

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7231

EVALUACIÓN DE DESLIZAMIENTO EN EL CENTRO POBLADO SAN ISIDRO, ASOCIADO AL SISMO DEL 28 DE NOVIEMBRE

Departamento Amazonas
Provincia Bagua
Distrito La Peca



FEBRERO
2022

***EVALUACIÓN DE DESLIZAMIENTO EN EL CENTRO POBLADO SAN ISIDRO,
ASOCIADO AL SISMO DEL 28 DE NOVIEMBRE,***

Distrito La Peca

Provincia Bagua

Departamento Amazonas

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

Equipo de investigación:

Luis Miguel León Ordáz

Cristhiam Francisco Díaz Cruz

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de deslizamiento centro poblado San Isidro, asociado al sismo del 28 de noviembre, en el distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas.*

Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7231, 31 p.

INDICE

RESUMEN	04
1. INTRODUCCIÓN.....	05
1.1 Objetivos del estudio.....	05
1.2 Antecedentes.....	06
1.3 Brigada de trabajo	07
2. Definiciones	08
3. Aspectos Generales	09
3.1 Ubicación	09
3.2 Accesibilidad	09
4. ASPECTO GEOLÓGICO	10
4.1 Unidades litoestratigráficas	11
5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	12
5.1 Modelo digital de elevaciones	12
5.2 Pendiente del terreno	13
5.3 Unidades Geomorfológicas	14
6. PELIGROS GEOLÓGICOS	15
6.1 Deslizamiento del Centro Poblado San Isidro	16
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1. MAPAS	27
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS	30

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el Centro Poblado San Isidro, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas. Con este trabajo el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

La unidad litoestratigráfica que aflora en la zona evaluada corresponde a un depósito coluvio – deluvial, conformado por escasos bloques, gravas con clastos subredondeados, los que se encuentran dentro de una matriz limoarcillosa, inconsolidado. Características que facilitan la infiltración de agua de escorrentía e incrementan la saturación del terreno deslizado.

Las sub unidades geomorfológicas identificadas corresponden principalmente a geoforma de origen tectónico degradacional representada por la subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs), con pendiente de 20° a 30° y la geoforma de origen depositacional y agradacional, subunidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial con pendiente de 5° a 20°.

El peligro geológico identificado, corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional, el cual dejó 71 viviendas destruidas, afectó la trocha carrozable a lo largo de 420 metros y 30 hectáreas de cultivos agrícolas; el deslizamiento podría incrementar su desplazamiento en temporadas de lluvia, por lo que se considera como **Zona Crítica de Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos.

Finalmente se brindan las recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada, siendo la principal, la reubicación de la población a una zona segura, con la finalidad de evitar atentar en contra de la integridad física de los pobladores del Centro Poblado San Isidro.

1. INTRODUCCIÓN

Brigadas del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), viajaron el 30 de noviembre del presente, en un vuelo especial y de emergencia a la zona de represamiento del río Utcubamba, en los distritos de Cajaruro y Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas. Evento que ocurrió tras el sismo del 28 de noviembre último, que tuvo una magnitud 7.5 y cuyo epicentro se ubicó en el distrito de Barranca, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.

El sismo del 28 de noviembre generó numerosos efectos geológicos cosísmicos, como licuefacción de suelos, subsidencia o sumideros, agrietamientos en terrenos, deslizamientos, desprendimientos de rocas; así como daños en las edificaciones. Uno de estos deslizamientos se originó en el Centro Poblado San Isidro, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento de Amazonas, se recomendó evacuar a la población a un albergue temporal, hasta que se defina la zona definitiva de reubicación; haciendo incidencia en que la población no debe volver a reasentarse en la zona afectada.

El 12 de diciembre durante la inspección, se observó en el centro poblado San Isidro la afectación de terrenos de cultivo, vía de acceso en un tramo de 420 metros, y 71 viviendas afectadas, se pudo observar el avance continuo del movimiento, indicador de que se encuentra activo.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

1.1 Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar el deslizamiento que se presenta en el Centro Poblado San Isidro, distrito de La Peca, provincia de Bagua, departamento de Amazonas, detonado el 11 de noviembre a consecuencia del sismo del 28 de noviembre en el distrito de Barranca, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia del deslizamiento.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

1.2 Antecedentes

Se han recopilado todos los informes y reportes que abarquen los aspectos geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- a) Geología de los Cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande (Chacaltana *et al.*, 2011). Según la geología descrita a escala 1:50 000, en la zona evaluada los sedimentos están conformados por calizas margosas de color amarillo intercaladas con limoarcillitas abigarradas de la Formación Celendín, que dan origen a relieves suaves y muy erosionables; hacia el noreste calizas masivas, color gris a gris parduzco con abundante presencia de fósiles de la Formación Cajamarca; hacia el suroeste areniscas rojas, limolitas y limoarcillitas color pardo rojizo de la Formación Fundo El Triunfo; en la zona de estudio localmente se ha observado un depósito coluvio – deluvial, conformado por clastos angulosos envueltos en una matriz limo arcillosa.
- b) En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa descrito en el Boletín N° 39, Serie C, Estudio de Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina *et al.*, 2009), la zona de estudio presenta una susceptibilidad alta a la ocurrencia de procesos de remoción en masa (figura 1).

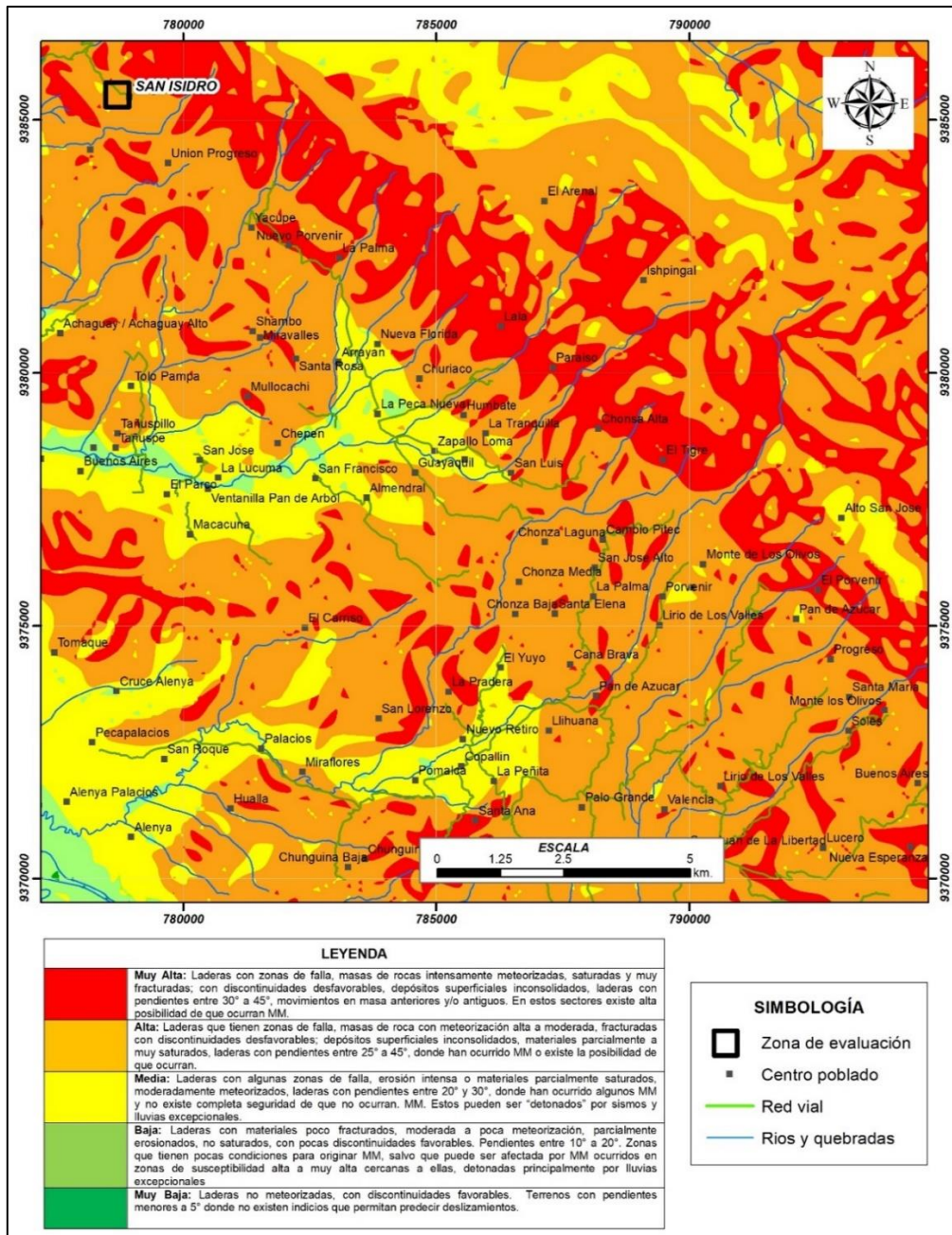


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa del centro poblado San Isidro y alrededores.
Fuente: Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Amazonas, elaborado a escala 1:250 000 por Medina *et al.*, 2007.

1.3 Brigada de trabajo

Especialistas en evaluación de peligros geológicos viajan con un geólogo asistente y un conductor (cuadro 1); logística, 4 camionetas, equipos técnicos y drones.

Cuadro 1. Brigadas asignadas para evaluación de peligros.

N°	Jefe de brigada	Zona de trabajo
1	Ing. Segundo Núñez Juárez	San Martín
2	Ing. Lucio Medina Alcca	Amazonas/San Martín
3	Ing. Briant García Fernández Baca	Amazonas/Cajamarca
4	Ing. Luis Miguel León Ordáz	Cajamarca/Amazonas

2. DEFINICIONES

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.:

a) Agrietamiento (cracking)

Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

b) Corona (crown)

Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento, ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

c) Escarpe (scarp)

Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

d) Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos 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.

Tabla 1. Velocidades de movimientos en masa según Cruden y Varnes (1996).

Clases de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	5×10^3	5 m/s
6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min
5	Rápido	5×10^{-1}	1,8 m/h
4	Moderada	5×10^{-3}	13 m/mes
3	Lenta	5×10^{-5}	1,6 m/año
2	Muy lenta	5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lenta		

e) Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).

f) Fractura (crack)

Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

g) Meteorización (weathering)

Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 Ubicación

El Centro Poblado San Isidro, se encuentra ubicado en el distrito La Peca, provincia Bagua y departamento de Amazonas (figura 2). Con coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17S:

Cuadro 2. Coordenadas del área de estudio en el distrito de La Peca.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		COORDENADAS DECIMALES	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	779270	9385800	-5.551307°	-78.479327°
2	779270	9384670	-5.561519°	-78.479284°
3	778370	9384670	-5.561554°	-78.487402°
4	778370	9385800	-5.551341°	-78.487446°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	778950	9385500	-5.554030°	-78.482202°

3.2 Accesibilidad

La principal vía de acceso desde la ciudad de Cajamarca con destino al centro poblado San Isidro, es mediante desplazamiento terrestre, a través de una carretera asfalta y afirmada, tal como se detalla en la siguiente ruta (cuadro 3):

Cuadro 3. Rutas y acceso a la zona evaluada

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Bambamarca – Chota – Cutervo – Jaén – Bagua.	Asfaltada	344	8 horas 30 minutos
Bagua – San Isidro	Asfaltada - Afirmada	45	1 hora

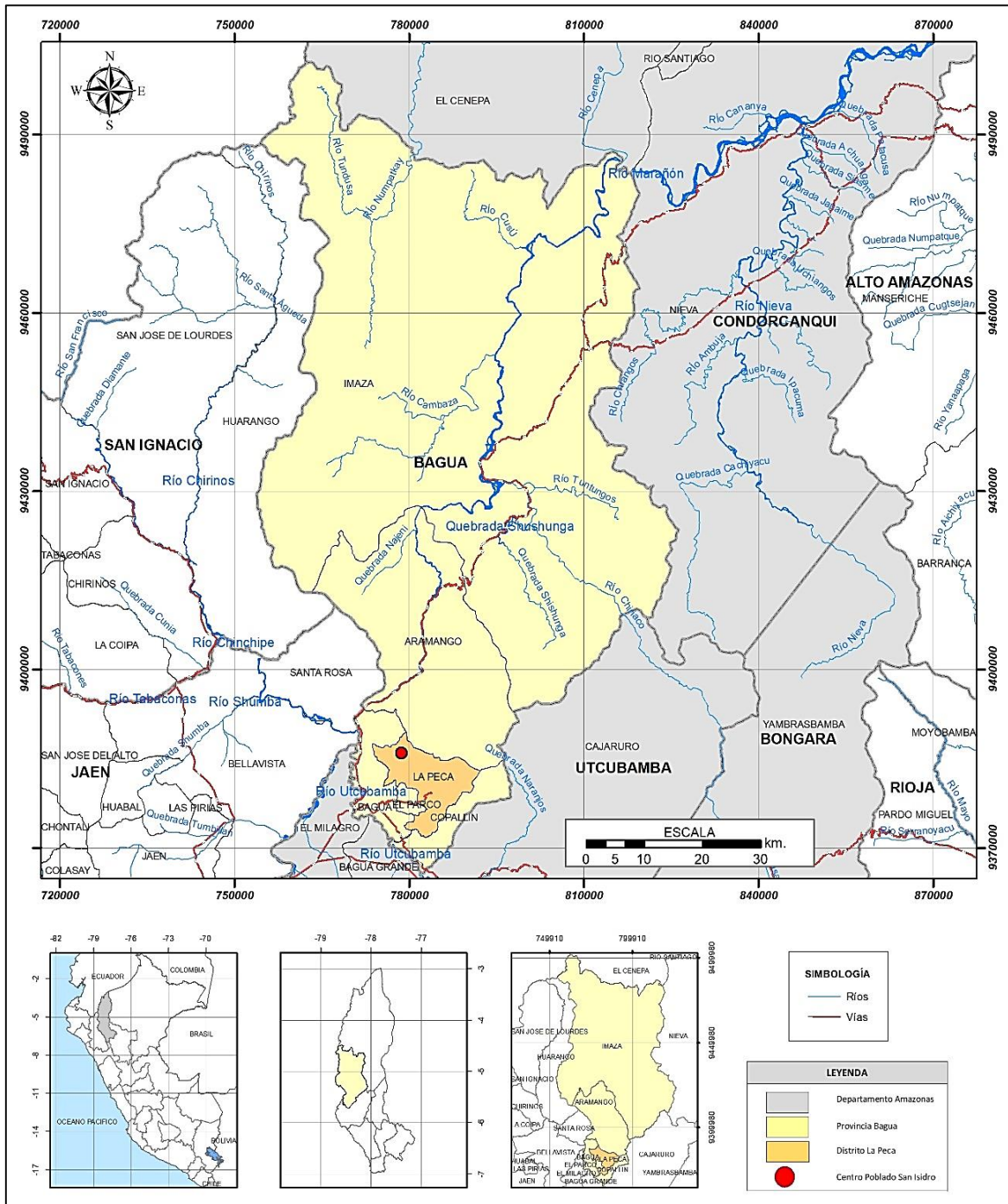


Figura 2. Ubicación centro poblado San Isidro.

4. ASPECTO GEOLÓGICO

El análisis se desarrolló en base al boletín N°142, serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Aramango (11-g) y Bagua Grande (12-g), (Chacaltana et. al., 2011); también se realizó trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades

litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de erosión (mapa 1).

4.1 Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en los alrededores de la zona evaluada corresponden a las formaciones Sambimera, Fundo El Triunfo, Rentema, Celendín, Cajamarca, Pulluicana, Quilquiñan y en la zona de estudio afectada por el deslizamiento, abarca principalmente depósitos coluvio deluviales.

a) Formación Fundo El Triunfo (KsP-ft)

Compuesta por secuencias detríticas color rojizo (areniscas rojas, limolitas y limoarcillitas color pardo rojizo), concordantes sobre la formación Celendín e infrayace discordante a las secuencias cenozoicas.

b) Formación Rentema (KsP-re)

Conformada por secuencia de conglomerados polimícticos con rodados de calizas, arenisca cuarzosa y rocas intrusivas intercalada con areniscas de grano grueso a conglomerádicas de origen fluvial, color rojizo.

c) Formación Celendín (Ks-ce)

Consiste de calizas margosas de color amarillo intercaladas con limoarcillitas abigarradas, Esta unidad contiene abundantes fósiles de ammonites cuya asociación indica un ambiente marino nerítico de la plataforma interna.

d) Formación Cajamarca (Ki-c)

Constituida por una secuencia de calizas masivas en estratos gruesos de 50 cm a 1 m de espesor, color gris a gris parduzco con estratificación ondulante. Las calizas son micríticas y biomicríticas, intercaladas con capas de margas que hacia la base son 2 m y se hacen estratodecrecientes hacia el tope con 0.30 m de espesor. Esta unidad contiene abundante presencia de fósiles invertebrados entre los que destacan ammonites, pelecípodos y equinoideos, todos bien desarrollados lo que indica un ambiente marino nerítico de plataforma interna amplia.

e) Grupo Pulluicana (Ki-p)

Caracterizada por ser una secuencia de calizas nodulares y margas intercaladas con limoarcillitas.

f) Grupo Quilquiñan (Ki-q)

Se caracteriza por presentar una secuencia de margas en su base, son estratos gris pardos con disposición uniforme que evolucionan a una plataforma carbonatada expresada en una gruesa secuencia de calizas macizas. En general una secuencia carbonatada con predominio de calizas granocreciente que varían de mudstone a wackestone con evolución estratodecreciente.

g) Depósitos coluvio – deluviales (Q-co/de)

Corresponde a los depósitos generados por deslizamientos, conformados por gravas, escasos bloques subredondeados, en una matriz limoarcillosa (figura 4). Formando depósitos inconsolidados y saturados, *afloran en el Centro Poblado San Isidro.*



Figura 4. Depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques y clastos de origen calcáreo, dentro de una matriz limo arcillosa.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385486 – **Este:** 778977

5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La brigada de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) para el análisis geomorfológico realizó el levantamiento fotogramétrico mediante el empleo de dron, obteniéndose el modelo digital del terreno con resolución 7.5 cm por pixel para la ortofoto, información que fue complementada con el análisis de imágenes satelitales, análisis morfométrico de relieve y cartografiado in situ.

5.1 Modelo digital de elevación (MDE)

La zona de estudio comprende elevaciones que van desde los 950 m s.n.m. hasta los 745 m s.n.m., se clasificó en cuatro niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas, comprendiendo el área urbana del centro poblado de San Isidro en una altura de 830 m s.n.m.; el área con mayor pendiente está comprendida entre los 798 m s.n.m. a 750 m s.n.m. con una pendiente promedio de 20°, este nivel corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio - deluvial que se extiende de noroeste a sureste (figura 5).

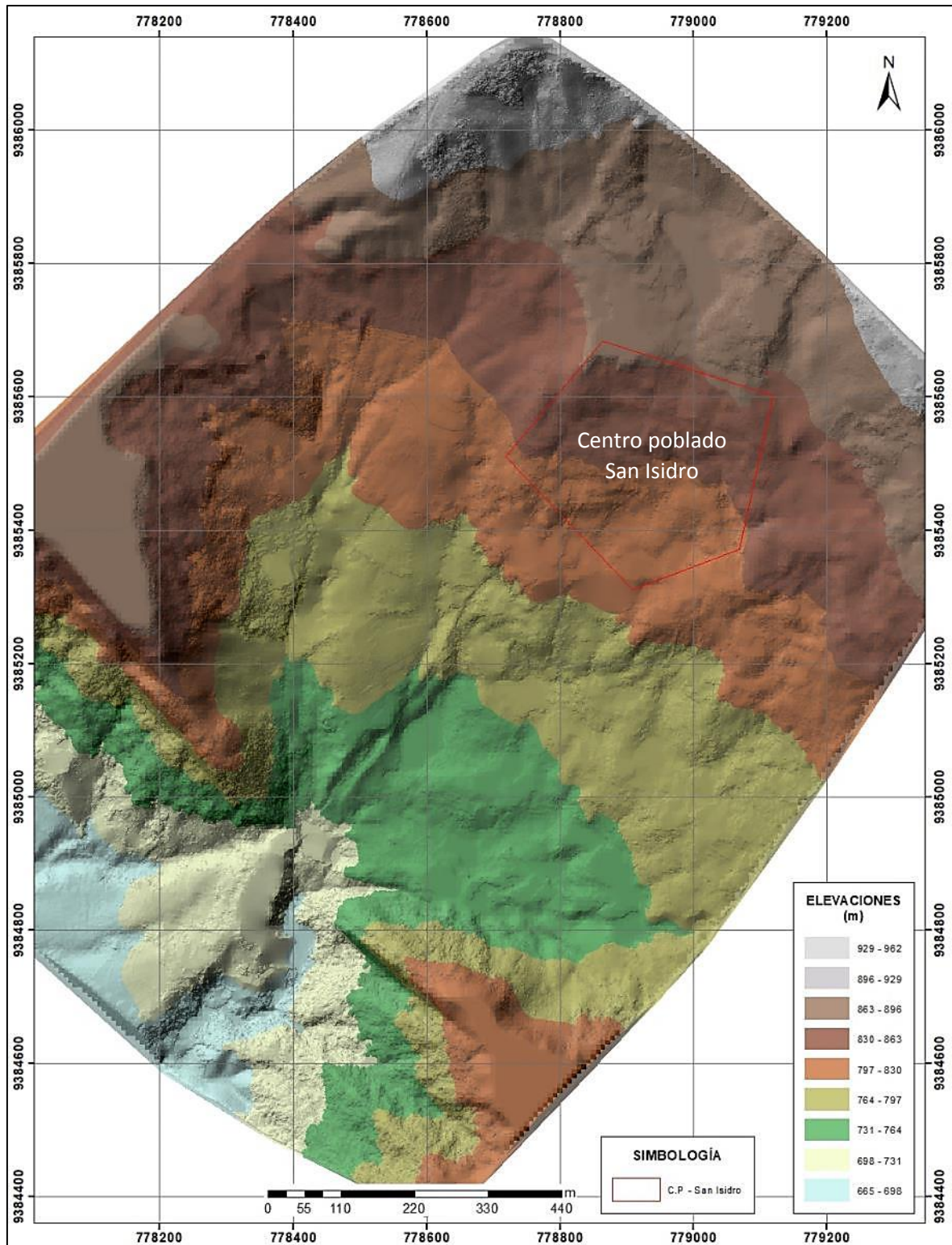


Figura 5. Modelo digital de elevaciones en el centro poblado San Isidro.

5.2 Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2022), 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 masas en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte ($>30^\circ$), también es más alta la erosión en laderas (laminar, sucos y cárcavas), en colinas o montañas, por que a mayor pendiente facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial (Vílchez *et al.*, 2013).

El sector evaluado comprende una pendiente moderada promedio de 20° , esta superficie es ocupada por las viviendas del Centro Poblado San Isidro, áreas de pastoreo y cultivos agrícolas como el arroz, que necesita un riego constante por inundación (Mapa 2).

5.3 Unidades Geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector evaluado en Centro Poblado San Isidro, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez *et al.*, 2019); así también se ha empleado los trabajos de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en estudios de Ingemmet (mapa 3).

5.3.1 Geformas 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:

a) Unidad de Montaña

Tiene una altura mayor a los 300 m con respecto al nivel de la base local, así se tienen las siguientes subunidades de montaña diferenciadas según el tipo de roca que la conforman.

b) Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)

Corresponde a elevaciones del terreno que forman parte de las cordilleras levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia – escorrentía, aguas de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad.

El relieve montañoso de la zona de estudio está ubicado al noreste del centro poblado San Isidro, la misma que está conformada principalmente por rocas de origen calcáreo.

5.3.2 Geformas de carácter depositacional y agradacional

Son geformas que comprenden el conjunto de procesos constructivos, determinados tanto por las fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y la morfología de los ríos, factores que tienden a nivelar de manera positiva la superficie terrestre, mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de terrenos más elevados. (Villota, 2005).

a) Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. La unidad de piedemonte identificada es la siguiente:

b) Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Conformada por acumulación intercalada de materiales relacionados a movimientos en masa como deslizamientos y fuente de origen cercano, constituido por gravas y clastos angulosos en una matriz limo arcillosa, en esta subunidad se originó el deslizamiento (figura 6).



Figura 6. Subunidades geomorfológicas en el sector evaluado, montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs) vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd).

6. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos de denudación que moldean el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre.

La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica), actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

El peligro geológico identificado en la zona de estudio, corresponde a un movimiento en masa de tipo deslizamiento descrito a continuación:

6.1 Deslizamiento del Centro Poblado San Isidro

A través de las imágenes satelitales, fotos aéreas tomadas con el dron y el reconocimiento en campo, se identificó la activación de un deslizamiento ocurrido el 11 de diciembre del 2021 (mapa 3).

En la zona evaluada se identificó un deslizamiento de tipo rotacional, el evento presenta escarpes múltiples de forma irregular de 80 m (E1), 150 m (E2) y 220 m (E3), con saltos que varían entre los 2 m y 5 m (figura 7 y 8), la dirección del movimiento es de noreste a suroeste.

La velocidad del movimiento es lenta (Cruden y Varnes 1996), cuyas grietas están dispersas y en diferentes direcciones y presentan longitudes que varían entre los 10 m a 65 m, con una apertura que varía entre los 0.30 m hasta 1.3 m (figura 9 y 10); el movimiento presenta un comportamiento retrogresivo, con aparición de grietas sobre los escarpes principales; el cauce de la quebrada en la parte baja cambió su curso debido a que el material transportado por el deslizamiento colmato su cauce, no se originó embalse debido a la pendiente que promedia los 30° (figura 11).



Figura 7. Escarpe Ubicado en el flanco derecho, tiene un salto promedio de 6 metros.
Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385483 – Este: 779045



Figura 8. Escarpe ubicado en el flanco derecho, tiene un salto promedio de 2.5 metros.
Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385531 – Este: 778833



Figura 9. Escarpe secundario y grietas distribuidas en diferentes direcciones dentro del cuerpo en movimiento.
Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385502 – Este: 778981



Figura 10. Escarpe secundario y grietas distribuidas en diferentes direcciones dentro del cuerpo en movimiento.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385496 – Este: 778966

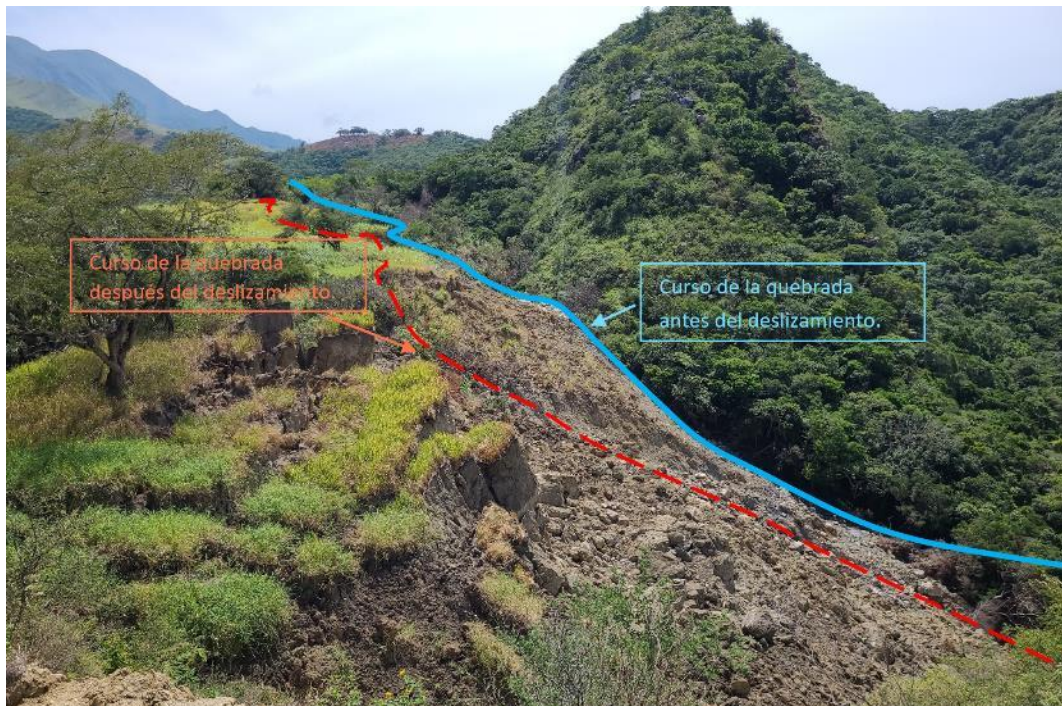


Figura 11. Cambio de curso de la quebrada en la parte baja debido a la acumulación de material deslizado.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9384921 – Este: 778384

a) Factores condicionantes

- Litología incompetente, depósito coluvio – deluvial, conformado por clastos de diferente tamaño, escasos bloques en una matriz limoarcillosa inconsolidada.

- Ladera con pendiente promedio de 15° a 20°.
- Cultivos de arroz, con riego permanente (riego por inundación), saturan el terreno incrementando su inestabilidad, este tipo de sembríos se ubican en la parte media y baja de la zona deslizada.
- Canales de riego sin revestimiento (figura 12) y canales de concreto en mal estado (figura 13), permite la filtración de agua de manera continua, incrementando la saturación de los terrenos.

b) Factor detonante

- Sismo del 28 de noviembre del 2022.

c) Daños ocasionados por el deslizamiento

- Afectó 35 viviendas (figuras 14,15 y 16), las cuales quedaron totalmente destruidas e inhabitables, parque principal (figura 17), templo católico (figura 18) y posta médica.
- Afectó 30 ha de cultivos agrícolas (figura 19).
- La carretera vecinal quedó intransitable, afectada en un tramo de 420 m (figuras 20 y 21).
- El centro poblado se quedó sin suministro de energía eléctrica, dejando los postes del tendido eléctrico colapsados.



Figura 12. Canal de riego sin revestimiento, se puede observar la falta de limpieza y mantenimiento.

**Coordenadas UTM WGS84,
Norte: 9385881 – Este: 778991**

Figura 13. Canal de riego revestido en mal estado, se observa deterioro en la base del canal.

Coordenadas UTM WGS84,
Norte: 9385857 – **Este:** 779049



Figura 14. Viviendas totalmente destruidas en el flanco derecho del deslizamiento.
Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385531 – **Este:** 778833



Figura 15. Grietas con un ancho mayor a 1 metro, afecta trocha carrozable y destruyen viviendas.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385531 – Este: 778833



Figura 16. Vivienda totalmente colapsada.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385508 – Este: 778919



Figura 17. Se observa múltiples escarpes secundarios, y agrietamientos en la plaza principal del centro poblado de San Isidro.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385559 – Este: 778915



Figura 18. Templo católico afectado por agrietamientos y asentamientos.

Coordenadas UTM WGS84, Norte: 9385573 – Este: 778890

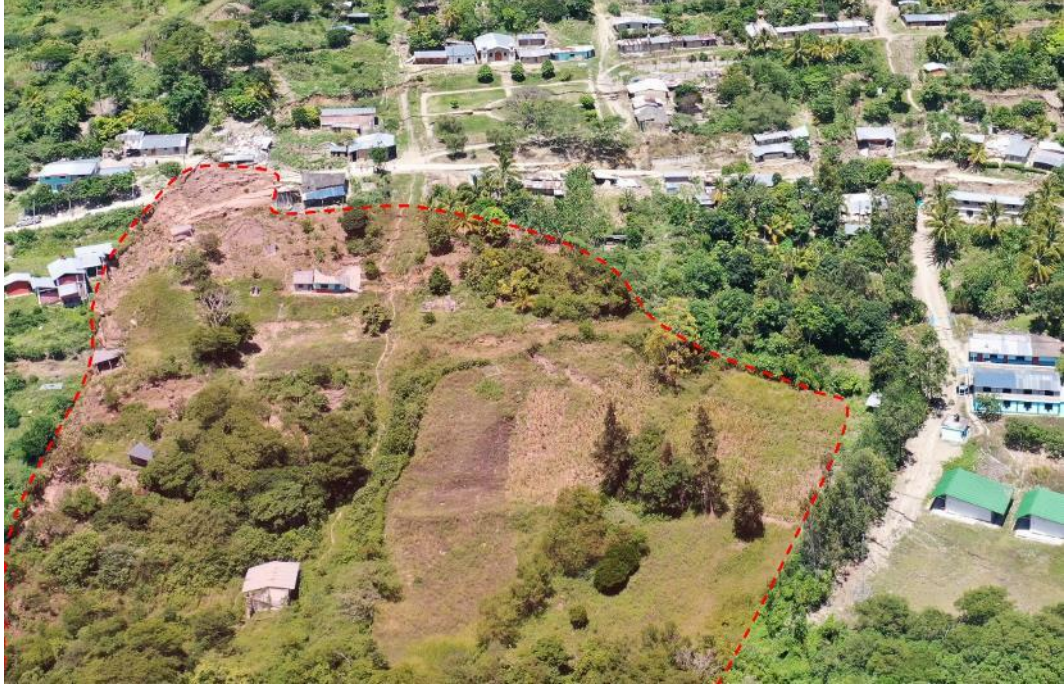


Figura 19. Terrenos con cultivos agrícolas afectados por el deslizamiento, parte baja del centro poblado San Isidro.



Figura 20. Trocha carrozable afectada (intransitable), flanco derecho.



Figura 21. Trocha carrozable afectada (intransitable), flanco derecho.

7. CONCLUSIONES

- a. El 11 de diciembre del 2021, se produjo un deslizamiento en el centro poblado San Isidro, el cual afectó 35 viviendas (quedando inhabitables), afectó 30 hectáreas de terrenos de cultivo y 420 metros de trocha carrozable.
- b. El deslizamiento es de tipo rotacional. El mismo que presenta dos escarpes en el flanco derecho tiene 80 m de longitud y en el flanco izquierdo tiene 150 m. Con saltos de 2 m a 6 m.
- c. Las geofomas identificadas en el área evaluada, corresponden a la subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria, con pendiente de 20° a 30° y la subunidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial con pendiente de 5° a 20°.
- d. El área deslizada se asienta sobre un depósito coluvio – deluvial, compuesto por clastos subredondeados y escasos bloques, dentro de una matriz limoarcillosa inconsolidada.
- e. Los factores condicionantes corresponden a la pendiente del terreno que en promedio es de 20°; la litología que corresponde a un depósito coluvio-deluvial clastos y bloques, en una matriz limoarcillosa inconsolidada susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa, prácticas agrícolas con riego permanente y por inundación, satura de manera constante el terreno; como factor detonante tenemos el sismo del 28 de noviembre del 2021.
- f. El centro poblado San Isidro se considera como **Zona Crítica de Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamiento, cuyo proceso podría reactivarse por lluvias intensas o sismos.

RECOMENDACIONES

- a. En el cuerpo del deslizamiento se recomienda construir un sistema de drenaje tipo espina de pescado con la finalidad de disminuir la infiltración de agua al terreno, el agua debe ser conducida fuera del área afectada, los canales colectores deben estar impermeabilizados adecuadamente.
- b. En la masa deslizada y en su entorno, evitar prácticas agrícolas que necesiten de riego por inundación, implementar cultivos con prácticas de riego por goteo y reforestar con especies nativas.
- c. Construir zanjas de coronación en la cabecera del deslizamiento, evitando el ingreso del agua de escorrentía de la parte alta hacia el cuerpo deslizado; la construcción de las zanjas de coronación no debe estar cerca al borde del escarpe principal del deslizamiento.
- d. Reubicar a todos los pobladores del centro poblado San Isidro a una zona segura.
- e. No se deberá volver a construir viviendas y ningún tipo de infraestructura en el terreno deslizado.
- f. En la parte superior del deslizamiento, se ubica el campamento de la empresa encargada de la construcción de carreteras – CASA, es necesario el monitoreo constante del terreno en su entorno, si se presenta indicios del avance del deslizamiento, es necesario evacuar de manera oportuna, para evitar pérdida de maquinaria pesada y salvaguardar la integridad física de los trabajadores.

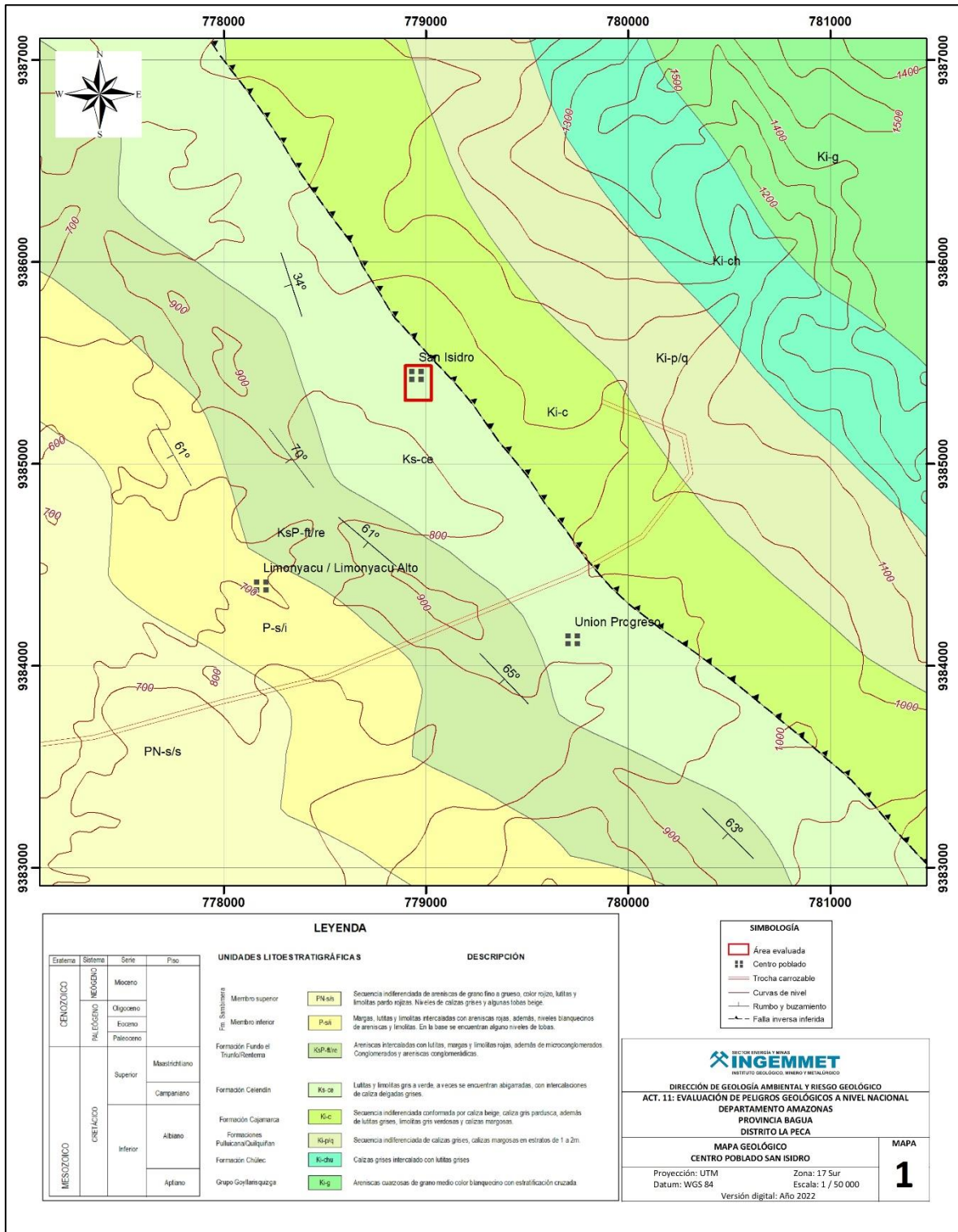

.....
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610

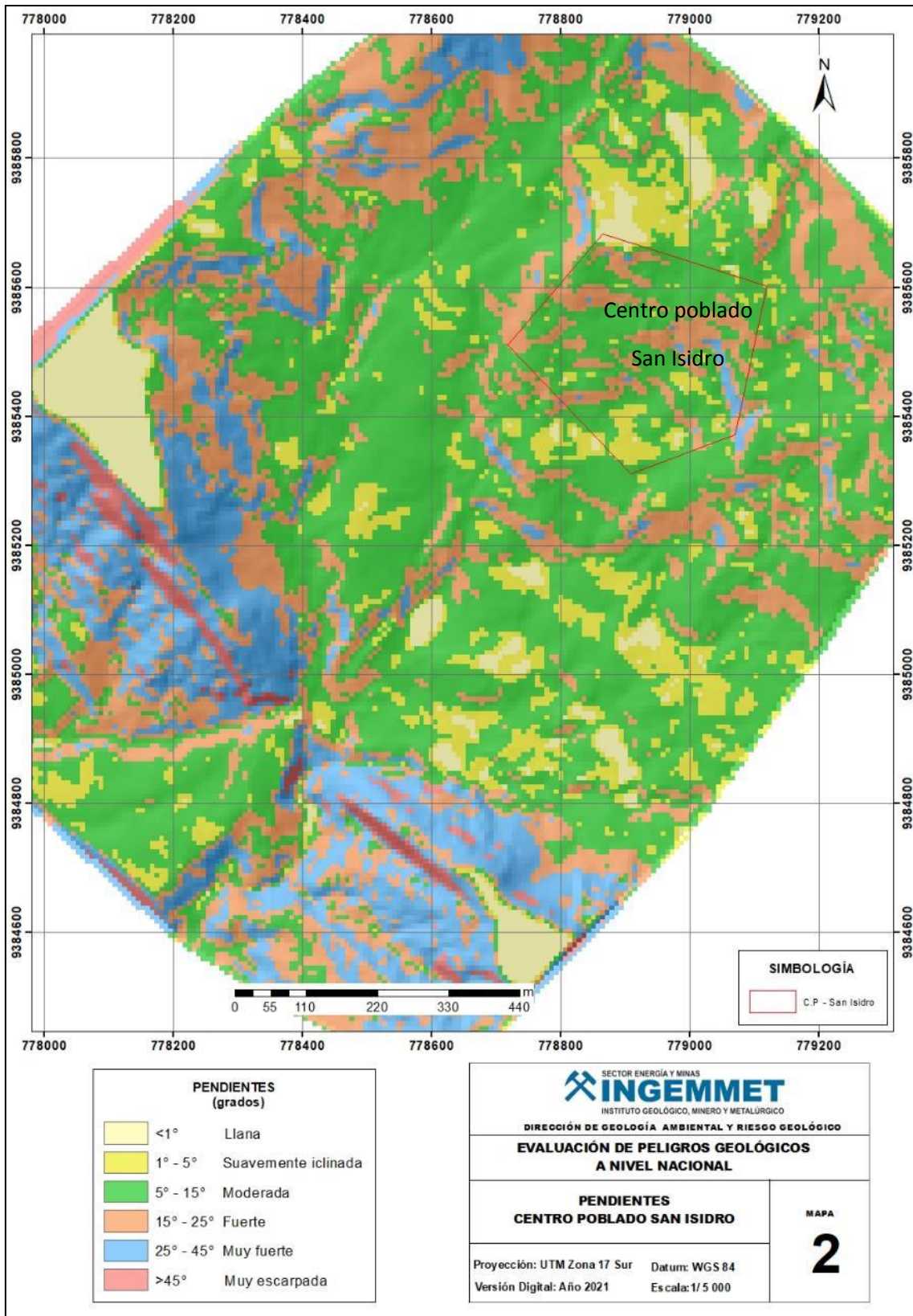

.....
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

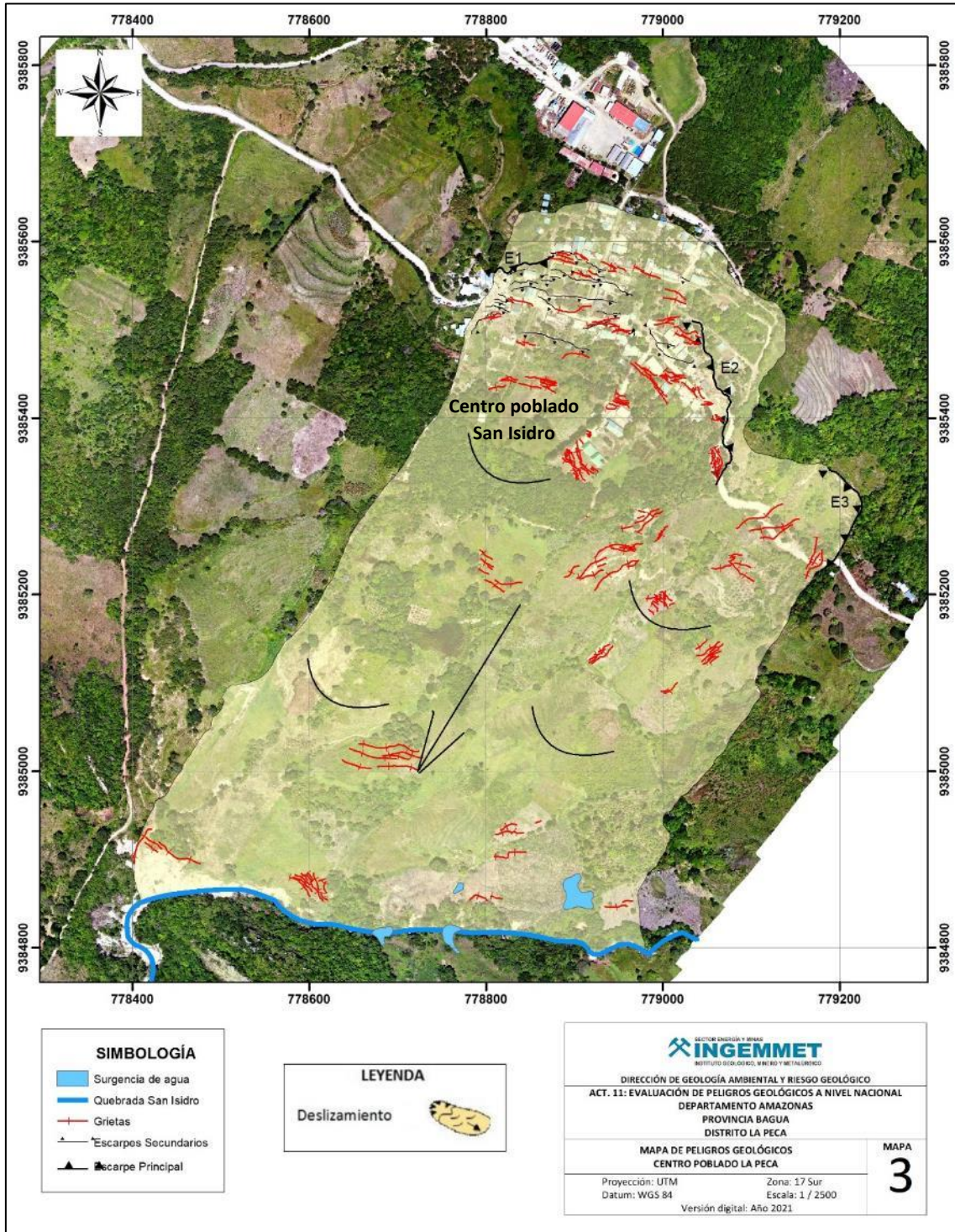
BIBLIOGRAFÍA

- Chacaltana, et al. (2011) - Geología de los cuadrángulos de Aramango (11-g) y Bagua Grande (12-g), Boletín, Serie A: 142, 125p.
- Medina, L.; Vílchez, M.; Dueñas, SH. (2009). Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, No. 39, 205 p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Lucía, A.; Vicente, F.; Martín-Moreno, C.; Martín-Duque, J.F.; Sanz, M.A.; De Andrés, C.; Bodoque, J.M. (2008) - Procesos geomorfológicos activos en cárcavas del borde del piedemonte norte de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Segovia, España). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.), 102: 47-69.
- Shruthi, R.B.V.; Kerle, N.; Jetten, V. (2011) - Object-based gully feature extraction using high spatial resolution imagery. *Geomorphology* 2011, 134, 260–268.
- Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba, y Bolívar. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, No. 56, 287 p.

ANEXO 1. MAPAS







ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo de deslizamiento. Los métodos de estabilización de los deslizamientos, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suarez, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de deslizamiento, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del deslizamiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (figura A1). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

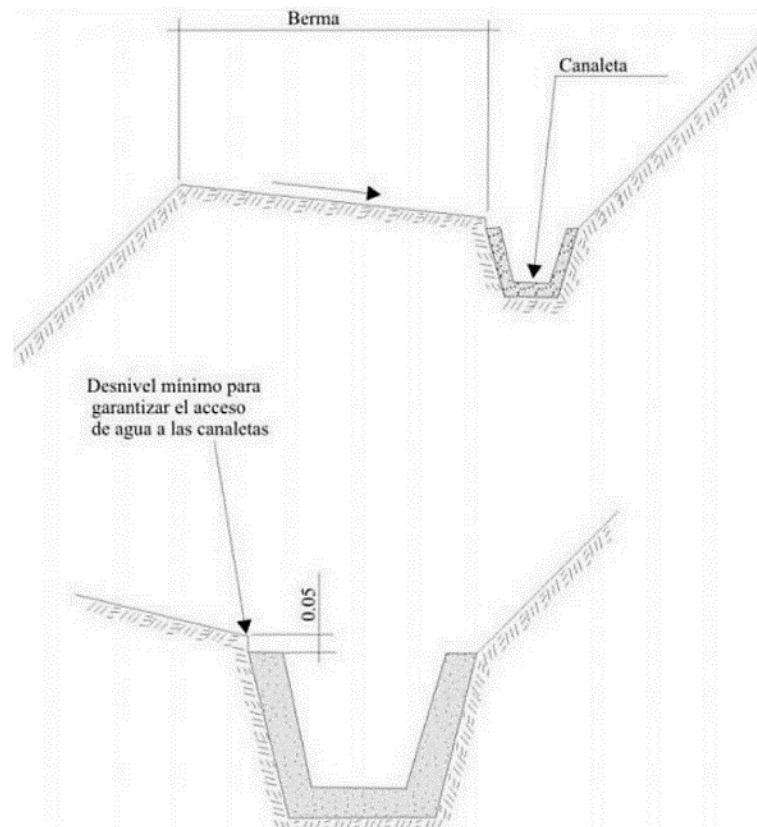


Figura A1. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Drenaje tipo Espina de Pescado

Construcción de canales colectores, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas a torrenteras (figura A2). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.

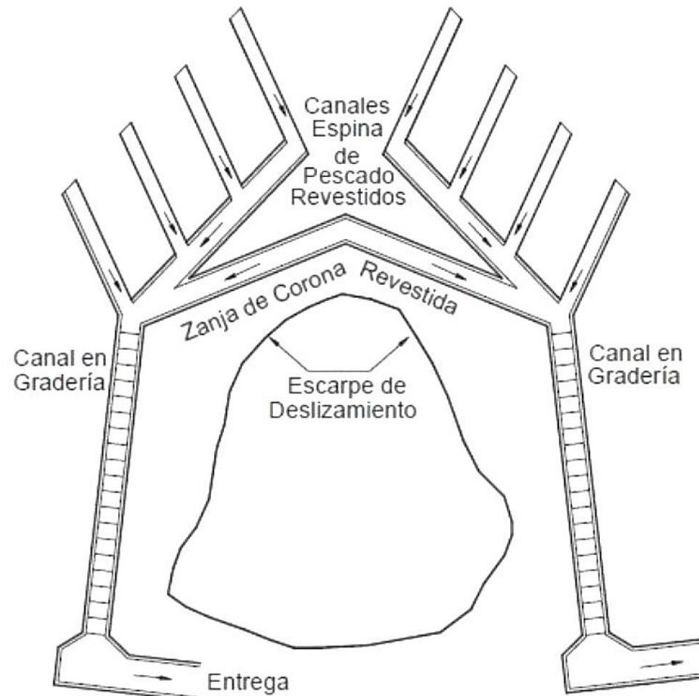


Figura A2. Esquema en planta de canales colectores Espina de Pescado. (Suarez, J. 2010)