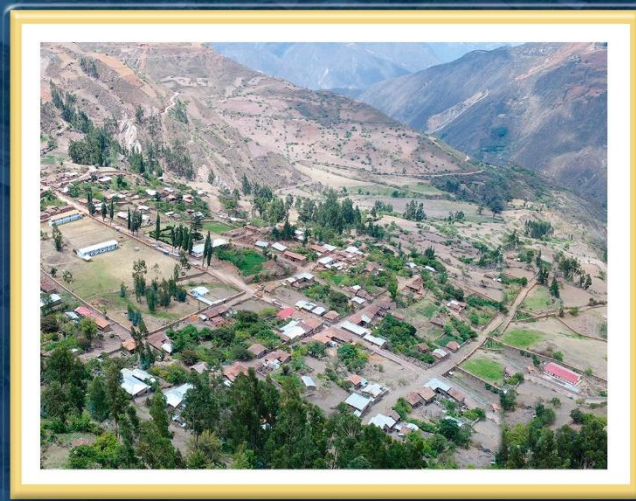


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7119

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE CAJAS

Región Áncash
Provincia Pomabamba
Distrito Parobamba



FEBRERO
2021

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

Equipo de investigación:

Gael Araujo

Julio Lara

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de Peligros Geológicos en el Sector de Cajas, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Ancash. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7119, 28 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. UBICACIÓN.....	6
1.3.2. ACCESIBILIDAD.....	7
1.3.3. CLIMA.....	7
1.3.4. SISMICIDAD.....	8
1.3.5. AGRICULTURA.....	8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	8
2.1. Unidades litoestratigráficas	8
2.1.1. FORMACIÓN CHICAMA (Js-ch).....	8
2.1.2. FORMACIÓN CHIMÚ (Ki-chi).....	10
2.1.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	10
3. ASPECTO GEOHIDROLÓGICO	11
3.1.2. FORMACIÓN CHIMÚ (Ki-chi).....	11
3.1.2. FORMACIÓN CHIMÚ (Ki-chi).....	11
3.1.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	11
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	12
4.1. Pendientes del terreno	12
4.2. Unidades geomorfológicas	12
4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	13
4.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL.....	13
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	15
5.1. ANÁLISIS DE PERFILES TRANSVERSALES	16
5.2. Identificación y caracterización del movimiento en masa	17
4.1.1.1 DAÑOS EN EL ASENTAMIENTO DE SUELOS EN CAJAY.....	21
5.2.4. FACTORES CONDICIONANTES.....	26
5.2.5. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES.....	26
6. CONCLUSIONES	27
7. RECOMENDACIONES	27
8. BIBLIOGRAFÍA	28

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado de Cajas, perteneciente a la Municipalidad Distrital de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Ancash.

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

El centro poblado de Cajas tiene un área de 221 m², presenta largas extensiones de plantaciones de papa, lima, palta y alfalfa con riego por gravedad hasta hace dos meses. Las paredes y pisos de viviendas, infraestructura y posta médica presentan grietas, producto de asentamientos de suelo, desde hace 20 años. Sin embargo, los últimos años se han producido más daños, esto conlleva a inhabitar 7 viviendas y declarar 38 en riesgo.

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada corresponden a rocas sedimentarias de la Formación Chicama (areniscas blancas y lutitas negras) y depósitos coluvio – deluviales. El tipo de movimiento en masa identificado en la zona, se desarrolla sobre depósitos no consolidados.

La geomorfología identificada en la zona de estudio corresponde a montañas estructurales en roca sedimentaria, vertiente o piedemonte coluvio – deluvial, abanico de piedemonte, con pendientes medias (5° – 15°) a fuertes (15° - 25°).

Geohidrologicamente, los depósitos de la formación Chicama y Chimú son acuíferos y acuitados cuyo fracturamiento permite la surgencia de agua en la parte alta del sector de Cajas. Mientras que los depósitos cuaternarios son acuíferos no consolidados, con infiltración hídrica intensa producto del contacto con la formación Chicama.

El peligro geológico que afecta directamente el centro poblado de Cajas es el movimiento en masa tipo REPTACIÓN, fenómeno que se origina desde hace más de 20 años, dañando viviendas de adobe, infraestructura de la posta médica y alumbrado público. Asimismo, se identificó movimientos en masa de tipo deslizamientos y derrumbe en la parte baja de valle con influencia directa en el río de Cajas. Además, el lado derecho del pueblo es susceptible a la ocurrencia de huaicos en época de lluvias excepcionales.

Se concluye que, el centro poblado de Cajas se encuentra en **peligro alto** ante la ocurrencia de asentamientos, producto de reptación. De persistir la infiltración hídrica por deficiencia en el sistema de drenaje o mal uso del sistema de riego de cultivos, las viviendas de adobe e infraestructura de Cajas continuaran asentándose, y su efecto continuara siendo visibles en rajaduras, grietas y aperturas de infraestructura.

Los factores condicionantes de la reptación de suelos en el sector de Cajas son la pendiente y la geología, asociados a factores desencadenantes como la infiltración hídrica natural y antrópica, precipitaciones y sismicidad. El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento para contribuir en la reducción de riesgo de desastre.

INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional (ACT. 7)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Parobamba, según Oficio N° 151-2019-MDP/GDUR/G, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación del evento de tipo “reptación”, ocurrido desde hace 20 años, afectando viviendas, infraestructura de la posta médica, canal de riego y alumbrado eléctrico del centro poblado de Cajas.

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

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, sobrevuelos drone y fotografías), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Parobamba e instituciones técnico normativas del SINAGERD (INDECI y CENEPRED), donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

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

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A) En el año 2019, la Municipalidad distrital de Parobamba realizó el informe técnico N°023-2019-MDP/GDUR “Situación actual del centro poblado de Cajas, distrito de Parobamba – Pomabamba - Ancash”, donde se muestra un registro fotográfico de viviendas de adobe agrietadas, a consecuencia del movimiento de tierras en el C.P. de Cajas.

- B) El mapa de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:1 000 000 del INGENMET, muestra que el sector de Cajas está ubicado sobre una zona de Muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).

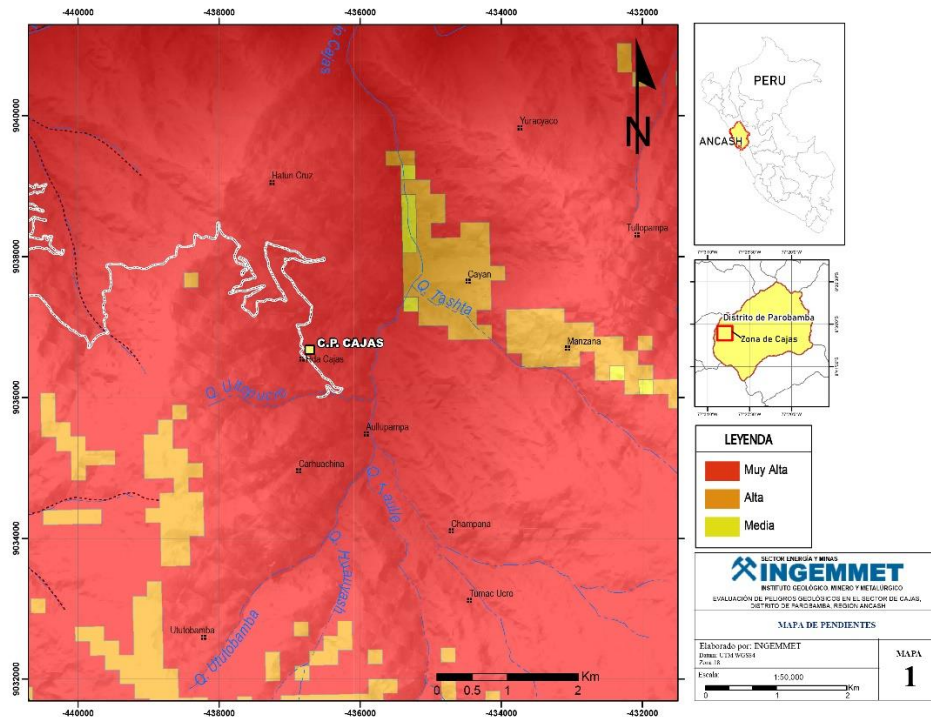


Figura 1. Mapa de Susceptibilidad.

- C) El Boletín N° 60, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari” (1967), describe la geología presente en la zona evaluada

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

El centro poblado de Cajas pertenece al distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Ancash (figura 2), en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) como se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	226382	9046402	-8.61°	-77.48°
2	227094	9046378	-8.61°	-77.48°
3	226988	9045715	-8.62°	-77.48°
4	226456	9045736	-8.62°	-77.48°

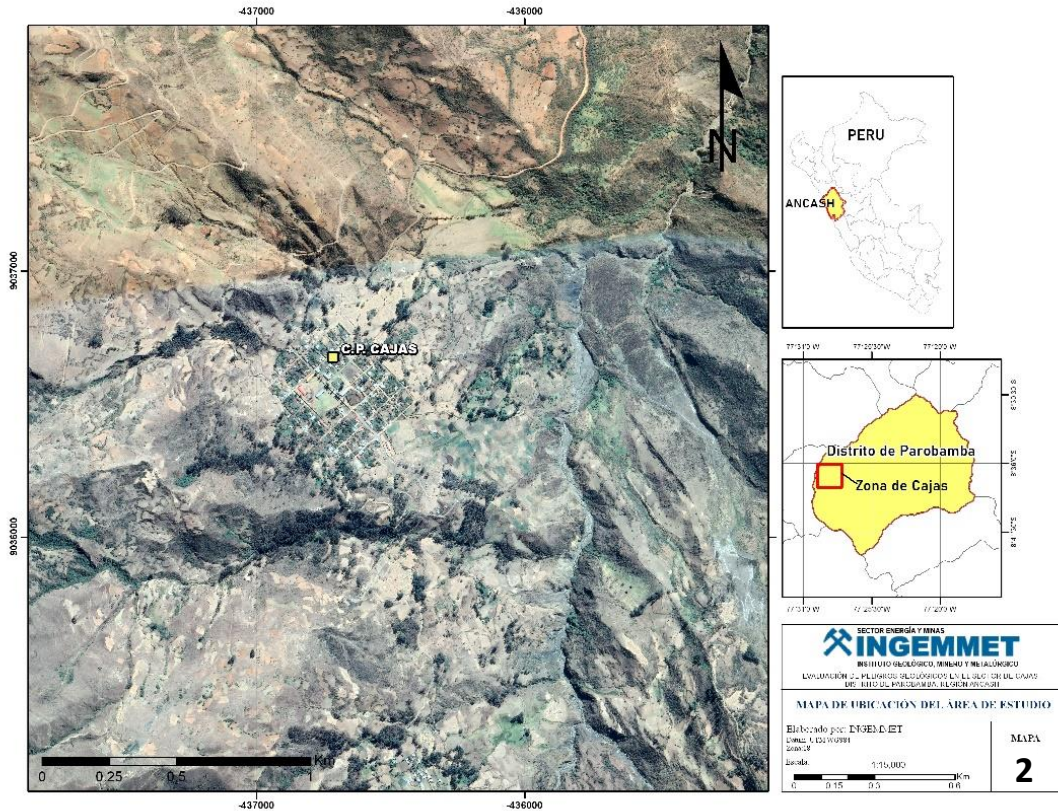


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio

1.3.2. ACCESIBILIDAD

Teniendo como base la provincia de Lima, el centro poblado de Cajas es accesible por la ruta Lima – Huari – Pomabamba – Parobamba – Cajas, a través de carreteras asfaltadas y trocha, con un total de 16 horas con 20 min (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Huari	Asfaltada	470	8 h 20 min
Huari – Pomabamba	Asfaltada	126	5h 30 min
Pomabamba – Parobamba - Cajas	Carretera de Trocha	70	2h 30 min

1.3.3. CLIMA

Según el Mapa climático Nacional del SENAMHI, el sector de Cajas tiene precipitaciones semisecas, con temperatura fría y humedad seca. Este tipo climático se extiende entre los 3 000 y 4 000 m s.n.m. y se caracteriza por precipitaciones anuales promedio de 700 mm, temperaturas medias anuales de 12 °C. Lluvias

durante los meses de octubre hasta abril y sequias entre mayo a agosto. En invierno, las fuertes heladas afectan las siembras y el ganado.

1.3.4. SISMICIDAD

El área de estudio tiene la presencia de fallas inversas a 1.73 km al NE, pliegues sinclinales y anticlinales a 3.8 km al SW y 3 km al NW de Cajas. Es una zona que presenta muchos contactos geológicos y plegamientos producto de la presencia de fallas inversas y normales.

Los pobladores indican que la actividad sísmica en este sector es mínima y muchas veces imperceptible.

1.3.5. AGRICULTURA

Los terrenos agrícolas en el centro poblado de Cajas tienen plantaciones de papaya, lima, alfalfa y papa. Hasta hace dos meses se usaba un riego por gravedad sobre estas plantaciones. Sin embargo, los asentamientos, aceleración de agrietamientos y fisuras en el suelo y viviendas llevó a un 80% de pobladores a utilizar un sistema de riego con el uso de manguera y unos pocos por aspersión.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

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

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que conforman el sector de Cajas y alrededores son afloramientos sedimentarios altamente fracturados de la Formación Chicama y Chimú de la edad Jurásica – Cretácico (figura 3), y depósitos coluviales de matriz limo – arcillosa de edad Cuaternaria.

2.1.1. FORMACIÓN CHICAMA (Js-ch)

La Formación Chicama, de edad Jurásico superior, consiste en depósitos de lutitas y areniscas finas con espesores aproximados de 800 a 1000 m. Presenta complicadas estructuras plegadas y sobre-escurrimientos. Se considera que estos afloramientos extensos son producto de factores estructurales, considerando la tectónica del área (Wilson J., et al. 1995).

Las lutitas negras de la formación Chicama se intercalan con areniscas fracturadas ferruginosas (fotografía 1).



Fotografía 1. Lutitas negras altamente fracturadas en contacto con areniscas ferruginosas

El centro poblado de Cajas se asienta sobre afloramientos de lutita fracturada (fotografía 2).



Fotografía 2. Vista de afloramiento de lutitas negras fracturadas en la parte baja del poblado Cajas

2.1.2. FORMACIÓN CHIMÚ (Ki-chi)

La Formación Chimú tiene una edad Cretácico inferior. Litológicamente está conformada por centenares de metros de cuarcitas blancas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón. El espesor varía de 150 a 400 m, comprende dos miembros: El inferior, consiste en areniscas y cuarcitas con intercalaciones de acilitas y presencia de mantos de carbón; mientras el miembro superior está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas - grisáceas, con escasas capas de arcillitas (Wilson J., et al. 1995).

2.1.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos coluvio / deluviales se encuentran en quebradas y el suelo donde yace el centro poblado de Cajas. Están compuestos por bloques de arenisca o lutitas envueltos en una matriz limo-arcillosa.

En estos depósitos se presentan principalmente los movimientos en masa de tipo reptación, deslizamientos y huaicos (fotografía 3).

Esta unidad no está cartografiada en el mapa geológico, por su escala al 1: 100 000



Fotografía 3. Presencia de deslizamientos de detritos en la parte baja del poblado Cajas

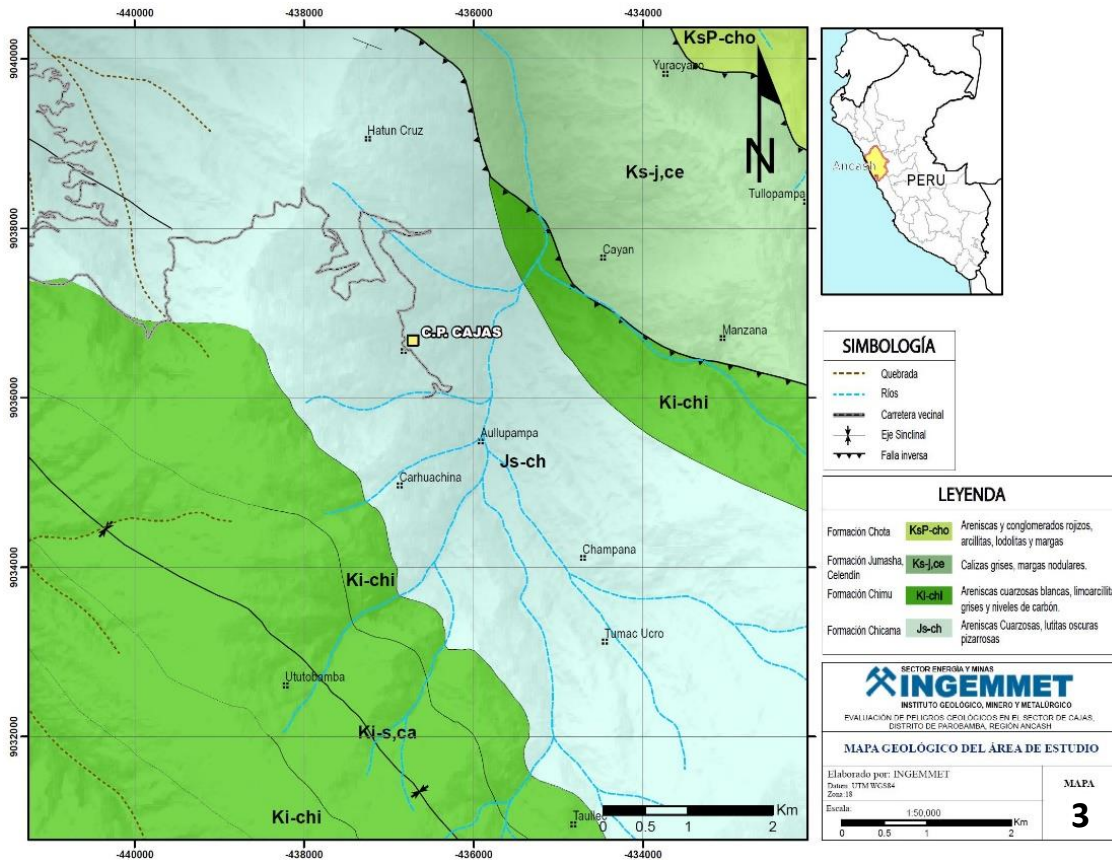


Figura 3. Mapa geológico del INGGEMMET a escala 1:100 000 del área de estudio.

3. ASPECTO GEOHIDROLÓGICO

Geohidrológicamente los depósitos de la formación Chicama y Chimú son acuíferos y acuitados cuyo fracturamiento permite la surgencia de agua y presencia de ojos de agua en la parte alta del sector de Cajas. Los depósitos cuaternarios son susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa por estar condicionados a filtración hídrica producto del contacto directo con la formación Chicama.

3.1.1. FORMACIÓN CHICAMA (Js-ch)

Formaciones de permeabilidad baja, con acuíferos locales (detríticos o fisurados)

3.1.2. FORMACIÓN CHIMÚ (Ki-chi)

Formaciones detríticas de lutitas, areniscas cuarcitas altamente fracturadas. Las lutitas fracturadas se comportan como acuitados que condicionan la surgencia de agua y las areniscas son acuíferos de alta permeabilidad.

3.1.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Formaciones permeables no consolidadas. Son en estos depósitos donde se presentan gran cantidad de movimientos en masa por infiltración hídrica.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

El Modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución de los archivos de instalación satelital de Alaska, determinan que el centro poblado de Cajas se asienta sobre pendientes de media ($5^\circ - 15^\circ$) a fuerte inclinación ($15^\circ - 25^\circ$), haciéndose esta más empinada con pendientes fuertes a abruptas ($25 - 45^\circ$) en la parte alta (zona de montañas) y baja (zona de piedemonte) de Cajas (figura 4). Es en esta última donde se observa movimientos en masa de tipo deslizamientos y caídas.

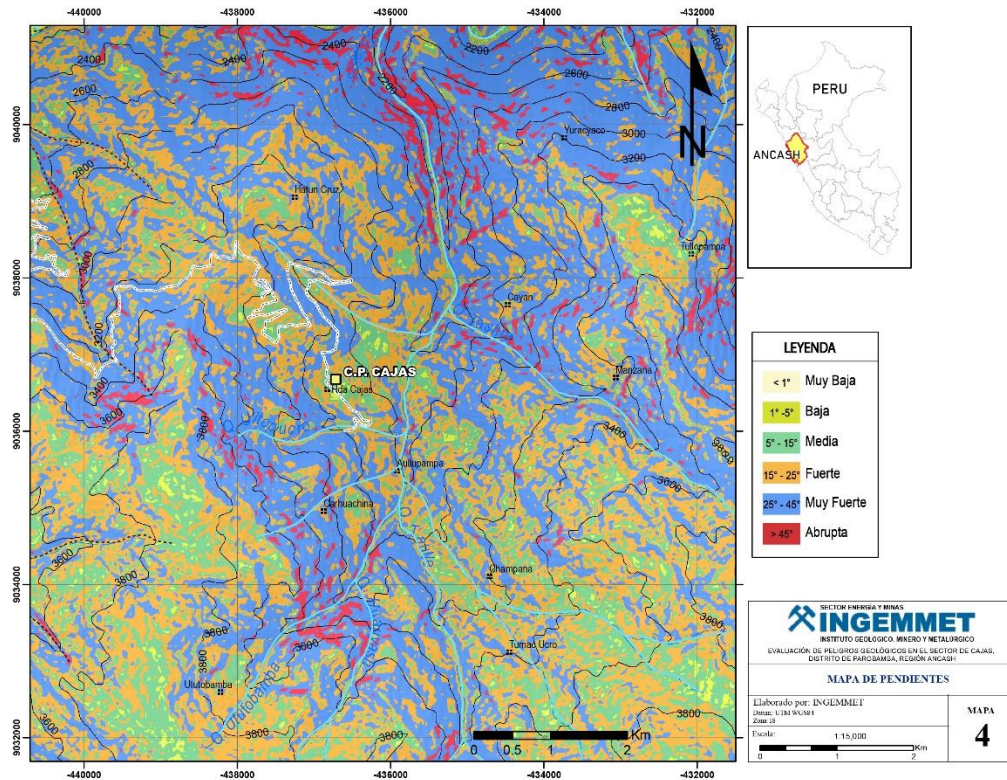


Figura 4. Mapa de pendientes.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez, M., et al, 2019).

El área de estudio está representado por unidades de montañas estructurales en roca sedimentaria, vertiente o piedemonte coluvio – deluvial y abanicos de piedemonte (Figura 5)

4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Están representadas por las geoformas montañosas con pendientes pronunciadas y altitudes mayores a 2500 m s.n.m. Están expuestas a mucha erosión y degradación. Originan geoformas de carácter depositacional, por transporte y acumulación de sedimentos erosionados.

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

Montañas de origen sedimentario, altamente fracturadas y plegadas de 2500 m s.n.m. a 4700 m s.n.m. Abarcan toda el área de Cajas (fotografía 4).



Fotografía 4. Vista lateral de las geoformas donde se asienta el centro poblado de Cajas.

4.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

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

4.2.2.1. Vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd)

En esta unidad se agrupan los depósitos de naturaleza coluvial (producto de la meteorización mayormente física, resultantes principalmente de la acción transportadora de la gravedad). Y son susceptibles a producir caídas de rocas, caídas de detritos, avalanchas de rocas al detonarse un sismo de magnitud local mayor a IV, precipitaciones pluviales extremas, etc. Esta unidad está presente, en su mayoría, en los valles glaciares (Valderrama., et al 2016).

Se observa estos geofomas coluvio – deluviales al frente del poblado de Cajas y en otras zonas al norte, estos grafican la presencia de movimientos en masa con dirección de desplazamiento a favor de la pendiente.

4.2.2.2. Abanico de piedemonte (Ab)

Son depósitos de flujos de detritos canalizados, acumulados en forma de abanicos ubicados en la desembocadura de quebradas y curso fluvial del río Cajas (generalmente de régimen torrencioso, estacional o excepcional).

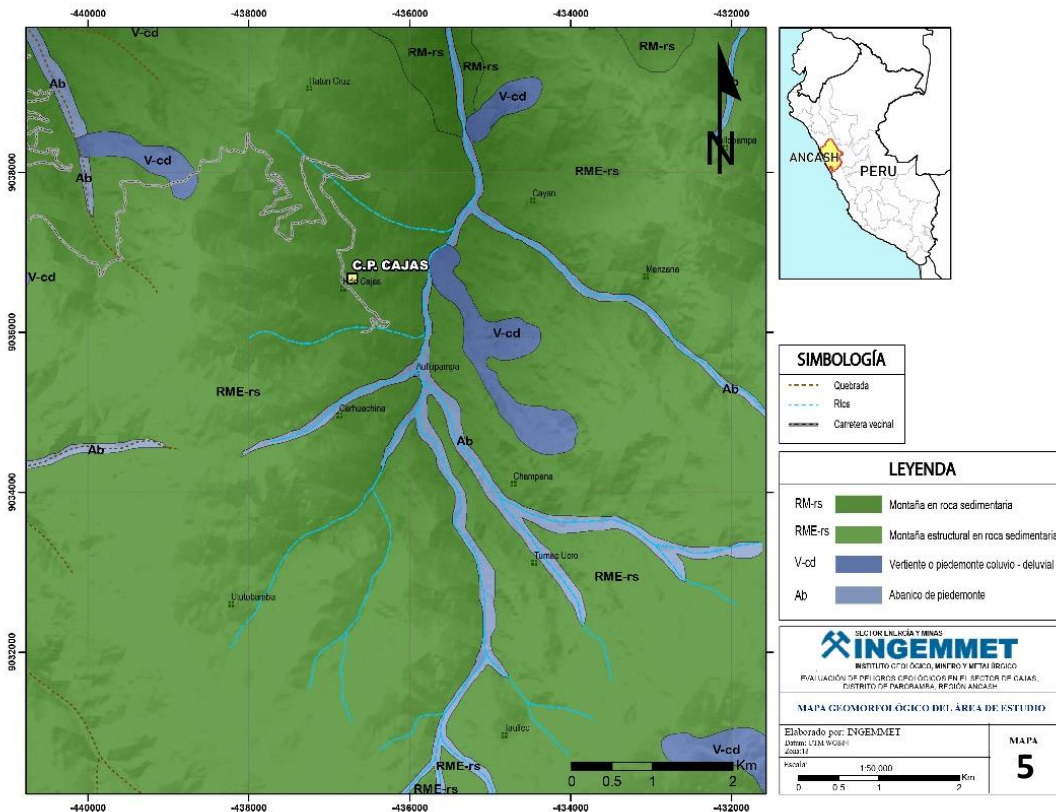


Figura 5. Unidades geomorfológicas en el sector Cajas y alrededores.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo reptación (Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007). La zona al mismo tiempo es propensa a la ocurrencia de huaycos /flujo de detritos en dos quebradas que limitan el centro poblado de Cajas. Además de deslizamientos y derrumbes en la parte baja del valle del río Cajas (fotografía 5).



Fotografía 5. Movimientos en masa en el sector de Cajas.

Reptación: Este movimiento es el resultado de filtraciones hídricas sobre suelos coluvio – deluviales, por presencia de ojos de agua, manantes, flujos de agua e inadecuado uso de la técnica de riego sobre terrenos agrícolas del poblado de Cajas. La reptación de suelos ha provocado asentamientos que generan daños en el suelo, viviendas e infraestructura. Estos daños que se intensifican en época de lluvia.

Huaico / Flujo de detritos: Se han generado históricamente el desencadenamiento de huaicos en la quebrada Cajas al lado derecho del poblado de Cajas. La quebrada tiene una longitud de 1.5 km y desemboca sobre el lado derecho de Cajas.

Deslizamientos: Se observa la presencia de deslizamientos en la parte baja del valle. Los factores condicionantes que controlan este movimiento son principalmente la pendiente y la geología del terreno, asociado a factores detonantes como: Las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias, erosión fluvial, sismicidad y riego de terrenos agrícolas en la parte alta.

5.1. ANÁLISIS DE PERFILES TRANSVERSALES

Los perfiles realizados sobre el sector de Cajas muestran que los depósitos coluvio – deluviales cubren afloramientos de lutita negra de la parte alta y baja del área. Los mayores daños registrados en las viviendas, se encuentran en la parte baja del pueblo, donde se observa un cambio de pendiente en el perfil (figura 6C).

La parte media muestra la presencia de aperturas, grietas y pequeños saltos producto de reptación de suelos (figura 6B), Mientras que en la parte baja los deslizamientos y derrumbes son controlados directamente por la pendiente y el río.

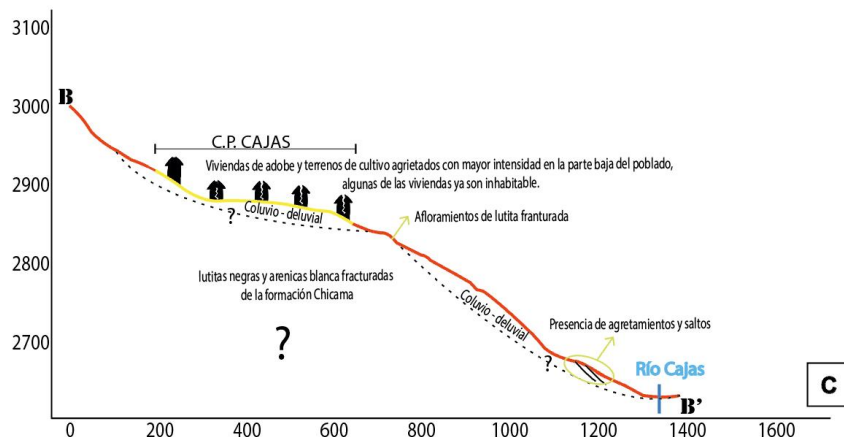
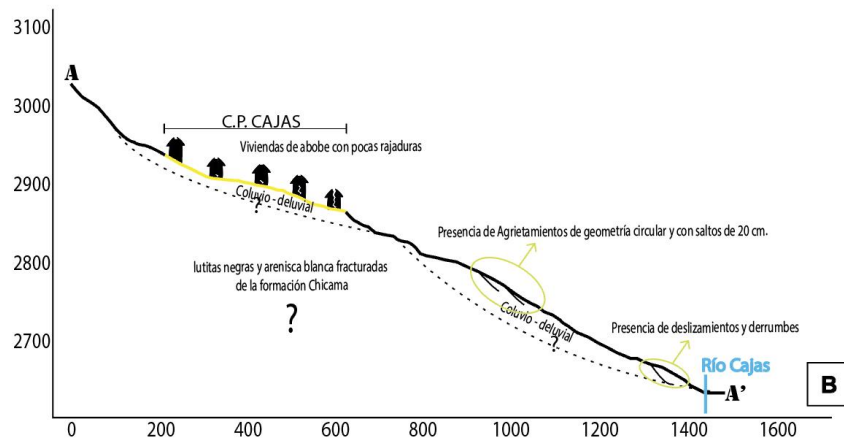
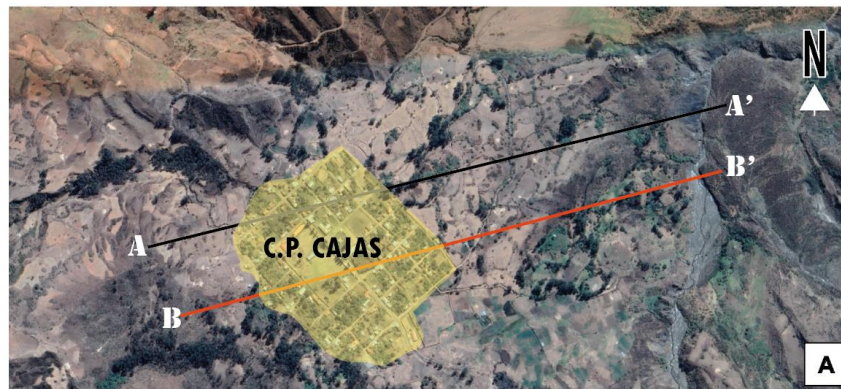


Figura 6: Perfiles topográficos del sector de estudio.

5.2. Identificación y caracterización del movimiento en masa

5.2.1. REPTACIÓN

El centro poblado de Cajas tiene un área de 221 m², sus pobladores están dedicados a actividades ganaderas y agrícolas. Es así que, el poblado de Cajas cuenta con muchas áreas de plantación de papa, lima, palta y alfalfa sobre su extensión, bajo el riego por manguera y aspersión en el 80 % de su población, desde hace 2 meses (fotografía 6). Sin embargo, antes de este periodo, la técnica usada por el 80% de población era el riego por gravedad.



Fotografía 6. Uso de mangueras para el riego de terrenos de cultivo en el poblado de Cajas.

La parte alta y baja del área de estudio presenta afloramientos de lutita negra fracturada y arenisca blanca alterada de la Formación Chicama. Sin embargo, los procesos denudativos y erosivos han generado depósitos coluvio – deluviales de gran espesor que cubren las quebradas y el área donde yace el centro poblado de Cajas.

Los depósitos coluvio – deluviales son clastos sedimentarios envueltos en una matriz arcillosa, susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa, bajo exposición de precipitación, sismicidad, filtración hídrica, etc.

El centro poblado de Cajas es abastecido hídricamente por captaciones de agua en la parte alta, a través del canal de riego Yuraqqaga – Santa Julia. Sin embargo, se observa flujos y ojos de agua invadiendo calles y carreteras de Cajas (fotografías 7 y 8).



Fotografía 7. Canales de agua no revestidos sobre el pueblo de Cajas.



Fotografía 8. Flujos de agua sobre el pueblo de Cajas.

Se observa aperturas y saltos en el suelo donde no hay abundante vegetación (figuras 9, 10 y 11); sin embargo, el efecto del asentamiento del suelo es captado por los agrietamientos y aperturas producidas en infraestructura, canal de riego Yuraqqaga – Santa Julia, postes de electrificación, posta médica, viviendas de adobe de la población, etc.



Fotografía 9. Presencia de saltos y grietas en la parte alta de Cajas.



Fotografía 10. Presencia de saltos y grietas en la parte baja de Cajas.



Fotografía 11. Agrietamiento circular la parte baja de Cajas.

Los pobladores de Cajas han vivido con este problema de asentamientos por 20 años. Resanando permanentemente viviendas y sellando las grietas sobre sus terrenos de cultivo, pero pocos meses atrás, los daños que genera la reptación de suelos ha aumentado. Esto conllevó a deshabitar varias viviendas y cambiar la técnica de riego de terrenos al que estaban acostumbrados.

4.1.1.1 DAÑOS EN EL ASENTAMIENTO DE SUELOS EN CAJAY

Tramo del canal de riego Yuraqqaga – Santa Julia:

El canal tiene una extensión de 4 km desde Yuraqqaga a Santa Julia, pero en el tramo del pueblo de Cajas, el canal de riego presenta aperturas y desplazamientos de 1 cm a 5 cm. Algunos de los cuales han sido resanados con cemento (fotografía 12A).

Los desplazamientos y agrietamientos del canal generan filtraciones y flujos de agua que llegan hasta la plaza del pueblo de Cajas (fotografía 12B), afectando calles y viviendas producto de filtraciones. Estos daños son causados por el asentamiento de suelo.



Fotografía 12 A) Agrietamientos en un tramo del canal de irrigación. B) Las aperturas de las grietas del canal de irrigación generan filtración de agua y unos nuevos flujos de agua sobre el poblado de Cajas.

Postres de electrificación:

Se observa el poste de alumbrado público inclinado, cerca de flujos de agua que vienen de las fracturas generadas en el canal de riego (figura 13).



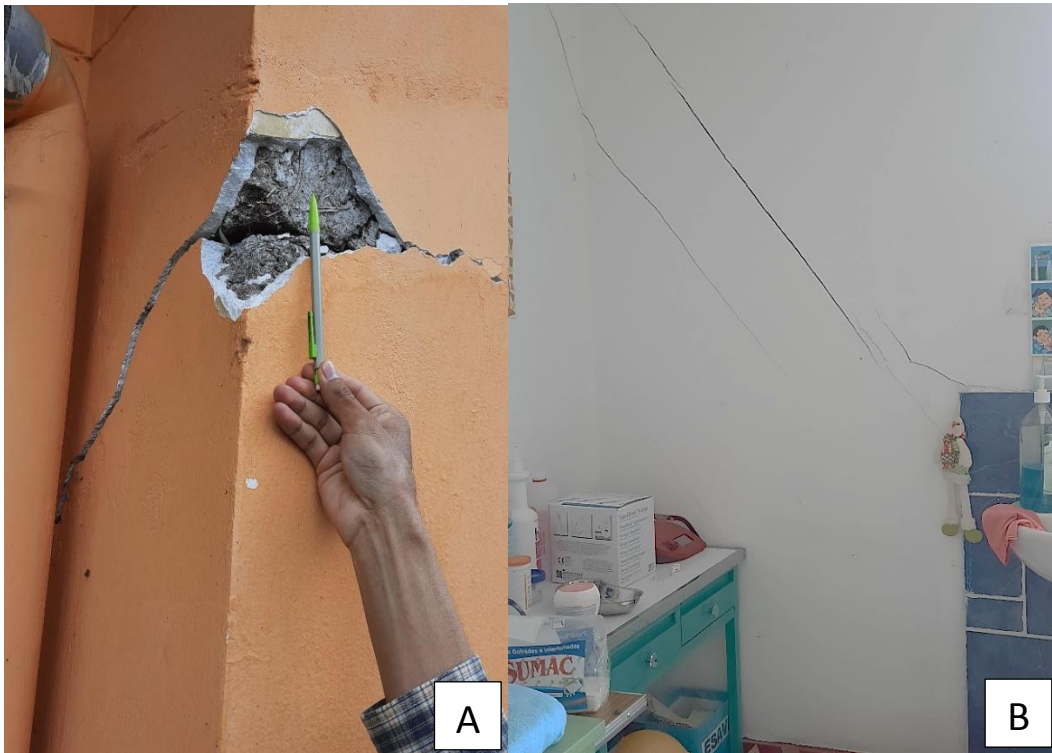
Fotografía 13. Inclinación del poste de alumbrado público por asentamientos.

Posta Médica:

Es una construcción de adobe rodeada a 5 metros por un muro de concreto y ladrillo. Las paredes y columnas presentan grietas con desplazamientos longitudinales de 2 cm (fotografía 14). Este establecimiento se resana permanentemente con yeso para cubrir fisuras.

Los residentes del lugar indican que los terrenos de cultivo ubicados cerca de la posta médica eran regados por gravedad, generando muchas veces la acumulación de agua. Esta actividad cambió hace dos meses, después que los agrietamientos se intensificaron. Actualmente los pobladores optaron por conectar mangueras en ojos de agua o el mismo canal de riego, para transportar el agua y regar sus terrenos de cultivo.

El muro de concreto y ladrillo que rodea la posta medica no muestra fisuras en su estructura.



Fotografía 14. A) Separación longitudinal de adobes en la columna de la posta médica, producto de asentamientos. B) Agrietamientos en la pared de la posta medica

Viviendas de adobe:

Las viviendas del pueblo de Cajas son de adobe. Según los datos registrados en el SINPAD de INDECI, hasta noviembre del 2019 se registraron 38 viviendas afectadas por agrietamientos y desplazamientos y otras 6 viviendas declaradas inhabitables.

Las viviendas muestran desplazamientos de 30 cm, agrietamientos longitudinales de hasta 4 m con aperturas de 20 cm, muchas de las viviendas fueron resanadas con yeso o barro. Sin embargo, los agrietamientos se originan permanentemente (fotografía 15).



Fotografía 15. Estado actual de las viviendas de adobe en el centro poblado de Cajas. A) Presencia de aperturas de 30 cm. B) Agrietamientos longitudinales en la pared. C) Aperturas de 20 cm en las juntas del adobe. D) Separación de adobes, con aperturas de 10 cm, por asentamientos en el pueblo de Cajas.

5.2.2. HUAICOS

Según el testimonio de los pobladores del sector de Cajas, la presencia de huaicos en época de lluvias destruyó viviendas y terrenos de cultivo en el 2002 y 2014.

La quebrada de Cajas donde se suscitó los eventos está ubicada en el lado derecho del poblado Cajas, con una pendiente de 16° y amenaza con afectar nuevamente viviendas y terrenos de cultivo aun existentes en el sector (figura 7).

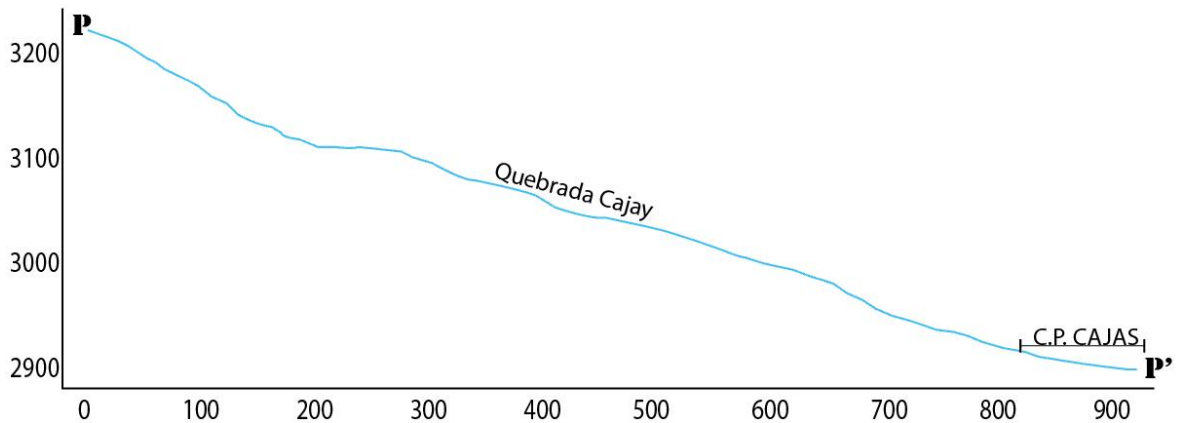


Figura 7. Perfil topográfico de la quebrada de Cajas en el lado derecho del poblado de Cajas.

5.2.3. Deslizamientos y derrumbes

La presencia de deslizamientos y derrumbes en la parte baja del poblado de Cajas son controlados por la pendiente y erosión fluvial. Estos movimientos no afectan directamente el poblado de Cajas.

5.2.4. FACTORES CONDICIONANTES

- **PENDIENTE:** El centro poblado de Cajas se ubica a lo largo de una pendiente de inclinación media (5° - 15°) a fuerte (15° -25°)
- **GEOLOGÍA:** La geología del área de estudio son rocas de la Formación Chicama (areniscas blancas y lutitas negras altamente fracturadas y alteradas) y depósitos coluvio – deluviales. Los depósitos Cuaternarios son propensos a la ocurrencia de movimientos en masa bajo exposición hídrica intensa o movimientos tectónicos permanentes.

Geohidrológicamente, las areniscas blancas actúan como acuíferos sedimentarios que permiten la retención del agua y las lutitas negras actúan como acuitardo porque no permite la salida del agua. Sin embargo, el fracturamiento intenso de las lutitas condicionan surgencia de agua a lo largo de todo el sector de Cajas.

La presencia de pliegues y contactos litológicos en el área de estudio contribuye a con una permeabilidad secundaria a la surgencia de agua.

5.2.5. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES

- **INFILTRACIÓN HÍDRICA:**
 - NATURAL:** La presencia de Manantes y flujos de agua no captados en su totalidad, generan un mal sistema de drenaje sobre el centro poblado de Cajas
 - ANTRÓPICA:** El 80% de los pobladores regaban sus terrenos de cultivo por 'Gravedad', hasta hace 2 meses.
Actualmente, los pobladores riegan con mangueras sin controlar las horas de riego, en muchos casos las mangueras no tienen un regulador de agua.
- **PRECIPITACIONES:** Las lluvias excepcionales incrementan el cauce del canal de riego y por ende los flujos de agua que circulan por el pueblo de Cajas, generando asentamientos por infiltración hídrica y huaicos en las quebradas.
- **SISMICIDAD:** Según el testimonio de pobladores los sismos sentidos en centro poblado de Cajas son casi imperceptibles pero permanentes.

6. CONCLUSIONES

- a) El poblado de Cajas está asentado sobre depósitos coluvio - deluviales no consolidados, que a su vez yacen sobre afloramientos sedimentarios de lutita fracturada y areniscas alteradas de la Formación Chicama.
- b) La geoformas variables en el área de estudio muestra pendientes medias a abruptas y está caracterizada como montañas estructurales en roca sedimentaria.
- c) El peligro geológico principal reconocido en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo 'REPTACIÓN'. Sin embargo, se observa la presencia de deslizamientos y derrumbes en la parte baja del valle del río Cajas. Además, la zona es susceptible a la ocurrencia de huaicos en el lado derecho del poblado de Cajas.
- d) La reptación de suelos ha provocado asentamientos que generan agrietamientos en los terrenos de cultivo, viviendas, Infraestructura del canal de irrigación y postes de alumbrado público. Por lo tanto, el centro poblado de Cajas está en **peligro alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.
- e) Los factores condicionantes de reptación de suelos en el sector de Cajas es la pendiente y la geología, asociados a desencadenantes como la infiltración hídrica natural y antrópica, precipitaciones y sismicidad.

7. RECOMENDACIONES

A corto plazo:

- a) Realizar la identificación y captación de manantes y ojos de agua en la parte alta de Cajas
- b) Realizar un adecuado sistema de drenaje en el poblado de Cajas, como medida correctiva de **accionar inmediato**.
- c) Entubar el canal de riego para reducir la infiltración de agua y evitar generar nuevos agrietamientos en la infraestructura del canal.
- d) El uso de la manguera para el riego de terrenos de cultivo debe ser controlada y regulada. Sin embargo, lo recomendable es que el 100% de la población use una técnica de riego por aspersión sobre sus terrenos de cultivo. O buscar otro tipo de riego tecnificado, con asesoría de un profesional especializado en el tema.
- e) Evitar la siembra de cultivos en la parte baja de Cajas. Reducir la plantación de productos que necesiten abundante agua (papa).
- f) Inhabitar viviendas muy afectadas por la presencia de agrietamientos.

- g) Elaborar muros o disipadores de energía en la quebrada de Cajas, para evitar la ocurrencia de huaycos catastróficos.
- h) Realizar estudios geofísicos que permitan identificar a que profundidad se encuentra el afloramiento rocoso en el poblado de Cajas.
- i) Para nuevas expansiones urbanas o remodelación de viviendas hacer un estudio preliminar de suelos

A mediano y largo plazo:

- j) Es recomendable reubicar el poblado de Cajas, de continuar los asentamientos que causan daños en las viviendas e infraestructura de la población.

8. BIBLIOGRAFÍA

Vilchez, M. & Ochoa, M. (2019) - Estudio de zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET.


Municipalidad distrital de Parobamba. (2019). “Situación actual del centro poblado de Cajas, distrito de Parobamba – Pomabamba, Ancash”, informe técnico N°023 – 2019 – MDP/GDUR.

Valderrama P., Silva C., Dueñas S., Araujo G. (2016). “Peligos geológicos por procesos glaciares, Cordillera Blanca – Río Santa”, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. INGEMMET.

Wilson J., Reyes L., Garayar J.. (1995). “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamaba, Corongo, Pomabamaba, Carhuaz y Huari”, Boletín N°60, Serie A. INGEMMET.



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


P.
Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11