

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

INFORME TÉCNICO N° A 6708

**“INSPECCIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL
PUEBLO SAN JUAN DEL ORO”**

(Distrito San Juan del Oro, Provincia Sandia, Región Puno)

Por:

**Lucio Medina Allcca
Edwin Calderón Vilca**

Marzo, 2016

CONTENIDO

- 1.0 INTRODUCCIÓN
- 2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA
- 3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS
- 4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS
 - 4.1 PENDIENTE DE LOS TERRENOS
 - 4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
- 5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS
- 6.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
- ANEXO I: MAPAS



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing° CIP. Lucio Medina Alcca
ING. GEOLOGO

“INSPECCIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL PUEBLO SAN JUAN DEL ORO”

DISTRITO SAN JUAN DEL ORO – PROVINCIA SANDIA – REGIÓN PUNO

1.0 INTRODUCCIÓN

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de San Juan del Oro, mediante Oficio N° 096-2015/MDSJO/A, de fecha 08 de abril del 2015, se dirige a la Presidencia del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) solicitando un estudio técnico sobre la presencia de falla geológica en la capital del distrito de San Juan del Oro.

Atendiendo a esta solicitud y por encargo del Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, designó al Ing. Lucio Medina Allcca y al Bach. Edwin Calderón Vilca para realizar la inspección técnica de peligros geológicos del pueblo San Juan del Oro, el cual se realizó entre los días 26 y 27 de octubre del 2015.

Los trabajos de inspección se realizaron con la presencia de representantes de la Municipalidad Distrital San Juan del Oro.

El presente informe de inspección, contiene datos de observaciones realizadas en campo y la información disponible de trabajos anteriores existentes. Incluye texto, ilustraciones y fotografías del área, así como conclusiones y recomendaciones.

2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

El poblado evaluado, es la capital del distrito de San Juan del Oro (foto 1), provincia Sandia, departamento Puno. Se sitúa a una altitud de 1320 m s.n.m.

Según el XI censo de población y VI de vivienda del año (INEI, 2007), el distrito San Juan del Oro, cuenta con una población de 9,828 habitantes, de los cuales 3,843 habitantes se encuentran en el área urbana (área afectada por reactivación de deslizamiento) y 5,985 habitantes en el área rural. La población está constituida por 5,325 hombres y 4,503 mujeres. En cuanto a lo que se refiere a vivienda, se tiene un total 3,100, de las cuales 1,005 se encuentran en área urbana y 2095 en área rural.

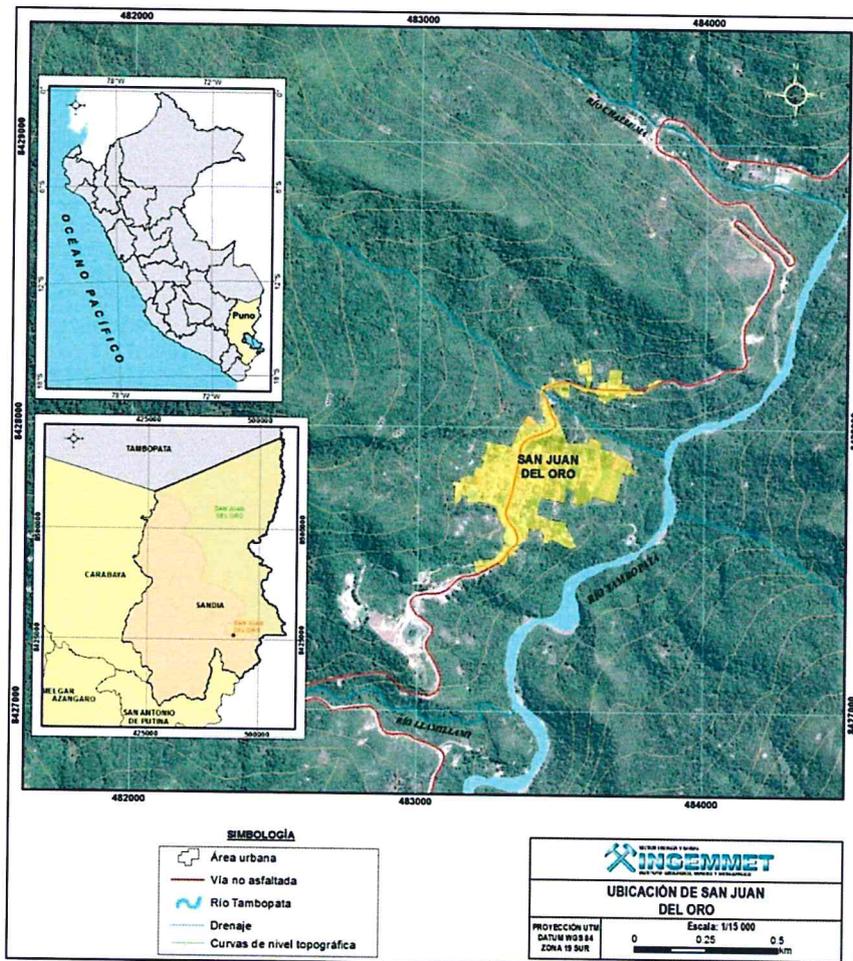
El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8427500 – 8428700 Norte y 482600 – 484000 Este. Datum WGS 84. Zona 19S. Figura 1.

El acceso desde Lima, se realiza por vía aérea o terrestre hasta la ciudad de Juliaca, luego se continúa por vía terrestre pasando por los poblados de Putina, Ananea, Cuyo Cuyo, Sandia, Yanahuaya, hasta llegar a la localidad de San Juan del Oro.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing. CIV. Lucio Medina Allcca
ING. GEOLOGO

Según el SENAMHI (2010), las precipitaciones pluviales durante el periodo lluvioso normal (mayo-septiembre) se encuentra entre el rango de 1000 a 1500 mm, y durante el fenómeno El Niño entre 1000 y 1200 mm.




 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing° CIP. Lucio Medina Alcca
 ING. GEOLOGO

Figura 1. Mapa de ubicación

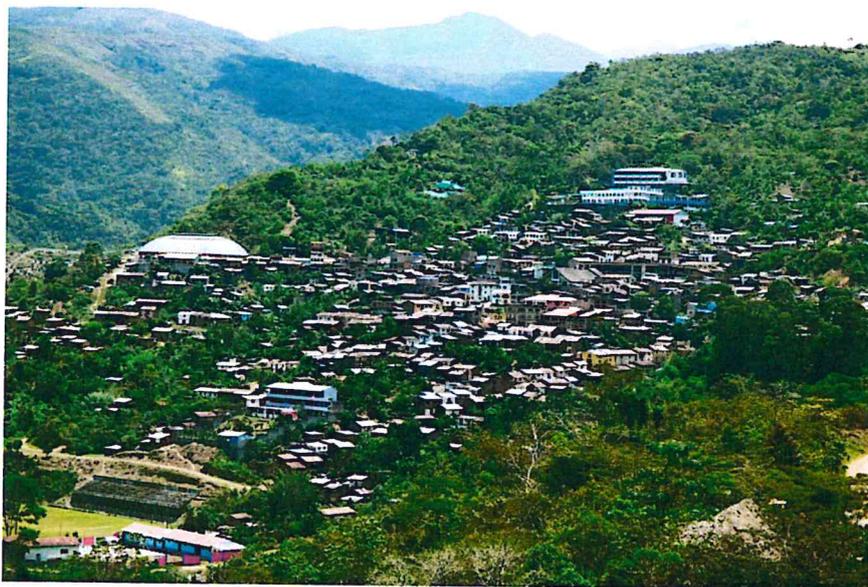


Foto 1. Vista panorámica del pueblo de San Juan del Oro en dirección sureste.

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló sobre la base de la carta geológica nacional actualizada a escala 1:100,000 del Cuadrángulo de Sandia, Hoja 29-y (Sánchez & Zapata, 2001), publicado por INGEMMET. También se realizó la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite disponibles y la información obtenida en la evaluación de campo.

3.1 ESTRATIGRAFÍA

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas metamórficas del Ordovícico y depósitos cuaternarios (Mapa 1). A continuación se realiza la descripción de las unidades litoestratigráficas, basado en la publicación de Sánchez & Zapata (2003).

Formación Purumpata

Consta de pizarras limolíticas grises a beige en estratos uniformes entre 5 a 10 cm, con niveles de metalutitas fosilíferas. En general su textura es más arcillosa habiéndose incrementado significativamente la abundancia de fauna graptolífera. Infrayace litoestratigráficamente a la Formación Sandia.

En el área de estudio afloran al norte y sur de San Juan del Oro, y de manera limitada en las laderas opuestas del valle (margen derecho del río Tambopata).



Foto 2. La población de San Juan del Oro asentada en depósitos coluvio-deluvial. Al fondo se observa la Formación Purumpata.

Formación Sandia

Según Sánchez & Zapata (2003). La litología en general se compone de una alternancia monótona de pizarras y cuarcitas de espesores variables (foto 3). Las cuarcitas al parecer son predominantes en la base y en la parte media de la secuencia; a pesar del metamorfismo sufrido aún es posible encontrar estratos de areniscas con granos algo sueltos semisoldados de aspecto sacaroideo, donde todavía se puede ver huellas de estratificación cruzada.

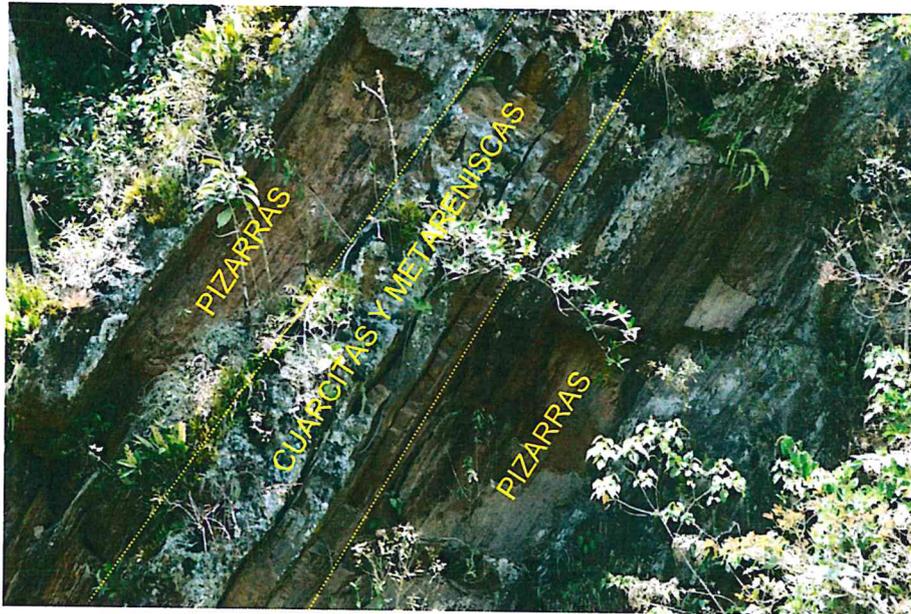


Foto 3. Intercalación de pizarras, cuarcitas y metareniscas.

Depósito Aluvial

Litológicamente está compuesto por fragmentos de rocas heterométricos y heterogéneos (cantos, gravas, etc.), de formas redondeados a subredondeados soportados en matriz de arenas, limos y arcillas, poco consolidados; material transportado por la corriente del río Challuma y sus tributarios a grandes distancias y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río.

Depósito Deluvial

Están ubicados entre laderas media y baja al suroeste del pueblo de San Juan del Oro. Son materiales producto de la meteorización (suelo o regolito) de acumulación lenta principalmente por aguas pluviales y por la acción gravitacional.

Depósito Coluvio-deluvial

Agrupar depósitos de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una

mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos de las formaciones Purumpata y Sandia.

En la zona de estudio, se reconoce a los depósitos coluviales, por su geometría y se originan por eventos de deslizamientos antiguos y pequeños derrumbes, su fuente de origen es cercana.

Conformado por materiales gruesos de naturaleza homogénea y heterométrica provenientes de la Formación Sandia, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla. Su distribución es caótica y constituyen depósitos de piedemonte (foto 4).

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones de depósitos de vertiente con taludes de pendiente moderada a fuerte, su origen está asociado a pequeños flujos no canalizados. Se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y subangulosos, cubriendo a los depósitos de deslizamiento antiguo.



Foto 4. Suelo de grava limo-arcillosa constituido por clastos de pizarras y cuarcitas.

Depósito Fluvial

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Tambopata a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas. Conforman la llanura de inundación o el lecho del río. Foto 5.



Foto 5. Se observa depósitos fluviales en el Río Tambopata

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio se ubica en la Cordillera Oriental del Perú disectada por varios cursos de ríos y quebradas.

En la zona, se exhiben valles con vertientes fuertes modeladas en rocas metamórficas; los cauces de los ríos descienden con pendiente moderada hacia la vertiente del Atlántico.

4.1 PENDIENTE DE LOS TERRENOS

Uno de los aspectos importantes para la descripción de las unidades geomorfológicas aparte del relieve, es la pendiente de los terrenos (laderas).

La pendiente, es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (SÁNCHEZ, 2002), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, como factor condicionante.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masa, en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte ($> 30^\circ$), también es más alta la erosión de laderas (laminar, surcos y cárcavas) en colinas o montañas, ya que a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial. Vilchez *et al.*, 2013.

Sin embargo, algunos procesos lentos como la reptación de suelos y ocasionales deslizamientos, ocurren con un mínimo de pendiente. En el caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, también es usual en terrenos de suave pendiente. Vilchez *et al.*, 2013.

El mapa de pendientes para el área de estudio (figura 2) se ha elaborado con espaciamiento de curvas de nivel cada 50 m, las cuales fueron procesadas en el software ArcGis a partir de modelos elevación digital disponible en ASTER GDEM. Se tomaron en consideración seis rangos o grados de pendiente: terrenos llanos (<1°, muy baja), inclinados con pendiente suave (1°-5°, baja), pendiente moderada (5°-15°, media), pendiente fuerte (15°-25°), pendiente muy fuerte (25°-45°) y pendiente muy escarpada (>45°, abrupta); estas se describen en el cuadro 1.

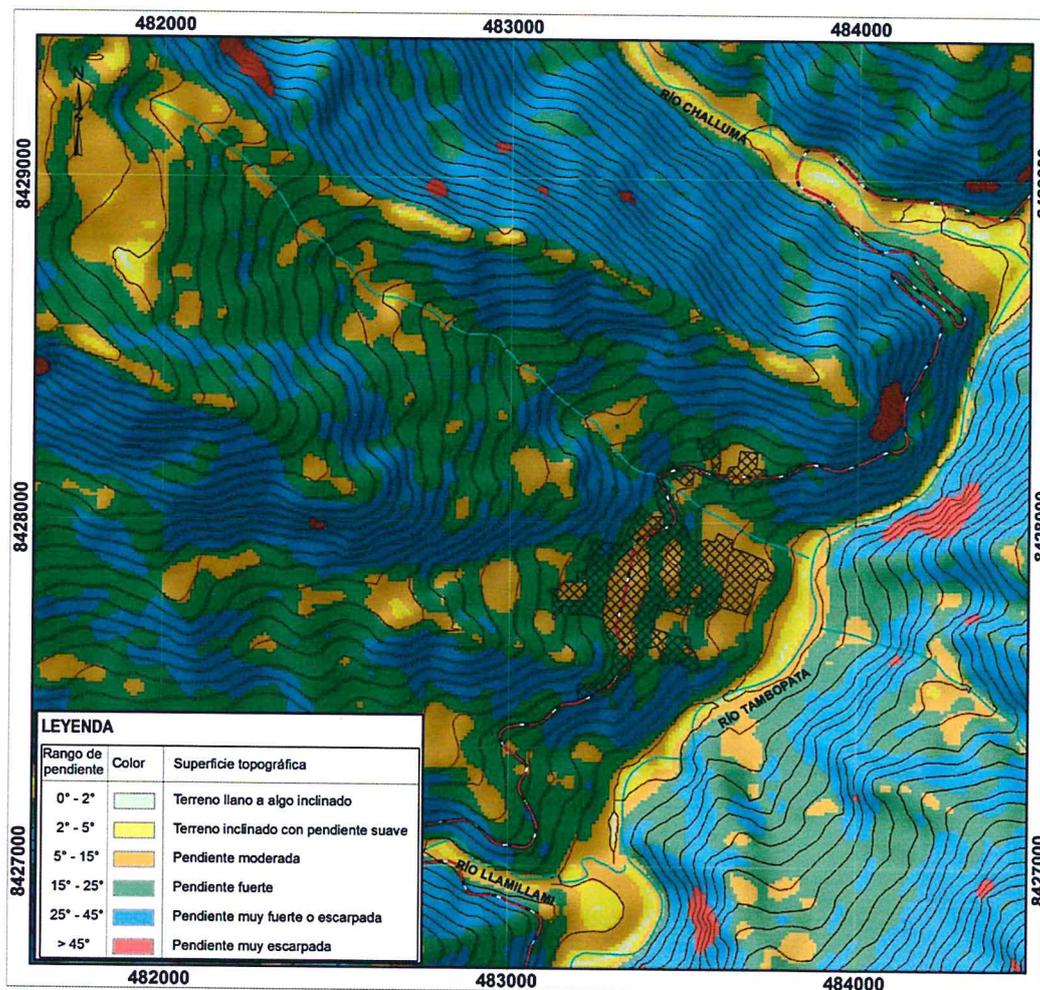


Figura 2. Mapa de pendientes del terreno de la zona urbana de San Juan del Oro y alrededores.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
 Ing. CIP. Lucio Medina Alicco
 ING. GEOLOGO

Cuadro 1.
Rango de pendientes del terreno

Rango de pendiente	Superficie topográfica	Descripción
0° - 1°	Terreno llano a algo inclinado	Se ubica principalmente en el fondo del valle, en la cima de las montañas y en algunos sectores del deslizamiento antiguo en proceso de reactivación.
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave	
5° - 15°	Pendiente moderada	
15° - 25°	Pendiente fuerte	Se sitúa en toda el área urbana y en las laderas de los cerros del sector.
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Se ubica en las laderas de los cerros del sector.
Mayor a 45°	Pendiente muy escarpada	Superficie muy limitada en el área de estudio.

4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio, 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. Las geoformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian: 1) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Para la clasificación de las unidades geomorfológicas se tomó en cuenta la publicación de Villota (2005).

A continuación se describen las principales unidades geomorfológicas diferenciadas, detallando su ubicación y distribución geográfica (ver mapa 2), y también se muestran algunas fotografías e imágenes de satélite ilustrativas de las geoformas características:

4.2.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

UNIDAD DE MONTAÑAS

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el contexto general, en la zona se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos principalmente de rocas metamórficas.

Dentro de esta unidad se tiene la siguiente subunidad:

Ladera de montañas en roca metamórfica. (LM-rm)

Están conformadas por laderas de montañas que han sido modeladas en lutitas pizarrosas, areniscas y cuarcitas (rocas consideradas como sedimentarias-metaside) perteneciente a las Formaciones Purumpata y Sandia. Foto 6.

La altitud del fondo del valle corresponde a 1200 m s.n.m., mientras que las cumbres alcanzan hasta 2550 m s.n.m.

Debido a la forma del terreno mixto (cóncavo y convexo) las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de 15° a 25° considerada como pendiente fuerte, dentro de este rango de pendientes también se puede encontrar áreas menores que tienen pendiente muy fuerte (25° a 45°) y pendiente moderada a fuerte (5° a 15°).

4.2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos y reptación de suelos), así como también del material detrítico proveniente de caídas o de escorrentía superficial, los cuales se depositan sucesivamente al pie de laderas. Foto 6.

Sobre estos terrenos se encuentran asentadas las viviendas de la población de San Juan del Oro.

Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle.

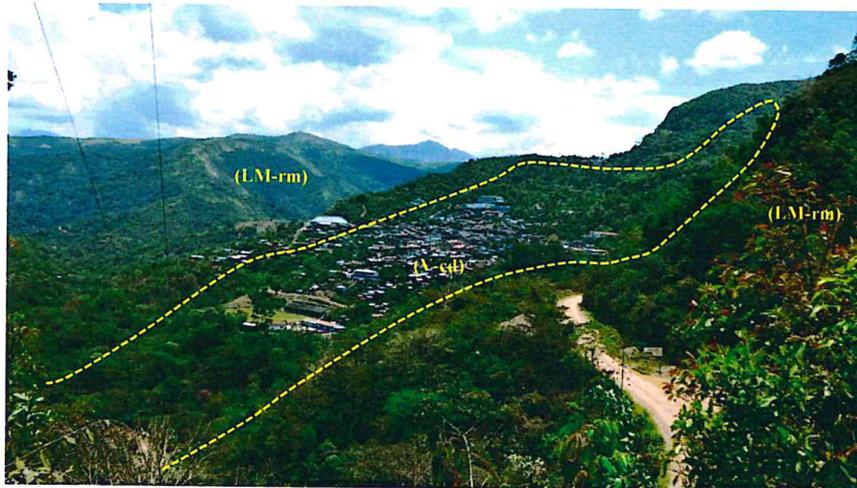


Foto 6. Morfología de San Juan del Oro y alrededores. Se observa las unidades de ladera de montaña modelada en roca metamórfica (sedimentarias y metasedimentarias), cubiertas por vegetación natural y la unidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd) donde se asienta la población de San Juan del Oro.

Terraza fluvial (T-fl)

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Tambopata a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a movimientos en masa.

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007). Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la zona está estrechamente ligada a factores detonantes como lluvias excepcionales de gran intensidad; en menor

porcentaje se asocian a sismicidad, así como a las modificaciones en los taludes naturales realizadas al construir obras de infraestructura vial, agrícola, etc. Como factores condicionantes o intrínsecos destacan la litología (calidad de la roca y permeabilidad en algunas formaciones geológicas), morfología y pendiente de los terrenos, tipos de cobertura vegetal existentes, entre otros.

Los movimientos en masa identificados dentro del área de estudio corresponden a deslizamiento antiguo con reactivaciones y reptación de suelos. Ver mapa 3.

Deslizamiento

Un deslizamiento, es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (PMA: GCA, 2007).

En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares o en cuña.

En el área de estudio (mapa 3) se ha identificado tres deslizamientos antiguos, de los cuales uno se encuentra en proceso de reactivación. Los deslizamientos identificados, se ubican en la margen izquierda del río Tambopata, entre los ríos Llamillami y Challuma. Por las características morfológicas, se les considera como evento antiguo, de tipo deslizamiento traslacional condicionado por la posición de los estratos.

En el deslizamiento en proceso de reactivación que ocupa un área aproximado de 30 hectáreas, se asienta el mayor porcentaje de la población urbana de San Juan del Oro, este evento presenta las siguientes características estimadas:

- Escarpa principal con longitud de 450 m.
- Ancho de 260 m.
- Longitud del pie a la escarpa es de 1200 m.
- La superficie del deslizamiento es de forma ligeramente cóncava e inclinada.
- Tiene pendiente progresiva de moderada a fuerte (5° a 25°).

La reactivación del deslizamiento afecta la infraestructura poblacional de San Juan del Oro, tal como se reconoció en los trabajos de campo (ver mapa 3). A continuación se describen cinco puntos críticos inspeccionados:

Punto 1.

Se observó una escarpa con salto de 0.30 cm (foto 7), fisuramiento en las paredes y pisos del Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría 56 (fotos 8 y 9). Indicadores que evidencian la reactivación de deslizamiento antiguo.

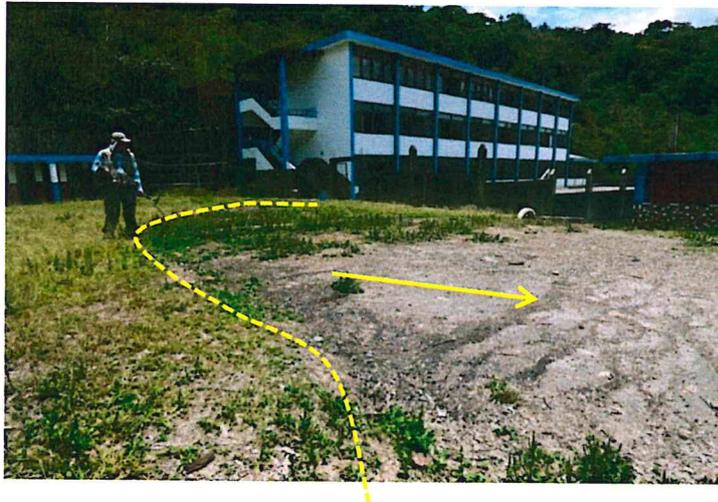
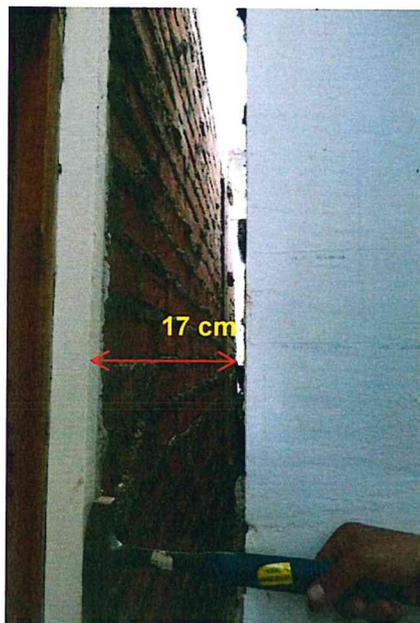
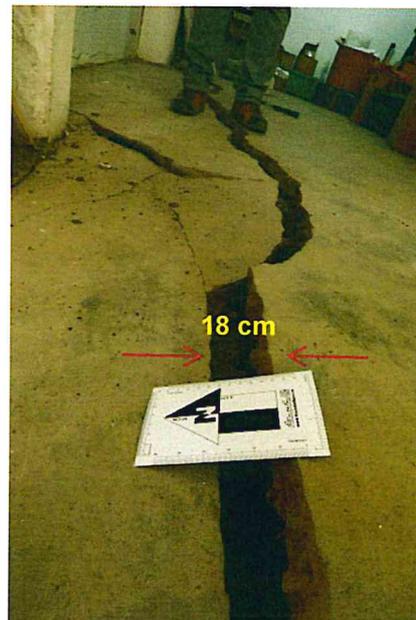


Foto 7. Cercano al Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría 56, se observa una escarpa con salto de 0.30 cm. La flecha amarilla indica la dirección de desplazamiento y la línea discontinua indica la escarpa.



a)



b)

Foto 8. a) Juntas de paredes de viviendas en proceso de separación: medida actual, 17 cm; medida del año 2013 realizado por autoridades del Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría 56, 15.5 cm. b) Grietas en el piso de las aulas del Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría en dirección a la cara libre del talud.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing° CIP. Lucio Melitru Alfaro
 ING. GEOLOGO



a)



b)

Foto 9. a) y b) Fisuras en las paredes del Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría 56.

Punto 2

Se observa una pequeña escarpa (foto 10) de deslizamiento activo (10 a 15 m de longitud) y ocurrencias reptación de suelos que afectan a las viviendas de la Avenida Agricultura, Barrio Curva Alegre. Como indicador de la ocurrencia de reptación de suelo se tiene a los arboles inclinados y paredes de viviendas fisuradas (foto 11 a) y b) y foto 12 a)).

Los factores condicionantes principales para la ocurrencia del deslizamiento y la reptación de suelos en el Punto 2 son: la presencia de aguas subterráneas (Foto 12 b)), la deforestación, y el suelo incompetente (material de movimientos en masas, susceptible a deslizamientos).

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing. CIP. Lucio Medina Alfaro
 ING. GEOLOGO



Foto 10. En líneas discontinuas amarillas se delimita escarpa de deslizamiento como parte de la reactivación del deslizamiento antiguo. La flecha roja señala parte del muro de vivienda afectada por deslizamiento.



a)



b)

Foto 11 a) Se observa pared de vivienda afectada por los procesos de reptación de suelos. b) Arboles inclinados que evidencia la ocurrencia de reptación del terreno.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing° CIP Lucio Medina Allico
 ING. GEOLOGO



Foto 12. a) Vivienda afectada por reptación de suelos. b) Presencia de agua subterránea en el barrio Curva Alegre.

Punto 3.

Viviendas de material noble ubicadas en la avenida principal, cerca de la comisaría de San Juan del Oro, son afectadas por la reactivación del deslizamiento. Foto 13.

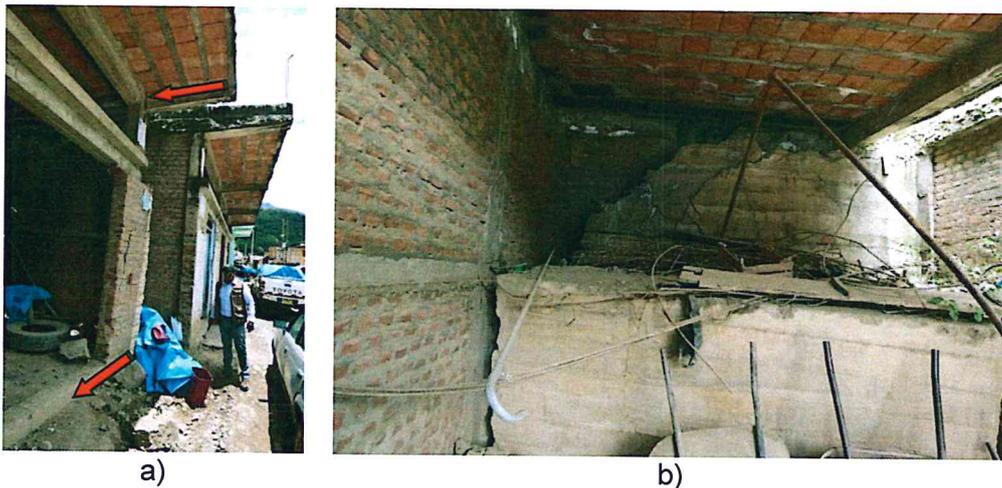


Foto 13. a) Edificación desplazada en dos sentidos horizontales. b) Muros de vivienda desplazados. Estos complejos movimientos obedecen posiblemente a la ocurrencia de reptación de suelos.

Punto 4.

Por la forma de desplazamiento de las viviendas, presencia de fisuras en las columnas de las edificaciones y en el piso de las calles (Foto 14 a) y b)), se asume que en la zona ocurre reptación de suelos como parte de la reactivación del deslizamiento antiguo.

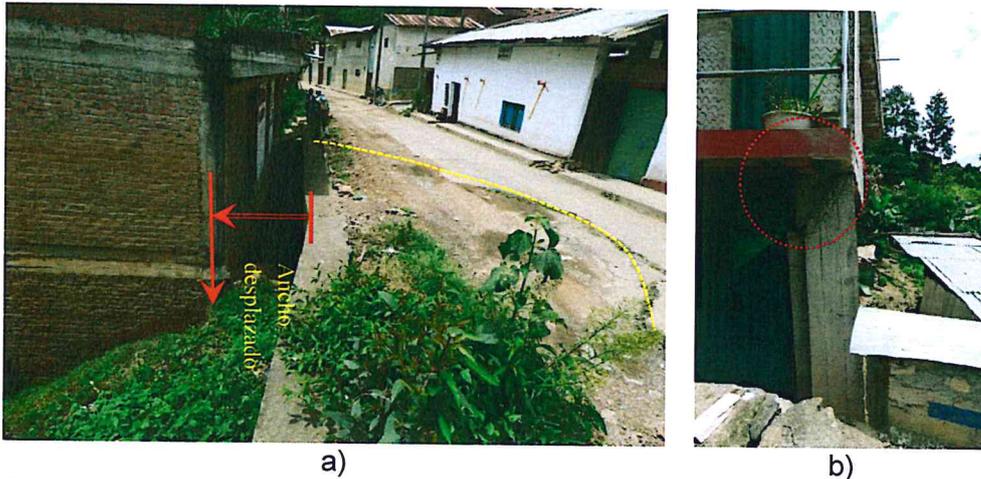


Foto 14. a) Edificación con desplazamiento horizontal y vertical con respecto al muro de contención del pavimento. En líneas discontinuas amarillas se muestra la subsidencia del pavimento. b) Columna de edificación fracturada con desplazamiento aproximadamente 5 cm.

Punto 5.

El pavimento de la Plaza Principal de San Juan del Oro presenta fisuras en diferentes direcciones, las causas posiblemente sea por reactivación del deslizamiento antiguo. Ver foto 15.



Foto 15. a) y b) Fisuras en el pavimento de la plaza principal de San Juan del Oro.

Punto 6.

Infraestructura del Instituto Tecnológico afectada por reactivación del deslizamiento antiguo. A diferencia de los anteriores casos, las fisuras son de menor apertura. Foto 16.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CAJALÍ

 Ing. C.D. Lucio Medina Alfaro
 ING. GEOLOGO

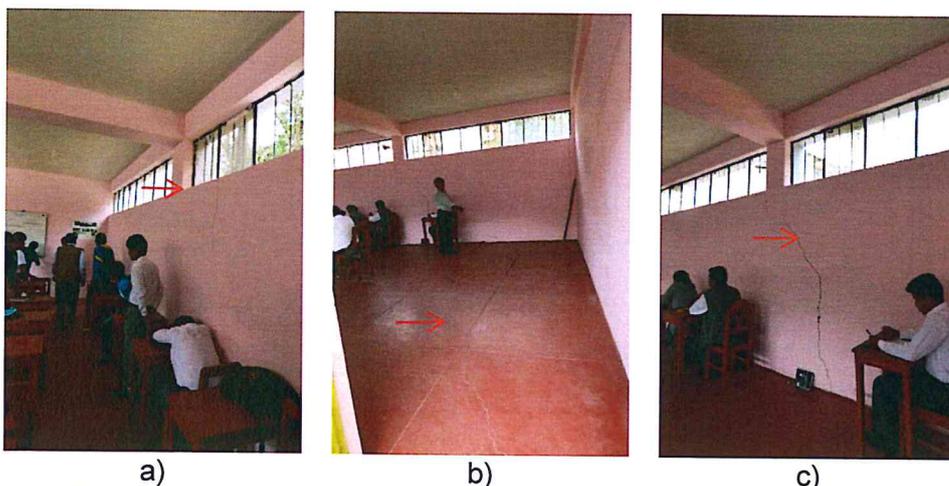


Foto 16. a), b) y c) Aulas del primer nivel con fisuras transversales en muros y pisos con una abertura promedio de hasta 1 cm.

Causas de la reactivación del deslizamiento.

- Según el Informe Técnico N° 004-2016-GR PUNO-SGDNC proporcionado por la Subgerencia de Defensa Nacional y Civil del Gobierno Regional de Puno, en la parte superior del “Complejo Educativo Santa María de la Providencia Fe y Alegría 56” existen surgencias de agua (manantiales u ojo de agua). Estas surgencias y otros observados en la zona, más las aguas de las precipitaciones pluviales que ocurren durante el periodo lluvioso (diciembre a mayo), saturan los suelos pendiente abajo y provocan ocurrencias de reptación del suelo y la reactivación del deslizamiento antiguo.
- Otros factores que influyen en la reactivación del deslizamiento antiguo son: presencia de depósitos de movimientos en masa antiguo susceptibles a deslizamientos y reptación de suelo, orientación de los estratos favorables al talud, deforestación, ocupación inadecuada del suelo por el hombre, y filtraciones de aguas pluviales.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Lucio Medina Alfaro
ING. GEOLOGO

6.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

6.1 Reubicación inmediata de las viviendas afectadas por la reactivación del deslizamiento.

Con el fin de evitar pérdida de vidas humanas, reubicar las viviendas afectadas por la reactivación del deslizamiento.

6.2 Realizar estudios hidrogeológicos y geofísicos (Método Tomografía Geoeléctrica 2D) en el área del deslizamiento antiguo que se encuentra en proceso de reactivación.

Estudios que permitirán obtener información sobre el espesor de los depósitos de movimiento en masa antiguo o depósito mueble, contacto suelo roca, humedad del suelo, nivel freático, surgencia o manantiales

de agua, fallas geológicas; además, reforzará en la elección del sistema de drenaje de las aguas subterráneas que se podría implementar (mapa 4).

6.3 Drenar las aguas subterráneas y pluviales y canalizarla hasta el río Tambopata.

Con el fin de evitar la saturación del suelo y evitar el avance de la reactivación del deslizamiento, drenar las aguas subterráneas y pluviales y canalizarlas hasta el río Tambopata.

6.4 Monitoreo instrumental del deslizamiento que se encuentra en proceso de reactivación.

La zona del deslizamiento en proceso de reactivación debe ser monitoreada permanentemente con equipos de precisión (Estación total o GPS Diferencial) e imágenes de satélite. El monitoreo determinará la actividad del deslizamiento y su aceleración; además, ayudara en decisión para la reubicación de toda la población.

6.5 Prohibir la ampliación urbana en todo el área del deslizamiento antiguo que se encuentra en proceso de reactivación.

Por las condiciones de inestabilidad de la ladera cubierta por depósitos del deslizamiento antiguo, se debe de prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada y áreas aledañas, porque se tiene la posibilidad de nuevas reactivaciones que pueden poner en riesgo su seguridad física.

6.6 Elaborar con carácter urgente un plan de contingencia ante deslizamiento. Además realizar la preparación y sensibilización a la población mediante charlas, organización de simulacros, señalización de zonas seguras y de evacuación.

6.7 Paralelo a las medidas de prevención que se realicen, se debe buscar, a mediano plazo alternativas para la reubicación de la población.



Ing° CIP, Lucio Medina Alcocar
ING. GEOLOGO

CONCLUSIONES

1. Geológicamente, la zona urbana del distrito de San Juan del Oro se encuentra asentada sobre depósitos coluvio-deluviales pertenecientes a depósitos deslizamiento antiguo. El origen de los depósitos corresponde a afloramientos rocosos de las formaciones Purumpata y Sandia. La pendiente del terreno varía entre 5° y 25°, considerada como moderada a fuerte.
2. Los movimientos en masa identificados en la zona urbana del distrito de San Juan del Oro corresponden a deslizamiento traslacional antiguo reactivado y reptación de suelos.
3. El deslizamiento antiguo en proceso de reactivación tiene las siguientes características: escarpa principal con longitud de 450 m, ancho de 260 m, longitud del pie a la escarpa es de 1200 m, la superficie del deslizamiento es de forma ligeramente cóncava e inclinada, tiene pendiente progresiva de moderada a fuerte (5° a 25°).
4. La causa principal para la reactivación del deslizamiento antiguo y la reptación del suelo es la saturación con aguas subterráneas y pluviales. Otros factores que influyen son: presencia de depósitos de movimientos en masa antiguo caracterizados por presentar suelo meteorizado, semicompactado y compuesto por limo, arcilla, arena y fragmentos de rocas angulosas lo hacen susceptible a deslizarse y reptar en presencia de agua; asimismo la orientación de los estratos favorables al talud, deforestación, ocupación inadecuada del suelo por el hombre, y filtraciones de aguas pluviales.
5. La mayoría de las viviendas e instituciones educativas de la zona urbana del distrito de San Juan del Oro se encuentran afectadas por la reactivación del deslizamiento antiguo. Se observan fisuras en las paredes y pisos.
6. Según las interpretaciones de fotografías aéreas, imágenes de satélite y observaciones en campo realizados en este estudio, reportes periodísticos, información vertida en el presente informe e informe técnico de la Subgerencia de Defensa Nacional y Civil del Gobierno Regional de Puno. El área donde está asentada la población urbana del distrito de San Juan del Oro es considerada de **muy alta susceptibilidad** a los procesos de movimientos en masa (deslizamientos y reptación de suelos) por consiguiente el **PELIGRO ES INMINENTE**.



RECOMENDACIONES

1. Reubicación inmediata de las viviendas afectadas por la reactivación del deslizamiento.
2. Realizar estudios hidrogeológicos y geofísicos (Método Tomografía Geoeléctrica 2D) en toda el área del deslizamiento antiguo que se encuentra en proceso de reactivación.
3. Drenar las aguas subterráneas y pluviales y canalizarlas hasta el río Tambopata.
4. Monitoreo instrumental del deslizamiento que se encuentra en proceso de reactivación.
5. Prohibir la construcción de viviendas en todo el área del deslizamiento antiguo que se encuentra en proceso de reactivación.
6. La municipalidad distrital deberá elaborar un plan de contingencia ante el deslizamiento. Además realizar la preparación y sensibilización a la población mediante charlas, organización de simulacros, señalización de zonas seguras y de evacuación.
7. Paralelo a las medidas de prevención que se realicen y dependiendo de los resultados del monitoreo instrumental, se debe buscar, a mediano plazo, alternativas para la reubicación de la población.


Ing° CIP. Ruzo Medina Alcaza
ING. GEOLOGO

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS – PMA: GCA (2007). Movimientos en masa en la Región Andina: una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile. Publicación Multinacional N° 4, 432p.

SÁNCHEZ, A. W. & ZAPATA, A. A. (2001) – Mapa Geológico del Cuadrángulo de Sandía. Escala 1:100,000. INGEMMET. Carta Geológica Nacional.

SÁNCHEZ, A. W. & ZAPATA, A. A. (2003) - Memoria Descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Sicuani (29-T), Nuñoa (29-U), Macusani (29-V), Limbani (29-X), Sandía (29-Y), San Ignacio (29-Z), Yauri (30-T), Azángaro (30-V), Putina (30-X), La Rinconada (30-Y), Condorama (31-T), Ocuwiri (31-U), Juliaca (31-V), Callalli (32-T), y Ácora (32-X). Lima: INGEMMET.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI (2010) - Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo). En INDECI, Atlas de Peligros del Perú. Lima. Págs. 318-319. (Consulta: 19 de enero 2016). Disponible en: http://www.indeci.gob.pe/atlas_10/atlas/23_%20SENAMH_314_339.pdf

VILLOTA, H. (2005) Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación de Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia.

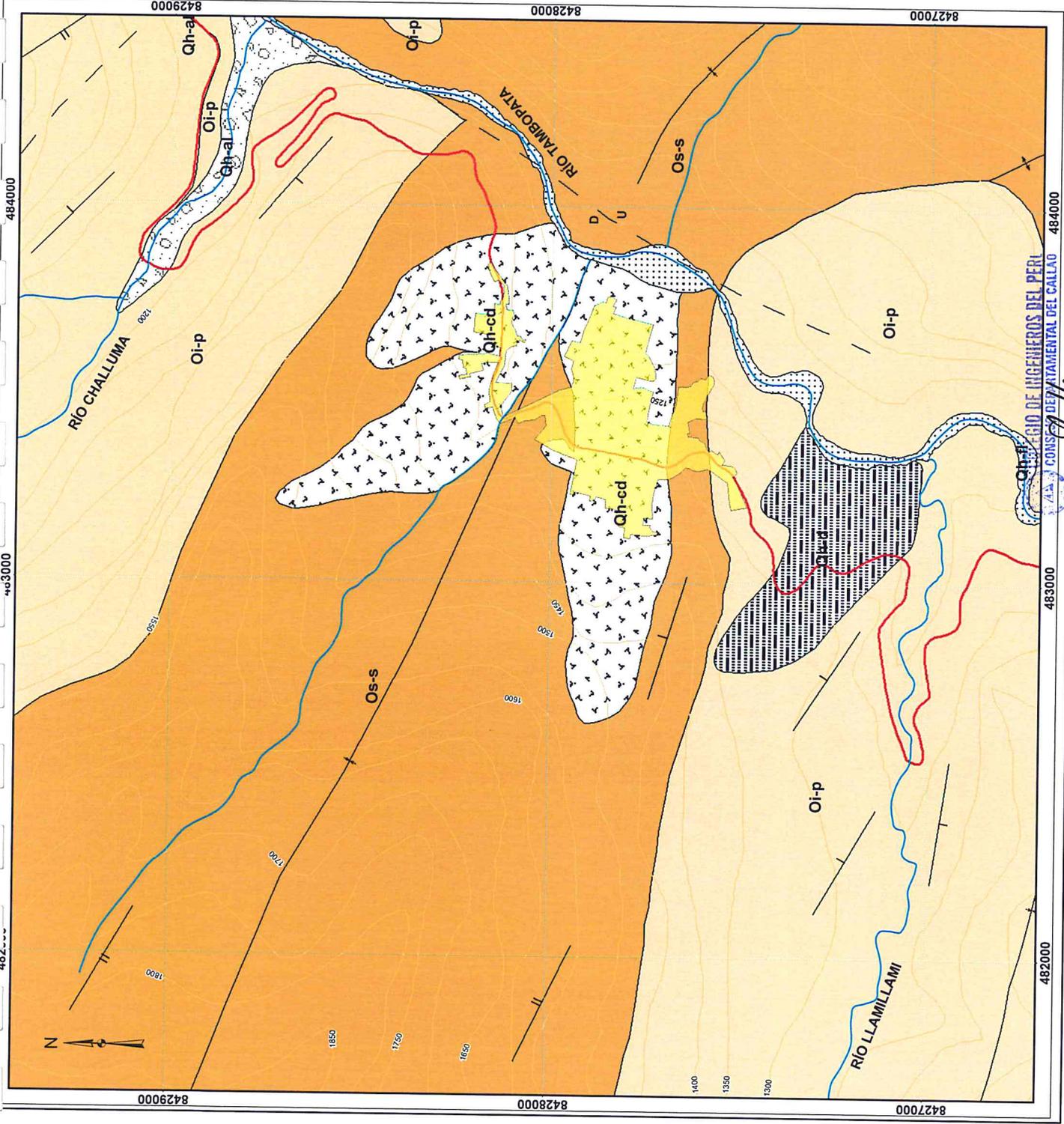

Ing° CIP. Julio Medina Allica
ING. GEOLOGO

ANEXO I: MAPAS

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO



Ing° CIP. Lucio Medina Alcega
ING. GEOLOGO



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	CUATERNARIO	CENOZOICO	ORDOVIGANO	INFERIOR	SUPERIOR	455	0.01	Holoceno	GEOCRONOLOGIA	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA
											<table border="1"> <tr> <td>Qh-p</td> <td>Depósito aluvial</td> </tr> <tr> <td>Os-s</td> <td>Fm. Sandia</td> </tr> <tr> <td>Qh-al</td> <td>Depósito aluvial</td> </tr> <tr> <td>Qh-cd</td> <td>Depósito coluvio-deluvial</td> </tr> <tr> <td>Qh-p</td> <td>Depósito fluvial</td> </tr> </table>
Qh-p	Depósito aluvial										
Os-s	Fm. Sandia										
Qh-al	Depósito aluvial										
Qh-cd	Depósito coluvio-deluvial										
Qh-p	Depósito fluvial										

SIMBOLOGIA

- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Via afirmada
- Rumbo y buzamiento
- Rumbo y buzamiento fotointerpretado
- Drenaje
- Falla inferida (U= B. sube; D= B. baja)
- Área urbano San Juan del Oro

SECTOR ENERGIA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**MAPA 1. GEOLOGIA
 SAN JUAN DEL ORO**

PROYECCION UTM
 DATUM WGS 84
 ZONA 19 SUR

Escala: 1/15 000

0 0.25 0.5 Km

INSTITUTO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing.º C.P. Lucio Merfina Alicca
 ING. GEOLOGO

SIMBOLOGÍA

	Via afirmada
	Drenaje
	Área urbano San Juan del Oro

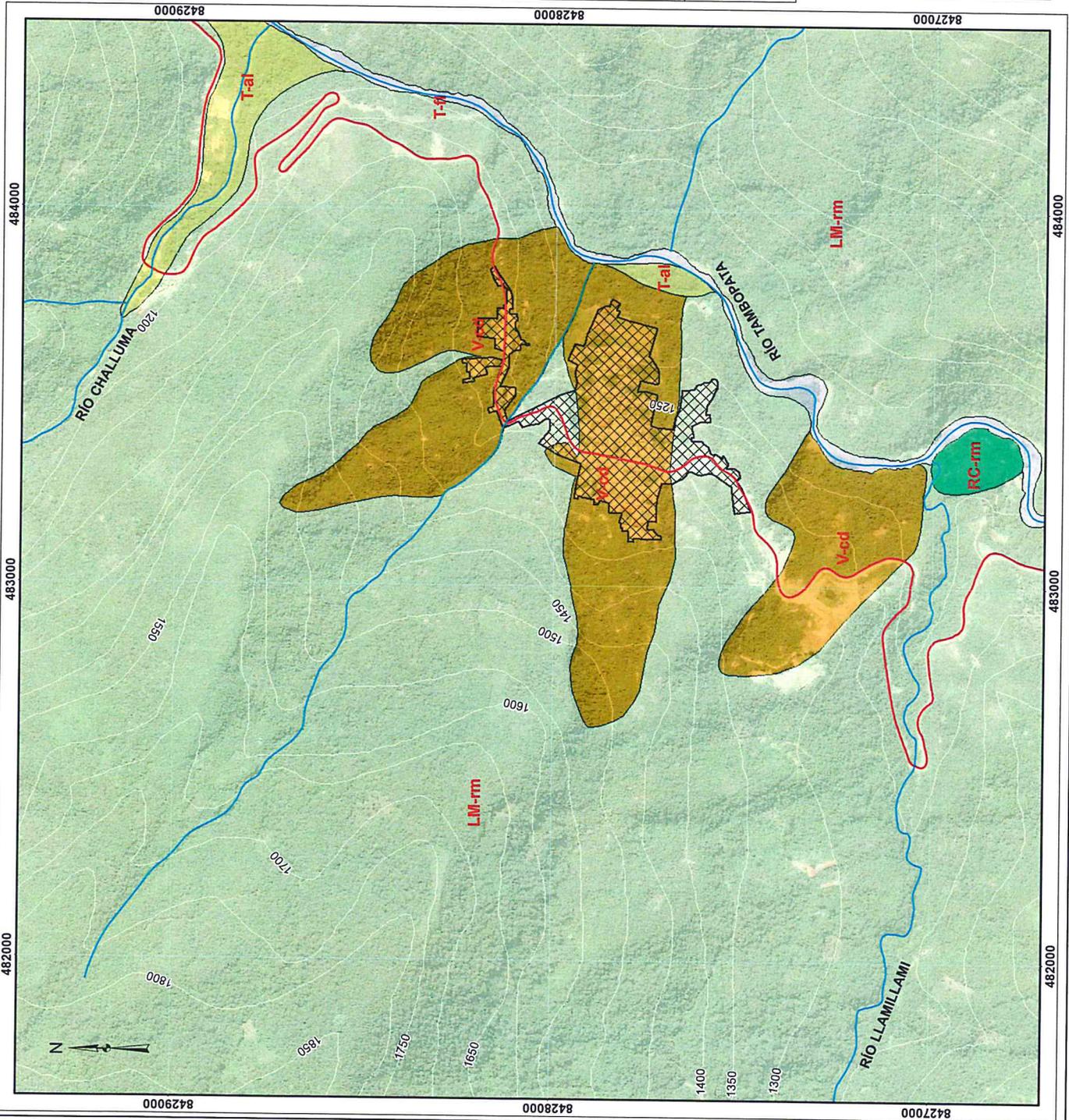
LEYENDA

UNIDAD	SUB UNIDAD	
UNIDAD DE CARÁCTER TECNICO DEGRADACIONAL	 V-cd	Vertiente coluvio-deluvial
	 T-fl	Terraza fluvial
UNIDAD DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADECIONAL	 T-al	Terraza aluvial
	 LM-rm	Ladera de montaña en roca metamórfica
Colina	 RC-rm	Relieve de colina en roca metamórfica

MAPA 2. GEOMORFOLOGÍA
SAN JUAN DEL ORO

PROYECCIÓN UTM/
 DATUM WGS 84
 ZONA 19 SUR

Escala: 1/15.000
 0 0.25 0.5
 km




 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPT. AMBIENTAL DEL CALLAO

 Ing. CIP. Lucio Medina Alfoco
 ING. GEOLOGO

Simbología

-  Área urbana San Juan del Oro
-  Drenaje
-  Río Tambopata
-  Vía afirmada

Leyenda

-  Deslizamiento traslacional antiguo
-  Reptación de suelos
-  Puntos evaluados en trabajos de campo

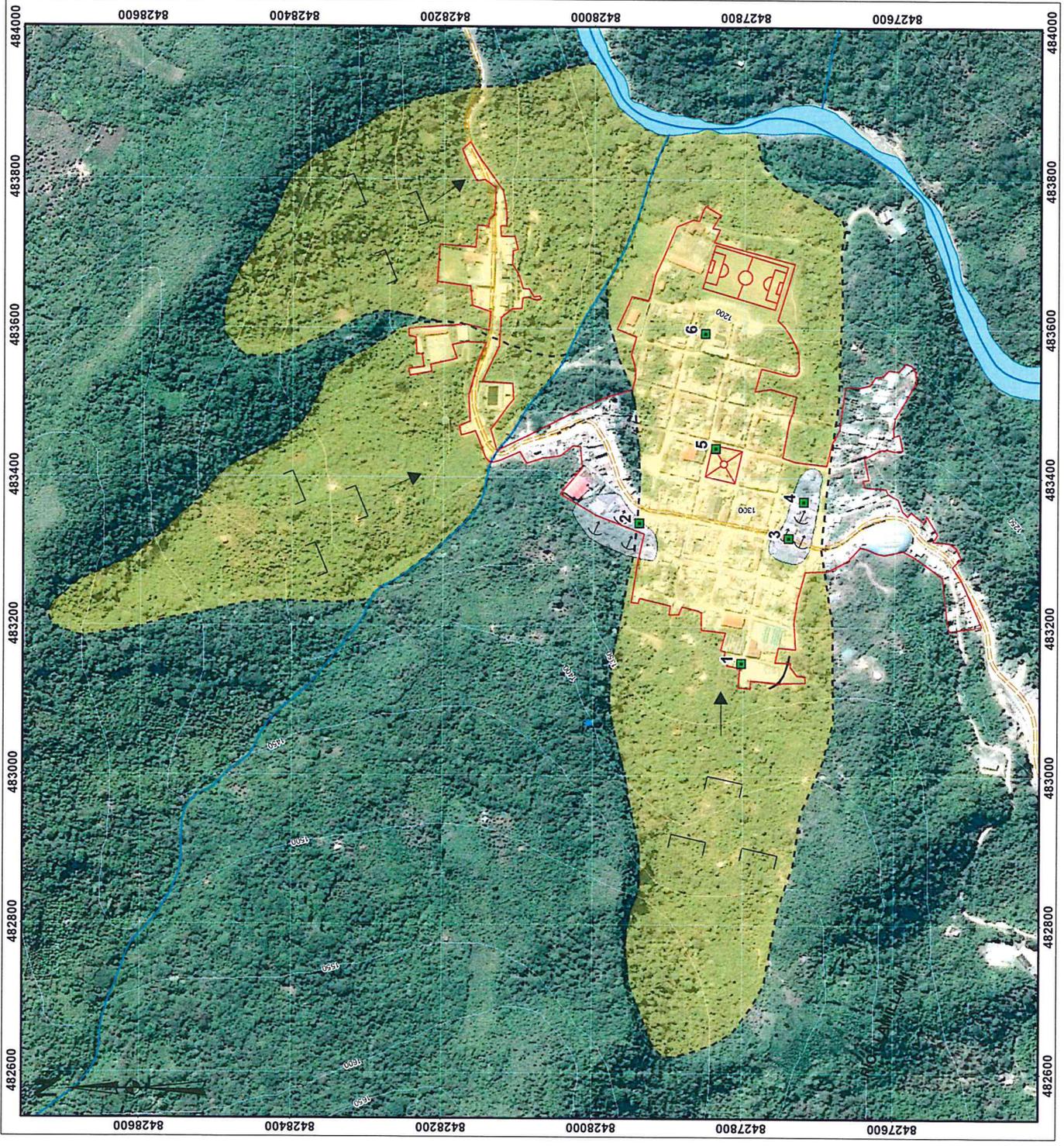
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

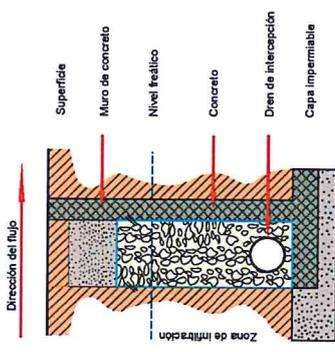
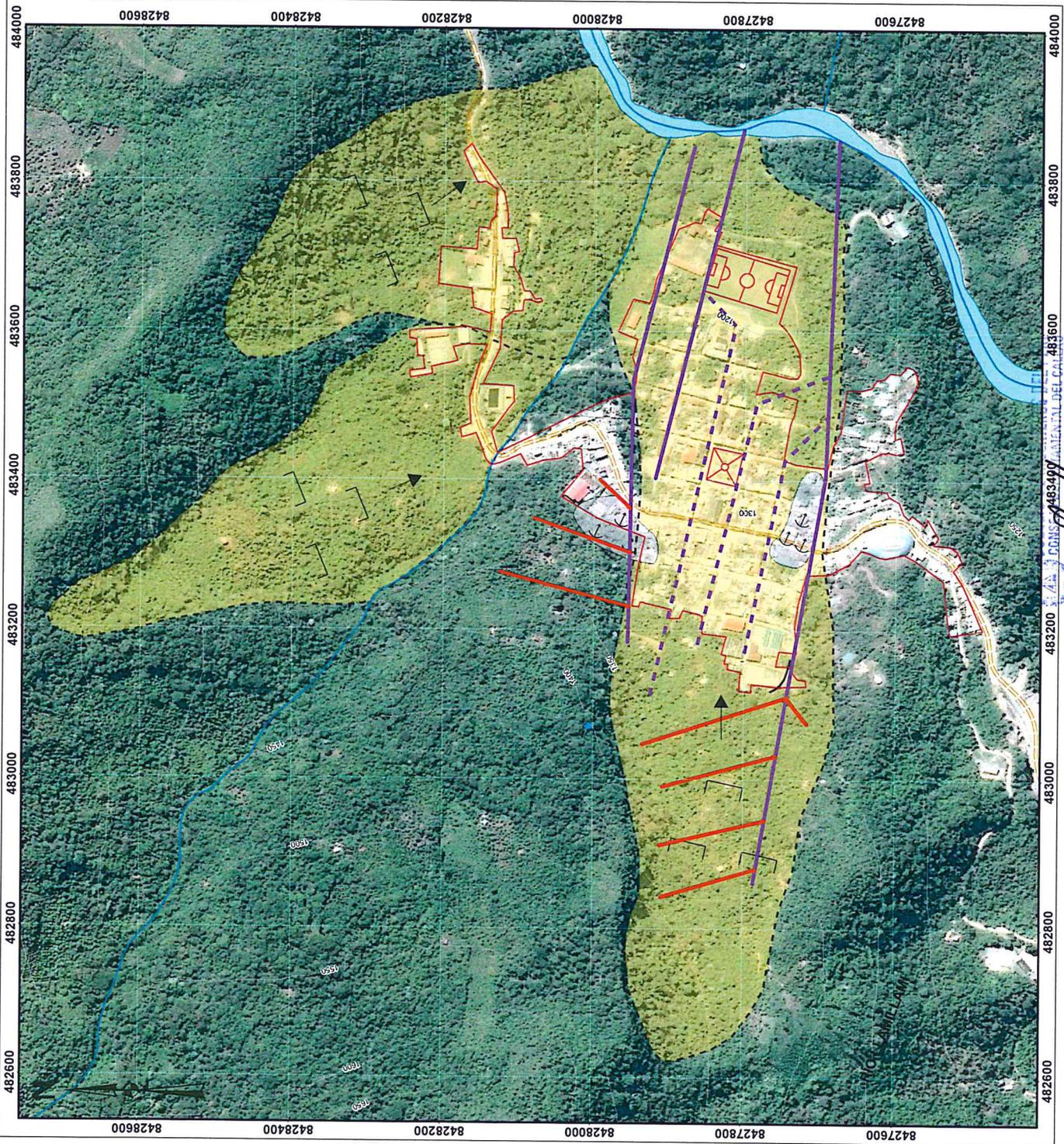
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
MAPA 3. PELIGROS GEOLOGICOS
SAN JUAN DEL ORO

PROYECCIÓN UTM
 DATUM WGS 84
 ZONA 19 SUR

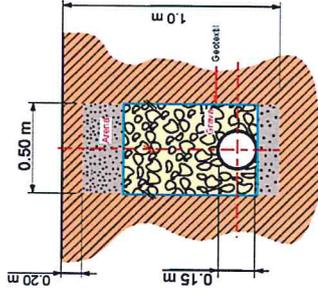
Escala: 1:7500

 0 50 100 200 m.





DRENO CON MURO DE CONCRETO



DRENO CON GEOTEXTIL

Simbología

- Área urbana San Juan del Oro
- Drenaje
- ~ Río Tambopata
- Vía afirmada

Leyenda

- Colector principal
- Colector secundario
- Dreno

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

MAPA 4. ESQUEMA TENTATIVO DEL SISTEMA DE DRENAJE

Escala: 1:7 500

0 50 100 200 m.

PROYECCIÓN UTM
 DATUM WGS 84
 ZONA 19 SUR

[Signature]
 Ing° CIP. Lucio Medina Alfaro