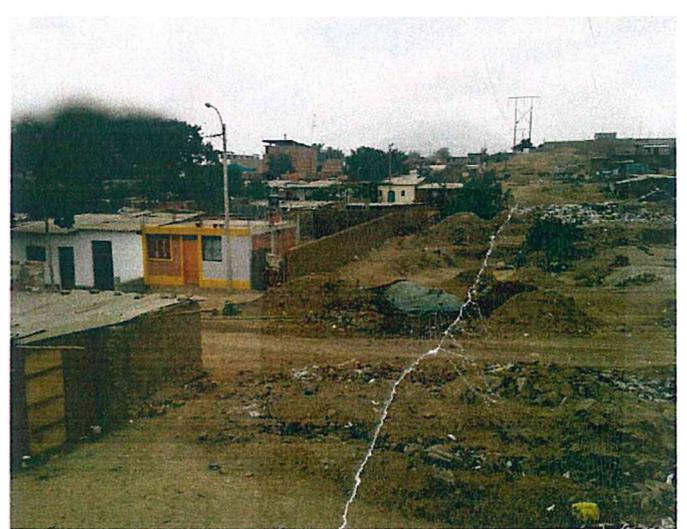
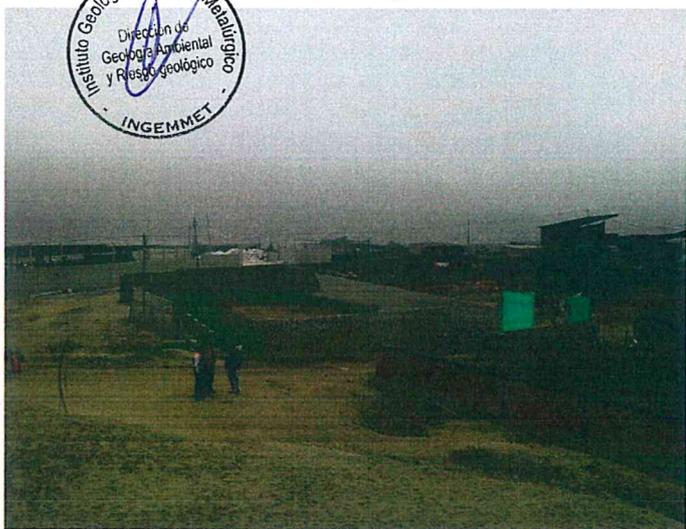


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6959

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO TÚPAC AMARU-II ETAPA

Región La Libertad
Provincia Trujillo
Distrito El Porvenir



NOVIEMBRE
2019

INDICE

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. GENERALIDADES.....	5
3.1. Objetivos	5
3.2. Metodología.....	5
3.3. Ubicación y accesibilidad.....	6
3.5. Clima	7
3.6. Hidrografía.....	8
4. GEOMORFOLOGÍA.....	9
4.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico.....	10
4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas	10
4.3. Unidades geomorfológicas de la localidad de Laredo	11
4.3.1. Unidad de geoformas particulares.....	11
4.3.2. Unidad de Piedemonte	11
4.3.3. Unidad de geoforma eólica	13
4.3.4. Unidad de colinas	14
4.3.5. Unidad de Lomadas	14
4.3.6. Unidad de Montañas	15
5. GEOLOGÍA.....	17
5.1. Geología regional.....	17
5.2. Geología estructural.....	17
5.3. Geología local.....	17
6. GEODINÁMICA	23
6.1. Caracterización de peligros geológicos	23
6.2. Análisis de causas de los peligros geológicos	24
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXO.....	39

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO TÚPAC AMARU II ETAPA

(Distrito El Porvenir, Provincia de Trujillo, Región La Libertad)

RESUMEN

Los peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones, etc., ocasionan desastres en cualquier región y afectan, en diferente grado a las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura hidráulica, etc., generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas, sumándose a estas consecuencias, la pérdida de vidas humanas y económicas, así como la interrupción de las actividades socio-económicas y comerciales.

Es por ello que este estudio tiene como objetivo evaluar y caracterizar los peligros geológicos a los que están expuestos el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región La Libertad, mediante la cartografía de las unidades geológicas y geomorfológicas que predominan localmente, así como el análisis de las causas que lo originan, identificando también en campo los daños y zonas críticas expuestas a ser afectadas por dichos eventos geológicos.

Los trabajos de campo realizados para evaluar los peligros geológicos que puedan presentarse y atender con la seguridad física de esta población, a pedido de la Municipalidad provincial de Trujillo, fueron efectuados por el geólogo: Edinson Ramos, especialista del área de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, con el apoyo de los subgerentes de Defensa Civil de la Municipalidad de Trujillo y del distrito del Porvenir y un miembro de la Dirección Desconcentrada INDECI región La Libertad, durante 1 día.

La población del A.A.H.H. Túpac Amaru II se asientan sobre depósitos eólicos, aluviales y la mayoría en depósitos proluviales finos, materiales transportados por flujos ocasionales, desde el punto de vista geomorfológico se asientan sobre una vertiente proluvio-aluvial 02 y mantos de arenas 01 y 02. En base a la identificación de daños, elementos expuestos y análisis de causas de los peligros geológicos que se presentan en periodos de lluvias extremas, las quebradas de este sector se reactivan generando flujos de lodo (huaicos) que afectan a la población porque vienen urbanizando los cauces de quebradas.

Ante ello se debe considerar las medidas de prevención, reducción o control estructural o no estructural (administrativas), recomendadas en este informe para atenuar sus efectos o impactos en las poblaciones.

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 la inusual ocurrencia del evento climático denominado “Niño Costero”, la magnitud del desastre registrado en nuestro país, y en el cumplimiento del Decreto de Urgencia N°008-2017 Artículo 7 del 21 de abril de 2017 que literalmente dice:

Modificarse el inicio 14.3 del artículo 14 del Decreto de Urgencia N°004-2017, en los siguientes términos:

“14.3 El ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial, podrá declarar las zonas de alto y muy alto riesgo no mitigable en los casos que los Gobiernos Locales no lo hayan declarado. Para tal efecto, se debe contar con la evaluación de riesgos elaborada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, con la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú-IGP, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET y la Autoridad Nacional del Agua-ANA, entre otros. Por norma del Ministerio al cual se encuentra adscrito al CENEPRED se establecerán las disposiciones que correspondan”.

Ante ello, la Municipalidad Provincial de Trujillo por medio de su Subgerencia de Defensa Civil, solicitó al INGEMMET, realizar la “Evaluación geológica y geodinámica por peligros geológicos” dado que en la zona de estudio se vienen presentando flujos de lodo recurrentemente en periodos de lluvias extremas registradas en los eventos de El Niño, reactivando las quebradas estacionales ubicadas en la parte alta de dicho sector. Estos eventos afectaron en el año 2017 la seguridad física de la población (salud, viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo) ya que se viene poblando los lechos de quebradas.

La información que se otorga en este informe, se pone en consideración de la comunidad científica y técnica, autoridades municipales, para la toma de decisiones en temas de prevención ante la ocurrencia de peligros geológicos o de origen natural, información que constituye la base para desarrollar proyectos futuros de reordenamiento territorial preventivo y desarrollo sostenible de las comunidades. También se pone a disposición del Ministerio de Vivienda y Construcción, Transporte y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA) e instituciones del SINAGERD, para que de alguna manera se propongan políticas, programas y acciones de prevención.

2. ANTECEDENTES

Como trabajos anteriores se ha recopilado estudios de temas geológicos y de riesgos geológicos realizados en la región Libertad, información técnica necesaria para la elaboración del siguiente informe, tales como:

- Boletín geológico de los Cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa, (Hojas; 16-d, 16-e,16-f,17-e,17-f,18-f), Realizado por el Servicio de Geología y Minería (1976), informe en el cual se detallan aspectos geológicos, geomorfológicos y estructurales a escala 1.100000 donde se encuentra la zona de estudio.
- Riesgo Geológico en la Región La Libertad, boletín N°50, serie C (Medina et al, 2012), dicho estudio evalúa los problemas de geodinámica externa (peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones) que afectan la región La Libertad, teniendo como objetivo contribuir a la gestión de riesgos de desastres, proponen medidas de mitigación en los puntos críticos que pueden ser afectados por peligros geológicos. También contiene información geológica actualizada, clima, hidrografía, sismicidad etc. Presenta una tabla de principales peligros ocurridos durante el fenómeno de El Niño 1997-1998, específicamente destacan los ocurridos en el distrito de El Porvenir, con los daños obtenidos como se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro A		
Principales peligros hidrogeológicos ocurridos durante el fenómeno de El Niño 1997-1998		
11/02/1998	Quebrada San Idelfonso. El Porvenir.	Flujos de detritos e inundación fluvio-aluvial, afectó el sector de El Porvenir, el cementerio y las principales avenidas. Fuente: diario El Sol.

Fuente: Medina et al, 2012.

- Peligros geológicos y geohidrológicos detonados por el Niño Costero 2017, en la Región La Libertad-Cajamarca: Análisis geológico, geomorfológico y de peligros en la ciudad de Trujillo, realizado por INGEMMET (2017), dicho informe brinda información de peligros geológicos, aspectos geomorfológicos, así como información geológica a escala 1. 25 000.
- Evaluación geológica de las zonas afectadas por El niño Costero 2017 en las regiones de La Libertad y Cajamarca, informe técnico N°A6769 (INGEMMET, 2017), dicho estudio evaluó los problemas de geodinámica externa (peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones) que afectaron los centros poblados de estas regiones, durante El Niño Costero 2017. Se tiene un inventario de peligros geológicos con sus recomendaciones específicas, como se muestra en el siguiente cuadro específicamente en el distrito de El Porvenir, donde ocurrió el siguiente peligro geológico.

Cuadro B						
Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvia de El Niño 2017 en la región La Libertad-Sector 4A						
Tipo de peligro	POG	Centro poblado	Provincia	Región	Acción recomendada	Observaciones
Flujos (Huaicos,	41041	Sector El Porvenir-Quebrada	Trujillo	La Libertad	Reubicación	Los flujos provenientes de la quebrada San Idelfonso, inundaron

lodo otros)	u		San Idelfonso				calles y viviendas de los distritos de El Porvenir, Florenia de Mora, Trujillo y Victor Larco Herrera.
----------------	---	--	------------------	--	--	--	--

Fuente: Medina, L. & Gonzales, J. 2017.

3. GENERALIDADES

3.1. Objetivos

a) Generales

- Realizar la evaluación geológica, geomorfológica en el A.A.H.H de Túpac Amaru, Il Etapa, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo.
- Identificar los peligros geodinámicos y/o hidrogeológicos que afectan la seguridad física de este poblado, determinar las causas y consecuencias de la ocurrencia.
- Brindar las conclusiones y recomendaciones respectivas, para mitigar el riesgo por peligro geológico, con medidas estructurales o no estructurales de prevención, reducción, como obras ingenieriles, reubicación de elementos expuestos propensos a ser afectados por dichos eventos de origen natural, o concientización para promover cultura de prevención, para el desarrollo sostenible de la población y el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes.

b) Objetivo específico

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

3.2. Metodología

La metodología para el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico constara 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.
- Generación del mapa topográfico base, generados mediante el procesamiento de información geográfica (SIG), a partir de un modelo digital de terreno (MDT) obtenido del servidor Alos Palsar.

- Generación de mapas temáticos preliminares para su respectiva comprobación de campo a escala 1:7 500.
- Recopilación de mapas geológicos de la zona a escala 1:25 000, extraídos de la base de INGEMMET (Informe de riesgo geológicos).
- Interpretación de imágenes satelitales Google Earth de la zona de estudio.

b) Campo:

La inspección técnica de campo tuvo una duración de 1 día en los alrededores del A.A.H.H, donde se realizaron las siguientes actividades:

- Caracterización, cartografiado e identificación de zonas críticas ante peligros geodinámicos que puedan afectar la seguridad física de la población u obras de ingeniería, etc.
- Caracterización y cartografía local de unidades litoestratigráficas y geomorfológicas.
- Coordinación con las autoridades distritales de Laredo y sus dirigentes comunales con la finalidad de difundir el estudio y sensibilización sobre la temática de prevención de desastres.

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 mapa temáticos finales tales como mapas geológicos, geomorfológicos y de peligros geológicos a la 1:7 500, tomando como referencia de boletines de riesgos geológicos a escala 1:25 000 del INGEMMET.
- Inventariado local de peligro geológicos, estimación del peligro en base a los factores condicionantes, desencadenantes, elementos expuestos y análisis de la actividad sísmica.
- Preparación y redacción del informe final.

3.3. Ubicación y accesibilidad

El A.A.HH. Túpac Amaru II, pertenece al distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región La Libertad, se encuentra ubicado en el margen izquierdo de la quebrada San Idelfonso, a 7.2 km en línea recta al noreste de la ciudad de Trujillo.

Para acceder, desde el Centro Histórico de Trujillo por la carretera distrital pavimentada en dirección NE, hasta llegar al A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Recorriendo 8.9 km, empleando un tiempo total de 25 min aproximadamente.

El distrito de El Porvenir, limita por el norte con el distrito de Huanchaco, por el sur con el distrito de Trujillo, por el este con el distrito de Laredo y por el oeste con el distrito de La Esperanza, (Mapa 1.1-Anexo).

El clima en el área de Laredo es semitropical con una temperatura promedio anual entre 23 y 26°C, durante el día y por las noches su temperatura mínima promedio anual es entre 17° y 19°, disminuyendo unos grados en los meses de junio a agosto a pesar de ser una estación seca es la época más fría del año, mientras que en los meses de diciembre a abril son los meses más calurosos aumentando la temperatura a 28.7°, registrándose precipitaciones de estación 0.9 mm a 1.6 mm de precipitación máxima acumulada mensual, en periodos de precipitaciones extremas debido al fenómeno del Niño se registran precipitaciones con 28.7 mm., siendo el mes de marzo del 2017 donde más llovió.

Cuadro 01

Temperatura máxima y mínima promedio, así como Precipitaciones máximas acumuladas mensualmente en la zona de estudio (A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y alrededores-Periodo 2015-2019)

Estación Meteorológica (Tipo convencional): Trujillo													
Departamento:		La Libertad	Provincia:	Trujillo	Distrito:	Laredo	Latitud:	8° 6' 43.29"	Longitud:	78° 59' 6.36"	Altitud:	44 m. s.n.m	
AÑO	Parametros	MESES											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2015	T°.Max.Prom.C°	26.9	28.7	29.2	28.1	26.6	25.7	24	23	24.2	24.4	25.7	26.6
	T°.Min.Prom.C°	19.2	21.2	20.9	19.2	20.3	20.4	17.7	17	17.5	17.9	18.9	20.3
	P.Max.Acum.Men	1.9	1.5	1.2	0.9	0.9	0	0	0	0	0.2	0.3	1.6
2016	T°.Max.Prom.C°	27.3	29.5	29.7	27.2	24.3	23.1	22.6	22.8	22.6	23.6	23.8	25.7
	T°.Min.Prom.C°	21.3	22.4	21.4	19.6	17.3	15.2	14.7	15.6	16.0	15.5	14.9	17.3
	P.Max.Acum.Men	0.0	10.2	0.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	T°.Max.Prom.C°	28.4	30.5	30.5	27.5	25.9	23.7	22.6	20.9	20.7	21.0	22.4	24.7
	T°.Min.Prom.C°	20.3	22.5	23.0	20.0	18.8	16.5	15.8	15.2	14.8	14.6	14.6	16.7
	P.Max.Acum.Men	0.3	5.9	28.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
2018	T°.Max.Prom.C°	26.3	27.6	26.4	25.7	22.7	20.8	20.9	20.6	21.1	22.8	23.6	25.4
	T°.Min.Prom.C°	18.0	18.9	18.0	18.0	16.8	16.4	16.1	15.4	15.5	15.7	17.6	18.3
	P.Max.Acum.Men	1.6	2.2	0.0	4.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.7
2019	T°.Max.Prom.C°	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T°.Min.Prom.C°	20.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P.Max.Acum.Men	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: SENAMHI 2015-2019

3.6. Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada en el margen derecho parte media de la cuenca del río Moche, se ubica en la Costa Norte del Perú, pertenece a la vertiente del Pacífico y drena un área total de 2708 km². Políticamente se localiza en el departamento de La Libertad, comprendiendo total o parcialmente las provincias de Trujillo, Otuzco, Santiago de Chuco y Julcán. Altitudinalmente, se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbres de la Cordillera Occidental de los Andes, cuyos puntos más elevados están sobre los 4000 m s.n.m.

El río Moche se forma por la confluencia de los ríos Otuzco y Simbal, estos a su vez reciben numerosos ríos y quebradas tributarios, al discurrir hacia las costas trujillanas hasta desembocar en el Océano Pacífico.



Figura 02: Cuenca del río Moche. Fuente: Elaboración propia 2019

4. 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 la cadena meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutierrez, 2008).

El estudio de los procesos geológicos se efectúa en un sistema proceso-respuesta, ya que intervienen agentes modeladores que van a originar nuevas geoformas y depósitos

resultantes, es por ello que se considera importante generar mapas geomorfológicos para el análisis de las geoformas en determinado lugar ya que guardan mucha información para saber cómo actuaron los procesos geológicos en el pasado.

La región de La Libertad desde el punto de vista morfoestructural, presenta el 80% de dominio andino, significando que las fuerzas exógenas han actuado relevantemente sobre esta zona obteniendo el relieve actual, siendo influenciada de por procesos de geodinámica interna (magmáticos, volcánicos, tectonismo), levantamiento y contracción de la Cordillera de los Andes, seguido fuerte erosión fluvial y glaciar.

4.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico

Se realiza una interpretación de imágenes satelitales y la cartografía local de la unidades geomorfológicas identificadas en campo, luego en gabinete se generan mapas digitales de elevaciones (MDE) y luego el de pendientes, que nos ayudarán a clasificar, corroborar y digitalizar las geoformas presentes en el área de estudio a través del procesamiento de un modelo digital del terreno (MDT), obtenidos del geoservidor del MINAM, Alaska Facility, o por el procesamiento del levantamiento fotogramétrico con VANT y haciendo uso del software ARCGIS, sistema de geoprocetamiento de información geográfica (SIG) importante para generar un mapa geomorfológico (Mapa 1.2 y 1.3-Anexo).

Para la clasificación de rangos de pendientes de un relieve expresados en grados o porcentajes se usó la tabla de rangos que aparece en el Informe "Estudio de riesgos geológicos del Perú – (Fidel *et al.*, 2006), Tabla 01., ya que el autor en sus estudios clasifica a las pendientes en base a las características físicas del territorio peruano usando la metodología expuesta en el párrafo anterior. Es muy importante conocer este parámetro porque influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor, no permitiendo la infiltración del agua en el suelo (Belaústegui, 1999).

Tabla 01
 Rangos de pendientes del terreno

PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy baja
5 - 20	Baja
20 – 35	Media
35 - 50	Fuerte
>50	Muy fuerte

Fuente: Fidel *et al.*, 2006

4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

Las geoformas son unidades independientes que conforman un relieve, están compuestos por materiales que brindan información de su dinámica de formación, presentan características morfoestructurales tales como: forma, altura, pendientes, drenaje, vegetación, color, textura, etc., que las diferencian una de otras.

Estos parámetros son determinantes para poder identificar una geoforma de manera visual o instrumental, además poder clasificarlas según su origen ya sea depositacional, denudacional o estructural relacionándolos con sus procesos geológicos de formación.

4.3. Unidades geomorfológicas de la localidad de Laredo

Según lo interpretado de imágenes satelitales de google earth y el cartografiado geomorfológico, las geoformas presentes en el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y alrededores son propias de un valle costero limitado por montañas, ubicado en la región Chala o Costa entre 100 m s.n.m y 500 m s.n.m., donde se han diferenciado las siguientes unidades y subunidades geomorfológicas:

4.3.1. Unidad de geoformas particulares

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

a) Subunidad de terraza proluvio-aluvial (t-p/al):

Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, formada por la depositación rápida de materiales transportados por flujos que se activan estacionalmente, conforman las terrazas de la quebrada San Idelfonso, sobre esta geoforma se encuentran los mantos de arena, se ha identificado a 700 m hacia el oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Presentan espesores de 6 a 8m de altura aproximadamente y están conformadas por secuencias de gravas angulosas de diferente granulometría, intercaladas secuencias de arenas finas y gruesas con pocos finos, semicompacta a compacta, (Figura 03).



Figura 03. Vista de las Terrazas proluvio-aluvial de la quebrada San Idelfonso, se encuentra sobre basamento de roca intrusiva (Granodiorita). Fuente: Propia 2019

4.3.2. Unidad de Piedemonte

a) Subunidad de Vertiente Proluvio-aluvial (V-pal1):

Son surcos de escorrentías superficiales que presentan agua solo en épocas de precipitaciones de estación o extremas, quedando secas el resto del año, se depositan sedimentos angulosos mal distribuidos, de diferente granulometría transportados por la

quebrada San Idelfonso, se ubica a 760 m hacia el oeste de la zona de estudio. (Figura 04).

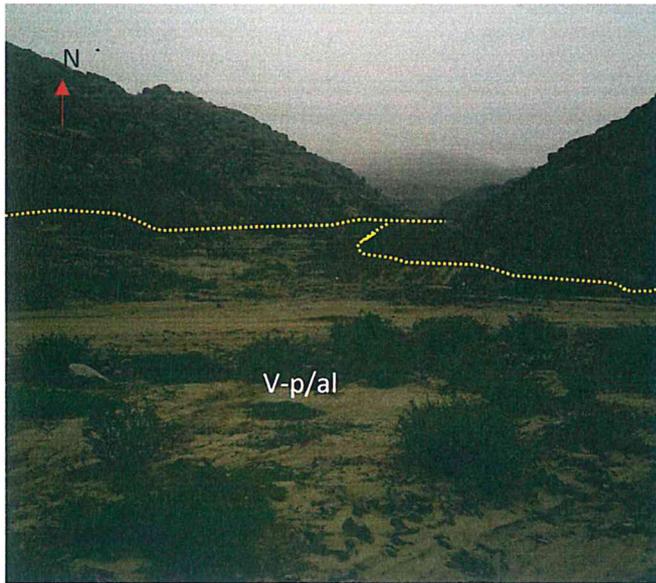


Figura 04. Vista del cauce de la quebrada San Idelfonso, donde se evidenció sedimentación de arena gruesa intercalada con fragmentos angulosos mal distribuidos (Granodiorita y Dacitas). Fuente: Propia 2019

b) Subunidad de Vertiente aluvial (V-pal2):

Pequeño surco de escorrentía superficial, que discurre de norte a sur de cotas altas a bajas por una superficie semi-llana y angosta, con pendiente menor a 20° y menor a 5°, activándose transportando sedimentos de arena limosa de color parduzco en épocas de precipitaciones de estación o extremas, quedando secas el resto del año, sobre esta formación se asienta parcialmente el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y el sector Alto Trujillo III Etapa. (Figura 05).

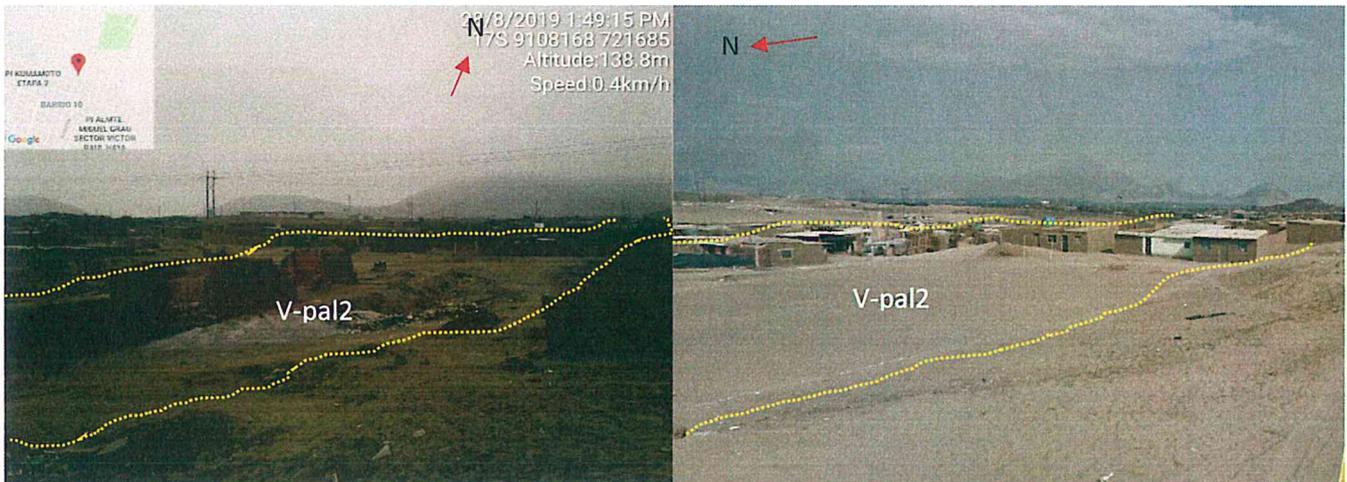


Figura 05. Vista del cauce de quebrada estacional joven, donde se asienta parcialmente el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Fuente: Propia 2019 y Google Earth (abril, 2017)

4.3.3. Unidad de geoforma eólica
 Formadas por la actividad del viento.

a) Subunidad de manto de arena (M-a):

Geoforma de origen depositacional, son capas de arena fina transportada y depositada por la acción eólica, presentan 25 m a 12 m de espesor las que se ubican sobre las faldas de laderas de las montañas intrusiva (M-a1), presentan compacidad suelta a semicompacta, mientras que en las partes medias y bajas de la zona de estudio (Túpac Amaru, II Etapa) y sobre las terrazas proluvio-aluviales de la quebrada San Idelfonso presentan espesores descendentes de 25m, 8m y 2m (M-a2), tienen una compacidad suelta a muy suelta. (Figura 06 y 07).

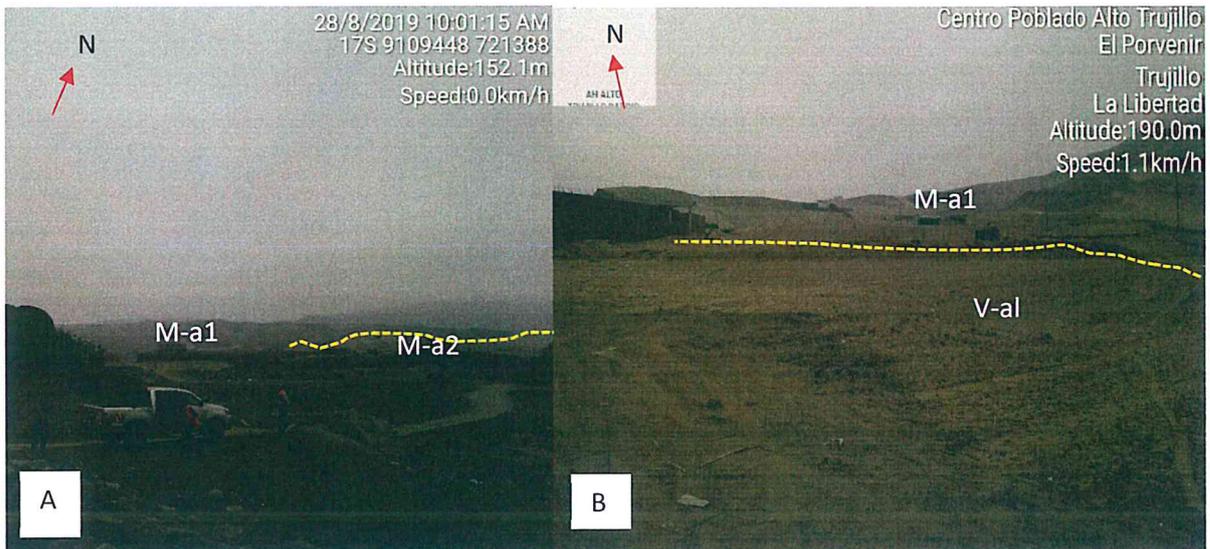


Figura 06. Manto de arenas suelta a semicompacta, ubicadas a 1.5 km al noroeste y a la margen derecha de la quebrada San Idelfonso(A) y al norte del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa (B) invadiendo cauce de quebrada estacional. Fuente: Elaboración propia 2019

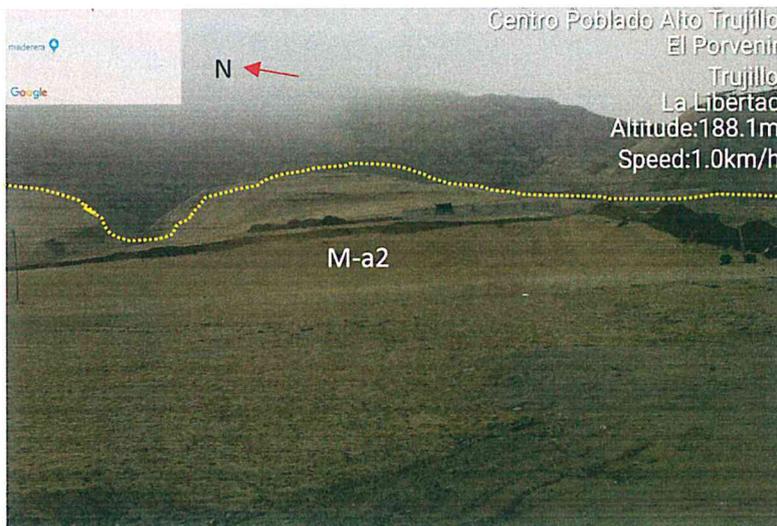


Figura 07. Manto de arenas suelta a muy suelta, ubicadas a 700 m hacia norte y 900 m hacia el noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Fuente: Elaboración propia 2019

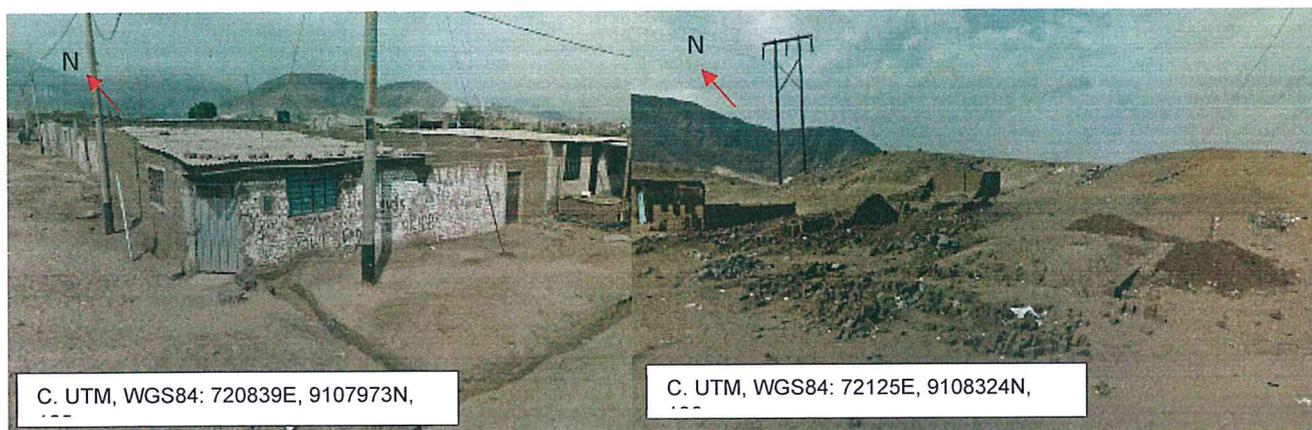


Figura 08. Imágenes antiguas revelan la parte oeste del sector del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, se asienta sobre mantos de arena (M-a1) suelto a semicompacto, con superficies onduladas de 2.5 a 6m de alto. Fuente: Google Earth (abril,2017)

4.3.4. Unidad de colinas

Formada por procesos denudacionales y tectónicos, son pequeñas elevaciones, de forma cónica con cimas redondeadas, presentan elevaciones menores a 300 m altura.

a) Subunidad de colinas intrusivas (RC-ri)

Geoforma originada por procesos mixtos ya sean por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, emplazamiento magmático, por denudación o depositación, presentan un relieve con alturas menores a las montañas por debajo de 300 m, se diferencian de las lomas, por presentan drenaje de escorrentía radial ya que tienen aspecto de conos con cima ondulada y base circular (Figura 09).

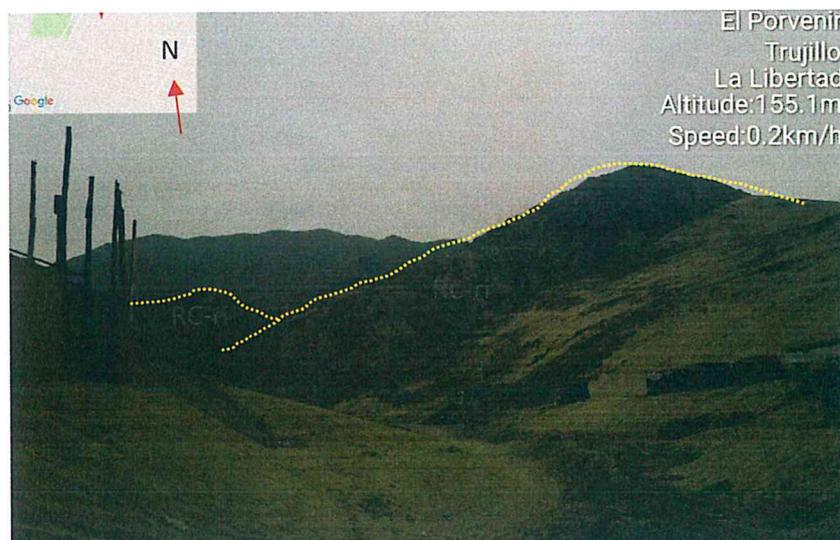


Figura 09. Colina en roca intrusiva con 8 m y 32 m de altura, se encuentra al oeste del Cementerio “La vida no vales nada”. Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Unidad de Lomadas

Formada por procesos denudacionales y tectónicos, son pequeñas elevaciones, de forma alargada con cimas planas a subredondeadas, presentan elevaciones menores a 300 m altura.

a) Subunidad de lomada en rocas intrusiva (RL-ri):

Geoforma de origen mixto ya sea por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, presenta elevaciones de 10m a 15m, de forma alargada, con cima subredondeada a planas, presentan dos drenajes de escorrentía superficial, opuesto en sus laderas, con inclinaciones de sus pendientes de 25°, (Figura 10).



Figura 10. Lomas en roca intrusiva, ubicada al norte del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, muchas se encuentran sobre ellas mantos de dunas.

Fuente:
 Elaboración propia
 2019

4.3.6. Unidad de Montañas

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.

a) Unidad de montaña en rocas intrusivas (RM-ri):

Al norte y noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, se ubican las montañas conformadas por roca intrusiva fracturada y altamente meteorizada, presentan elevaciones de 425 m s.n.m y 475 m s.n.m., con desniveles de 330 m. (Figura 11).

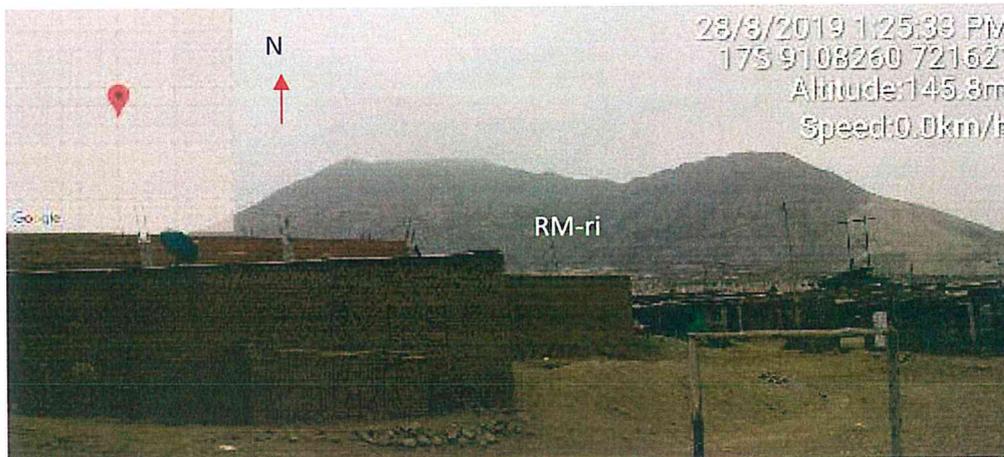


Figura 11. Montaña en roca intrusiva ubicada al norte, noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Fuente: Elaboración propia 2019

Cabe resaltar que las geoformas identificadas en campo se han cartografiado en su respectivo mapa geomorfológico (Figura 12) y (Mapa 1.4-Anexo).

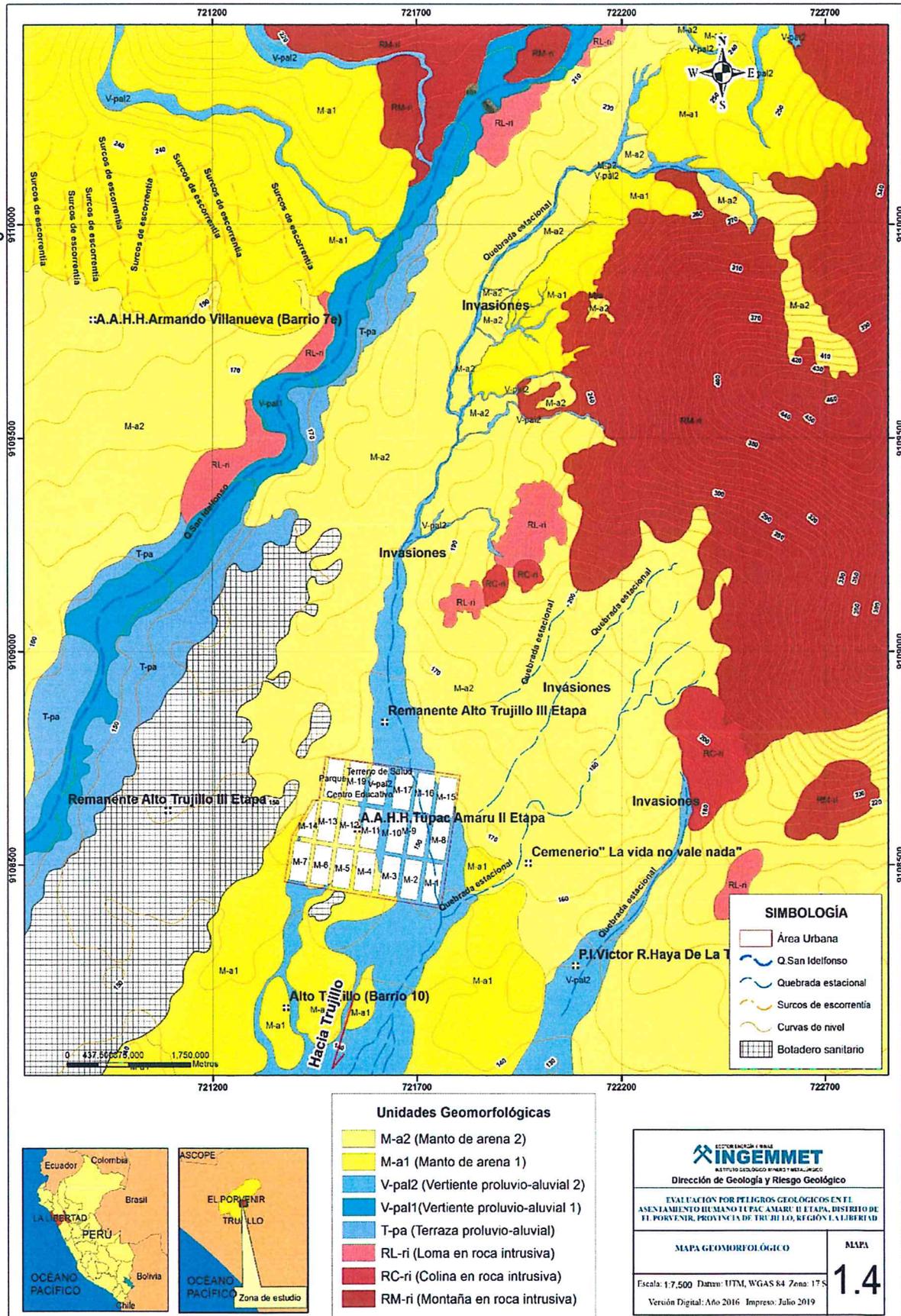


Figura 12. Mapa de Geomorfología local de la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia 2019

5. GEOLOGÍA

Se ha utilizado como base de trabajos anteriores realizados cerca de la zona de estudio, obteniendo la geología a escala 1:25 000 del boletín de riesgos geológicos N°A6769, elaborado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Medina, et al., 2017). Asimismo, se realizó el cartografiado geológico local a escala gráfica 1:7500, con la finalidad de delimitar y describir las principales unidades litológicas que afloran en las zonas estudiadas. También se analizó información geológica contenida en el Boletín geológico de los Cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa, (Hojas; 16-d, 16-e, 16-f, 17-e, 17-f, 18-f), Realizado por el Servicio de Geología y Minería (1976).

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

5.1. Geología regional

El área de estudio morfoestructuralmente se encuentra al fin de la plataforma costanera o continental y antes de iniciar las estribaciones andinas de la Cordillera Occidental de los Andes.

Regionalmente en la zona de estudio afloran como basamento rocoso del Eoceno, asociaciones intrusivas de la Formación Centinela, conformada por granodioritas de textura inequigranular.

Finalmente, suprayaciendo a estas secuencias en discordancia erosional y angular, se encuentran los depósitos Cuaternarios conformados por Depósitos eólicos.

5.2. Geología estructural

La zona de estudio presenta altos estructurales de intrusivos fracturados, debido al ascenso de magmatismo ocurrido en el Paleógeno-Neógeno, aflorando en superficie conformando el actual relieve. Fuente: SGM, 1976 corroborado en campo sin observaciones de otras estructuras predominantes.

5.3. Geología local

Se realizó el reconocimiento y delimitación de las unidades geológicas que afloran en la zona urbana y en los alrededores el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en su respectivo mapa geológico (Figura 17) y (Mapa 1.5-Anexo) y que a continuación se describen:

a) Rocas intrusivas

- Asociación intrusiva de Granodioritas del Volcánico Centinela (P-gd/ce):

Granodioritas de color gris blanquecina, holocristalina, leucocrata, inequigranular, grano medio con cristales Plagioclasa y Cuarzo, son del Paleógeno, afloran al norte, noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa (Figura 13).

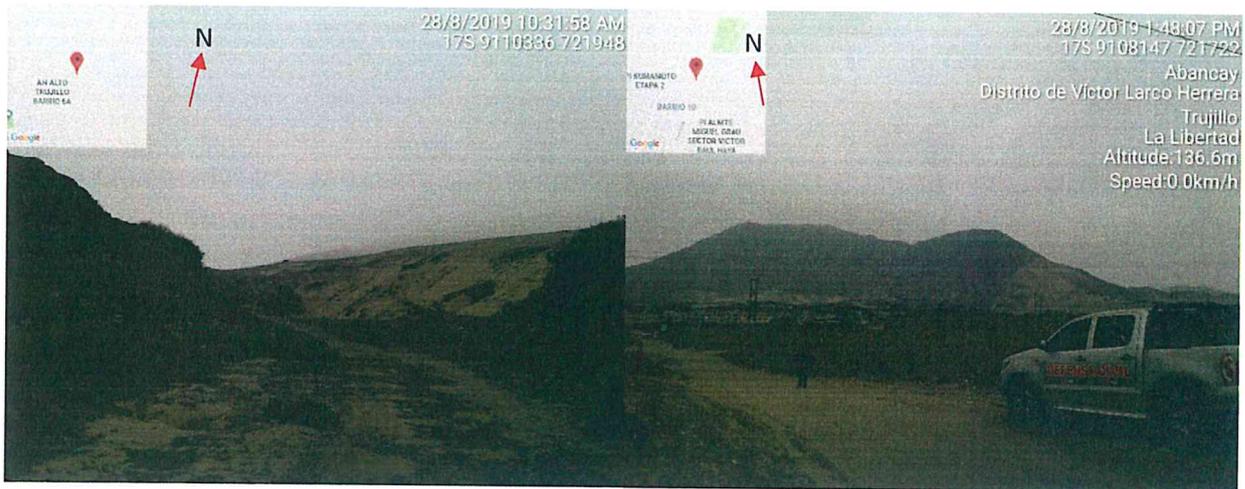


Figura 13. Roca granodiorita fresca fracturadas con rumbo: EO y buzamiento: NS (zona de la quebrada San Idelfonso-A), presentándose muy fracturada, moderadamente alterada al norte y noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru(B). Fuente: Elaboración Propia 2019

b) Depósito proluvio-aluvial (Qh-pal1)

Son materiales más antiguos que los depósitos proluvio-aluviales descritos anteriormente(Qh-pro-al1), están conformados por gravas angulosas de origen volcánico e intrusiva en matriz arenosa gruesa semicompacta e intercalaciones de secuencias de arena fina, pues en las partes altas afloran cuerpos de granodiorias y rocas volcánicas de dacitas. Estos materiales se encuentran en las terrazas proluvio-aluvial de la quebrada San Idelfonso, suprayaciendo al basamento de granodiorita, sobre este depósito yacen los materiales eólicos. Presentan 6 a 8 m de espesor (Figura 12).



Figura 14. Depósitos proluvio-aluvial, conformando terrazas de la quebrada San Idelfonso, suprayaciendo al basamento rocoso intrusivo(Granodiorita), sobre este depósito yacen los materiales eólicos (Qh-e2). Fuente: Elaboración propia 2019

c) Depósito proluvio-aluvial (Qh-pal2)

Son depósitos cuaternarios conformado por sedimentos depositados rápidamente por corrientes de quebradas estacionales en épocas de lluvias extremas, estos materiales se encuentran depositados en el lecho de la quebrada San Idelfonso, conformados por gravas subredondeadas a angulosas, de origen intrusivo y volcánicos, sedimentarios en matriz areno limosa, con intercalación de arenas gruesas y finas, de compacidad relativa suelta a semicompacta. Presentan 2m a 3 m de espesor (Figura 15).



Figura 15. Depósitos proluvio-aluvial, acumulados en el cauce de la quebrada San Idelfonso. Fuente: Elaboración Propia 2019

d) Depósito proluvio-aluvial (Qh-pal3)

Son materiales transportados por quebradas muy jóvenes, están conformados por sedimentos finos compuestos por arenas limosas grises, con tonalidad parduzca amarillenta, con escasa gravillas de origen intrusivo, pues en las partes altas afloran cuerpos de granodiorias cubiertos por mantos de dunas semicompactas (Qh-e1) y sueltas(Qh-e2). Estos materiales se encuentran en el lecho de la quebrada que surca el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y alrededores, en dirección N-S. Presentan 1.5m a 2m de espesor (Figura 16).

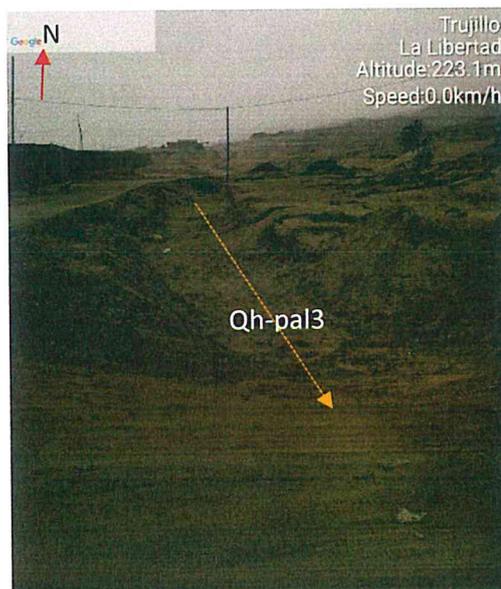


Figura 16. Depósitos proluvio-aluvial(Qh-pal3), acumulados en el cauce de la quebrada estacional que surca o disecta al A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y sus alrededores. Fuente: Elaboración Propia 2019

e) Depósito eólico (Qh-e1)

Son depósitos Cuaternarios conformado por arenas finas de mantos de dunas, depositados en las laderas de las montañas y transportados por la actividad eólica identificados al norte y oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru II, presentan compacidad relativa suelta a semicompacta. Presentan compacidad relativa suelta a semicompacta (Figura 17).



Figura 17. Depósito eólico(Qh-e2) semicompacto, depositado sobre las faldas de las montañas intrusivas alteradas en forma de lomas de dunas, con espesores de 15 m a 25 m (A) y al oeste y este del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, con espesores de 3m a 6 m de espesor (B y C). Fuente: Elaboración propia 2019 y Google Earth, abril 2017

e) Depósito eólico (Qh-e2)

Son depósitos Cuaternarios conformado por arenas finas de mantos de dunas, depositados en las laderas de las montañas y transportados por la actividad eólica identificados al norte y oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Presentan compacidad relativa suelta a muy suelta y espesores comprendidos con 3m, 6m y 15 m (Figura 18).



Figura 18. Depósito eólico(Qh-e2), sueltos a muy sueltos, acumulados al norte (A), noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa (B y C). En forma de mantos con algunas ondulaciones. Fuente: Elaboración Propia 2019

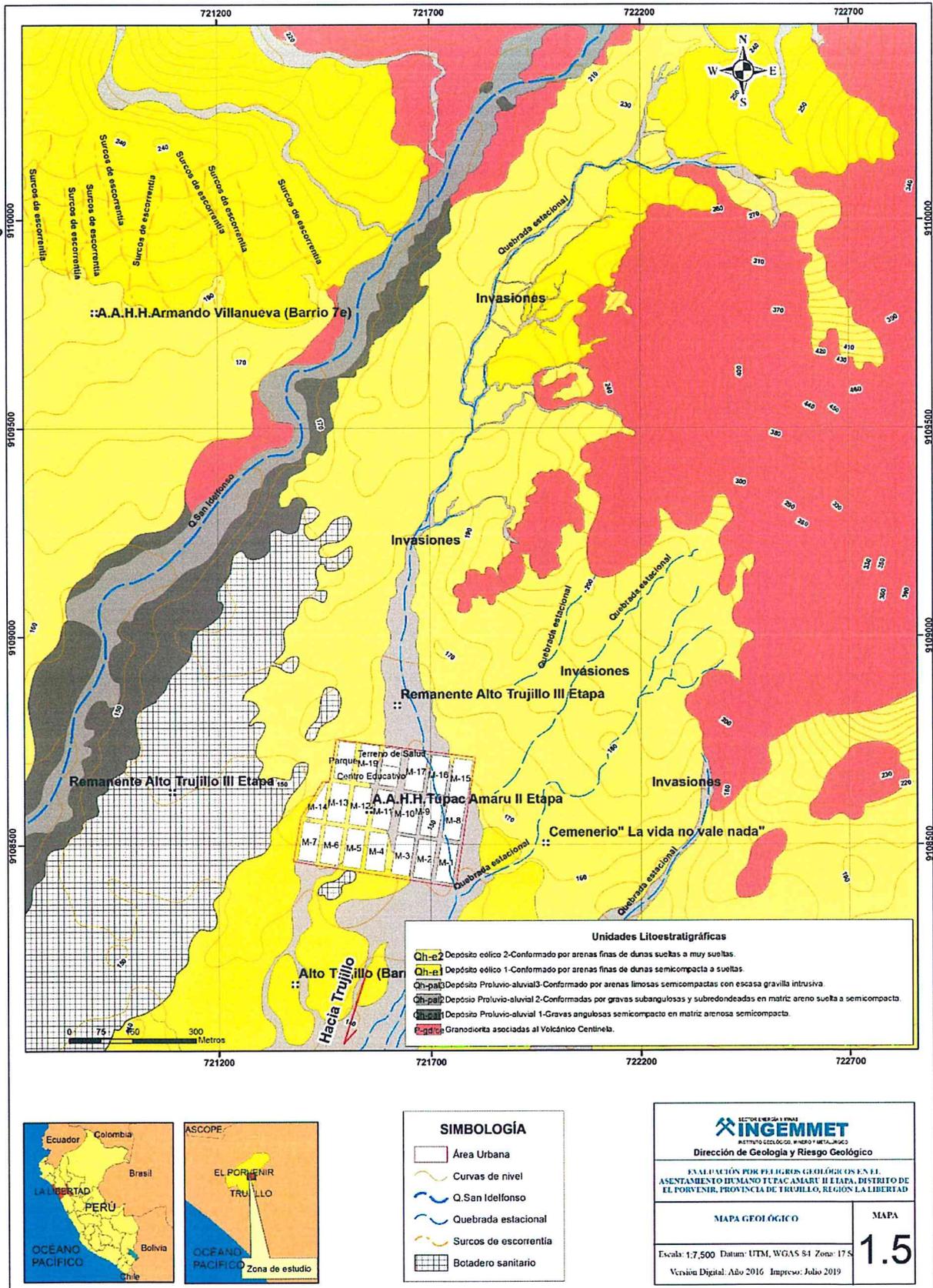


Figura 19. Mapa de Geológico local de la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia 2019

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 al analizar los factores condicionantes como: la pendiente, estructuras, geomorfología, geología, tipo de suelo etc., y los factores desencadenantes tales como: sismo, precipitaciones, actividades antrópicas, permite tener una idea clara de las condiciones físicas del terreno y como han actuado los procesos geodinámicos externos como la meteorización y erosión, que contribuyen a la ocurrencia de eventos y/o peligros geodinámicos.

6.1. Caracterización de peligros geológicos

El peligro es todo evento, hecho, suceso potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, ocurra en un lugar específico y en un tiempo dado con cierta intensidad y frecuencia.

Los peligros geológicos han sido identificados y se reconocidos según a la clasificación de Varnes, D. J, (1978).

Los peligros geológicos identificados y delimitados en campo, mediante el cartografiado geodinámico e interpretación e imágenes satelitales de Google Earth, Sas Planet y fotografías, etc., ayudaron a reconocer que el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y alrededores, está expuestos a:

-Flujos de lodo (huaicos):

Estos discurren por el cauce de la quebrada estacional donde se asienta parte de la población del A.A.H.H. Túpac Amaru, II etapa, se activan en periodos de lluvias excepcionales o extremas afectándolo. Estos flujos de lodo, se dispersan en la parte baja del sector este del distrito de El Porvenir, llegando a los sembríos de caña de azúcar del distrito de Laredo.

También se identificó algunas zonas bajas en la parte oeste del sector estudiado donde se asienta la población de Alto Trujillo III Etapa, interpretando que son pequeños cauces de escorrentías superficiales que se activaron con las lluvias extremas del evento Niño Costero del año 2017, que también causó inundación y desastres en la población.

-Flujos de detritos (huaicos):

Se identificó material susceptible a flujos de detritos por reactivación de la quebrada San Idelfonso en periodos de lluvias extremas que bajan en dirección N-S, hacia el distrito de El Porvenir y de Trujillo. Se encuentra a 760m al oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru, quedando dicha zona de estudio fuera de exposición al peligro.

-Arenamiento:

En las partes altas, se ubican mantos de arena que por actividad eólica pueden causar arenamiento y pueden afectar a las viviendas que se ubican al pie de las laderas de la montaña ubicada al norte y noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa (invasiones), también se identificó a inmediaciones del A.A.H.H. Armando Villanueva (Barrio 7e).

De igual forma estas viviendas pueden sufrir asentamientos ya que los suelos son incompetentes y tienen baja capacidad portante.

6.2. Análisis de causas de los peligros geológicos

El peligro analizado en la zona de estudio es por flujos de lodo, arenamiento e inundación pluvial. Para todos estos peligros geológicos se analizaron sus factores condicionantes y desencadenantes como causantes de su ocurrencia o probable ocurrencia de dichos eventos.

-Flujos de lodo:

Estos eventos identificados en la quebrada estacional que disecta de NS, al A.A.H.H. Túpac Amaru, presentan los siguientes factores condicionantes:

- a) Litología de depósito proluvio-aluvial fino y eólico, el primero conformado por arenas limosas gris amarillentas y el segundo por arenas finas sueltas y semicompactas, susceptibles a remoción, expuestos en el cauce de la quebrada donde se asienta dicho poblado.
- b) Pendientes descendentes de 23° a menor a 7°.
- c) Vegetación: escasa.

Su factor desencadenante son los caudales anómalos en periodos de precipitaciones extremas generadas durante el evento de El Niño Costero 2017, que reactivó dicha quebrada transportando estos flujos de lodo a zonas más bajas afectando y humedeciendo sus viviendas.

El elemento expuesto son las viviendas del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y alrededores, que se encuentran asentadas en el cauce y en sus márgenes de esta pequeña quebrada estacional plana por donde descienden los flujos de lodo.

-También al oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y Alto Trujillo (Barrio 10), se identificaron surcos por donde discurren flujos de lodo por reactivación de las escorrentías superficiales en periodos de lluvias extremas, sus factores condicionantes son:

- a) Litología de depósitos eólicos conformados por arenas finas, de compacidad relativa suelta a semicompacta.
- b) Geomorfología conformada por mantos eólicos en superficie ondulada surcada por escorrentías superficiales.
- c) Invasión de cauces de escorrentías superficiales por la población del sector oeste y suroeste del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa y alrededores.
- d) Pendiente con intervalos entre 14° y 7° de inclinación.

Su factor desencadenante es el aumento de caudales de las quebradas estacionales por precipitaciones extraordinarias presentes en el evento de El Niño Costero del 2017.

El elemento expuesto son las viviendas del sector oeste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y viviendas del A.A.H.H. Alto Trujillo (Barrio 10), que han invadido zonas de cauces de escorrentías superficiales y a la vez las han obturado pudiendo desencadenar inundaciones en estas zonas.

-Arenamiento:

Para el peligro por arenamiento sus factores condicionantes analizados son:

- a) Litología de depósito eólico conformado por arenas finas de compacidad relativa suelta a muy suelta.
- b) Geomorfología de mantos de arena de 15m a 3m de altura donde se asienta una zona de expansión urbana, en la zona baja por donde discurre la quebrada estacional se identificó parcialmente un manto de arena de 0.50 m de altura aproximadamente.
- c) Pendientes de 23 a 31° y en zonas bajas las pendientes son menores a 7°.

Su factor desencadenante son los vientos fuertes o un sismo de mayor magnitud que pueden afectar a las viviendas más cercanas expuestas a este peligro.

El elemento expuesto son las viviendas de la zona de expansión urbana (invasiones) que vienen poblando los mantos de arena, si se construyen viviendas de material noble, sufrirán asentamientos por estar asentadas en arenas sueltas, de baja capacidad portante.

-Flujos de detritos:

Los materiales susceptibles a ser acarreados como flujos de detritos identificados en la quebrada San Idelfonso, reconocidos fuera de la zona de influencia de los peligros identificados en el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa.

Presenta los siguientes factores condicionantes:

- a) Litología de depósito proluvio-aluvial conformado por gravas angulosas en matriz arenosa con lentes areno limosos, ubicado en el cauce de la quebrada San Idelfonso.
- b) Geomorfología conformada por el cauce de la quebrada San Idelfonso y terrazas proluvioaluviales susceptibles a ser erosionadas por reactivación de la quebrada en mención.
- c) Pendientes menores a 23°.
- d) Población ubicada en la parte baja del cauce de la quebrada San Idelfonso.

Su factor desencadenante son las precipitaciones extremas presentes en periodos del evento de El Niño Costero 2017.

El elemento expuesto es la población del distrito de El Porvenir y Trujillo, ya que se asienta en el cono proluvio-aluvial de la quebrada San Idelfonso. (Esta zona está fuera del área de estudio)

A continuación, se presentan algunas figuras donde se identificaron los siguientes peligros geológicos a los que se encuentran expuestos la población del A.A.H.H. Túpac Amaru, II etapa, también se pueden apreciar en el mapa de peligros geológicos (Mapa 1.6-Anexo):

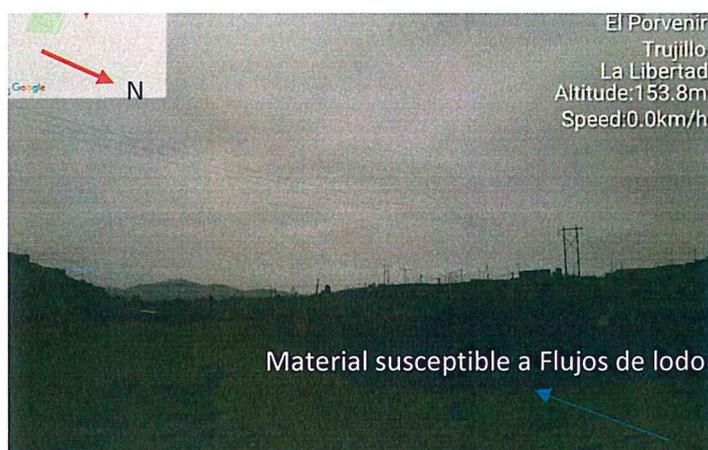


Figura 20. Identificación de material fino susceptible a ser acarreados como flujos de lodo por reactivación de quebrada estacional, donde se asientan una invasión ubicada hacia el noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Fuente: Elaboración Propia 2019



Figura 21. Identificación de zona susceptible a peligro por arenamiento en la invasión ubicada al noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa. Fuente: Elaboración Propia 2019



Figura 22. Vista de la zona baja por donde recorre el flujo de lodo por reactivación de la quebrada estacional, donde se asienta el A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa y alrededores. También se aprecia la zona de peligro por arenamiento en las faldas de las montañas donde hay expansión urbana actualmente. Fuente: Elaboración Propia 2019



Figura 23. Identificación de arenamiento en la parte norte del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, donde se encuentran terrenos construidos sobre mantos de arena situados en la parte baja de las laderas de las montañas. Fuente: Elaboración Propia 2019

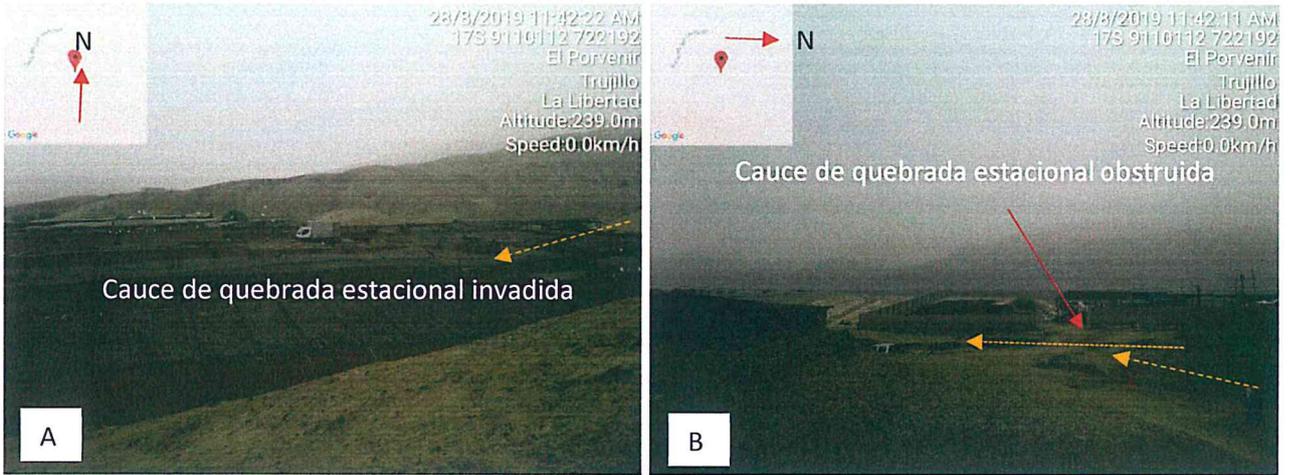


Figura 24. Vista de granjas de cerdos ubicadas en el cauce de la quebrada estacional ubicada al norte del A.A.H.H. Túpac Amaru II (A), de igual forma hay viviendas ocupado el cauce de la quebrada en mención(B). Fuente: Elaboración Propia 2019

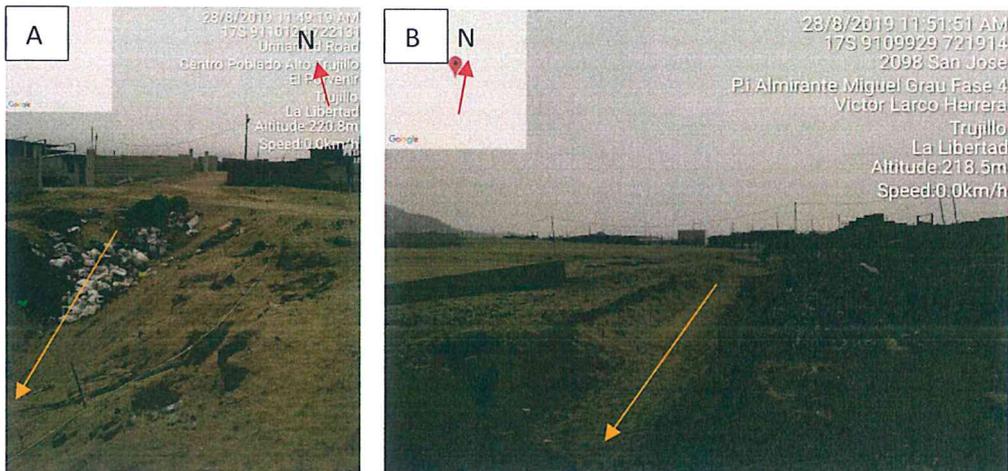


Figura 25. Vista del cauce por donde discurre la quebrada estacional en la parte alta de la zona de estudio (A), de igual forma hay viviendas ocupando el cauce de la quebrada en mención que en el año 2017 fueron afectadas (B). Fuente: Elaboración Propia 2019

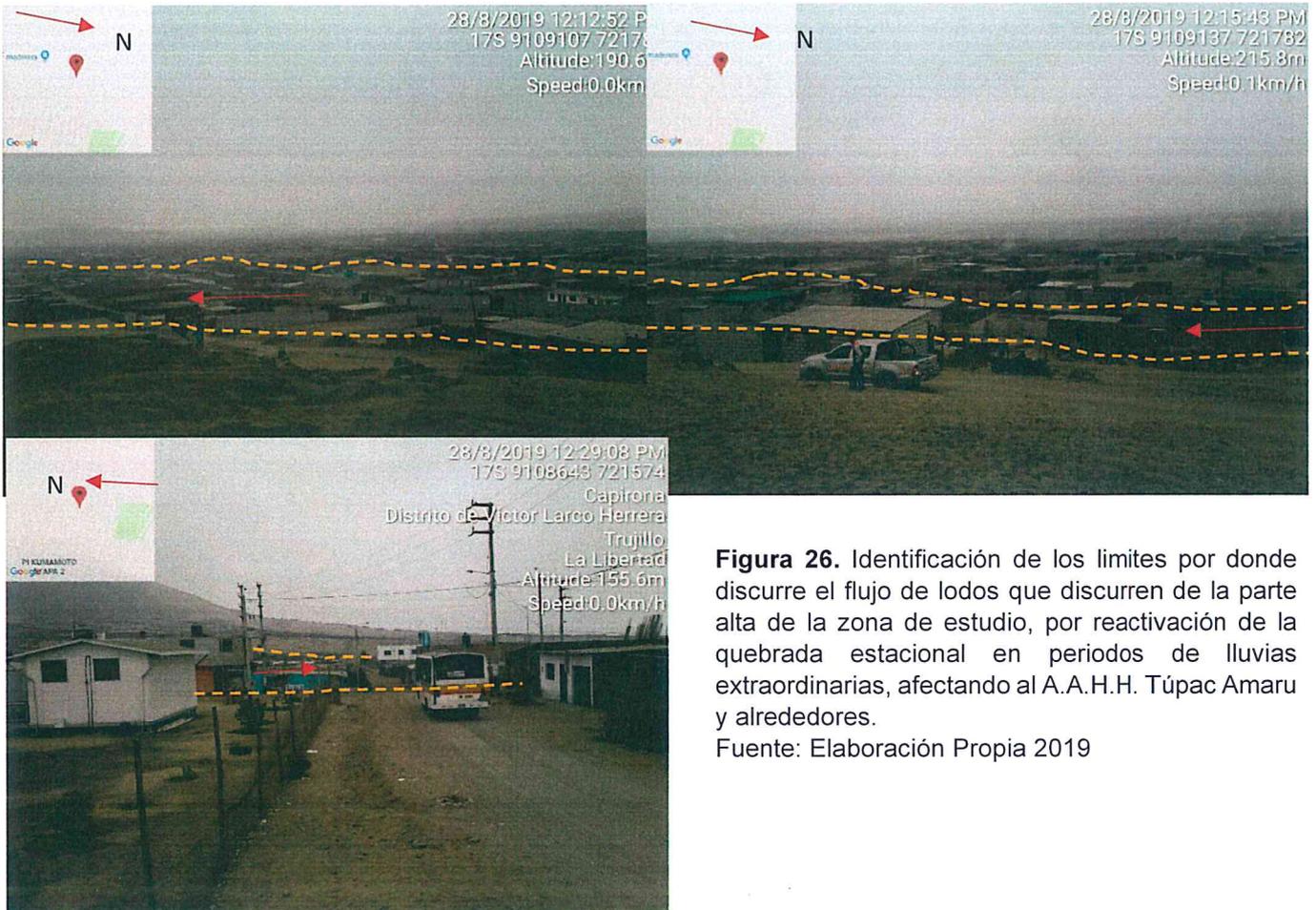


Figura 26. Identificación de los límites por donde discurre el flujo de lodos que discurren de la parte alta de la zona de estudio, por reactivación de la quebrada estacional en periodos de lluvias extraordinarias, afectando al A.A.H.H. Túpac Amaru y alrededores.

Fuente: Elaboración Propia 2019



Figura 27. Vista de la parte media por donde discurre los flujos de lodo de quebrada estacional que afectó a viviendas del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, debido a las lluvias del evento del Niño Costero del año 2017, que en su mayoría están construidas de adobe. Fuente: Elaboración Propia 2019

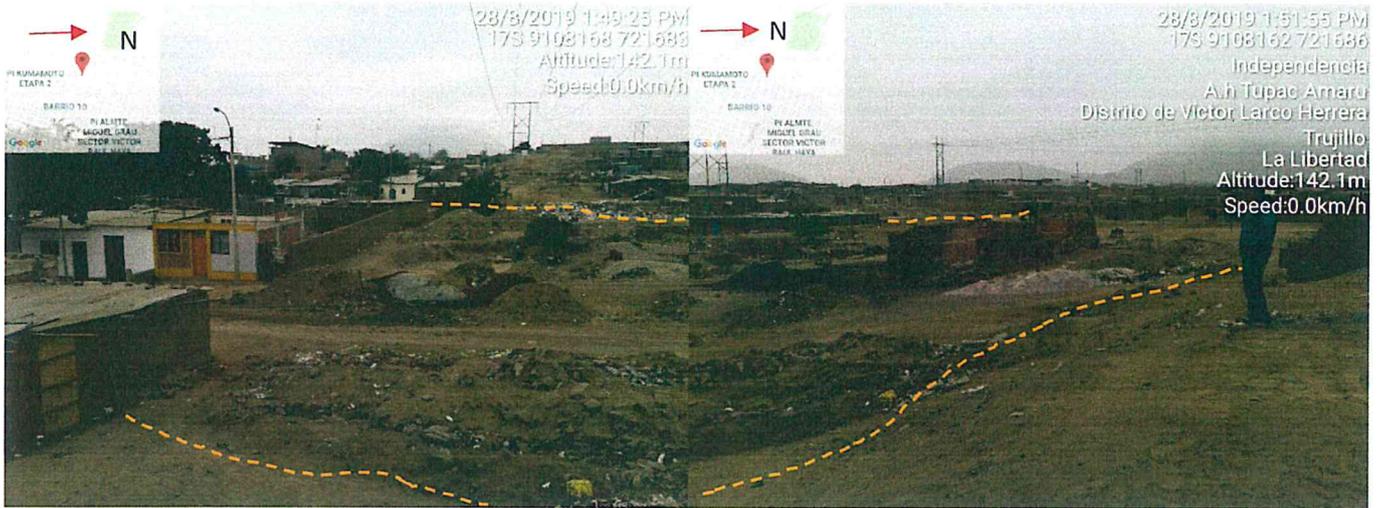


Figura 28. Vista de viviendas construidas en el cauce de la quebrada estacional (parte baja de la zona de estudio), donde además se encuentran ladrilleras que fueron afectadas por flujos de lodo por reactivación de la quebrada en mención en épocas de lluvias extremas, llegando hasta los sembríos de caña de azúcar del distrito de Laredo. Fuente: Elaboración propia 2019



Figura 29. Vista de imágenes satelitales de Google Earth, del año 2011(A) y del año 2019(B) que sirvieron para delimitar y diferenciar el verdadero surco por donde recorre la quebrada estacional, e identificar las zonas afectadas del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa y alrededores. Fuente: Elaboración propia 2019

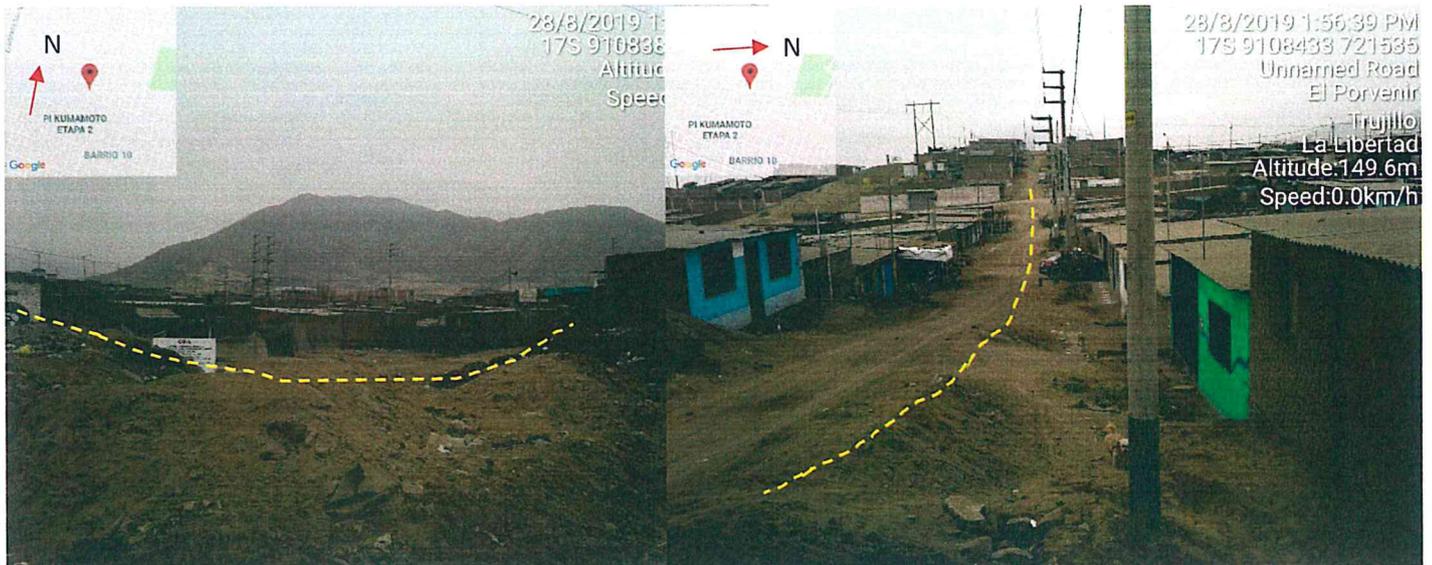


Figura 30. Vista de superficie ondulada en el sector oeste (Alto Trujillo III Etapa), por donde discurren flujos de lodo en periodos de lluvias extremas por evento de El Niño, al ser obturado por desmonte (relleno antrópico) estas partes depresivas son susceptibles a inundación pluvial, se ubican al oeste de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia 2019

Figuras de otros peligros geológicos identificados en campo:



Fotografía 31. Identificación de partes bajas antropizadas debido a actividades del hombre por explotar material de terrazas de la quebrada San Idelfonso, como agregado para la construcción. Esta área se identificó fuera de la zona de estudio y es susceptible a inundación pluvial (a 1.2 km hacia el suroeste del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa). Fuente: Elaboración propia 2019



Figura 32. Vista del dique artesanal colapsado por los flujos de detritos transportados por las aguas de la quebrada San Idelfonso reactivada por las lluvias extremas del evento Niño Costero 2017. Aguas arriba actualmente hay material susceptible a ser acarreados como flujos de detritos por una nueva reactivación de la quebrada en mención. Fuente: Elaboración propia 2019



Figura 33. En la parte baja de la quebrada San Idelfonso (Ingreso al distrito de El Porvenir) se identificó materiales consolidados, procedentes de flujos de detritos antiguos depositados por la quebrada San Idelfonso, en la figura del lado derecho se aprecia escombros y basura en el cauce de la quebrada, esta al ser reactivada los transportaría cotas abajo junto con el flujo de detritos afectando a la población de El distrito de El Porvenir. Fuente: Elaboración propia 2019

Cabe precisar que la población asentada bajos los mantos de arena en el sector Alto Trujillo situado a 400 al noroeste de la margen derecha de la quebrada San Idelfonso es susceptible a ser afectado por flujos de lodo desencadenado por lluvias extrema en periodos de evento El Niño y arenamiento desencadenado por los vientos fuertes o sismos de mayor magnitud, esos suelos tienen muy baja capacidad portante para cimentar viviendas, pues son arenas con baja compacidad relativa.

A continuación, se presenta en los siguientes cuadros, el registro de los peligros geológicos registrados en el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, con sus respectivas recomendaciones:

Cuadro 02
 Registro de peligro geológico por flujos de lodo en el A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL A.A.H.H. TÚPAC AMARU II ETAPA							
Item	Peligro Geológico	Ubicación y Descripción	Causas	Elementos expuestos y consecuencias (Daños)	Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S	Zona con:	Recomendaciones
1	Flujos de lodo	Presentes en la quebrada estacional que disecta de NS, al A.A.H.H. Túpac Amaru y nace en la parte alta del sector en la coordenada UTM: 722290E, 722290N, 220 m.s.n.m., a 1.7km hacia el norte del asentamiento en mención.	litología compuesta por materiales finos proliuvio-aluviales y eólicos en el cauce de la quebrada. Pendientes menores a 5° de inclinación, el factor desencadenante sería el aumento de caudales anómalos por precipitaciones extremas registradas en la zona de estudio en eventos del Niño	En la parte alta del sector afecta a granjas de cerdos y viviendas posicionadas en el cauce de dicha quebrada. Afecta también a viviendas en su mayoría de adobe del A.A.H.H. Túpac Amaru, II etapa y toda la población que ha invadido el cauce y las margenes de la quebrada aguas arriba. El área susceptible estimada a ser acarreado como flujos de lodo es de 15 ha con 135 000 m ³ aproximadamente.	Identificado a todo lo largo y ancho de la quebrada estacional que disecta a la zona urbana en estudio, la coordenada central es: 722693 E, 2108620 N. 141 m.s.n.m	Peligro muy Alto	Reubicación de la población, realizar un sistema de drenaje aluvial con diques de sedimentación en su cauce para que capte el sedimento y solo baje agua de las quebradas que llegan al asentamiento y desviarlas hacia la quebrada principal mas proxima (Previo a obras de prevención y reforzamiento de laderas de la quebrada San Ide Iñonso por las autoridades competentes). Al realizar esta medida se debería realizar también un drenaje pluvial en las calles principales del distrito de El Porvenir-sector este (Aguas abajo) ya que la dirección de esta quebrada recorre hacia los sembríos de caña de azúcar del distrito de Laredo.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 03

Registro de peligro geológico por flujo de lodo en el A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLOGICO EN EL A.A.H.H. TUPAC AMARU, II ETAPA						
Item	Peligro Geológico	Ubicación y Descripción	Causas	Elementos expuestos y consecuencias (Daños)	Zona con:	Recomendaciones
				Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S		
2	Arenamiento y flujos de lodo	Arenamiento y escasos flujos de lodo identificado a 554m al noreste del A.A.H.H. Túpac Amaru donde se asientan viviendas de pobladores que han invadido zonas de mantos de arena ubicados en las faldas de las montañas. Se identifico arenamiento y a la vez flujos de lodo a 717m hacia el este del asentamiento en mención donde se asienta población en los mantos de arena y en el cauce de quebradas estacionales.	Litología compuesta por arenas finas sueltas de dunas. Pendiente de mantos de arena menor a 35°. El factor desencadenante sería la gravedad, sismos de mayor magnitud, vientos. Para el flujo de lodo es el aumento de caudales y umbrales en periodos de lluvias extremas registradas en el evento de El Niño.	Viviendas asentadas en los mantos de arena con pendientes fuertes y en los cauces de quebradas estacionales ubicadas al noreste y este del A.A.H.H. Túpac Amaru.	Peligro muy Alto	Reubicar a la población que se encuentra en los mantos de arena y realizar el drenaje con diques de captación de sedimento en las quebradas estacionales. Todo ello bajo un estudio geotécnico, ejecución y supervisión de un especialista.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 04
 Registro de peligro geológico por flujos de lodos e inundación pluvial en el A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL A.A.H.H. TÚPAC AMARU, II ETAPA							
Item	Peligro Geológico	Ubicación y Descripción	Causas	Elementos expuestos y consecuencias (Daños)	Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S	Zona con:	Recomendaciones
3	Inundación pluvial y flujos de lodo	Se identificó a 129m y 267m hacia el suroeste del A.A.H.H. Túpac Amaru surcos de escorrentías inundadas por la población de este sector de Alto Trujillo que son susceptibles a reactivarse y desencadenar flujos de lodo. En esta misma zona se identificó opturación de surcos de quebradas con material de escombros y zona depresivas susceptible a inundación pluvial debido a lluvias extremas.	Litología compuesta por arenas limosas finas semicompactas transportados por escorrentías superficiales. Pendiente de mantos entre 7° y 14°, invasión de cauces de escorrentías superficiales. El factor desencadenante sería las lluvias extremas, y el aumento de caudales y umbrales en periodos de lluvias extremas registradas en el evento de El Niño.	Viviendas del sector Alto Trujillo II etapa y Alto Trujillo (Barrio 10), asentadas en superficie ondulada y en medio del cauce de escorrentías superficiales ubicadas al suroeste del A.A.H.H. Túpac Amaru.	Identificado la coordenada: 721535E, 9109433N, 138 m s.n.m.	Peligro Alto	Realizar obras de prevención como descolmatación de escombros en los surcos de quebradas ocasionales, Reubicar a la población que se encuentra en el acuce de las quebradas, realizar el drenaje pluvial respectivo en las calles de dicho sector con dirección según la pendiente a la quebrada principal mas cercana. Todo ello bajo un estudio geotécnico, ejecución y supervisión de un especialista.

Fuente: Elaboración propia 2019

A continuación, se presenta en el cuadro 05, un peligro geológico registrado en la quebrada San Idelfonso fuera de la zona de impacta del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa, pero que es importante citarlo en este informe ya que afecta a otros distritos:

Cuadro 05

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO IDENTIFICADO FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO							
Item	Peligro Geológico	Ubicación y Descripción	Causas	Elementos expuestos y consecuencias (Daños)	Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S	Zona con:	Recomendaciones
4	Flujos de detritos	Identificados en la quebrada San Idelfonso ubicada a 725 m hacia el este del A.A.H.H. Túpac Amaru (Fuera de la zona de estudio, no la afecta). Pero es importante mencionar ya que se precia en los planos y es una quebrada que se activa recurrentemente en los periodos de lluvias extremas en el evento de El Niño y afecta al distrito de El Porvenir, Trujillo llegando como flujos de lodo hacia el distrito de Víctor Larco.	Material anguloso en matriz areno limosa presentes en el cauce de la vertiente proluvio-aluvial, propenso a ser acarreado desde las partes altas de las quebradas, pendientes medias con dirección hacia el área urbana del distrito de El Porvenir. El factor desencadenante es el aumento de caudales anómalos por precipitaciones extremas registradas en la zona de estudio en eventos de El Niño.	Flujos de detritos identificados en la quebrada San Idelfonso (Fuera de la zona de impacto del A.A.H.H. Túpac Amaru). El área susceptible estimada de material susceptible a flujos de detritos es de 87 ha, con espesores de 2.3 m aproximadamente, donde se expone la seguridad física del distrito de El Porvenir y Trujillo, llegando como flujos de lodo hacia el distrito de Víctor Larco.	Flujos de detritos identificados en la quebrada San Carlos en las coordenadas de referencia: 720944E, 9108924 N, 133 m.s.n.m.	Peligro Inminente por flujos de detritos en la quebrada San Idelfonso.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reubicación de viviendas aguas abajo por donde puede pasar la construcción de un canal de concreto armado. 2. Realizar mallas dinámicas empotradas en roca, ubicadas en la zona de acarreo de material gruesos y bloques en las microcuencas ubicadas en las partes altas de la cuenca principal para que contengan dichos materiales. 3. Después de este transecto ubicar un primer dique tipo presa con sus respectivas compuertas verticales o de reboso ubicada en la parte media donde se unen estas dos microcuencas, debe empotrada con cables de anclaje en roca, luego realizar un segundo dique tipo presa y de la misma manera (en el mismo lugar del dique artesanal colapsado) empotrado en roca con cara vista de concreto armado. 4. Entre el primero y el segundo dique realizar pedraplenes de roca y concreto armado empotrados al lecho y a la roca que aflora en los márgenes para retener sedimentos mas finos. Los diques tipo presa pueden ser de altura según un estudio hidráulico. Puede ser de 6 m a 8 m de alto, y los pedraplenes de 2.5 m de alto). Todo ello debe hacerse previo a un estudio hidráulico y geotécnico, su ejecución y supervisión desarrollada por especialistas. 5. Finalmente el ultimo dique tipo presa debe de estar unido a un drenaje de concreto armado (canal) en medio o a un extremo del cauce de la quebrada hasta el cementerio manpuest o mucho antes de este, para dirigirlo hacia la quebrada León o en dirección hacia la panamericana norte, controlando sus caudales hacia el mar para que no inunde las partes del frente del litoral o si es posible reubicar a esta población para minimizar algun impacto. 6. Prohibir y multar la deposición de desmonte y de basura en la quebrada pues estos materiales son acarriados por ella. 7. No poblar zonas de cauce ni márgenes de quebradas. 8. Las medidas de prevención recomendadas o las que estan por hacerse sean sistemáticas e integrales con otros distritos para salvaguardar la seguridad de la población. 9. Realizar drenaje pluvial en las calles de los distritos afectados por las lluvias extremas registradas en los eventos de El Niño.

Fuente: Elaboración propia 2019

CONCLUSIONES

- a) El A.A.H.H. Túpac Amaru se encuentra asentada sobre la subunidad geomorfológica de vertiente proluvio-aluvial joven (cauce de quebrada estacional), con pendiente menores a 23° en las partes altas y 7° en la parte más baja.
- b) El A.A.H.H. Túpac Amaru se encuentra asentada sobre depósito proluvio-aluvial fino (Qh-pal), conformado por arenas limosas parduzcas semicompactas con escasa gravilla intrusiva.
- c) El A.A.H.H. Túpac Amaru y sus alrededores se encuentra expuesto a:
- Inundación pluvial y flujos de lodo identificado a 129 m al oeste y 267 m al suroeste del A.A.H.H. Túpac Amaru.
 - Flujos de lodo provenientes de las quebradas estacionales secundarias hacia la quebrada estacional principal que discurren de norte a sur, afecta a las viviendas de adobe de este asentamiento y sigue con dirección a los sembríos de caña del distrito de Laredo. Este evento se activa en periodos de lluvias extremas del fenómeno El Niño, siendo el área estimada de material susceptible a ser acarreado de 15 ha, con un volumen de 135 000 m³.
 - Arenamiento a 554 m hacia el noreste y 717 m hacia el este del asentamiento en estudio, identificado en las partes altas de la zona, donde se asientan viviendas en los mantos de arena, con 125 ha.
 - A inmediación del A.A.H.H. Armando Villanueva (Barrio 7e), se estimó un área de manos de arena de 45 ha.
 - Material fino susceptibles a ser acarreados como flujos de lodo por la quebrada estacional ubicada a 717 m hacia el este del asentamiento humano en estudio, donde se asienta viviendas en su cauce, estimando un área de 6ha con un volumen de 54 000 m³.
 - Se identificó fuera de la zona de estudio, material proluvio-aluvial, susceptible a ser acarreado como flujos de detritos y afectar aguas abajo a los distritos de El Porvenir, Trujillo, llegando como flujos de lodo a afectar el distrito de Víctor Larco Herrera, el área estimada de estos materiales sueltos en el lecho de la quebrada San Idelfonso es de 87ha, con un volumen de 2 001 000m³ aproximadamente
- d) Según las evidencias en campo:
- El nivel de peligro geológico de tipo flujos de lodos en la zona de estudio y sus alrededores de influencia es considerado como Muy alto, según el análisis de sus causas, elementos expuestos y daños ocasionados o probables.
 - El peligro geológico de tipo arenamiento identificado en los alrededores de la zona de estudio es considerado como Alto.
 - El peligro por inundación pluvial por obturación de cauces de escorrentías superficiales en el sector Alto Trujillo III etapa, identificado al este y sureste de la zona de estudio es considerado como Alto, Al igual que los flujos de lodo que discurren por esta zona.

- El nivel de peligro geológico por flujos de detritos (huaico) identificados fuera de la zona de impacto del A.A.H.H. Túpac Amaru, II Etapa, es considerado como **Inminente**.
- e) Según la Norma E.030 de “Diseño Sismo Resistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica 04, 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 0.45, determinándose que las viviendas a construir deben estar hechas con cualquier sistema estructural como: acero y concreto de sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armado o confinada, para atenuar los esfuerzos de corte por vibración de ondas sísmicas.

RECOMENDACIONES

- a) Las medidas estructurales para la prevención y reducción del peligro geológico recomendadas en el ítem de geodinámica (Cuadro 2, 3, 4 y 5), deben ser ejecutadas y supervisadas por un especialista, previo a un estudio geotécnico que reúna todas las especificaciones técnicas para la ejecución de estas para salvaguardar la seguridad física de la población.
- b) Las autoridades competentes como: El gobierno local, distrital, regional y ministerio de agricultura, deben plantear un sistema de drenaje integral en conjunto con los demás distritos afectados por la reactivación de quebradas en periodos de lluvias extremas registradas en los eventos de El Niño, de forma correcta, de tal manera que no sean impactadas por los peligros geológicos estudiados, contribuyendo a la prevención del riesgo de desastres por peligros de origen natural y al desarrollo de las comunidades.
- c) No se deben construir viviendas en los cauces de quebradas, ni en sus márgenes de ellas, reubicar a la población que se encuentra asentada en ellas desde sus cabeceras (ver mapa 1.6-Anexos).
- d) Mantener limpios los cauces de las quebradas o multar a los que vierten escombros y basura en ella.
- e) Se debe controlar la explotación de materiales para la construcción en la quebrada San Idelfonso, ya que dejan material susceptible a ser acarreado como flujos de detritos por aumento de caudales de quebradas en periodos de lluvias extremas.


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

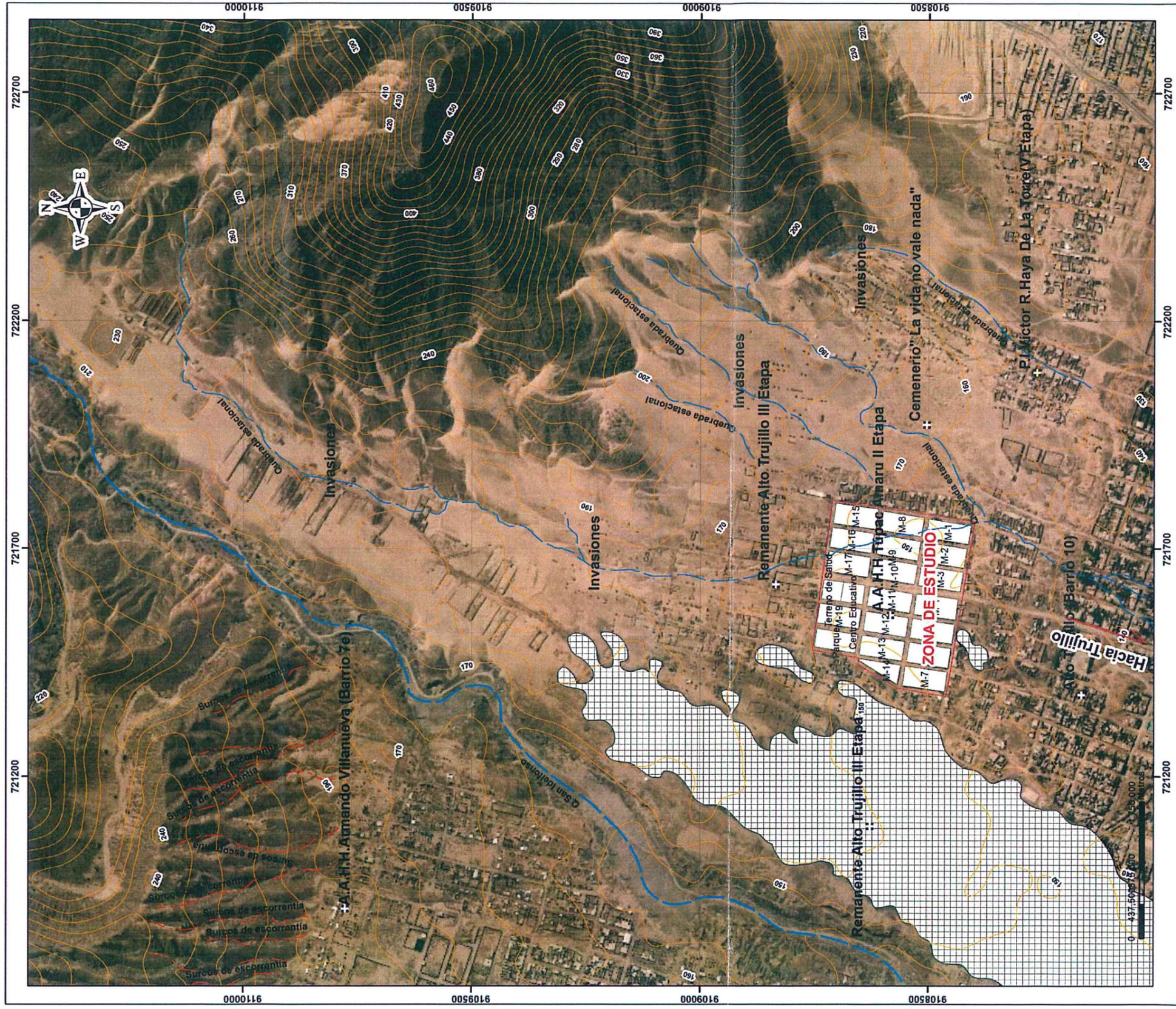
BIBLIOGRAFÍA

- 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., Nuñez, 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. ISBN 97884832-23895.
- Medina, L. Luque, G. & Pari, W. (2012). Riesgo Geológico en la Región La Libertad, Boletín N°50 serie C.
- Medina et al., (2017). Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en las regiones de La Libertad y Cajamarca, informe técnico N°A6769.
- Norma E-030, (2016): “Diseño Sismo Resistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo 003-2016-Vivienda.Lima-Perú.
- SENAMHI, (2017): Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Lima-Perú.
- SGM, (1967). Boletín N°17; “Geología del Cuadrángulo de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa” (hojas; 16-d, 16-e, 16-f, 17-e, 17-f,18-f) realizado por el servicio de geología y minería. Lima-Perú.
- Varnes, D. J, (1978) - Slope movements types and processes, en 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.
- Imágenes del navegador Google earth pro (2011-2019).

ANEXO

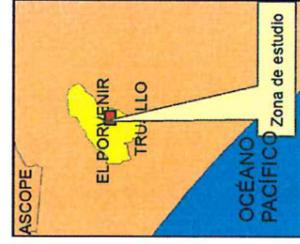
- **Mapas del A.A.H.H. Túpac Amaru II Etapa.**

- Mapa 1.1: Ubicación y Accesibilidad
- Mapa 1.2: Elevaciones
- Mapa 1.3: Pendientes
- Mapa 1.4: Geomorfológico
- Mapa 1.5: Geológico
- Mapa 1.6: Peligros Geológicos

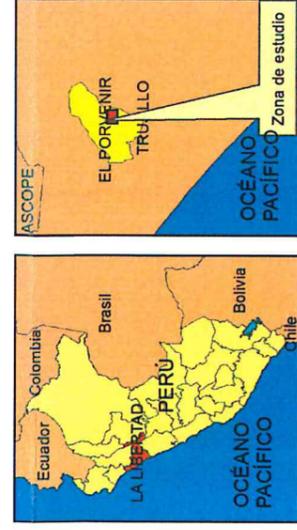
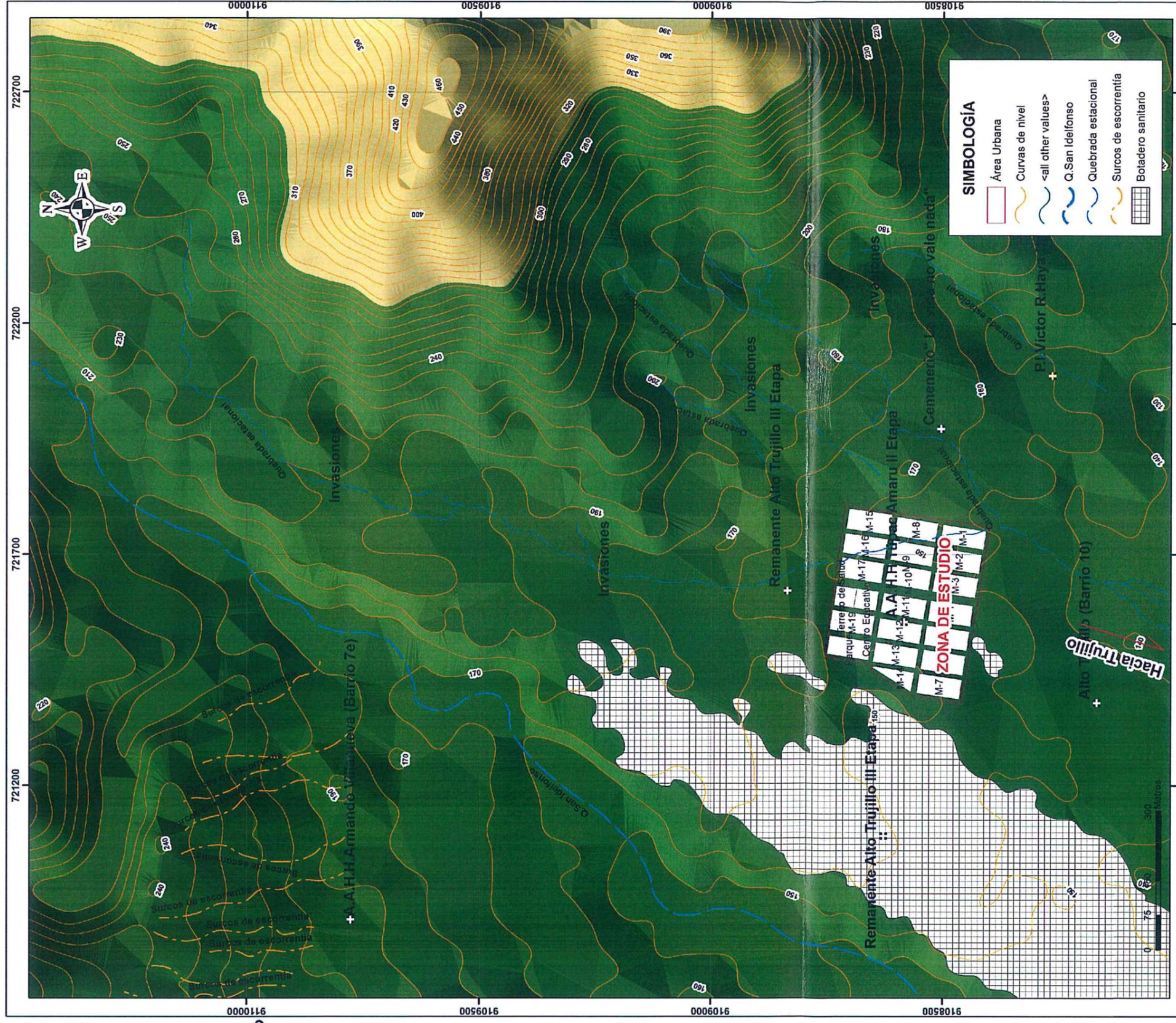


SIMBOLOGÍA

	Área Urbana
	Curvas de nivel
	<all other values>
	Q.San Idelfonso
	Quebrada estacional
	Surcos de escorrentía
	Botadero sanitario



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
Dirección de Geología y Riesgo Geológico	
EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARI II ETAPA, DISTRITO DE EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD	
MAPA DE UBICACIÓN	MAPA
<h1>1.1</h1>	
Escala: 1:7,500 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S Fecha de impresión: Noviembre 2019	

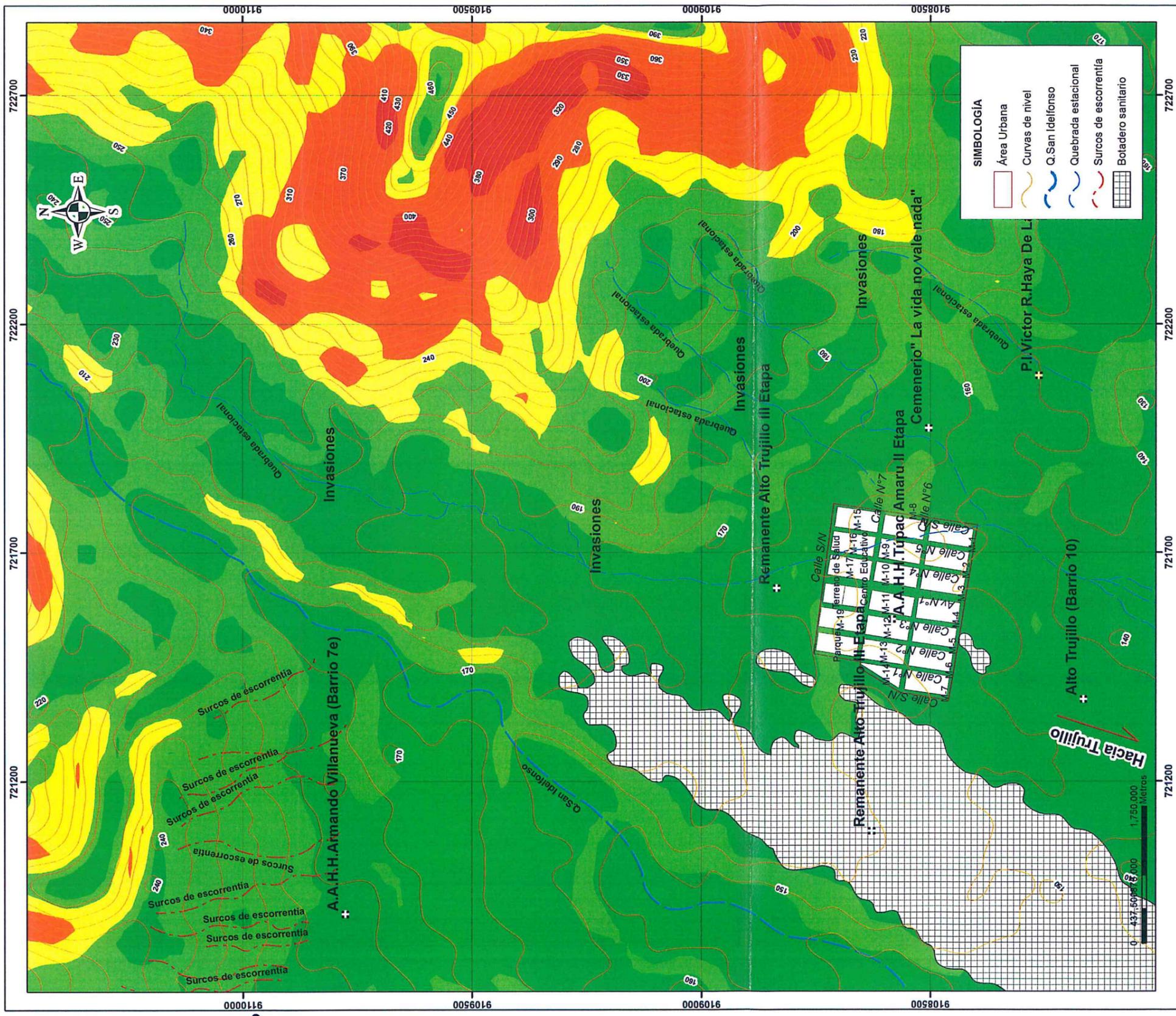


SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

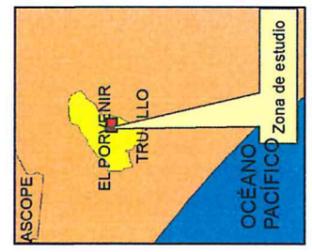
EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU II ETAPA, DISTRITO DE
EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE ELEVACIONES	MAPA
1.2	
Escala: 1:7,500 Datum: UTM, WGS 84 Zona: 17 S	
Fecha de impresión: Noviembre 2019	

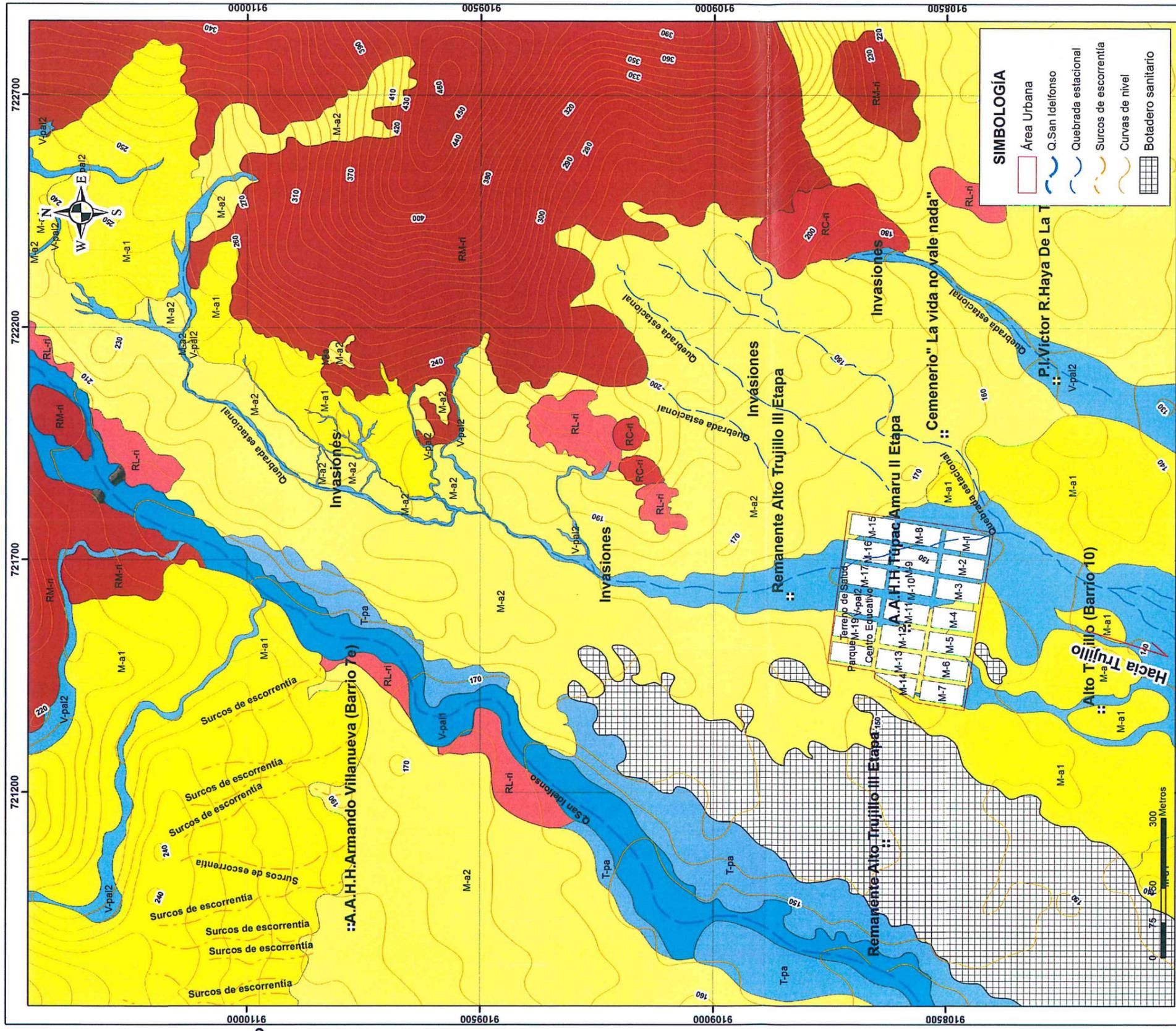


SIMBOLOGÍA	
	Área Urbana
	Curvas de nivel
	Q.San Idelfonso
	Quebrada estacional
	Surcos de escorrentía
	Botadero sanitario

SIMBOLOGÍA	
	$<7^\circ$
	$7^\circ-14^\circ$
	$14^\circ - 23^\circ$
	$23^\circ - 31^\circ$
	$31^\circ-62^\circ$

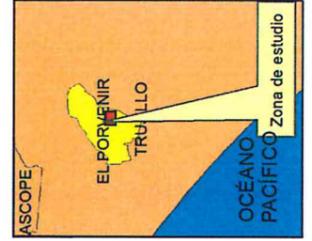


<p>INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>	
<p>Dirección de Geología y Riesgo Geológico</p>	
<p>EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLOGICOS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU II ETAPA, DISTRITO DE EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGION LA LIBERTAD</p>	
<p>MAPA DE PENDIENTES</p>	<p>MAPA</p>
<p>1.3</p>	
<p>Escala: 1:17,500 Datum: UTM, WGSAS 84 Zona: 17 S Fecha de impresión: Noviembre 2019</p>	



SIMBOLOGÍA	
[Red box]	Área Urbana
[Blue wavy line]	Q.San Idelfonso
[Blue dashed line]	Quebrada estacional
[Orange dashed line]	Surcos de escorrentía
[Yellow dashed line]	Curvas de nivel
[Grid pattern]	Botadero sanitario

Unidades Geomorfológicas	
[Light yellow box]	M-a2 (Manto de arena 2)
[Yellow box]	M-a1 (Manto de arena 1)
[Light blue box]	V-pal2 (Vertiente proluvio-aluvial 2)
[Blue box]	V-pal1 (Vertiente proluvio-aluvial 1)
[Light blue box]	T-pa (Terraza proluvio-aluvial)
[Pink box]	RL-ri (Loma en roca intrusiva)
[Red box]	RC-ri (Colina en roca intrusiva)
[Dark red box]	RM-ri (Montaña en roca intrusiva)



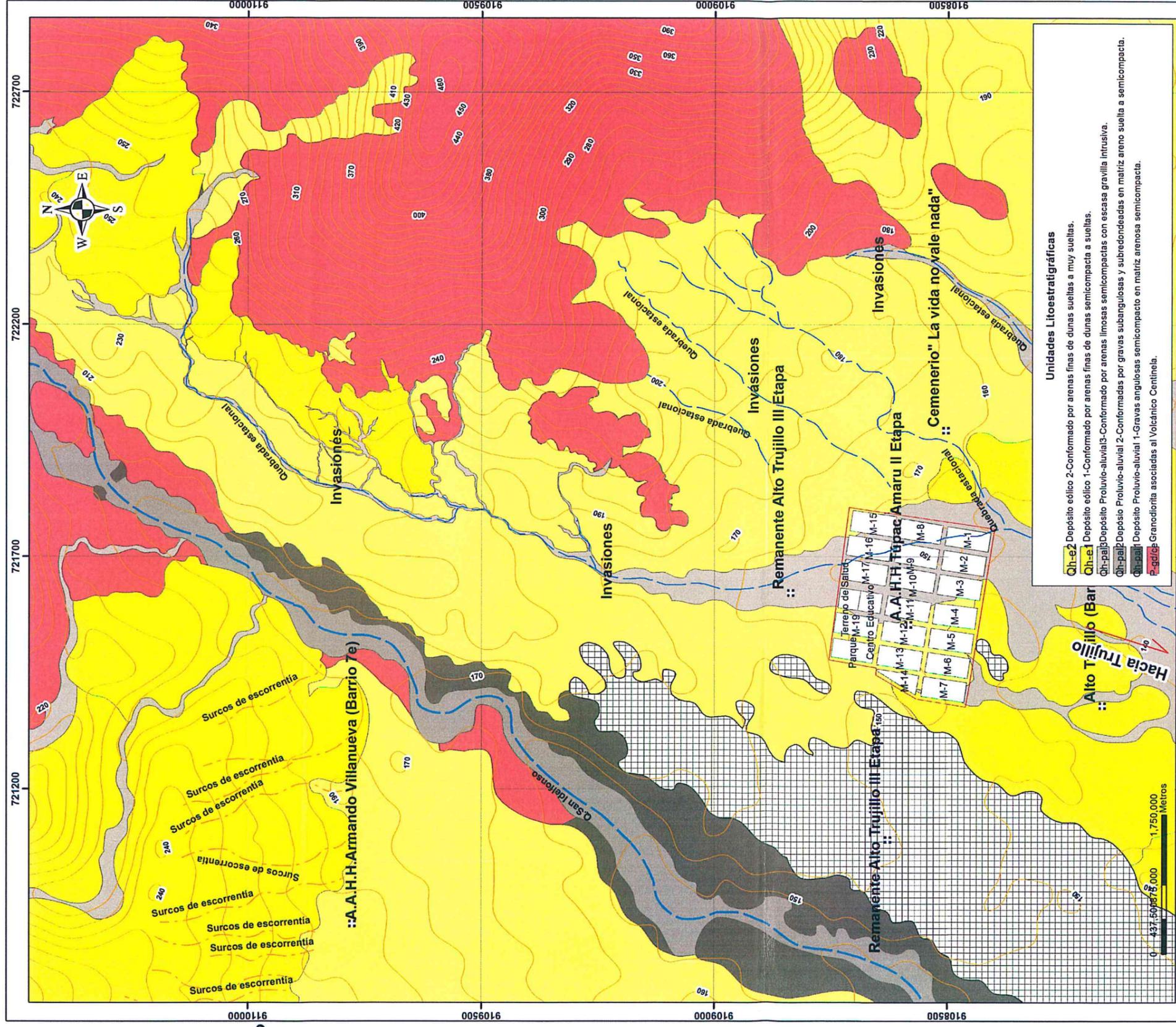
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU II ETAPA, DISTRITO DE
EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA GEOMORFOLÓGICO	MAPA
1.4	

Escala: 1:7.500 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S
Fecha de impresión: Noviembre 2019



SECTORES ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU II ETAPA, DISTRITO DE
EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

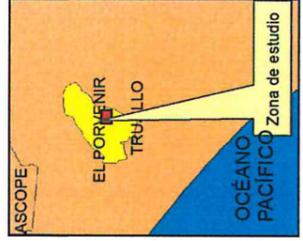
MAPA GEOLÓGICO

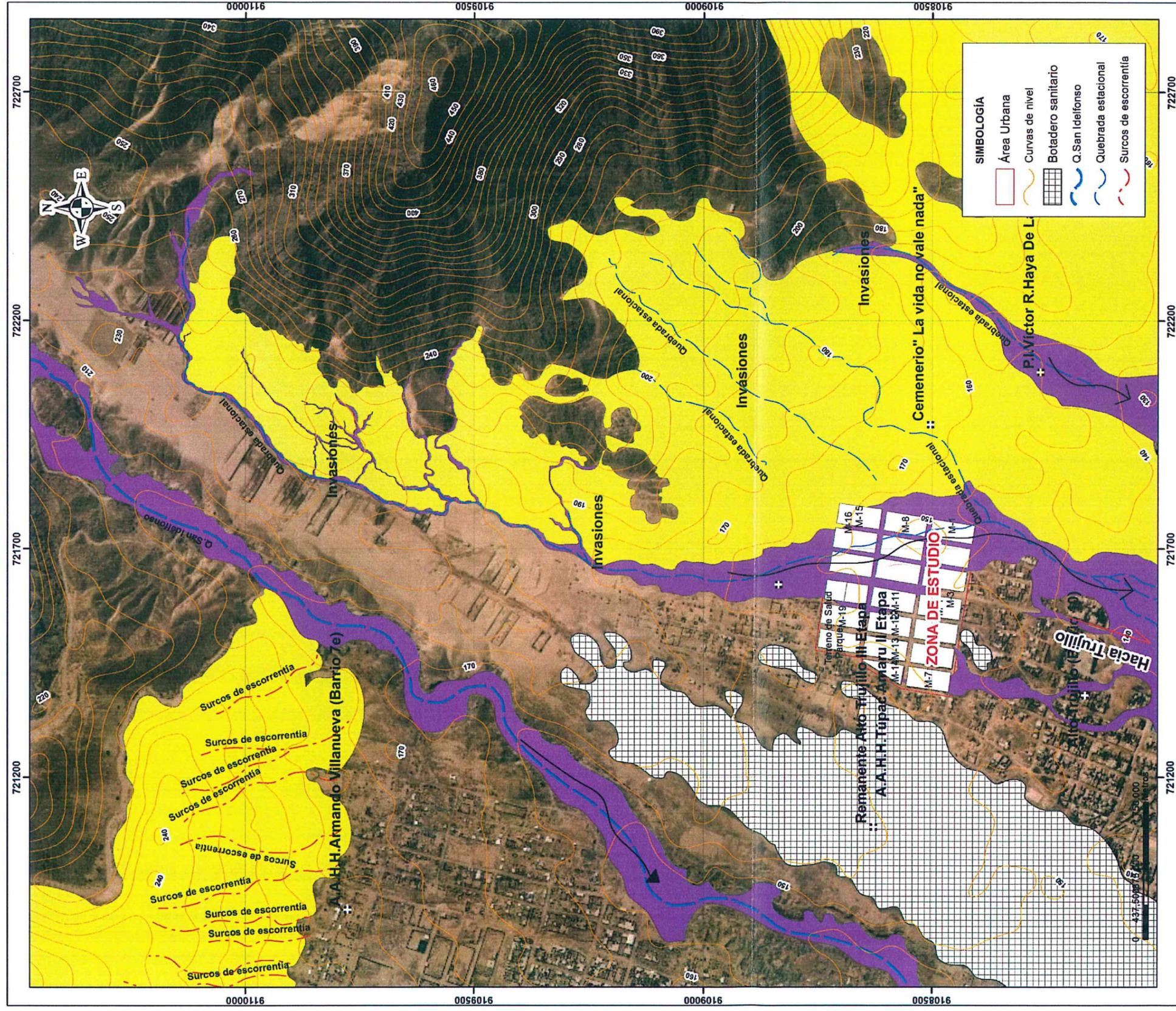
MAPA
1.5

Escala: 1:7.500 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S
Fecha de impresión: Noviembre 2019

SIMBOLOGÍA

- Área Urbana
- Curvas de nivel
- Q. San Idelfonso
- Quebrada estacional
- Surcos de escorrentía
- Botadero sanitario





SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

EVALUACIÓN POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO TUPAC AMARU II ETAPA, DISTRITO DE
EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

MAPA

1.6

Escala: 1:7.500 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S
Fecha de impresión: Noviembre 2019

Peligros geológicos

- Arenamiento
- Flujos de lodo
- Flujos de detritos

