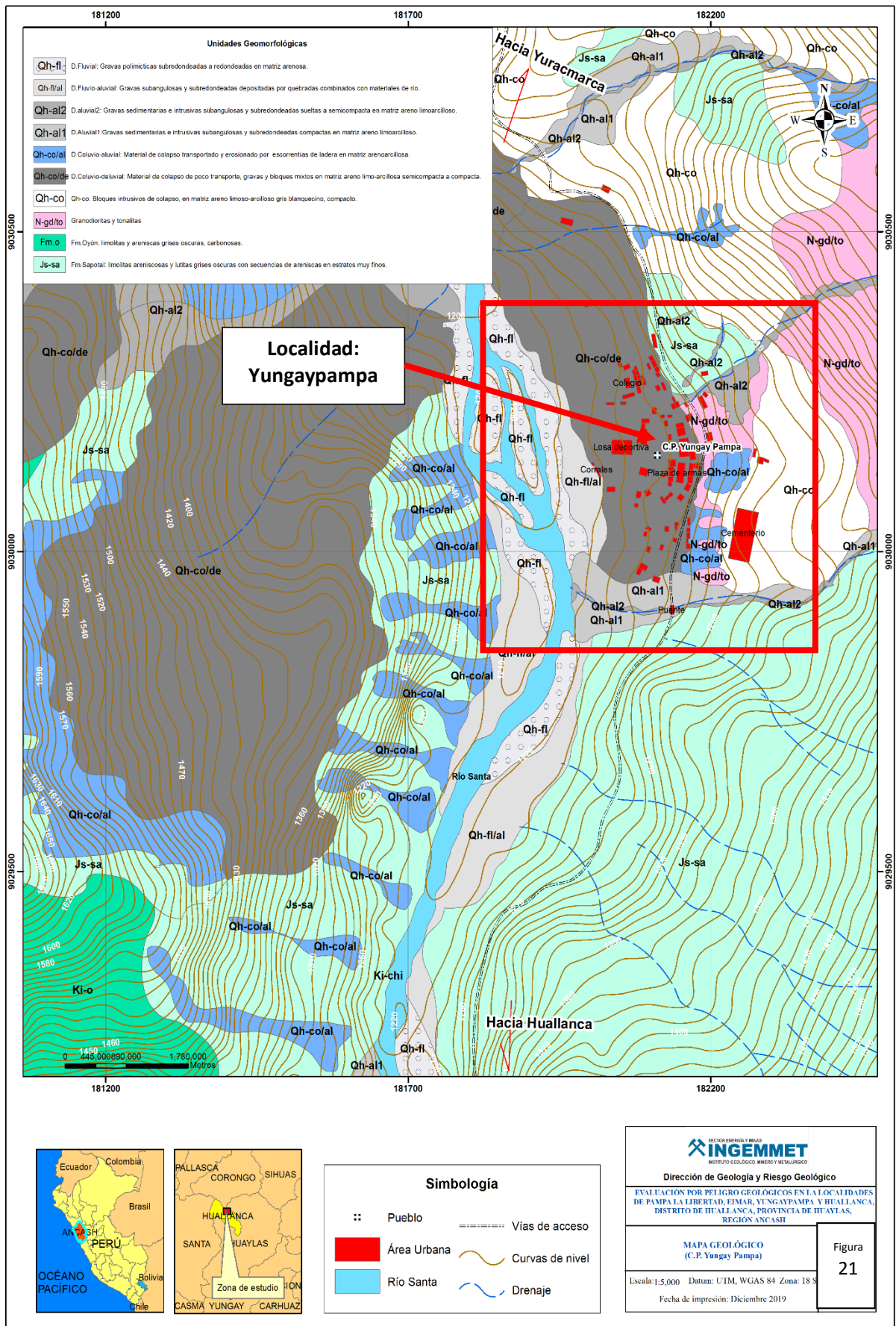


Figura 21. Mapa Geológico local de la localidad de Yungaypampa. Fuente: Elaboración propia y modificada de INGENMET.

5. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas de relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan; este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Las primeras actúan como creadoras de grandes elevaciones y depresiones producidas fundamentalmente por movimientos en masa de componente vertical, mientras que, las segundas, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, estos últimos llamados procesos de geodinámica externa se agrupan en meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutiérrez, 2008).

La región Ancash, desde el punto de vista morfoestructural, se emplaza totalmente en un dominio andino, significando que las fuerzas exógenas han actuado relevantemente sobre esta zona obteniendo el relieve actual, siendo influenciada por procesos de geodinámica interna (magmáticos, volcánicos, tectonismo), levantamiento y contracción de la Cordillera de los Andes, seguido de fuerte erosión fluvial y glaciar.

En figuras 22 y 23, se muestran las unidades geomorfológicas a escala local, para los sectores C.P. La Libertad y Caserío Eimar

CLASIFICACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Para lo cual se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación.

Tomando como base y referencia clasificación y estandarización utilizada en la elaboración del mapa geomorfológico del Perú, elaborado por el INGEMMET y estipulado en documentos ISO, como especificación técnica DGAR-ET-002 y Manual guía para la elaboración de mapas productos de la DGAR DGAR-M-002.

Para un mejor entendimiento se describen las unidades geomorfológicas identificadas en cada sector

a) Caserío de Eimar y el Centro poblado Pampa Libertad

- **Unidad de Piedemonte**

Geoforma de origen denudaciones, producto de la dinámica de flujos de quebradas o ríos que erosiona, transporta y deposita materiales desde terrenos con pendientes altas a bajas, también se depositan sobre ladera de montañas disecadas por escorrentías superficiales, están conformados por material aluvial, coluvial y/o deluvial, también puede formarse por procesos tectónicos originando un banco en la parte baja ladera de montaña.

- ✓ **Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-con/de)**

Geoforma, constituidas por materiales coluvio-deluvial depositados en laderas o al pie de montañas, son de origen erosional y depositacional, formada por colapso de laderas de montañas o erosión y depositación de sedimentos por escorrentías superficiales con poco recorrido sobre ladera de una montaña, o hacia las partes bajas de una cuenca hídrica.

Esta geoforma se encuentra sobre una ladera de montaña en roca sedimentaria muy erosionada, limita en su base hacia el NE con las terrazas fluvio-aluviales y el lecho fluvial del río Santa, tanto en el caserío de Eimar y el centro poblado de Pampa La Libertad, presenta espesores de 36 m a 40 m de espesor aproximadamente (figuras 24 y 25).

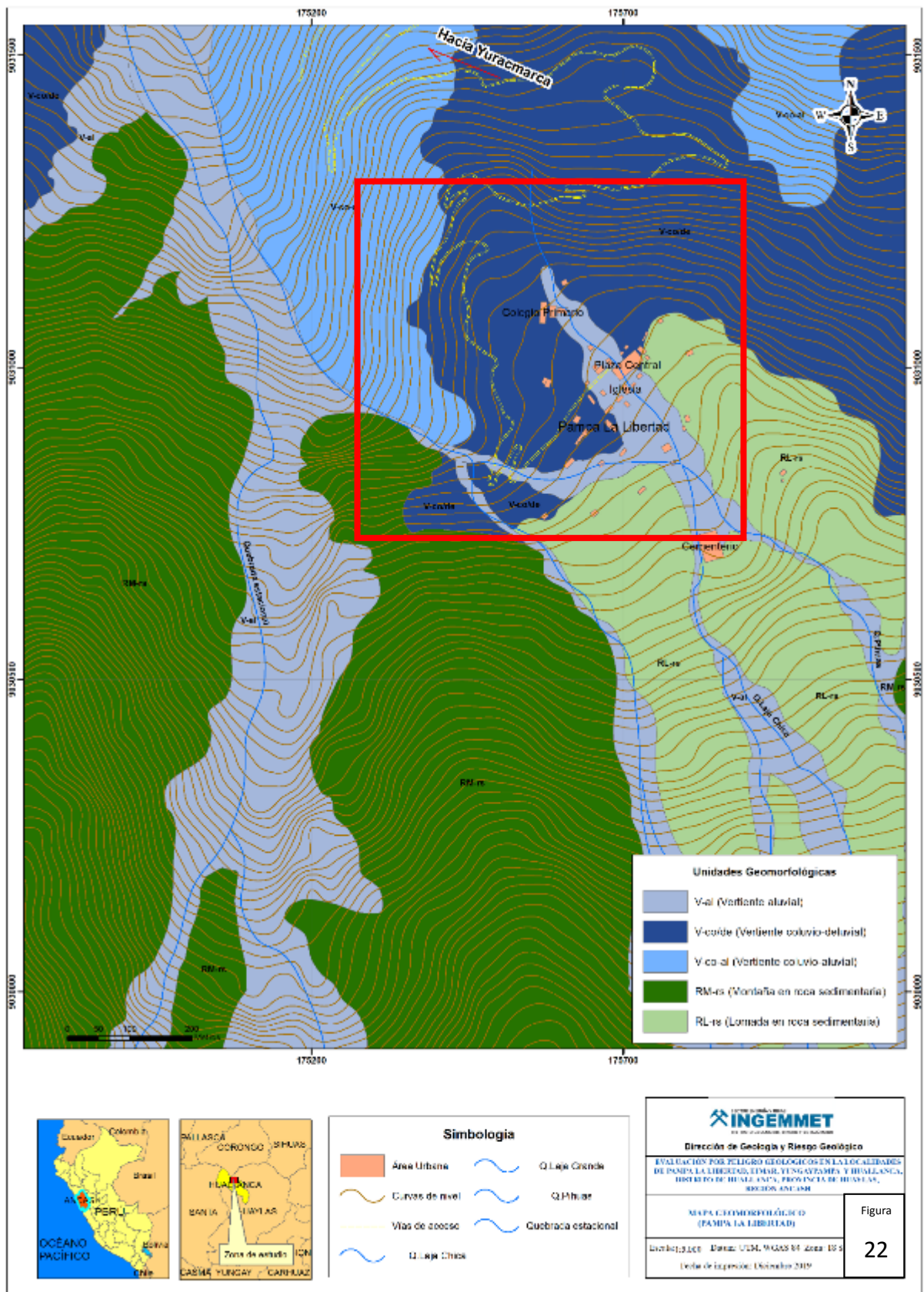


Figura 22. Mapa Geomorfológico local de la localidad Pampa La Libertad. Fuente: Elaboración propia y actualización de INGEMMET, 2019.

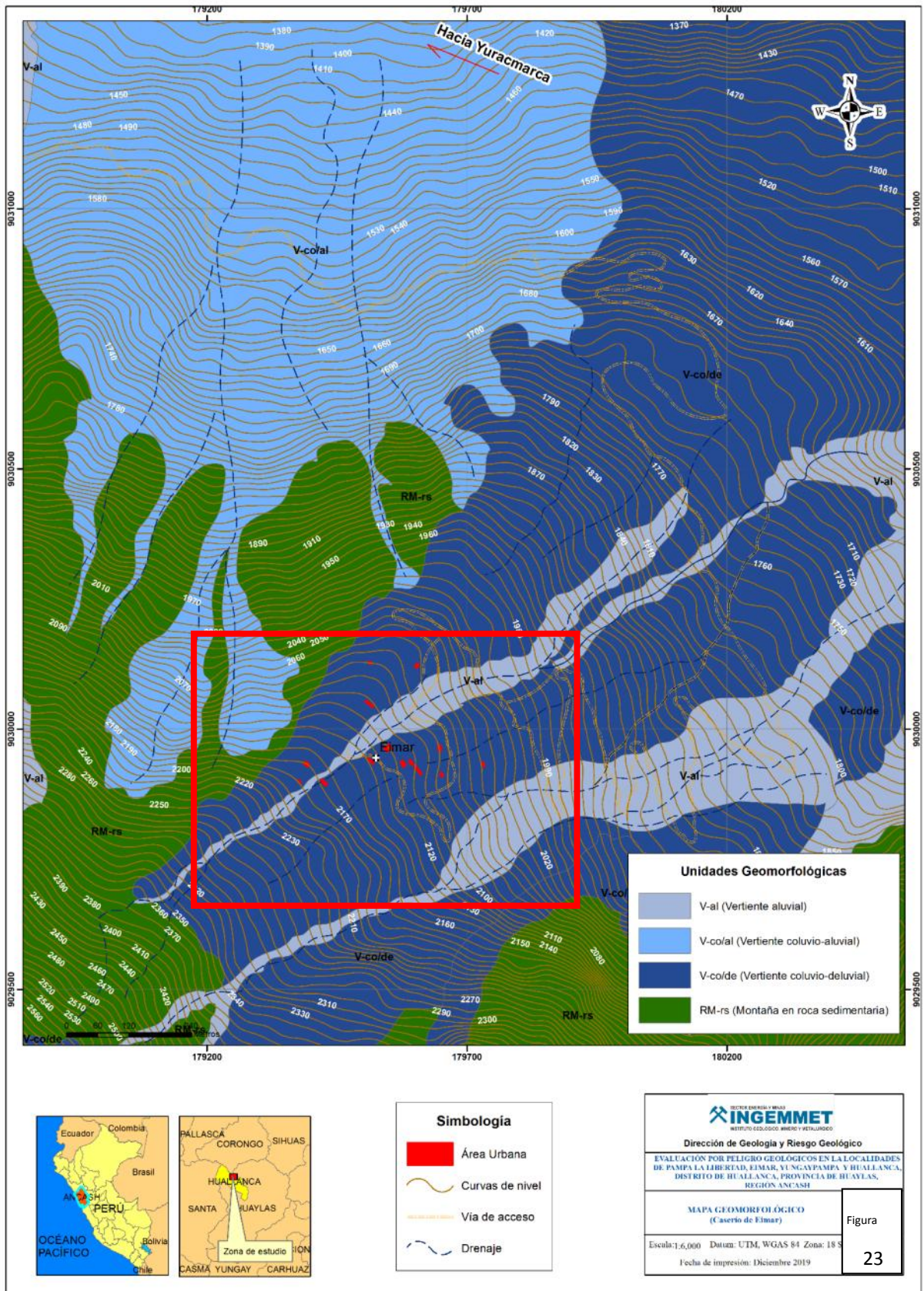


Figura 23. Mapa Geomorfológico local de la localidad Eimar. Fuente: Elaboración propia y actualización de INGENMET, 2019



Figura 24. Vista de la vertiente coluvio-deluvial, geoforma donde se asienta el caserío de Eimar.



Figura 25. Vista de la vertiente coluvio-deluvial, geoforma donde se asienta el caserío de Pampa La Libertad.

✓ **Subunidad de vertiente coluvio-aluvial (V-con/al)**

Geoforma de surcos y lechos torrenciales, son de origen erosional y deposicional, formada por colapso de laderas de montañas erosionadas y luego sus sedimentos han sido transportados a mayor velocidad por escorrentías superficiales de ladera, forman una zona de cárcavas sobre laderas o al pie de montañas. Esta geoforma se encuentra sobre una ladera de montaña en roca sedimentaria muy erosionada y escarpada, estos fragmentos se encuentran en matriz areno arcillosa, se encuentra hacia el NW del caserío de Eimar, presenta espesores de más de 80 m de espesor (figura 26).



Figuras 26. Vista de la vertiente coluvio-aluvial ubicada al noroeste del caserío de Eimar.

✓ **Subunidad de vertientes Aluvial-(V-al)**

Geoforma de surco o lecho de quebradas formadas por la erosión y depositación de materiales transportados por escorrentías superficiales, se encuentra ubicadas hacia el sur del caserío de Eimar. Descienden con pendientes a 45° formando depósitos de flujos al pie de las laderas de montañas, están conformados por materiales de gravas sedimentarias angulosas en matriz arenosa arcillosa de color gris parduzco (figura 27).



Figura 27. Vista de la vertiente aluvial ubicada al suroeste del C.P. Pampa La Libertad.

• **Unidad de Montaña**

Son elevaciones de corteza terrestre de origen estructural o tectónico, es decir se forman por procesos endógenos como orogenia andina y epirogénesis estos altos estructurales pasan los 300 m de altura.

✓ **Subunidad de montaña en rocas sedimentaria (RM-rs)**

Al sur del caserío de Eimar se identificaron montañas conformadas por rocas sedimentarias de areniscas cuarzosas de color gris blanquecino, se encuentran fracturadas, estas montañas presentan elevación de 2600 m s.n.m., a 3000 m s.n.m., con desniveles de más 600 m de altura, al pie de la montaña afloran secuencias sedimentarias de areniscas carbonosas tanto en el caserío de Eimar y Pampa La Libertad (figuras 28 y 29).



Figura 28. Vista de la subunidad de montaña en roca sedimentaria de cuarcitas grises, ubicada hacia el sureste del caserío de Eimar.



Figura 29. Vista de la subunidad de montaña en roca sedimentaria de areniscas finas carbonosas de color gris, ubicada al suroeste del C.P. La Libertad.

✓ **Subunidad de lomada en rocas sedimentaria (RM-rs):**

Al sur el C.P. Pampa La Libertad se identificaron lomadas conformadas materiales coluvio-deluviales de color parduzco, intersectado por quebradas, presentan elevación de 2348 m s.n.m., a 2400 m s.n.m., con desniveles de más de 60 m de altura, se encuentran al pie de las laderas de montañas empinadas y cerca de la vertiente coluvio-deluvial, donde se asienta el poblado en mención (figura 30).



Figura 30. Vista de la subunidad de lomadas en roca sedimentaria compuestas por material coluvio-deluvial compacta a semicompacta, hacia el sureste del C.P. La Libertad.

b) C.P. Yungaypampa y Huallanca

- **Unidad de Montaña**

Son elevaciones de corteza terrestre de origen estructural o tectónico, es decir se forman por procesos endógenos como orogenia andina y epirogénesis estos altos estructurales pasan los 300 m de altura.

- ✓ **Subunidad de montaña en rocas sedimentaria (RM-rs):**

Al este de la entrada al C.P. Huallanca se identificó una montaña en roca intrusiva conformadas por roca cuarzogranítica a granodiorítica de color gris blanquecino algo parduzca, se encuentran muy fracturadas, estas montañas presentan elevación de 1600 m s.n.m., con desniveles de más 300 m de altura.

- ✓ **Subunidad de montaña en rocas intrusiva (RM-ri):**

Al sureste del C.P. Huallanca se identificó una montaña en roca sedimentaria, litológicamente ha sido levantado por el intrusivo descrito en la anterior unidad, está conformada por areniscas limosas quebradizas, carbonosas, de color gris oscuro, oxidada, se encuentran muy fracturada, estas montañas presentan elevaciones entre 1700 y 2000 m s.n.m., con desniveles de más 500 m de altura (figura 31).



Figura 31. Vista de montañas en roca intrusiva y roca sedimentaria ubicadas a la margen derecha del río Santa, hacia el noreste del poblado Huallanca.

- **Unidad de Piedemonte**

Geoforma de origen denudaciones y deposicional, producto de la dinámica de flujos de quebradas o ríos que erosiona, transporta y deposita materiales desde terrenos con pendientes altas a bajas, también se depositan sobre ladera de montañas disecadas por escorrentías superficiales, están conformados por material aluvial, coluvial y/o deluvial, también puede formarse por procesos tectónicos originando un banco en la parte baja ladera de montaña.

- ✓ **Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-co/de)**

Geoforma, constituidas por materiales coluvio-deluvial depositados en laderas o al pie de montañas, son de origen erosional y depositacional, formada por colapso de laderas de montañas o erosión y depositación de sedimentos por escorrentías superficiales con poco recorrido sobre ladera de una montaña, o hacia las partes bajas de una cuenca hídrica.

Esta geoforma se encuentra al pie de las lomadas en rocas sedimentarias e intrusivas y sobre ella se asienta el centro poblado de Yungaypampa y la localidad de Huallanca, presenta espesores de 20 y 35 m en el primer poblado y en el segundo poblado entre 12 y 30 m de espesor aproximadamente depositados sobre terrazas fluviales antiguas conformando 20 y 36 m de altura frente al río Santa (Figuras 32, 33).



Figura 32. Vista de la subunidad geomorfológica de vertiente coluvio-deluvial sobre la cual se asienta el C.P. Yungaypampa.



Figura 33. Vista de vertiente coluvio-deluvial o piedemonte, generada por colapso o deslizamiento de grandes dimensiones. También se aprecia la vertiente coluvio-deluvial, el primero presenta material de areniscas limosas de color gris oscuro con paquetes carbonosos compactos y el segundo materiales

finos provenientes del deslizamiento antiguo, suelto, ubicados en el margen izquierdo del valle del río Santa, a inmediaciones del C.P. Yungaypampa.

✓ **Subunidad de vertientes Aluvial (V-al)**

Geoforma de surco o lecho de quebradas formadas por la erosión y depositación de materiales transportados por escorrentías superficiales, se encuentra ubicadas hacia el norte y sur del C.P. Yungaypampa. Descienden con pendientes a 25° formando depósitos de flujos al pie de las laderas de montañas y en la parte baja contigua al río Santa, están conformados por materiales de gravas sedimentarias e intrusivas angulosas en matriz arenosa limo-arcillosa de color gris parduzco, semiconsolidadas, también se aprecian al sur de la localidad de Huallanca depositando sus materiales en las zonas bajas en dirección hacia el río Santa (figura 34).



Figura 34. Vista de vertiente aluvial de la quebrada seca ubicada al sur del C.P. Yungaypampa que desciende en dirección al río Santa.

• **Unidad de Planicies Inundables**

Estas geoformas se encuentran en zonas costeras o aledañas al litoral costero.

✓ **Subunidad de lecho fluvial(L-fl)**

Geoforma de origen denudativo y/o depositacional por actividad de las aguas de un río, es el cauce o dren natural de un río, acompañada de sedimentación polimíctica granular, que queda expuesta en superficie una vez que bajan los niveles de agua, su morfología depende del control estructural (si sigue o no la dirección de una falla, velocidad de flujo, pendientes y litología del sustrato que erosiona).

En el C.P. Yungaypampa se identificó el lecho fluvial del río Santa en un valle semi-abierto con un promedio entre 40m y 53 m de ancho y entre 2m a 3 m de profundidad aproximadamente en periodo seco (figura 35), en la localidad de Huallanca el valle es más cerrado a semi-encañonado donde el río Santa presenta cerca de 43 m de ancho y más hondo con respecto al primer pueblo.



Figura 35. Vista del lecho fluvial del río Santa, que acarrea bloques, arenas con escasos finos.

✓ **Subunidad de terraza fluviales (t-fl)**

Geoforma de origen denudativo y/o depositacional por actividad de las aguas de un río, presentan forma de gradas ubicadas a ambos márgenes del cauce de un río, están conformados por bloques y gravas redondeados y subredondeados, en matriz arenosa fina consolidadas, presentan entre 5 m y 8 m de altura, se aprecian en ambos márgenes del río Santa a inmediaciones del C.P. Yungaypampa, cabe indicar que sobre ellas se encuentran paredes verticales de la vertiente coluvio-eluvial, juntos alcanzan desniveles de 18 a 20 m de altura (figura 36).

✓ **Subunidad de terraza fluvio-aluviales (t-fl/al)**

Geoforma de origen denudativo y/o depositacional, diseñado por actividad de las aguas de un río, presenta forma de gradas ubicadas a ambos márgenes de un cauce de un río y a las vez por material de ladera transportado por escorrentías superficiales, están conformados al tope por escasos bloques y gravas subredondeadas a subangulosas de naturaleza intrusiva y sedimentaria envueltas en mayor matriz areno arcillosa, gris parduzca con tonalidades oscuras semiconsolidadas, debajo se encuentran gravas y bloques en su mayoría de naturaleza intrusiva en matriz arenosa consolidada, de color gris parduzca clara, se aprecian en ambos márgenes del río Santa a inmediaciones de la localidad de Huallanca, cabe indicar que esta geoforma se encuentra sobre basamento intrusivo, alcanzan paredes verticales de hasta 35 m de altura (figura 36).



Figura 36. Vista del lecho fluvial del río Santa y terrazas fluvio-aluviales con sus facies de sedimentos fluviales y aluviales ubicadas a inmediaciones de la localidad de Huallanca.

Se tienen los mapas de unidades geomorfológicas de las zonas estudiadas (figuras 37 y 38).

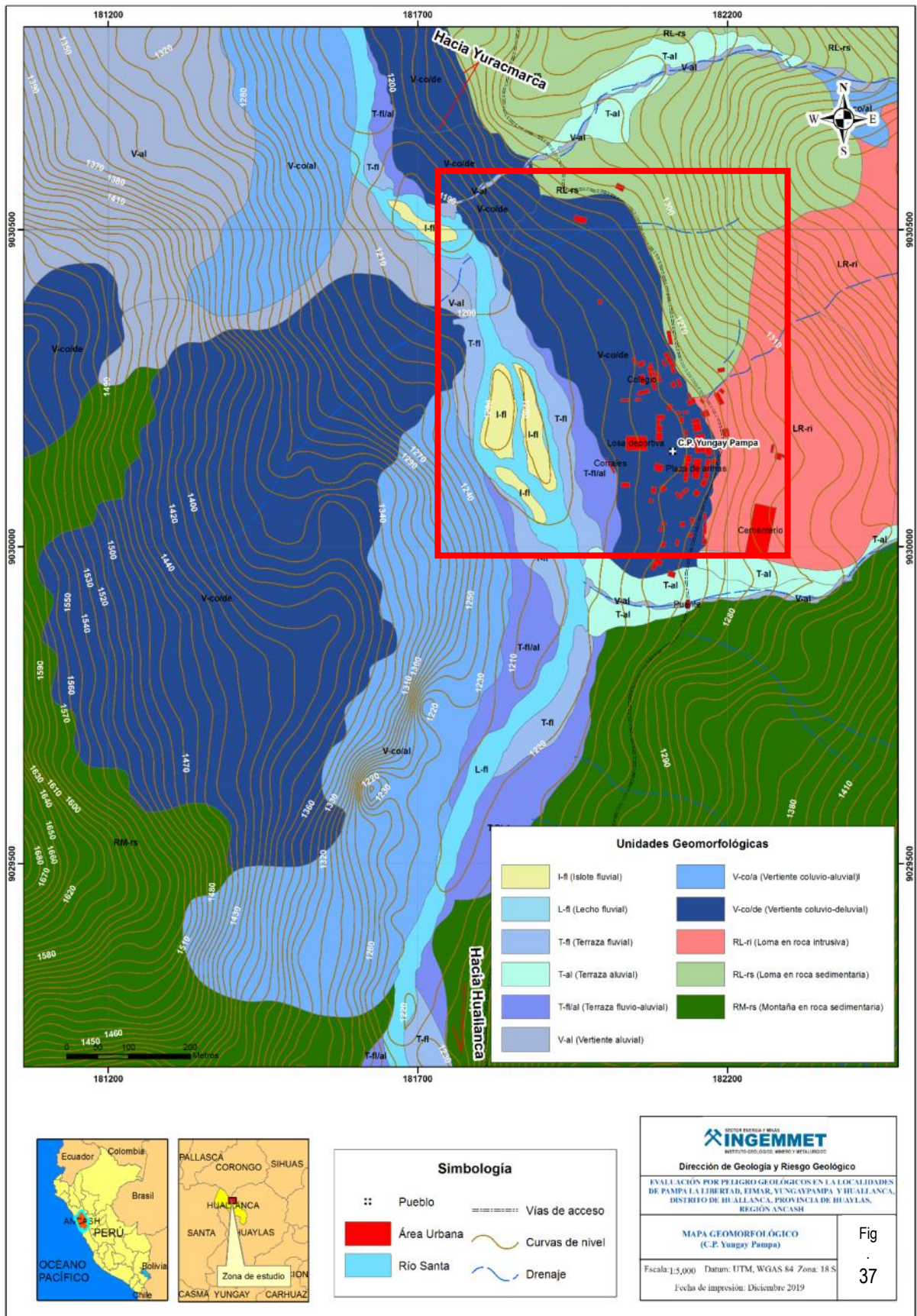


Figura 37. Mapa Geomorfológico local de la localidad Yungaypampa. Fuente: Elaboración propia y actualización de INGEMMET, 2019.

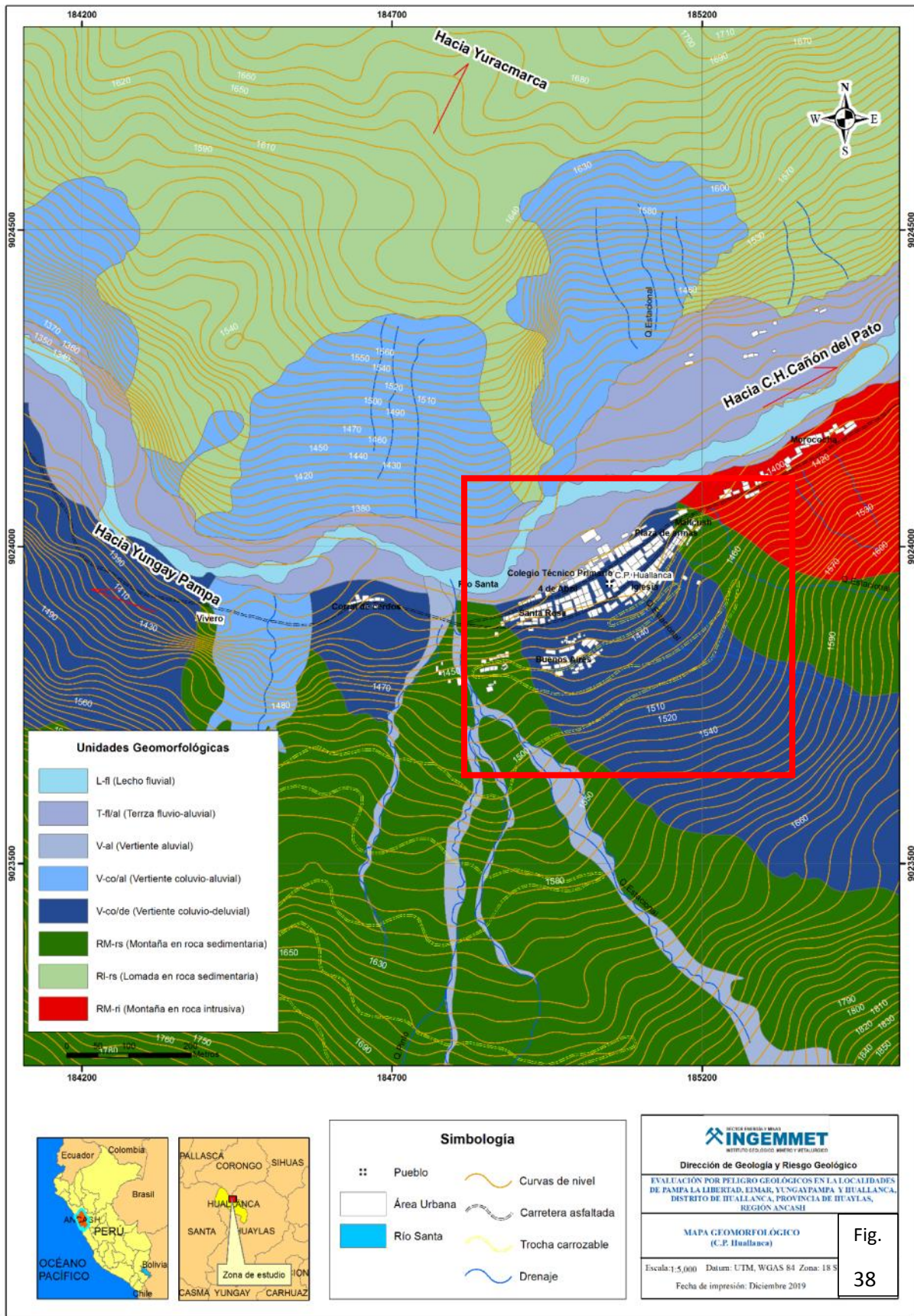


Figura 38. Mapa Geomorfológico local de la localidad de Huallanca. Fuente: Elaboración propia y actualización de INGEMMET, 2019.

6. GEODINÁMICA

Comprende el estudio de todos aquellos agentes, fuerzas internas y externas que actúan en los procesos dinámicos de la tierra, se divide en la geodinámica externa donde se estudian los procesos y agentes exógenos que modifican la superficie terrestre y la geodinámica interna que estudia los procesos y agentes endógenos de la estructura interna de la tierra en base a la tectónica, vulcanología y geofísica, estos procesos originan cambios físicos y químicos que se ven reflejados en la superficie de la tierra.

Es importante incidir en la geodinámica externa, ya que responden a la interacción de factores condicionantes y desencadenantes (f,g,h) como:

Factores condicionantes:

- a) Pendiente del terreno
- b) Estructuras geológicas
- c) Geomorfología,
- d) Litología
- e) Tipo de suelo, entre otros.

Factores desencadenantes:

- f) Sismos
- g) Precipitaciones pluviales
- h) Actividades antrópicas

6.1 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL C.P. PAMPA LA LIBERTAD

Se identificaron flujos de detritos (huaicos) y caída de rocas, que se describen a continuación (figuras 39 y 40).

a) Flujo de detritos (Huaico)

La localidad de Pampa la Libertad, se asienta por donde discurre el cauce de dos quebradas Pihuas y Laja Chica, estos tienen su origen a una distancia de 450 m con dirección sureste. El material depositado en los fondos de la quebrada está formado por fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.) con relleno limo arenoso y areno arcilloso, material arrastrado y lavado por la lluvia. La presencia de lluvias extraordinarias podría generar nuevos eventos que afectaría las viviendas asentadas cerca al cauce del río.

Según la cartografía de peligros geológicos, se ha calcula un volumen aproximado de 150 m³ de material acarreado producto de los eventos antiguos de huaicos, afectando un área de 4.6 ha donde se asientan viviendas, terrenos de cultivos e infraestructuras.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25°-45°, disminuye a fuerte 15° a 25° en los alrededores de la localidad Pampa la Libertad.
- ✓ Material de remoción antiguo, formado por depósitos inconsolidados (gravas subredondeadas y redondeadas en su mayoría de origen intrusivo envueltos en matriz areno limosa compacta).
- ✓ Rocas muy fracturadas, meteorización intensa, con características geotécnicas de mala calidad, susceptible a la ocurrencia de procesos geodinámicos.
- ✓ Presenta una morfología accidentada debido a levantamiento tectónico, montañas cuyas laderas están siendo disectadas, llegando a formar quebradas y valles profundo
- ✓ Escasa cobertura vegetal.

Los factores desencadenantes:

- ✓ El principal factor desencadenante son las lluvias periódicas y/o extraordinarias, también los sismos.

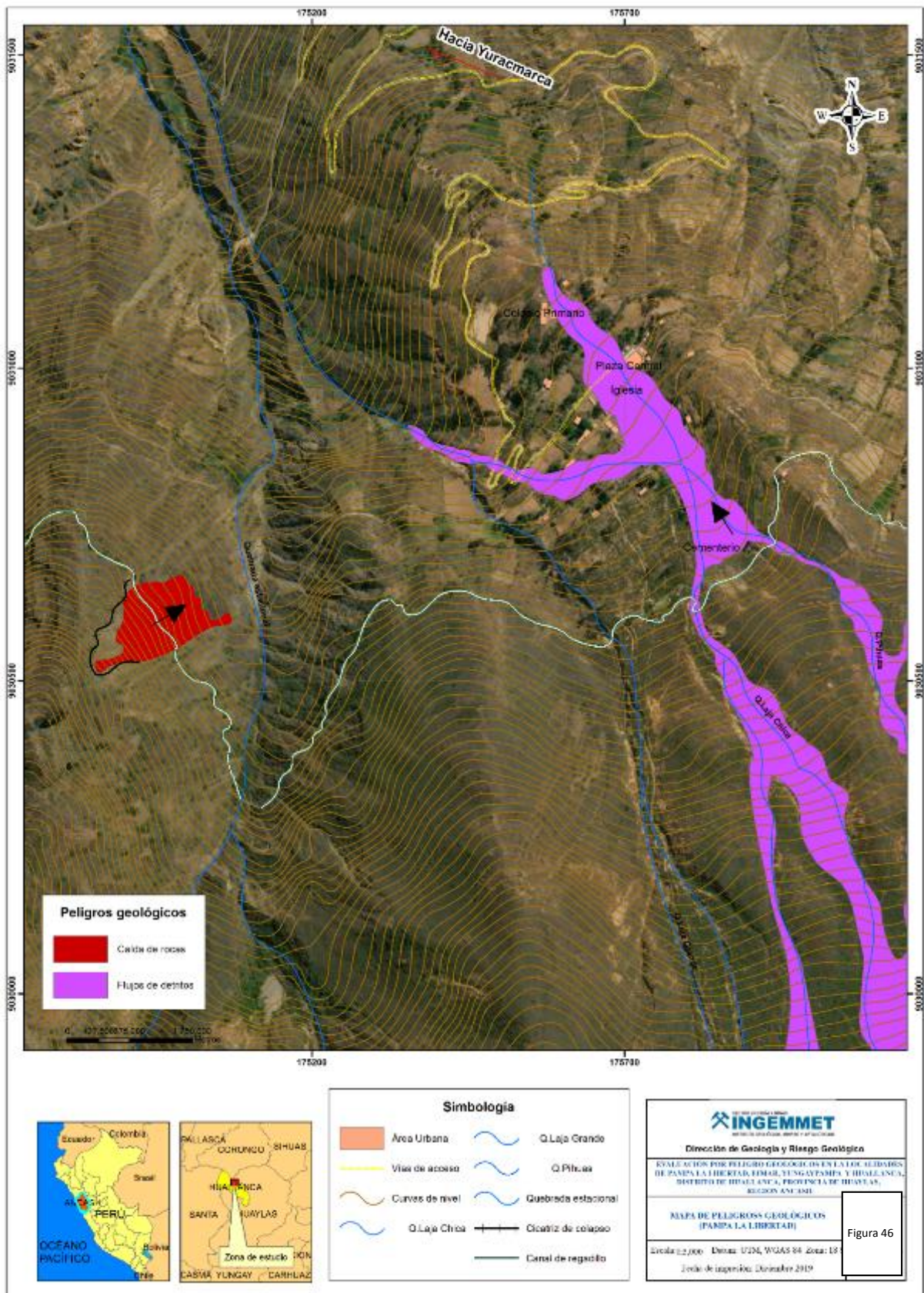


Figura 39. Mapa de peligros geológicos de la localidad Pampa La Libertad.

b) Caída de rocas

Se identificó dos eventos ubicados en las coordenadas UTM. i) 174949.66 m E - 9030542.03 m S; ii) 175072.52 m E - 9029701.43 m S, en el sector afloran rocas conformadas por areniscas cuarcíticas con intercalaciones de limolitas y arcillitas de la Formación Chimú, cuyas características geomecánicas, son de mala calidad por que se presentan con meteorización intensa y muy fracturadas.

Características del evento i) talud rocoso fracturado, la zona de arranque presenta una longitud de 220 m de forma irregular continua, longitud inclinada de 203m de la zona de arranque al pie del depósito, características del depósito bloques de 0.45 a 1.20m con material fino en la parte superior del depósito.

Características del evento ii) presenta una longitud de 460 de la zona de arranque de forma irregular continua, ancho con un ancho de 202m y una longitud inclinada de 703m de la zona de arranque al pie del depósito.

Este proceso por movimientos en masa, afecto infraestructura (canal de riego) y también los tubos de conducción de agua potable para la población.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy escarpado mayor a 45° en la zona donde se generan derrumbes, disminuye hacia la base del talud a muy fuerte 25° a 45°.
- ✓ Substrato formado por alternancia de rocas de diferente competencia entre grano grueso y fino, considerado de mala calidad geotécnica estas presentan macizo muy fracturado y con meteorización intensa, susceptible a la ocurrencia de procesos por movimientos en masa.
- ✓ Orientación desfavorable de discontinuidades
- ✓ Presenta una morfología accidentada debido a levantamiento tectónico, montañas cuyas laderas están siendo disectadas, llegando a formar quebrada profunda.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son:

Como principal factor desencadenante son las lluvias intensas periódicas y/o extraordinarias, así como el sismo.

A continuación, se aprecian en la imagen de Google Earth, la identificación del peligro geológico descrito anteriormente.

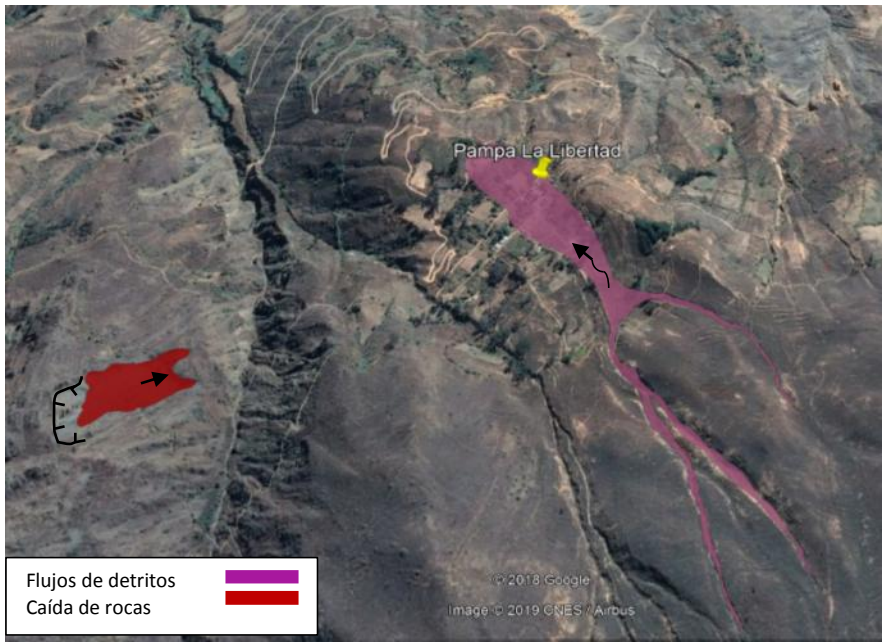


Figura 40 Identificación de peligros geológicos en el C.P. Pampa La Libertad.

En las figuras 41 y 42 se muestran los peligros geológicos que se presentan en la zona.

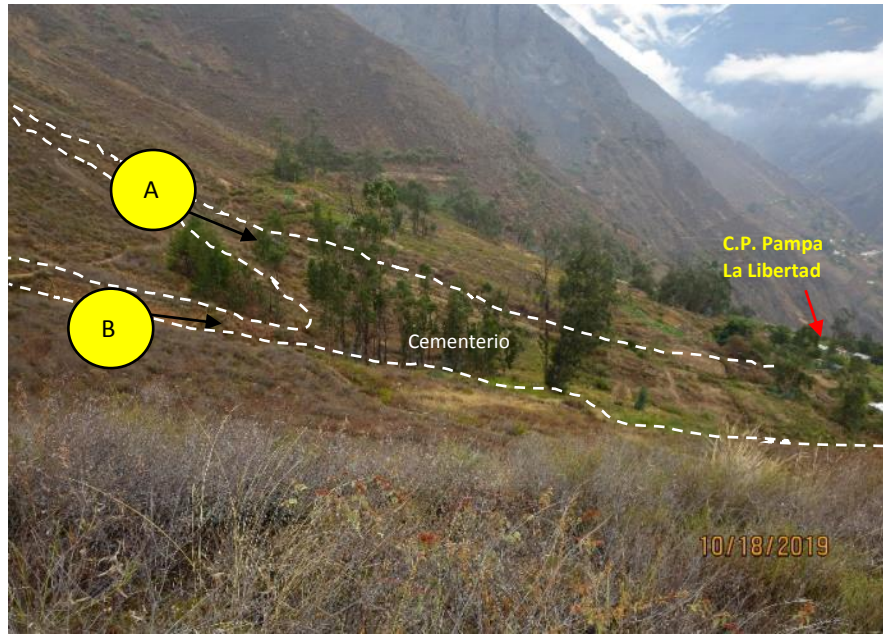


Figura 41. Identificación de material susceptible a flujos de detritos (huaicos) que descienden por la quebrada Pihuas (B) y Laja Chica (A), en su reactivación afectaría parcialmente al C.P. Pampa La Libertad



Figura 42. Identificación de caída de rocas que afectó el canal de riego artesanal, hace 10 años aproximadamente y que hoy sigue afectando, dicho canal distribuye agua hacia las áreas agrícolas y a la población de C.P. Pampa La Libertad. Fuente: Elaboración propia 2019.

6.2 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO EIMAR

Se identificaron deslizamientos, flujos de detritos (huaicos) y reptación de suelos (figuras 50 y 51).

a) *Deslizamiento*

La localidad de Eimar estas situada sobre un deslizamiento antiguo, en la actualidad se viene reactivando presentando grietas en la superficie, las que se presentan en la parte superior una dirección de movimiento con tendencia norte 34° y los que se presentan en la parte baja de la ladera tienen una dirección de movimiento con tendencia norte 15° .

El escarpe principal tiene forma irregular con una longitud de 300m aproximado, salto vertical que va de 0.20m a 3.00m con apertura de 0.20m a 1.50m, se identificaron en el cuerpo desplazado parte superior al medio grietas longitudinales que varían entre 2m a 10m, también se observan grietas en la parte baja de la ladera con una longitud que varía de 12m a 350m con saltos verticales que varía de 0.50 m hasta 1.50m con apertura de 0.10m.

El área ubicada al pie de la ladera por las condiciones geológicas y geomorfológicas actuales se encuentra considerada inestable y es muy latente a que se deslice y esta podría represar parcialmente el cauce del río Santa.

La localidad se dedica a la agricultura utilizando como sistema de riego el método por gravedad, el agua se infiltra en el terreno generando inestabilidad por la saturación del substrato.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte de 25° a 45° descendentes hacia la localidad de Eimar.

- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Alternancia de rocas de diferente competencia, que son formados por granos gruesos y finos.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes están representados por la ocurrencia de sismos de gran magnitud y precipitaciones en periodos de lluvias extremas.

b). Flujo de detritos (huaico)

La localidad de Eimar se ubica en el flanco sureste del cerro Crestón Grande, ladera con pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45°, se observa que es afectado por procesos de disección, estos han formado quebradas que en periodo de lluvias intensas se forman torrenteras y/o con lluvias extraordinarias forman huaicos canalizados que recorren distancias que va de 40m a 150m de longitud; así mismo, en el fondo de estas quebradas se observa material inconsolidado formado por fragmentos de rocas con diámetros que alcanzan hasta 3m depositados de forma dispersa; así como, gravas y arenas en matriz limo arcilloso.

También, se observa que en algunos sectores se generan derrumbes que aportan con material inconsolidado en los fondos de quebradas y con la presencia de lluvias extraordinarias estos pueden ser arrastrados pendiente abajo en forma de huaicos.

El proceso por movimiento en masa huaico afecta terrenos de cultivo

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes de factores de sitio y entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia el caserío de Eimar,
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidado, formado por bloques con matriz limo arcillosa.
- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal.

Factores antrópicos:

- ✓ Corte de talud para la construcción de vías.
- ✓ Ocupación inadecuada por el hombre en áreas vulnerables
- ✓ Uso del sistema de riego inadecuado.

Los factores desencadenantes están representados por la ocurrencia de sismos mayor a 6 grados magnitud y precipitaciones pluviales intensas y/o extraordinarias.

En la imagen del Google Earth (figura 43), se identificaron del peligro geológico descritos anteriormente.

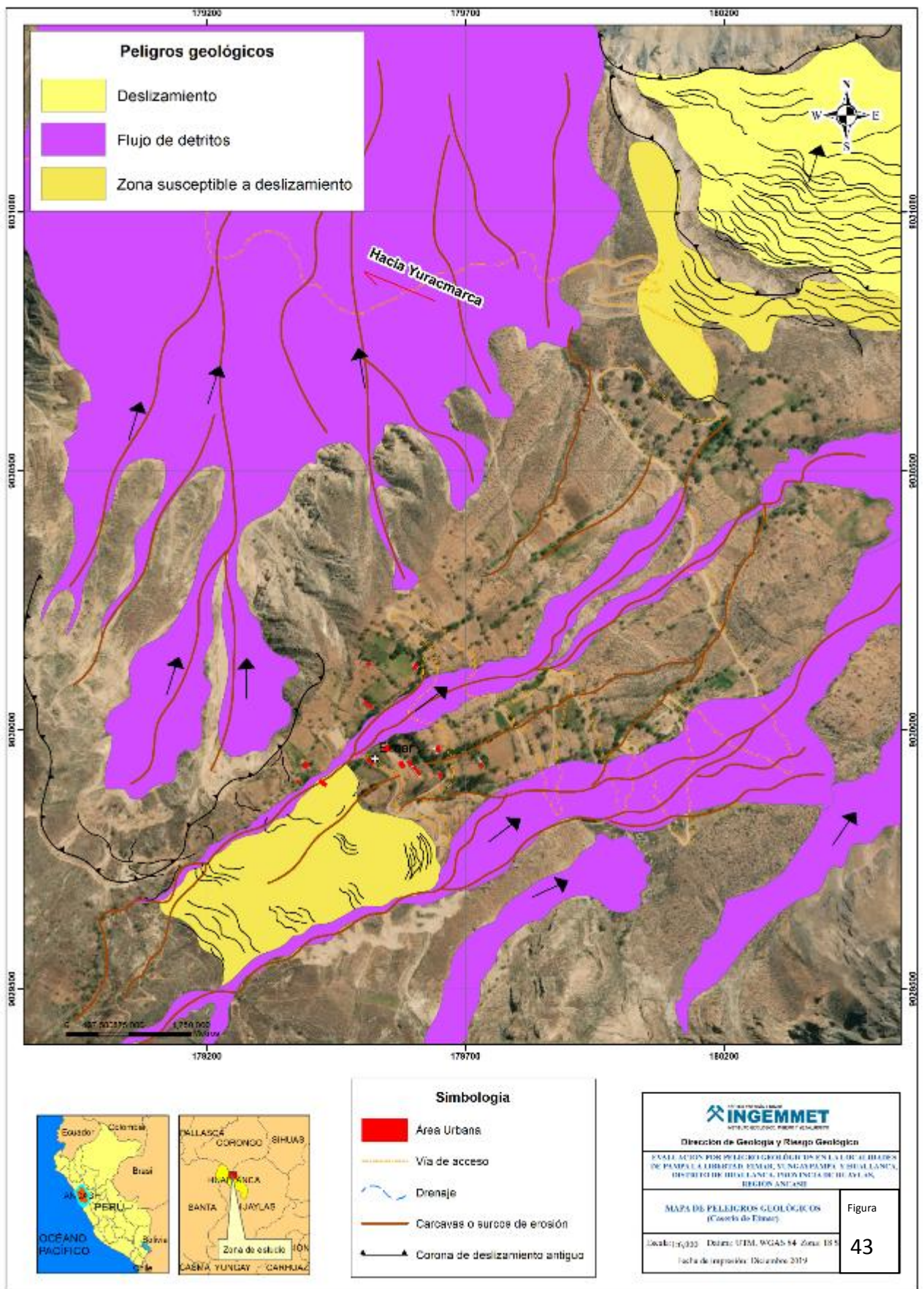


Figura 43. Mapa de peligros geológicos de la localidad Eimar.

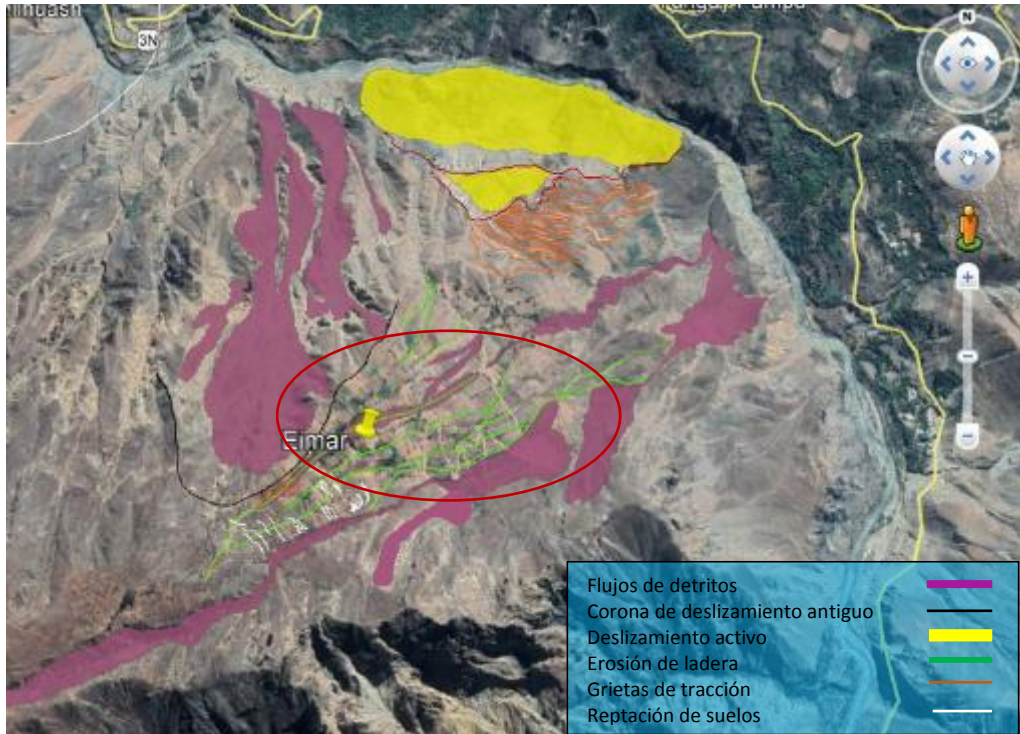


Figura 44. Identificación de peligros geológicos que afectan directamente la localidad de Eimar, se ubica dentro de la zona de influencia graficada en la elipse de color rojo.

También cabe por mencionar que se identificó dentro de la zona de estudio, sectores donde son afectados por otros peligros geológicos como es la erosión de ladera (surcos y cárcavas), originadas por la escorrentía superficial.

En las figuras 45 al 49 los peligros geológicos identificados en la zona de estudio y zonas afectadas o propensas.



Figura 45. Identificación de zona de reptaciones de seguir el proceso originaría deslizamiento que podría afectar directamente el caserío de Eimar.



Figura 46. Se observa grietas longitudinales que se ubican en el cuerpo desplazado.



Figura 47. Quebrada que en el fondo se observa material acumulado (coluvio-deluvial) y también indican como evidencia de que han ocurrido eventos antiguos (huaico) este material con la presencia de lluvias extraordinarias sería lavado y arrastrado ladera abajo afectando terrenos de cultivo que se ubican dentro del cauce.



Figura 48. Se observa grietas longitudinales que se ubican en el cuerpo desplazado.



Figura 49. Evidencia de grietas longitudinales en la parte baja de la ladera, generadas por la reactivación por el movimiento lento del deslizamiento antiguo, en ladera de suelos inconsolidados e inestables

6.3 PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD YUNGAYPAMPA

En este lugar se identificaron deslizamientos, huaicos (detrito y lodo) y derrumbes (figura 50).

a) *Deslizamiento antiguo*

El deslizamiento que se ubica en la coordenada UTM 181824.43 m E - 9030589.91 m S a una altitud de 1236 m s.n.m. Según los pobladores en el año 1970, ocurrió una reactivación y el desplazamiento afectando la única vivienda asentada en el lugar, con la última visita se observó que el evento está activo, teniendo un movimiento retrogresivo muy lento este avance afectaría tramo de vía asphaltada Yungaypampa-Yuracmarca localizado en el km 200.

El deslizamiento presenta las siguientes características:

- Escarpe principal con una longitud de 200 m.
- Salto vertical 15 m
- Longitud del escarpe principal al pie del deslizamiento 170m
- Ancho del cuerpo de deslizamiento 173.
- Movimiento hace que migre el río Santa hacia la margen izquierda.

También cabe precisar que se identificó en la coordenada UTM 181919.03 m E- 9031144.63 m S, un deslizamiento antiguo que se reactiva por los trabajos realizados por corte de talud de la vía Yungaypampa-Yuracmarca, el estrato no consolidado está formado por suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido. El cuerpo del deslizamiento es utilizado por los pobladores como terreno de cultivo, el uso de un sistema de riego no tecnificado satura el terreno generando inestabilidad más el corte del talud, que aceleran el movimiento en zonas inestables.

El deslizamiento presenta las siguientes características:

- Escarpe principal con una longitud de 350 m.
- Longitud del escarpe principal al pie del deslizamiento 550m
- Longitud de escarpe reactivado de 120m, ubicado en el talud superior de la vía asphaltada Yungaypampa-Yuracmarca.

Los factores desencadenantes están representados por la ocurrencia de sismos mayor a 6 grados magnitud y precipitaciones pluviales intensas y/o extraordinarias.

b). Flujos de detritos

Las quebradas Rihuay y Seca; así como, la quebrada que pasa por el medio del poblado, que es una quebrada seca que se activan en periodos de lluvias intensas y/o extraordinarias. En el fondo de estas quebradas se observan depósitos coluvio-deluviales formado por material inconsolidado como gravas subangulosos y arenas, que se acumula por los derrumbes o por procesos físico químicos de las rocas (figura 51)

Según lo observado en campo la quebrada Seca presenta terrazas las cuales hacen presagiar que han ocurrido varios eventos de diferente dimensión la presencia de bloques que tienen un diámetro de 0.2m., también se puede deducir que es una quebrada donde los flujos discurren con mucha energía, al desbordarse afectaría viviendas que se encuentran cerca al cauce y el puente temporal Bailey donde el cauce fue estrechado. El ancho de cauce es de 30 m y una distancia recorrida de 2250 m.

Según versión de los pobladores el año 2017, ocurrió un evento (huaico) de gran magnitud que destruyó el puente dejando incomunicado el poblado y por emergencia se instaló un puente temporal Bailey, para la construcción de un puente se tiene que tomar en cuenta un estudio hidráulico y geomorfológico para determinar el caudal máximo histórico. (figura 59)

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia la localidad Yungaypampa.
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidados, formado por bloques arenas en matriz limo arcilloso.
- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como los sismos.

c). Erosión e inundación fluvial

Al oeste de la localidad Yungaypampa a 200m de distancia, se han identificado geoformas tipo terrazas altas y bajas; de manera que, las terrazas bajas son afectadas por el incremento del caudal del río Santa en periodo de lluvias intensas y/o extraordinarias, estos son erosionadas socavando las paredes y posteriormente generan eventos como derrumbes y deslizamientos, estos procesos tienen un avance progresivo lento hacia el poblado, afectando terrenos de cultivo; como también, podría afectar viviendas que se encuentran cerca del cauce río.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia la localidad Yungaypampa.
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidados, formado por bloques arenas en matriz limo arcilloso.

- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como los sismos.

d). Flujo de lodos

Al norte de la plaza de armas del C.P. Yungaypampa, a 150m, se identificó una escorrentía superficial, por donde se transporta material fino proveniente de la erosión de los substratos circundantes de areniscas limosas y limolitas que conforman las geoformas.

Estas quebradas cuando se activan, los eventos que se generan son flujos de lodo, que afectan viviendas y la institución educativa primaria de Yungaypampa. Los últimos eventos registrados son por el fenómeno El Niño Costero 2017 y a inicios del 2018. El área afectada se estima en 860 m² hectáreas. Los depósitos de los flujos llegan a tener un espesor de hasta 4m.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia la localidad Yungaypampa.
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidados, formado por bloques arenas en matriz limo arcilloso.
- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como los sismos.

e). Derrumbes

A pocos metros de la escuela primaria, en la ladera se evidenció un corte de talud, donde se apreció que el suelo está conformado por material coluvio-deluvial (bloques, limos y arenas). Por presentar el talud paredes verticales y agrietadas, pueden ceder por efectos gravitacionales.

Al norte del C.P. Yungaypampa, a 270 m se identificó una ladera conformada por limolitas muy fracturadas, donde se ha realizado un corte de talud, por donde discurre un tramo carretero, en la cara libre se pueden generar derrumbes, es una zona susceptible a estos movimientos en masa.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia la localidad Yungaypampa.
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidados, formado por bloques arenas en matriz limo arcilloso.
- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de acomodado lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como los sismos.

En la figura 51, se presenta la cartografía de peligros geológicos descritos anteriormente.

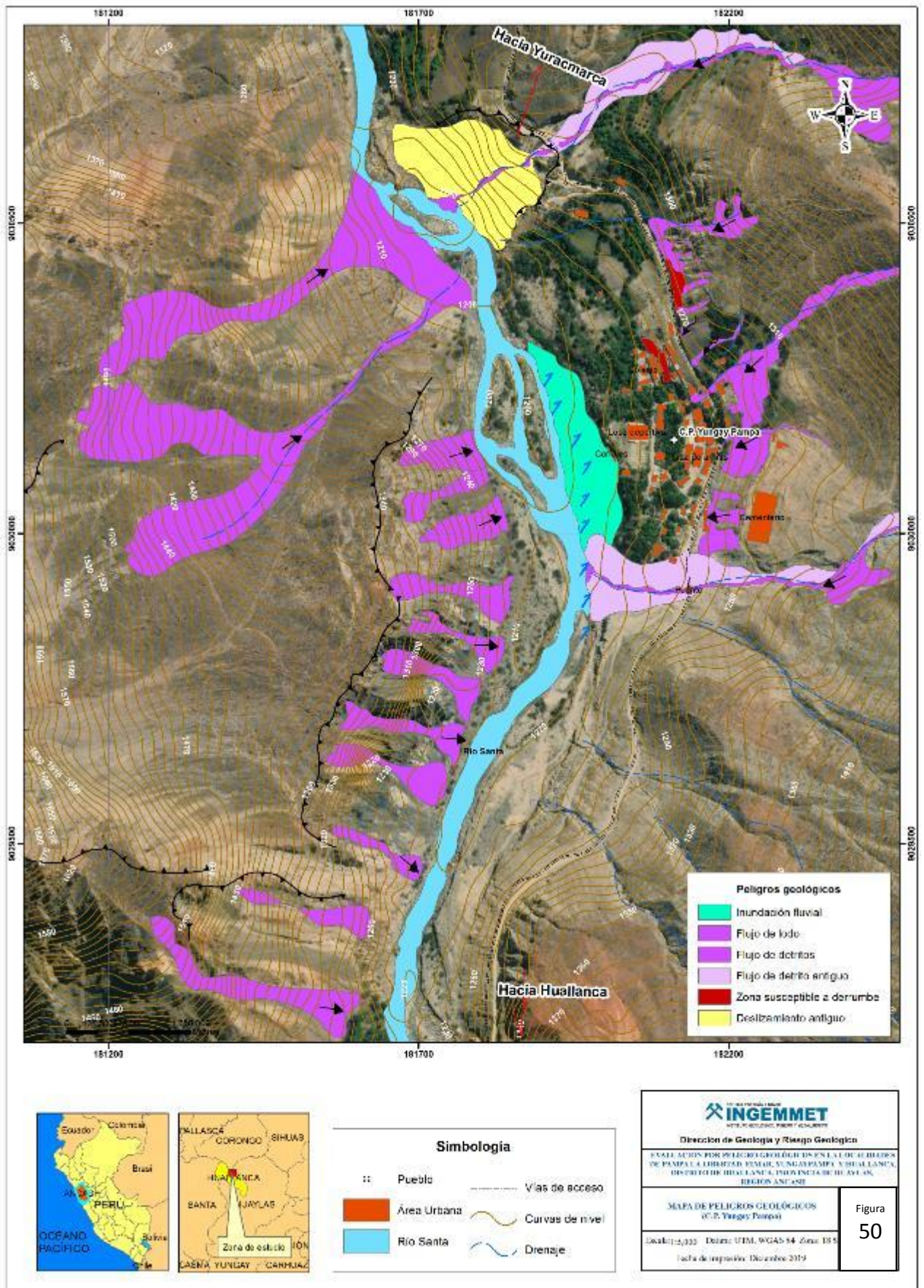


Figura 50. Mapa de peligros geológicos de la localidad Yungaypampa.

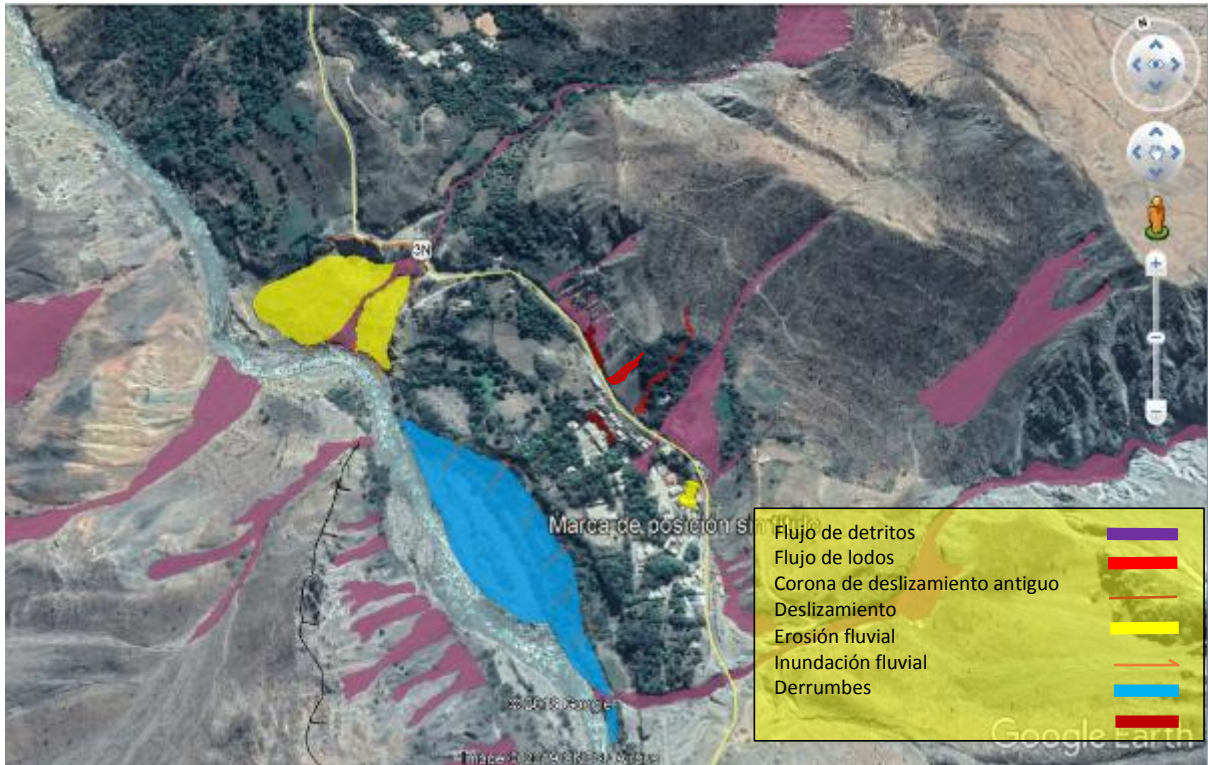


Figura 51, Peligros geológicos que afectan directamente al caserío de Eimar, dentro de la zona de influencia graficada en rojo.

En las siguientes figuras 52 al 59 se muestra los principales procesos geológicos identificados.



Figura 52. Material inconsolidado y poco consolidado, que se ubica en la quebrada seca, al generarse puede ocasionar la destrucción de este puente temporal, donde los suelos se están agrietando: Elaboración Propia, 2019



Figura 53. Erosión fluvial e inundación registradas en periodos de aumento de caudales y umbrales del río Santa debido a lluvias extremas, que generan daños en corrales de ganado porcino y erosión de paredes verticales del depósito coluvio-deluvial donde se asienta el C. P. Yungaypampa. Fuente: Elaboración Propia, 2019

Cabe resaltar que en la parte posterior del colegio de Yungaypampa, el pozo séptico ha colapsado y las aguas servidas se vierten directamente al río Santa, erosionando el talud, provocando grietas y asentamientos en la parte superior, convirtiéndose en un peligro latente.



Figura 54. Identificación de material depositado en laderas y lechos de quebradas susceptible flujos de detritos que en periodos de lluvias extremas descenden en dirección al C.P. Yungaypampa.



Figura 55. Identificación de un área susceptible a flujos de detritos y derrumbes que pueden dejar incomunicado el tramo de carretera Yungaypampa-Yuracmarca.



Figura 56. Identificación de deslizamiento antiguo, se nota la escarpa casi vertical de 25 m de altura aproximadamente, en estos suelos inestables están apareciendo grietas y socavación en la base de la vía pavimentada. Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 57. Vista de la quebrada Rihuay, ubicada al norte de la localidad Yungaypampa, en el fondo se aprecia material no consolidado formado por bloques, gravas y arenas en matriz limo arcilloso, material que proviene de los eventos que han ocurrido en cada periodo de lluvias extraordinarias. Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 58. Vista donde se observa flujo de lodos, el material acumulado producto de procesos físico químicos de la roca, estos son arrastrados ladera abajo en forma de flujos de lodo, afecta viviendas asentadas al pie de la ladera; así como, vía asfaltada e infraestructura (Institución Educativa Primaria) ubicado cotas abajo del talud. Fuente: Elaboración Propia, 2019.



Figura 59. Fuera de la zona de influencia del C.P. Yungaypampa se identificó una zona con agrietamientos en el talud superior, formado por material no consolidado, susceptible a procesos por movimientos en masa, que afecta tramo de carretera asfaltado Yungaypampa-Yuracmarca.

6.4 PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE HUALLANCA

a) *Deslizamientos antiguos*

En la localidad de Huallanca, se identificó un evento por movimiento en masa de tipo deslizamiento antiguo, este se ubica a una distancia 497 m hacia el suroeste de la localidad. El evento presenta las siguientes características: escarpe principal con una longitud 250m y salto vertical de 20 m, longitud inclinada de 192m desde el escarpe principal al pie del deslizamiento.

Las laderas están coberturadas por suelos conformados por fragmentos de areniscas cuarcíticas, areniscas limolíticas y cuarzogranitos, en matriz areno limosa-arcillosa provenientes de la Formación Oyón. El deslizamiento en su margen derecho está disectado que forman quebradas, que en tiempos de lluvia extremas genera flujos de detritos (huaicos).

Al pie de este cuerpo de deslizamiento se ubican viviendas y corrales de ganado porcino, además cruza una vía en tramos de 20 m.

Se han realizado medidas correctivas para estabilizar el deslizamiento como muros de contención y canales de coronación, los cuales se realizaron hace 50 años, en la actualidad algunas de estas estructuras han colapsado por falta de mantenimiento, además, se tiene infiltración de aguas superficiales.

Así también se identificaron algunas grietas en las calles de la zona sur del poblado, debido a que estos suelos se asientan sobre material areno-limoso saturado, además se tiene un basamento intrusivo fracturado.

Estructuralmente, se tiene una falla con rumbo NS y con una longitud de 3.2 km, que se proyecta hacia el margen izquierdo del río Santa, lo cual condiciona la fractura del terreno.

Las grietas afectan viviendas y un tramo de carretera de pavimento rígido.

De acuerdo a la cartografía y algunas imágenes se puede definir algunas dimensiones del deslizamiento, el escarpe presenta una longitud de 20 m, el cuerpo del deslizamiento tiene un área de 2.3 ha, el espesor promedio se estima en 40 m, lo que hace que el cuerpo del deslizamiento tenga un volumen de 920 000 m³:

El material deslizado, es susceptible a flujos de detritos (huaico), porque se tiene una quebrada que cruza parte del cuerpo del deslizamiento antiguo, que se activa en periodos de lluvias extraordinarias.

También, cabe mencionar que fuera de la zona de influencia de la localidad de Huallanca, a una distancia de 520 m se identificó un deslizamiento antiguo, que presenta materiales compactos y sobre estos se observa material inconsolidado susceptible a ser removidos que afectaría el vivero municipal, que se encuentra al pie del talud, un tramo de 330 m de vía asfaltada, esto último dejaría incomunicado a dicho poblado.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Pendiente del terreno muy fuerte 25° a 45° descendentes hacia la localidad Yungaypampa.
- ✓ Naturaleza de suelo incompetente no consolidados, formado por bloques arenas en matriz limo arcilloso.
- ✓ Material de remoción antiguo, suelo cuaternario que ha sufrido movimiento o proceso de reacomodo lento o escurrimiento rápido y bajo el influjo de la fuerza de presión de carga por hidratación
- ✓ Infiltración de agua en el substrato, que provienen de las lluvias o por el sistema de riego.
- ✓ Escasa cobertura vegetal

Los factores desencadenantes son las lluvias intensas y/o extraordinarias; así como los sismos.

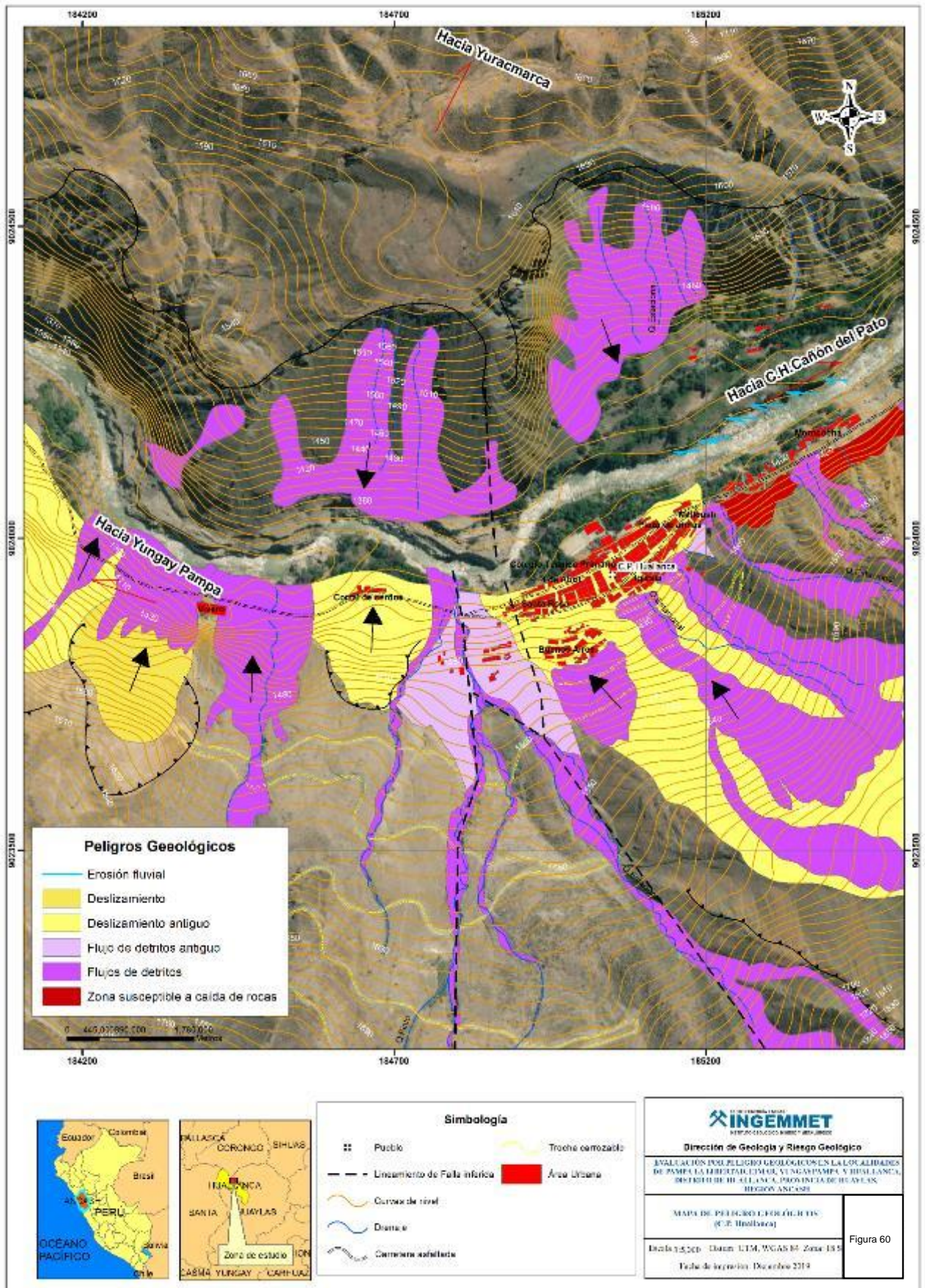


Figura 60. Mapa de peligros geológicos, sector Huallanca,

b). Flujos de detritos

Sobre los depósitos coluvio-deluviales mencionados, se identificó materiales provenientes de flujos de detritos (huaicos) antiguos, los cuales presentan una compacidad relativa inconsolidada a semicompacta.

Los depósitos se proyectan hasta 6m de la última calle de la zona este del C.P. de Huallanca (Sector Mallcush) y están conformados por materiales semicompactos, propensos a ser removidos por lluvias, sismos de gran magnitud y/o por efecto de la gravedad. Se tienen taludes verticales y agrietados, que presentan daños severos a las viviendas y población de dicha localidad

En la quebrada seca, ubicada a 245 m hacia el suroeste de la iglesia de Huallanca, en el lecho y laderas se identificó material inconsolidado y poco consolidado, susceptibles a ser removido por lluvias extremas. De generarse un flujo de detritos (huaico) afectaría las viviendas del sector Buenos Aires (aguas abajo), Santa Rosa (parte suroeste de Huallanca), así como también corrales de aves domésticas y ganado porcino de los sectores de Santa Rosa y 04 de abril, también afectaría la vía de acceso a Huallanca en un tramo de 40 m.

Los materiales de flujos de detritos antiguos presentan 16m de espesor, un área de 3501 m² que hacen un volumen de 56 016 m³. Actualmente en la quebrada seca, el último flujo de detritos presentó 6m de espesor (promedio), un área de 2 ha que hacen un volumen de 120 000 m.

Al sur de la localidad de Huallanca, se tiene un deslizamiento antiguo, donde su cuerpo presenta espesores entre 8m y 10 m, este evento fue estabilizado con la construcción de banqueteo y muros de contención, de activarse afectaría parcialmente vías de acceso, viviendas que se encuentran en el talud. ya que esta ladera para proteger a la población contra deslizamientos, mas no para que se use como zona habitable.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Laderas con pendiente muy fuerte (25° a 45°).
- ✓ Litología conformada por rocas intrusivas fracturadas a muy fracturadas
- ✓ Substrato formado por material coluvio-deluvial y coluviales semiconsolidados a compactos.
- ✓ Predomina las geoformas de tipo montañas en rocas sedimentaria, con vertientes coluvio-deluviales.
- ✓ Escasa cobertura vegetal, solo se observa plantas nativas.

Factores antrópicos

- ✓ Ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables.
- ✓ Mal uso del sistema de riego (por gravedad)
- ✓ Corte de ladera y volduras

Los factores desencadenantes:

Lluvias extremas o sismos de gran magnitud.

c). Caída de Rocas

Al este del C.P. Huallanca, frente al sector Morococha, se identificó una zona susceptible a caída de rocas. La ladera está conformada por roca intrusiva de tipo granodiorita se encuentra muy fracturada, clasificado como macizo rocoso de regular a mala calidad, con presencia de 4 a 7 familias de fracturas. Una de las familias de la fractura presenta inclinación a favor de la pendiente y buzamiento de 65°NO, lo cual ha generado bloques de rocas con diámetros entre 7 cm a 1.20 m.

Se estima un área aproximada de 0.8ha, susceptible a caída de rocas, las cuales, a corto y a largo plazo, puede afectar este tramo de carretera asfaltada en mal estado de conservación y a viviendas ubicadas en cotas abajo frente a la ladera izquierda del río Santa.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son:

- ✓ Laderas con pendiente muy fuerte (25° a 45°).
- ✓ Litología conformada por rocas intrusivas fracturadas a muy fracturadas
- ✓ Substrato formado por material coluvio-deluvial y coluviales semiconsolidados a compactos.
- ✓ Predomina las geoformas de tipo montañas en rocas sedimentarias, con vertientes coluvio-deluviales.
- ✓ Escasa cobertura vegetal, solo se observa plantas nativas.

Factores antrópicos

- ✓ Ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables.
- ✓ Mal uso del sistema de riego (por gravedad)
- ✓ Corte de ladera y voladuras

Los factores desencadenantes:

Lluvias extremas o sismos de gran magnitud.

A continuación, en las figuras 61 al 72, se aprecian los peligros geológicos descritos anteriormente.

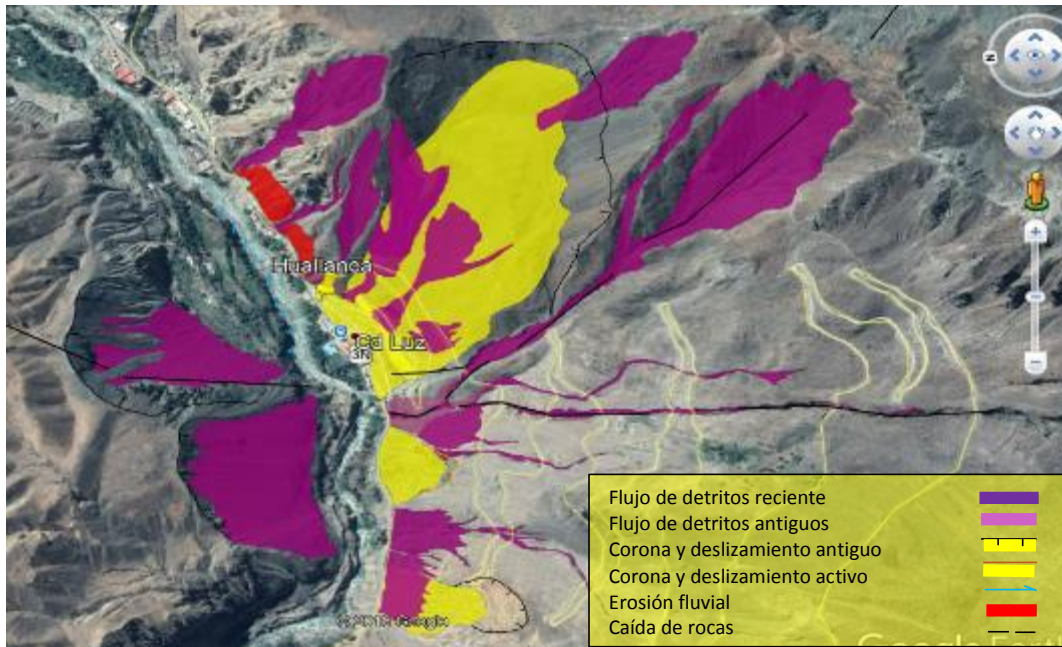


Figura 61. Identificación de peligro geológico en la localidad de Huallanca.

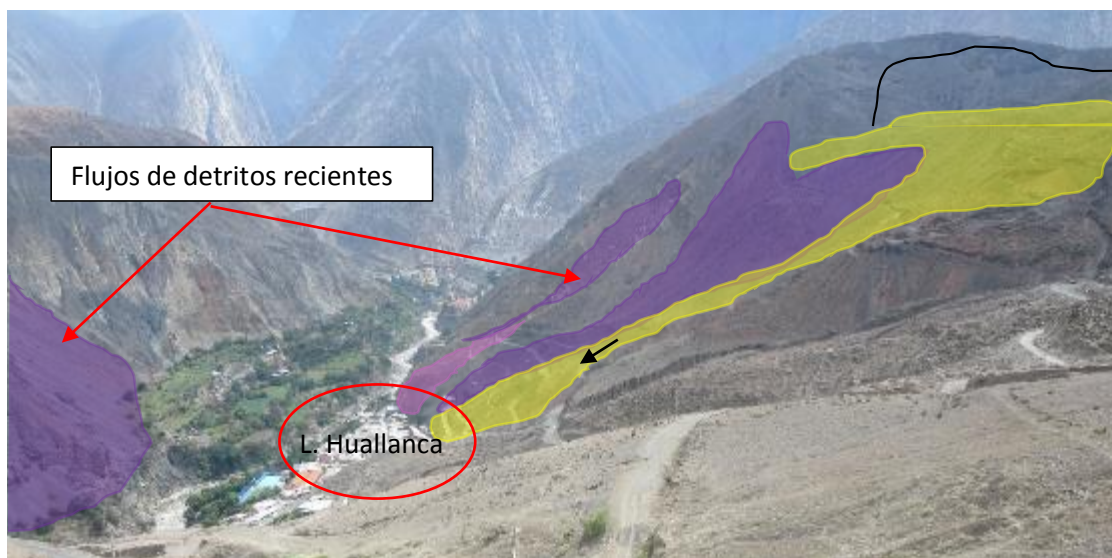


Figura 62. Vista de material susceptible a ser acarreados como flujo de detritos antiguos y recientes, situados debajo de suelos coluvio-deluviales, de antiguo deslizamiento, que pueden afectar a la parte noreste y central de la población de Huallanca.



Figura 63. Vista de material susceptibles a flujos de detritos (huaicos), de activarse pueden afectar vías y viviendas de la parte central de la localidad de Huallanca, se encuentran sobre sedimentos de un antiguo deslizamiento, compuesto por arenisca limolíticas, oscuras ferruginosas en matriz arenarcillosa crema oscura, el empuje de este talud viene ocasionando daños a los muros de contención construidos hace 50 años.



Figura 64. Depósito proluvial antiguo, conformados por materiales de antiguos flujos de detritos no canalizados semicompactos, presentan paredes verticales y erosionadas, asentadas sobre basamento intrusivo.



Figura 65. Zona susceptible a caída de rocas, por macizo rocoso fracturado, en el sector de Morocochoa.



Figura 66. Laderas fluvio-aluviales donde se asientan alrededor de 5 viviendas



Figura 67. Materiales depositados en el lecho de la quebrada Seca, a 250 m hacia el suroeste de la localidad de Huallanca.



Figura 68. Se aprecian los depósitos coluvio-deluvial conformado por materiales del deslizamiento antiguo, con superficie salitrosa debido a las filtraciones de agua que lavan sedimentos salinos.



Figura 69. Evidencias de agrietamiento en el pavimento, con desniveles de 5 cm; así como de 3m y 8m de longitud, se presentan también fisuras en las viviendas de Buenos Aires y 4 de abril; las mismas que se prolongan en menor cantidad hasta el colegio e instituto secundario industrial

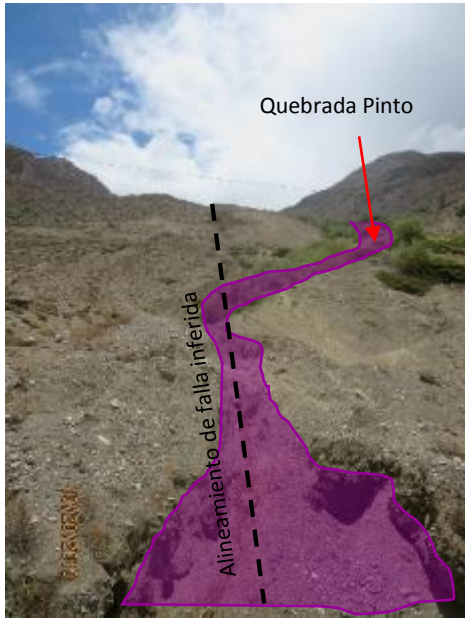


Figura 70. Vista de alineamiento de falla inferida a inmediaciones de la quebrada Pinto, presenta un rumbo NS, hacia el río Santa, proyectándose hacia la otra ladera del valle, donde se han originado deslizamientos antiguos, presentando vestigios de cicatriz de colapso, es en este punto que las aguas que descenden de la quebrada Pinto desaparecen llegando a humedecer el pie de la ladera a inmediaciones de la zona sureste de Huallanca.



Figura 71. Vista del deslizamiento antiguo ubicado a 479m hacia el sureste de Huallanca.



Figura 72. Depósito inconsolidado susceptible a ser movilizado poniendo en peligro un tramo de carretera asfaltada y un vivero municipal.

CONCLUSIONES

- a) Desde el punto de vista geológico las localidades Pampa La Libertad y Eimar se encuentran asentados sobre depósito coluvio-deluviales, formado por gravas y bloques de arenisca cuarcítica, a diferencia de las localidades Yungaypampa y Huallanca que se asientan sobre depósitos de igual naturaleza, diferenciándose en composición de fragmentos de bloques intrusivos y sedimentarios en matriz areno limoarcillosa, intercalado con depositaciones fluvio-aluvial provenientes del transporte de las aguas del río Santa.
- b) Desde el punto de vista geomorfológico las localidades evaluadas se asientan predominantemente en una vertiente coluvio-deluvial y parcialmente sobre terrazas fluvio-aluviales, con una pendiente del terreno muy fuerte que varía de 25° a 45°.
- c) Las áreas evaluadas se encuentran expuestas a procesos por movimientos en masa:
 - Pampa la Libertad. Flujo de detritos (huaico) y caída de rocas
 - Eimar. Flujos de detritos (huaico) y deslizamiento.
 - Yungaypampa. Flujo de lodo y deslizamiento
 - Huallanca. Flujo de detritos (huaico), deslizamiento, erosión de ladera y caída de rocas.
- d) También, las localidades de Yungaypampa y Huallanca son afectados por peligros geohidrológicos como inundación y erosión fluvial.
- e) Por todo lo expuesto anteriormente en las zonas estudiadas se ha considerado lo siguiente:
 - Caserío de Eimar, expuesto a “**peligro inminente**” ante deslizamientos y flujos de detritos, que pueden afectar a cerca de 15 viviendas, trochas carrozables y sus respectivas áreas agrícolas.
 - Los caseríos de Pampa La Libertad, Yungaypampa y Huallanca se encuentran expuestos a “**peligro muy alto**” a la ocurrencia de peligros por movimientos en masa de tipo deslizamientos huaicos caída de rocas; así como, a peligros geohidrológicos de tipo inundación y erosión fluvial
- f) Según la Norma E.030 de “Diseño Sismo Resistente” del reglamento nacional de edificaciones la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica 03, cuyo factor de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, “z” se expresa como fracción de la aceleración, siendo este de 0.35, determinándose que las viviendas a construir deben estar hechas con cualquier sistema sísmico estructural y/o con estructuras de acero y concreto de sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada para atenuar los esfuerzos de corte por vibración de ondas sísmicas.

RECOMENDACIONES

- a) Para realizar obras de infraestructura y de saneamiento se deben hacer estudios de tallados como geología, geomorfología e ingeniería geológica; así como, estudios de riesgos por peligros de origen naturales.
- b) Reubicar a las viviendas que se asientan cerca al lecho de quebrada seca, además de encauzar la quebrada Laja grande, como medida de prevención y control de posibles flujos de detritos
- c) Las viviendas de la localidad de Eimar, se encuentra ubicados en una ladera inestable, por la seguridad de los pobladores, deben ser reubicados mientras que el área no tenga las condiciones geotécnicas adecuadas para ser habitadas.
- d) Realizar la reubicación de las viviendas de la población Yungaypampa, que se encuentra situados cerca al cauce de las quebradas donde ocurren movimientos en masa de tipo huaicos.
- e) Realizar trabajos de mantenimiento y mejora el talud superior de la carretera asfaltada Yungaypampa – Yuracmarca
- f) Reforzar y mantener la cobertura vegetal de arbustos localizados frente al margen derecho del río Santa, con el fin de proteger y servir de defensas ribereñas.
- g) Afianzar la construcción de puente con pilotes, sobre suelos con buena capacidad portante, definidos con estudios geotécnicos para el C.P. Yungaypampa.
- h) Restringir y controlar la expansión urbana cerca al cauce del río Santa, además controlar las aguas superficiales o por filtraciones de poza aséptica localizada en ese sector
- i) En la localidad de Huallanca, se recomienda reubicar a las viviendas que se encuentran invadiendo la parte alta del sector Buenos Aires, ya que se ubican muy cercanas a la quebrada seca, exponiéndose a peligros por flujos de detritos una iglesia del centro poblado y viviendas; éstas últimas con presencia de agrietamientos en las calles y vía de conducción al sector Buenos Aires y 4 de abril
- j) Realizar el desquinche de rocas o perfilaje de talud superior susceptible a caída de rocas a inmediaciones del sector Morococha y realizar el mantenimiento respectivo de la vía asfaltada.
- k) Realizar zanjas de coronación para derivar las aguas fuera del área inestable; como también, reforestar las laderas del área de estudio con plantas nativas, estas servirán como control al proceso geológicos por movimientos en masa.
- l) En el poblado de Huallanca reubicar a las viviendas de las últimas dos calles del sector Mallcush, debido a que se encuentran en peligro ante ocurrencia de caída de rocas y huaicos.
- m) Realizar estudios geofísicos como tomografías eléctricas y refracción sísmica para determinar la zona de influencia de fracturas y filtraciones en la zona oeste y suroeste del poblado de Huallanca.



César Augusto Chacaltana Budiel
Director de Geología Ambiental y
Riesgo Geológico



Ing. Hugo Dulio Gómez Velásquez
ESPECIALISTA EN PELIGROS GEOLÓGICOS

BIBLIOGRAFÍA

- DGAR, (2010). Ficha de Inventarios de Peligros Geológicos y Geohidrológicos en el Perú, actualización. INGEMMET, Lima-Perú.
- DGAR, (2017). Especificación Técnica-Leyenda y Simbología de Mapa Geomorfológico. INGEMMET, Lima-Perú.
- Beláustegui, S. (1999). Pendientes del Terreno y Fundamento del Caudal Máximo No Erosivo. Hoja técnica N° 07. Buenos Aires – Argentina, 4 p.
- Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S., Valenzuela, G. (2006). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 p.
- Gutiérrez, M. (2008). Geomorfología. Edit. Pearson/Prentice Hall, Madrid, 898 p. ISBM 97884832-23895.
- INGEMMET (1995). Actualización del Cuadrángulo Geológico de Corongo, Hoja:18-h base, (J. Wilson., 1967), geología a escala 1: 100 000.
- INGEMMET (1995). Boletín N°60; “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, (Hojas: 17-h, 17-i,18-h,18-i,19-g,19-i), Lima-Perú.
- R. Monge *et al.*, (2006). Cuadrángulo Geológico de Corongo, Hoja:18-h-III, a escala 1:50 000.
- SENAMHI, (2019). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía, “Estación Meteorológica Convencional de Yungay”.
- Varnes, D. J, (1978). Slope movements types and processes, end Schuster R.L., y Krizek, R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9–33.
- Zavala, B., *et al.*, (2007). Zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Ancash.
- Zavala, B., *et al.* (2009). Riesgo Geológico en la Región Ancash, Boletín N°38 serie C.