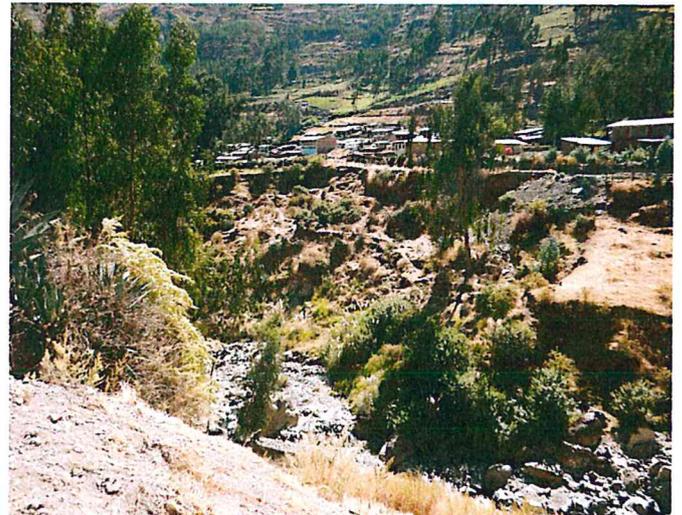
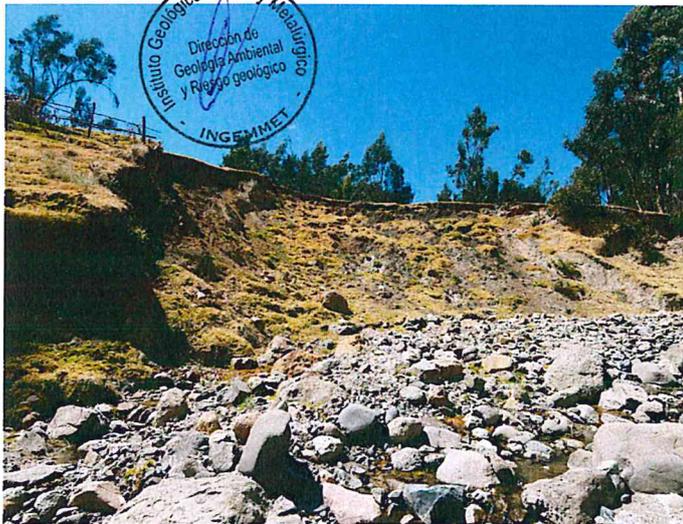


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6983

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR TICTICOTO - MUÑAPAMPA - JONCOCOCHA BARRIO ANTAY - CAJATAMBO

Región Lima
Provincia Cajatambo
Distrito Cajatambo



DICIEMBRE
2019

INDICE

RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCION	3
1.1. OBJETIVOS	3
1.2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	3
2. ASPETOS GENERALES	4
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	4
2.2. Clima e hidrografía.....	4
2.3. Vegetación.....	5
3. ASPECTOS GEOLOGICOS.....	7
3.1. UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	7
4. ASPECTO GEOMORFOLOGICA.....	9
4.1. Pendiente del terreno	9
4.2. Unidades geomorfológicas	9
5. PELIGROS GEOLOGICOS	13
5.1. Deslizamiento.....	14
5.2. Derrumbe.....	19
6. MEDIDAS DE PREVENCION MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LAS ÁREAS EVALUADAS.....	22
7. CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR TICTICOTO – MUÑAPAMPA -
JONCOCOCHA BARRIO ANTAY - CAJATAMBO**
(Distrito Cajatambo, Provincia Cajatambo, Región Lima)

RESUMEN

Este informe fue realizado por geólogos especialistas en peligros geológicos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, integrado por la Ing. Norma Sosa Senticala y el Bach. Igor Astete Farfán.

El objetivo fue: Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de Ticticoto – Muñapampa – Joncocochoa barrio de Antay, que puedan comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación. Plantear las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos.

Desde el punto de vista Geológico en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de la Formación Casaplaca (areniscas, conglomerado y calizas), volcánicas del Grupo Calipuy (Tobas litoclasticas). Así mismo se identificó depósitos cuaternarios como aluvial, fluvial, proluvial y coluvial.

Geomorfológicamente la zona de estudio se asienta en montañas de rocas sedimentarias y volcánicas; también se identificaron depósitos coluvio-deluvial, terraza aluvial y terraza fluvial.

El sector Ticticoto – Muñapampa – Joncocochoa, barrio Antay del poblado de Cajatambo se identificó peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe, flujo de detritos, erosión de laderas (cárcavas), y reptación de suelo, lo que afectan cultivos y de seguir podría afectar viviendas.

La reactivación del deslizamiento del sector Ticticoto – Muñapampa – Joncocochoa, barrio Antay del poblado de Cajatambo, tiene una escarpa de 25m, con saltos de hasta 1.7m, presencia de grietas en el cuerpo del deslizamiento.

Los desencadenantes de la generación de estos peligros geológicos, son las precipitaciones pluviales que se dan todos los años entre los meses de noviembre a febrero; así como la acción antrópica.

En sector Ticticoto – Muñapampa – Joncocochoa, barrio Antay del poblado de Cajatambo, se debe realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo de los deslizamientos, mediante tuberías de PVC, labor que deberá realizar un especialista

1. INTRODUCCION

La municipalidad provincial de Cajatambo, mediante Oficio N°0068-2019-ALC-MPC, de fecha 26 de marzo del presente, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), una evaluación técnica por peligros geológicos en la jurisdicción del sector Ticticoto - Muñapampa - Joncococho barrio Antay, distrito y provincia de cajatambo, región Lima.

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 a nivel nacional; 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. Para ello la DGAR designó a la Ing. Norma Sosa Senticala y Bach. Igor Astete Farfán, para realizar la evaluación técnica respectiva.

Los trabajos de campo se realizaron el día 11 de agosto del presente año.

Finalmente, con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, la interpretación de imágenes satelitales y fotos aéreas de la zona, datos obtenidos en campo (coordenadas GPS, fotografías), cartografía; se proporciona una evaluación técnica que incluye resultados y recomendaciones para la mitigación y prevención de daños ocasionados por procesos activos en el marco de la gestión de riesgo de desastres.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad de Cajatambo, provincia Cajatambo, región Lima.

1.1. OBJETIVOS

- Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de Ticticoto - Muñapampa - Joncococho barrio de Antay, que puedan comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- Plantear las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

1.2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos que incluyen a Cajatambo, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los que destacan las publicaciones hechas por INGEMMET:

- Los sectores de Astobamba Y Cajatambo son considerados como zonas críticas en el Estudio de las Zonas Críticas por peligros geológicos en la región Lima (2014).
- Estudio de riesgos geológicos del Perú Franja N°3 Boletín N°28 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, realizada por Guzman., et al. (2003), se menciona que el 24/05/201940 mencionan que producto de un sismo de intensidad VII - VIII, en Cajatambo se desplomaron varias casas.

- Informe técnico deslizamiento – flujo de tierra en la comunidad campesina Astobamba, hacen mención del deslizamiento, derrumbe y reptación de suelo, que se encuentran en Cajatambo.
- En la evaluación de peligros geológicos en el anexo de Astobamba (2008), consideran a Cajatambo como parte de un deslizamiento antiguo
- Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca, hojas 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j, Cobbing, et al. (1996).

2. ASPETOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El sector de Ticticoto – Muñapampa – Joncococho barrio de Antay pertenece al distrito y provincia de Cajatambo, región Lima, ubicados entre las siguientes coordenadas UTM – WGS84 (figura 1).

COORDENADAS		
Norte	Este	Altitud
8841435	281846	3377 m.s.n.m

Para el acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, se realiza por carretera Central Lima – Paramonga – Cajatambo, el que se detalla a continuación:

ACCESIBILIDAD				
Tramo		Km	Tipo de transporte	Tiempo
Lima	Barranca	155	Vía terrestre	2h y 50min
Barranca	Cajatambo	190		3h y 40min

2.2. Clima e hidrografía

De acuerdo con los datos climáticos (clasificación climática por el método de Thornthwaite), la zona evaluada el clima semiseco, propio de la región de la sierra, correspondiendo a los valles interandinos bajos e intermedios, situados entre los 500 y 1,000 mm, las temperaturas sobrepasan 20°C y la precipitación anual.

Se encuentra por debajo de los 1000mm, aunque en las partes más elevadas, húmedas y orientales, puede alcanzar y sobrepasar los 1200mm.

Los ríos pertenecientes a cuencas, se caracterizan por presentar avenidas máximas en los meses de diciembre a mayo, donde se acentúa el periodo lluvioso, bajando su caudal en el periodo de estiaje, comprendido entre los meses de junio a noviembre.

La red hidrográfica en la zona evaluada tiene curso principal al río Cuchichaca tiene una extensión aproximada de 20km, con un ancho de 5 - 7m hasta desembocar al río Rapay, en el sector se observó gaviones en la margen izquierda.

2.3. Vegetación

Se plantea que el ecosistema presente en la provincia de Cajatambo, esta fundamentalmente diferenciada por la altitud sobre el nivel del mar y se puede encontrar un gran formato tipo de vegetación que es característico.

La cobertura vegetal de los terrenos afectados, son utilizados en su mayoría para cultivos de alfalfa, papa, maíz, en donde se hacen prácticas de riesgo por inundación.

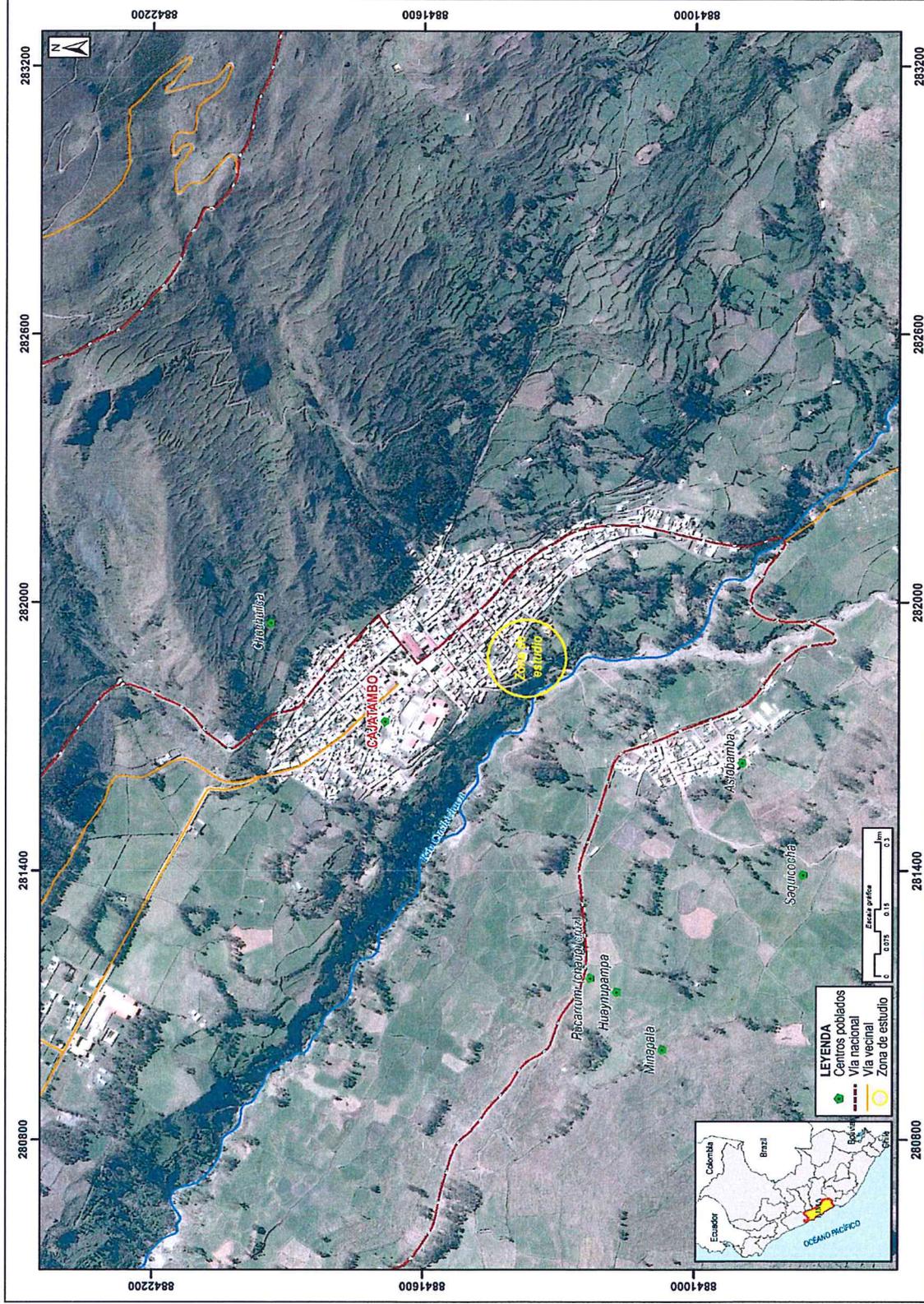


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de trabajo.

3. ASPECTOS GEOLOGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base el boletín N°76 Serie A. Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca, Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j (Cobbing, et al., 1996), se tienen afloramientos de rocas sedimentarias (Formación Casapalca) y volcánico (Formación Calipuy), así como depósitos Cuaternarios.

3.1. UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas sedimentarias del Cretáceo Superior y rocas volcánicas del Cenozoico, así como depósitos cuaternarios (figura 4).

- **Substrato rocoso**

Formación Casapalca (KsP-c)

Conformados por areniscas y margas de colores rojizo, con algunos lechos de conglomerados y ocasionales calizas grises. Esta secuencia de areniscas se encuentra de moderada a altamente meteorizada en ambas márgenes de la quebrada Shapil, por encima del poblado Cajatambo; susceptible a la ocurrencia de derrumbes y erosión de laderas. Afloran en los cerros Socojirca y San Cristóbal, (figura 5).

Grupo Calipuy (PN-c)

Compuesta por tobas litoclásticas (presenta líticos subangulosos de 5 a 8 cm) y pómez. Es de composición principalmente andesítica. Tiene una topografía irregular, las rocas se encuentran ligeras a moderadamente alteradas y medianamente fracturadas. Afloran en los cerros Yurajirca y Huarash, (fotografía 1)

- **Depósitos Cuaternario**

Depósitos Aluvial (Q-al)

Estos depósitos son del Holoceno, están compuestos por gravas redondeadas a subredondeadas en matriz areno limosa. Se encuentran formando terrazas y conos aluviales.

Deposito proluvial (Q-pl)

Conformados por fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.), con matriz limo arenoso-arcilloso, depositados en el fondo de valle tributarios y conos deyeativos en la confluencia con el río. Material arrastrado y lavado por la lluvia.

Deposito fluvial (Q-fl)

Están constituidos por gravas, arenas y arcillas inconsolidados, se encuentran en los cauces de los ríos.

Deposito coluvial (Q-cd)

Conformados por rocas angulosos heterométricos, acumulados al pie de taludes escarpados, en forma de conos, los bloques angulosos más grueso se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno, son suelos sin cohesión. Taludes de reposo poco estables.



Figura 2. Vista al NW, donde se observa capas rojas de la formación Casapalca, así como depósitos aluviales en ambos márgenes del Río Cuchichaca.



Figura 3. Se observa depósitos fluviales en ambas márgenes del río Cuchichaca, se ubican en las siguientes coordenadas UTM 281741 E, 8841367 N, con 3356 m.s.n.m.

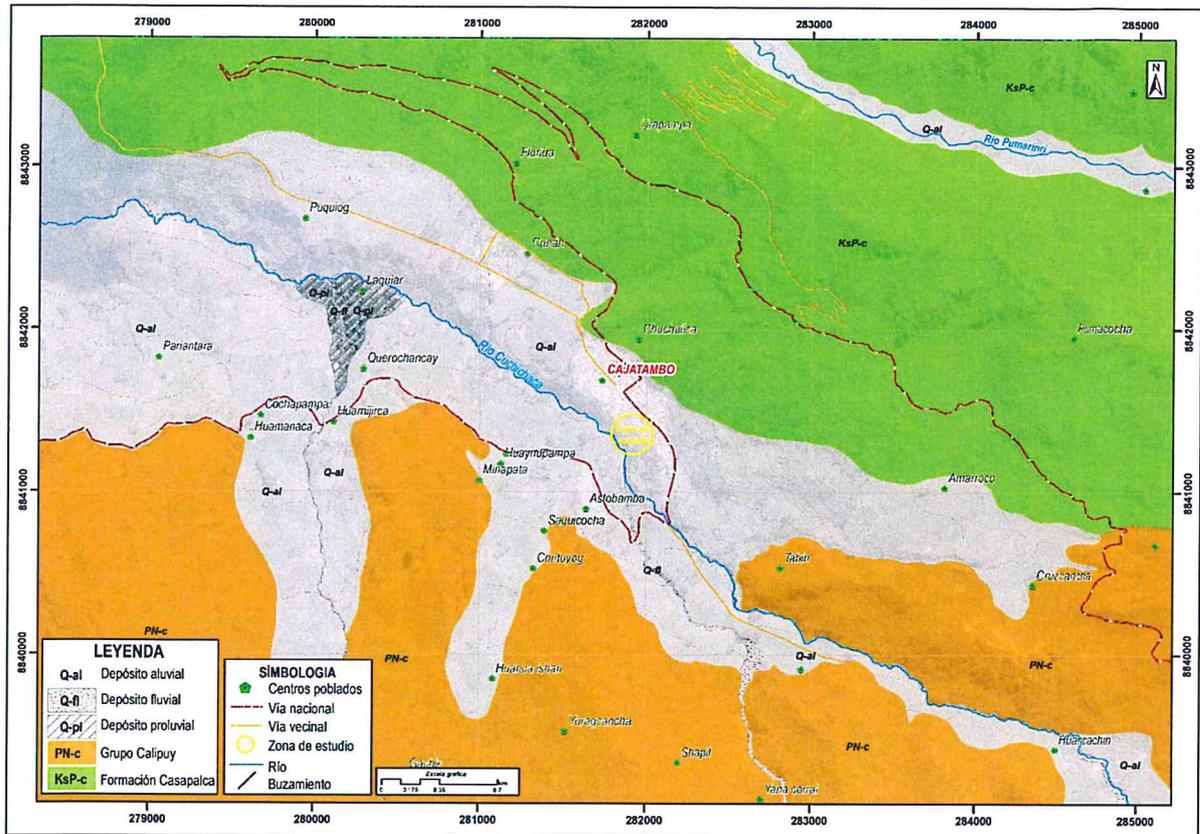


Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio, modificado de Cobbing, et al. (1996)

4. ASPECTO GEOMORFOLOGICA

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptuales en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación.

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente en las laderas que conforman las vertientes del río Cuchichaca en la zona estudiada, varia de moderada (5° - 15°) a fuerte (15° - 25°) varia de inclinado suave (1° - 5°)

4.2. Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se han identificado las siguientes geofomas particulares individualizadas, se agruparon según su origen.

Geoformas de carácter tectónico-degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montañas de rocas sedimentarias (RM-rs)
	Montañas de rocas volcánicas (RM-rv)
Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Piedemonte	Vertiente coluvio deluvial (V-cd)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)
Planicie inundable	Terraza fluvial (T-fl)
	Cauce del río

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).

Unidad de Montaña

Se consideran dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300m 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 (levantamiento, glaciación, etc.).

a) Subunidad de montañas en roca Sedimentaria (RM-rs)

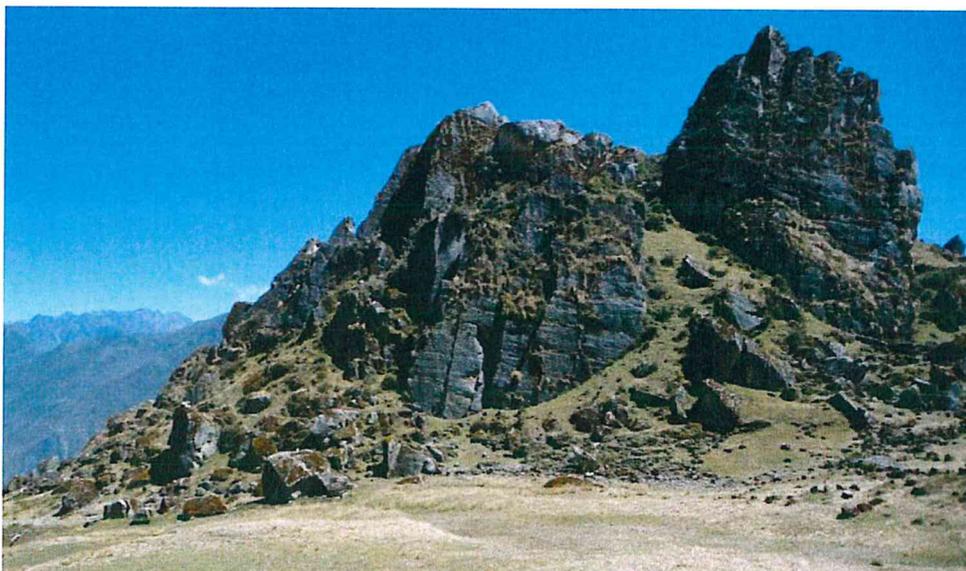
Estas geoformas, litológicamente están formadas por rocas sedimentarias de tipo areniscas, conglomerados y calizas grises (figura 6). Se identificaron estas formas de relieve en la cabecera del poblado de Cajatambo, el que está ubicado a la margen derecha del río.



Figura 5. Vista al SE donde se observa a la Formación Casapalca en ambas márgenes de la quebrada Shapil. Luque & Rosado (2012).

b) Subunidad de montañas en rocas volcánicas (RM-rv)

Corresponden a rocas volcánicas del tipo tobas, se encuentran ligeramente alteradas y medianamente fracturadas, estas se encuentran en el cerro Yurajirca.



Fotografía 1. Vista del afloramiento de rocas volcánicas del Grupo Calipuy, cerca de la cima del cerro Yurajirca. Luque & Rosado (2012)

Geoformas de carácter depositacional 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 y los vientos; 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. Conformando así unidades de Piedemonte, Planicies y Planicies inundables.

Unidad de Piedemonte

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y vientos, 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.

a) Subunidad de Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas.

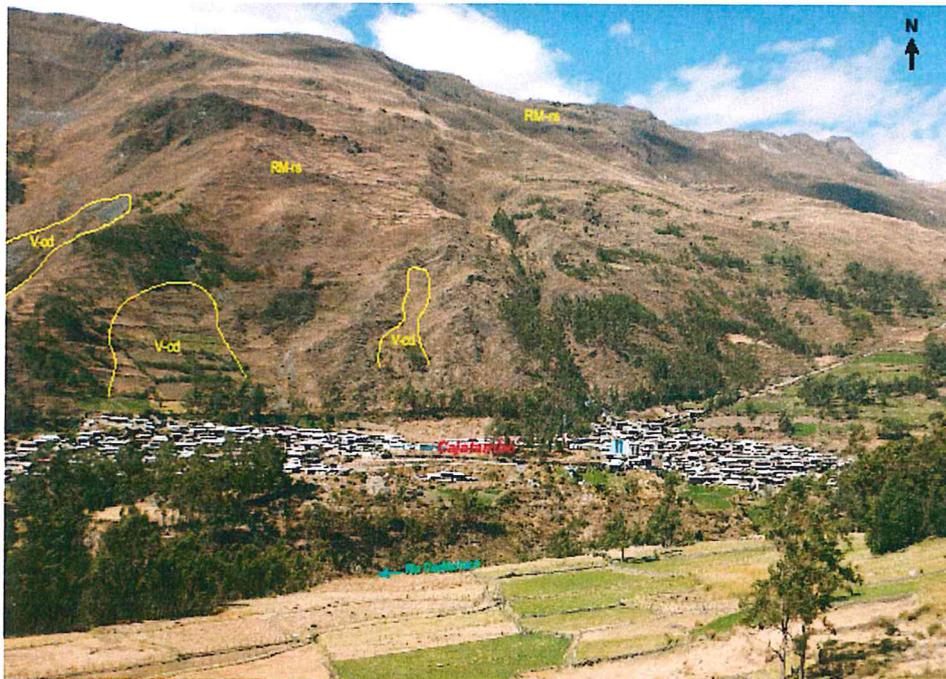


Figura 6. Se identificó depósitos coluvio-deluviales en parte del cerro Socojirca, el que se encuentra a la margen derecha del río Cuchcichaca.

Unidad de Planicies

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, porque provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

a) Subunidad de 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. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Unidad de Planicies inundables

Área adyacente al río, formada por desbordamientos repetidos. Planicies aluviales aledañas a las corrientes de agua superficiales, como ríos, arroyos y lagunas, las cuales se han formado en el pasado con los sedimentos que periódicamente han depositado las inundaciones fluviales.

a) Subunidad de Terraza fluvial (T-fl)

Se caracteriza 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.), (figura 8) que son transportados por la corriente del río Cuchichaca a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos

b) Subunidad de Cauce del río (Río)

Esta unidad se caracteriza por estar compuesta de bolos, gravas, arenas, etc. transportadas por las corrientes del río Cuchichaca y los que se encuentran al noroeste de la zona de estudio. Corresponden al lecho reciente de los ríos mencionados.

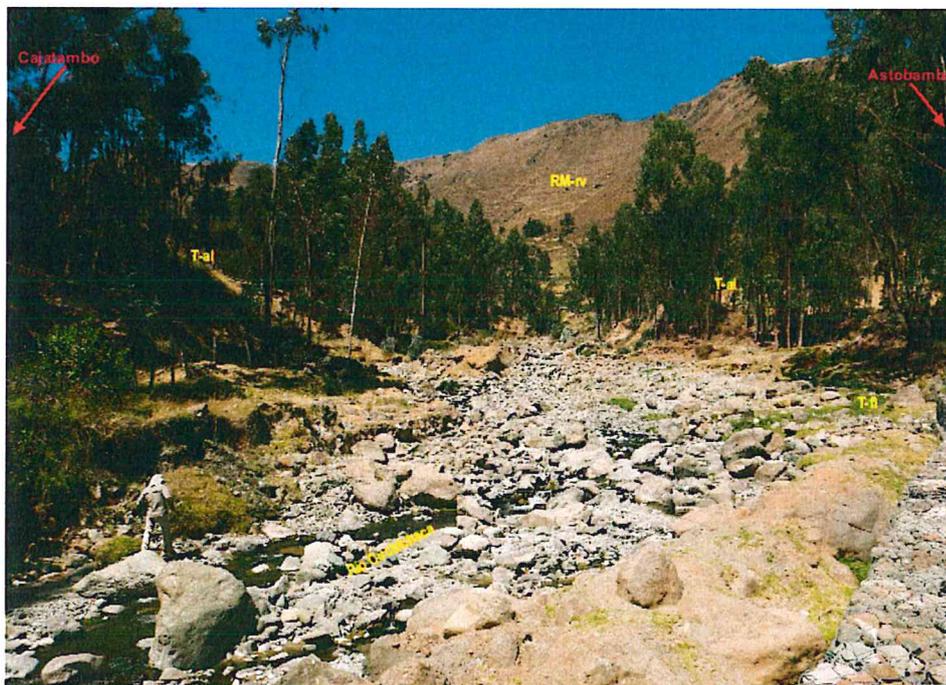


Figura 7. Vista donde se observa depósitos fluviales en ambos márgenes del río Cuchichaca, así como los depósitos aluviales en donde se reforestó con árboles de eucaliptos.

5. PELIGROS GEOLOGICOS

Conceptos generales

Los peligros geológicos reconocidos en la zona, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento según la: PMA:GCA, (2007); también se tienen zonas de arranque de derrumbes recientes con reactivaciones cubiertas por vegetación.

Los movimientos en masa son originados por la combinación de factores condicionantes y desencadenantes. Los factores condicionantes o intrínsecos (la geometría del terreno, el tipo de suelo, el drenaje superficial y subterráneo y la cobertura vegetal), combinados con factores detonantes o extrínsecos (lluvias, corte de carretera, canales, tala de árboles, etc.). El “desencadenante” de estos eventos son las precipitaciones pluviales que caen en la zona entre los meses de noviembre a febrero y la ocurrencia de sismos.

5.1. Deslizamiento

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se clasifica a los deslizamientos por la forma de la superficie de deslizamiento por donde se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales, (figura 8). En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007).

a) *Deslizamiento Rotacional*

Son un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava (Figura 9). Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado, y una contra-pendiente en 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 este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. (PMA: GCA, 2007).

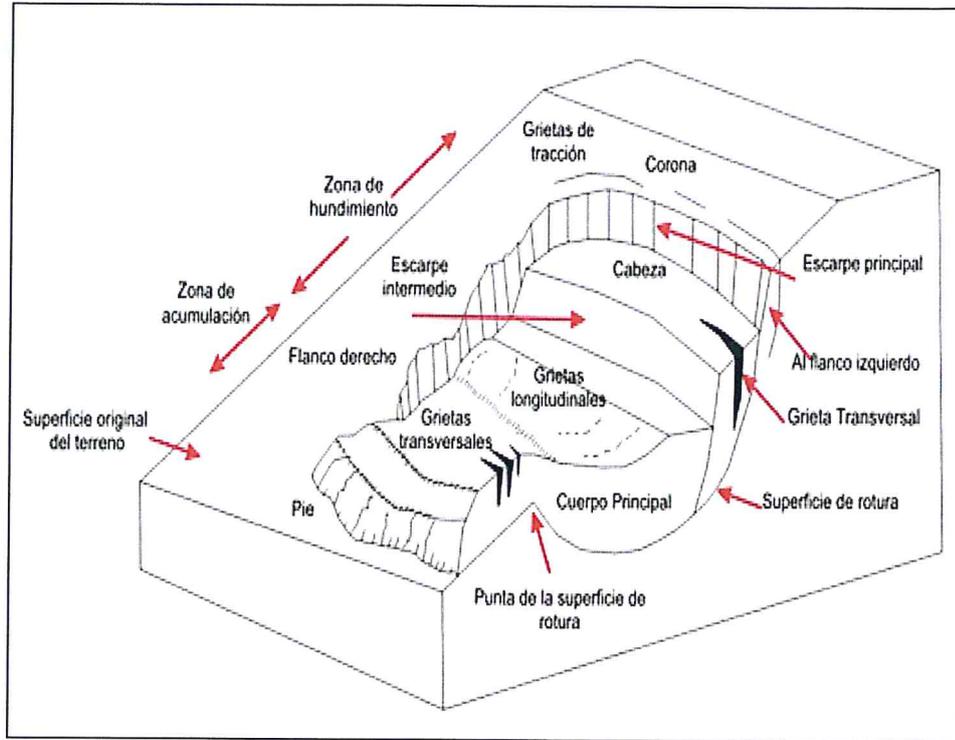


Figura 8. Esquema de un deslizamiento de tipo rotacional

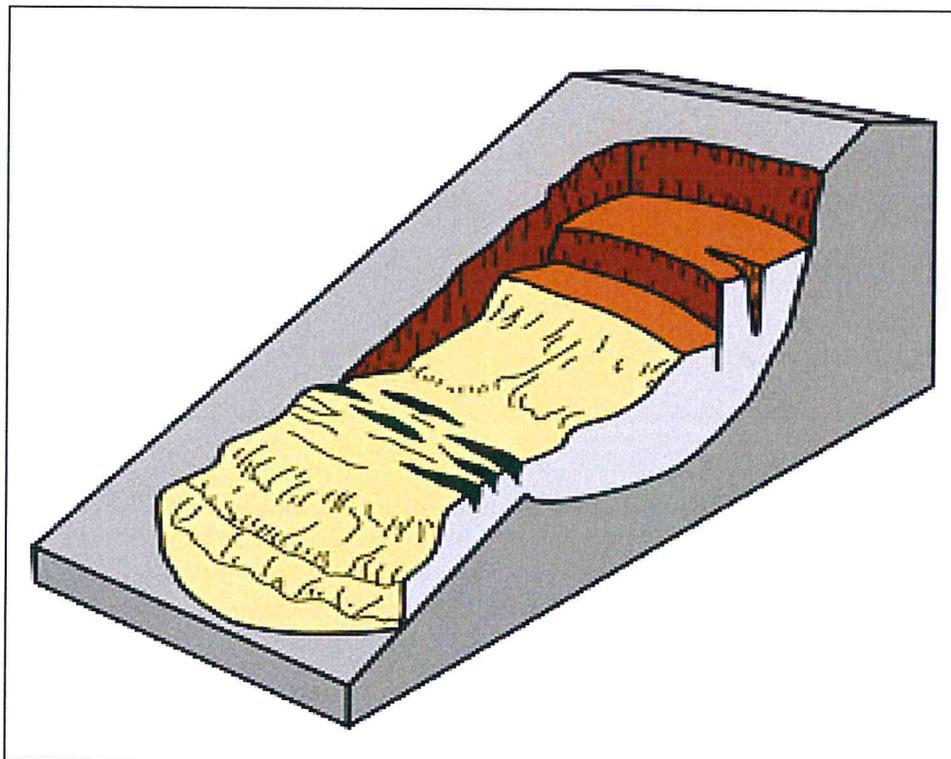


Figura 9. Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos.

Durante el trabajo de caracterización del sector Ticticoto - Muñapampa - Joncococho barrio Antay, se identificaron deslizamientos antiguos y recientes.

El 2014 Cajatambo - Astobamba fueron catalogados como **ZONA CRÍTICA**. Para ese entonces el área estaba sujeta a deslizamientos, erosión de laderas, reptación de suelos y flujos de tierras y detritos. El deslizamiento de Astobamba se comportó como flujo de tierras, al pie también presenta reptación de suelos, reactivada después del sismo del 15/08/2007. En el año 2011 presentó grietas con profundidades visibles hasta de 0.4m. En julio del 2012, las grietas se acentuaron, originando el colapso de viviendas.

Se recomendó reubicar viviendas del sector de Astobamba, revestir el canal, drenar los manantiales. Monitoreo del deslizamiento de Cajabamba, construcción de defensa riverena en ambas márgenes del río Cuchichaca. (Luque & Rosado, 2014)

Deslizamiento antiguo, como antecedente de lo sucedido en el sector Ticticoto - Muñapampa - Joncococho barrio Antay, fue identificado por INGEMMET, durante el Estudio de Riesgos Geológicos - Franjas 1,2,3,4. Este evento fue ingresado con el código de inventario numero 155031002 a la base geocientífica. Para ese entonces afecto terrenos de cultivo y afecto las bases del camino vecinal (figura 10).

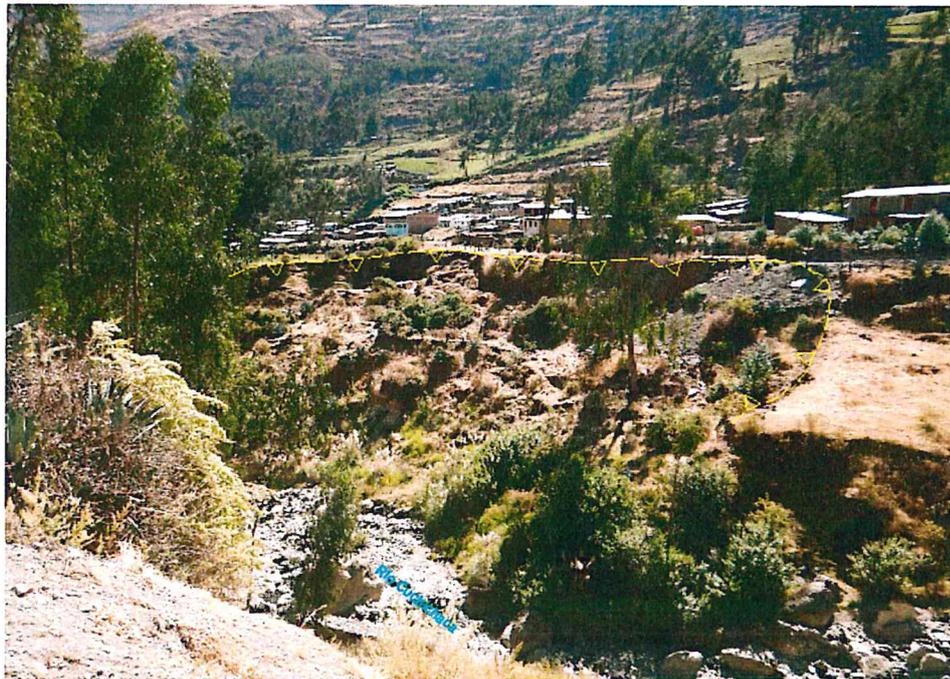


Figura 10. Vista del deslizamiento antiguo, tiene una escarpa con longitud de 62m (se delimito con líneas de color amarillo), tiene una distancia entre la escarpa y el pie del deslizamiento de 48m, cubierta de vegetación; esta se encuentra a 8m de vivienda, se ubica en las coordenadas UTM 282081 E, 8840988 N, con una cota 3394 m.s.n.m.

Deslizamiento reciente del sector Ticticoto - Muñapampa - Joncococho barrio de Antay, durante los trabajos de caracterización del barrio anteriormente mencionado, se identificó una escarpa, que corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional, la escarpa localizada tiene 25 m, tiene saltos de 1 - 1.7 m, con un desplazamiento de 29 m; cubierta de vegetación, este evento compromete parte del río Cuchichaca (figura 11), presenta grietas en parte del cuerpo del deslizamiento. Actualmente reforestaron con pinos parte del cuerpo del deslizamiento.



Figura 11. Vista al SW, se observa escarpa elongada, donde se marcó con línea de color amarillo la escarpa principal del deslizamiento, presencia de agua en el suelo. Se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8841117 N, 281930 E, con una cota de 3366 m.s.n.m



Figura 12. Vista desde otro angulo, se observa que parte del cuerpo del deslizamiento presenta grietas con abertura de 0.10 – 0.20 m, con una profundidad de .015 – 0.25 m, se observó que reforestaron con árboles de pino cada 2m.



Figura 13. Se observa saltos de 0.52m, estas se encuentran en las siguientes coordenadas UTM 8841147 N, 281931 E con una cota de 3369 m s.n.m, cabe mencionar que estos saltos se encuentran a 20m del deslizamiento anteriormente descrito.



Fotografía 2. Vista en la que se puede observar la acumulación de agua, en la cabecera del deslizamiento reactivado, se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8841114 N, 281949 E, con una cota de 3368 m s.n.m.

CAUSAS

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas de rocas sedimentarias y volcánicas).
- Pendiente de terreno de moderada (5°- 15°) a fuerte (15° - 25).
- Litología, conformada por areniscas y margas de la Formación Casapalca, con tobas litoclásticas del Grupo Calipuy.
- Depósitos coluvio-deluvial no consolidados producto de deslizamientos antiguos.
- Cobertura vegetal de tipo cultivos y matorrales dispersos.

Del entorno geográfico:

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, forman escorrentía superficial que erosiona las laderas a manera de cárcavas.
- Filtraciones de agua al subsuelo.
- Dinámica fluvial, que produce socavamiento del pie de la zona inestable.

Factores antrópicos

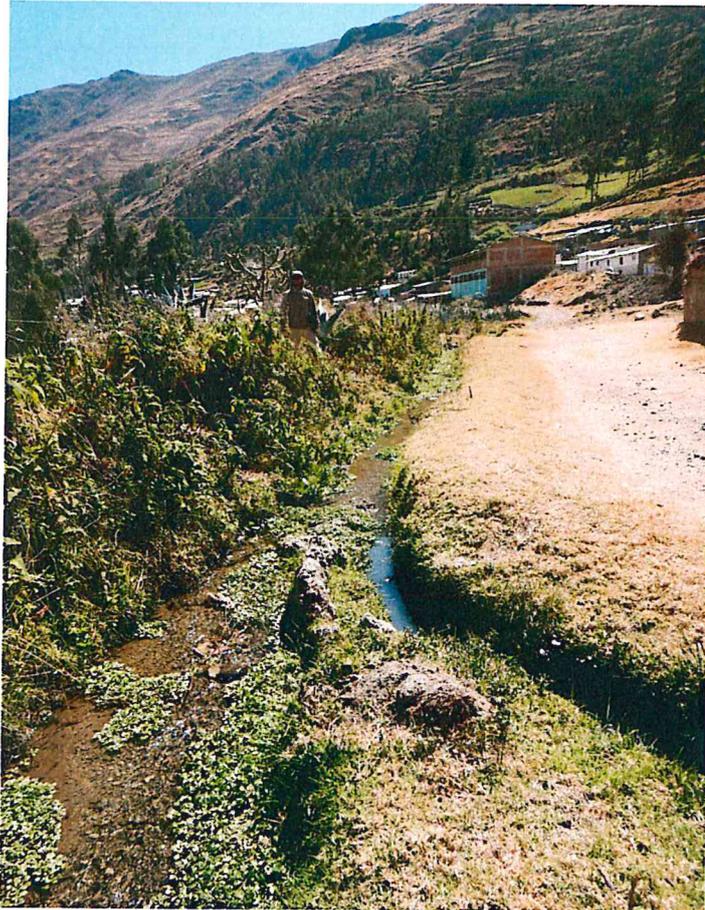
- Deforestación De la vegetación para reemplazarlo por cultivo de Tara y árboles.
- Mal uso de riego

5.2. Derrumbe

Son fenómenos asociados a la inestabilidad de las laderas de los cerros, consisten en el desprendimiento y caída repentina de una masa de suelo o rocas o ambos, que pueden rodar o caer directamente en forma vertical con ayuda de la gravedad. Son producidos o reactivados por sismos, erosión (socavamiento de la base en riberas fluviales o acantilados rocosos), efecto de la lluvia (saturación de suelos incoherentes) y la actividad humana (acción antrópica: cortes de carreteras o áreas agrícolas). Estos movimientos tienen velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (Sosa & Lara, 2019).

En área de estudio se observó, derrumbes en ambos márgenes del río, algunos de estos presentas cultivos en las cabeceras utilizando un sistema de riego inadecuado, así mismo se visualizó muchos cultivos de alfaba en la cabecera y márgenes de los derrumbes.

Se pudo verificar que muchos canales del poblado de Cajatambo, están direccionado al río, pero ninguno de estos presenta revestimiento de ningún tipo.



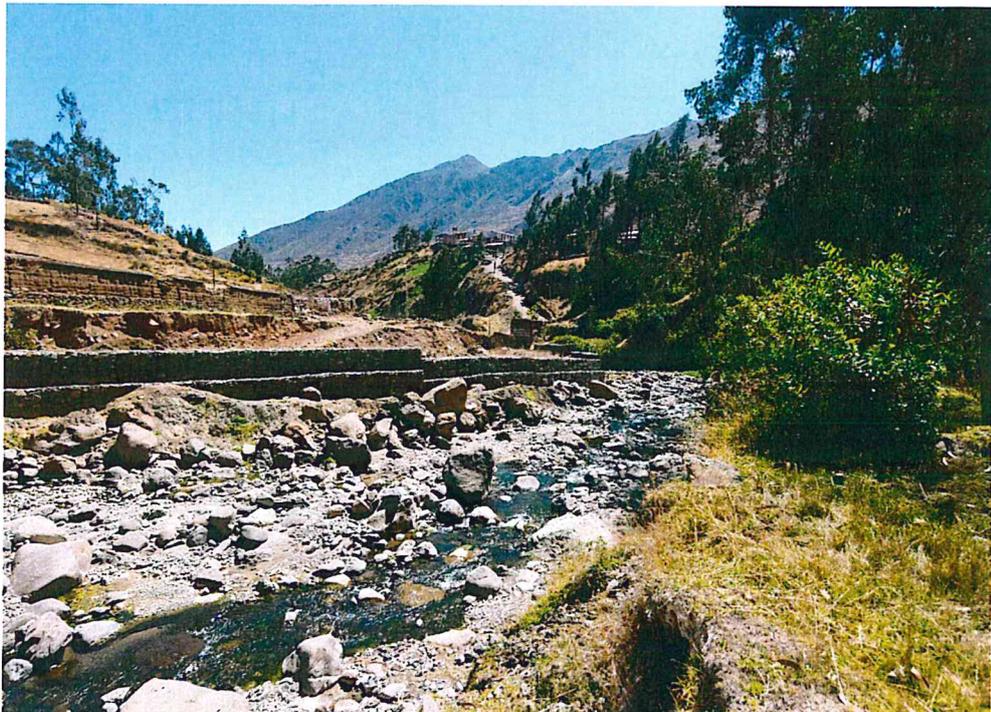
Fotografía 3. Vista al NW, en donde se observa canales sin revestimiento, según información de los pobladores de la zona el agua el permanente, en época de lluvia esta se incrementa.



Figura 14. Se observa derrumbe en la margen derecha del río Cuchichaca (delimitado con líneas de color rojo), así mismo se está utilizando como botadero parte del poblado de Cajatambo, lo que podría generar colmatación del cauce del río Cuchichaca.



Figura 15. Se observa derrumbe en la margen derecha del río Cuchichaca, que pertenece al distrito de Cajatambo, tiene 14m de ancho, y una altura entre la escarpa y el pie de 27m, con las siguientes coordenadas UTM 8841486 N, 281634 E, con una cota de 3338 m s.n.m.



Fotografía 3. Vista de la margen izquierda del río Cuchichaca, se observa gaviones instaladas por parte del centro poblado de Astobamba, como medida de prevención y/o mitigación.

CAUSAS:

1. Laderas con pendiente mayor a 30°.
2. Substrato rocoso de mala calidad y de fácil remoción.
3. Filtraciones de agua al subsuelo.
4. Los factores detonantes son la actividad antrópica (riego por inundación) y las lluvias intensas ocurridas en la zona de estudio.

6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LAS ÁREAS EVALUADAS

A partir de las condiciones geomorfológicas, geológicas y de sitio identificadas, que caracterizan la susceptibilidad de los peligros geológicos identificados en el poblado de Cajatambo. Se requiere ejecutar medidas estructurales para poder mitigar y prevenir futuros desastres.

Con ello, se pueden resumir y describir algunas medidas que pueden considerarse para reducir la vulnerabilidad y por tanto el riesgo a estos procesos naturales. En esta sección se dan algunas propuestas de solución de forma general para las zonas evaluadas con la finalidad de minimizar las ocurrencias de los procesos identificados, así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.

- Instalar un sistema de drenaje horizontal o californiana: son drenes horizontales son taladros de pequeño diámetro con una ligera inclinación ascendente de unos 5° a 10° que se ejecutan desde la superficie del talud, (figura 16).

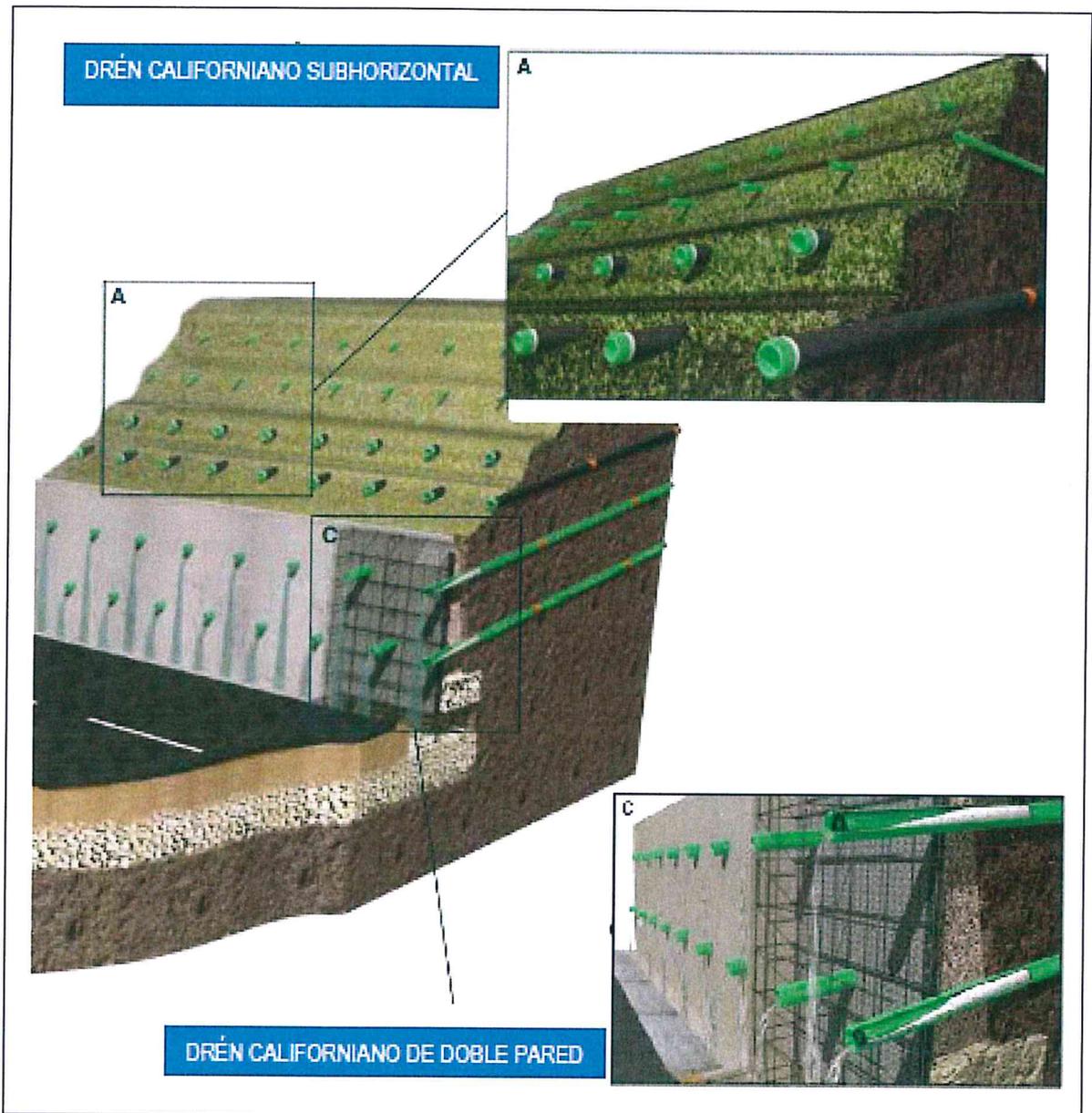


Figura 16. Diseño gráfico de un drenaje californiano subhorizontal.

- Construir un sistema de drenaje tipo Espina de pescado: Para disminuir la infiltración de agua en la parte alta del talud, se construyen canales colectores en forma de Espina de pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (Figura 17). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la reinfiltración del agua

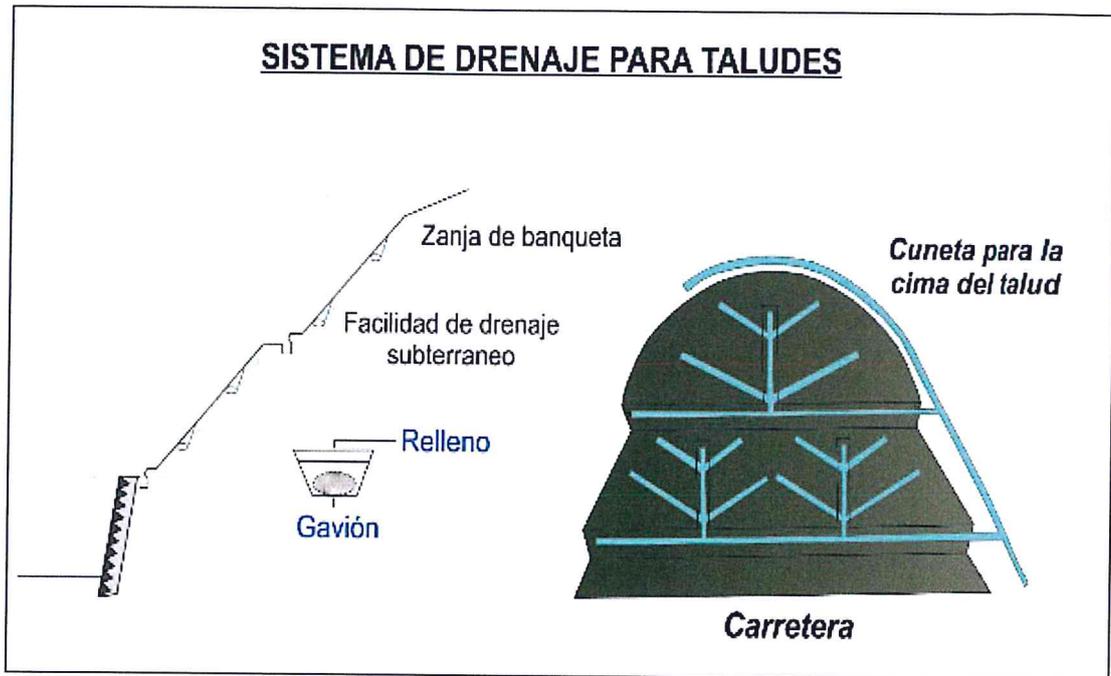


Figura 17. Sistema de drenaje tipo Espina de pescado.

- Corrección por muros: se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 18). En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 19). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

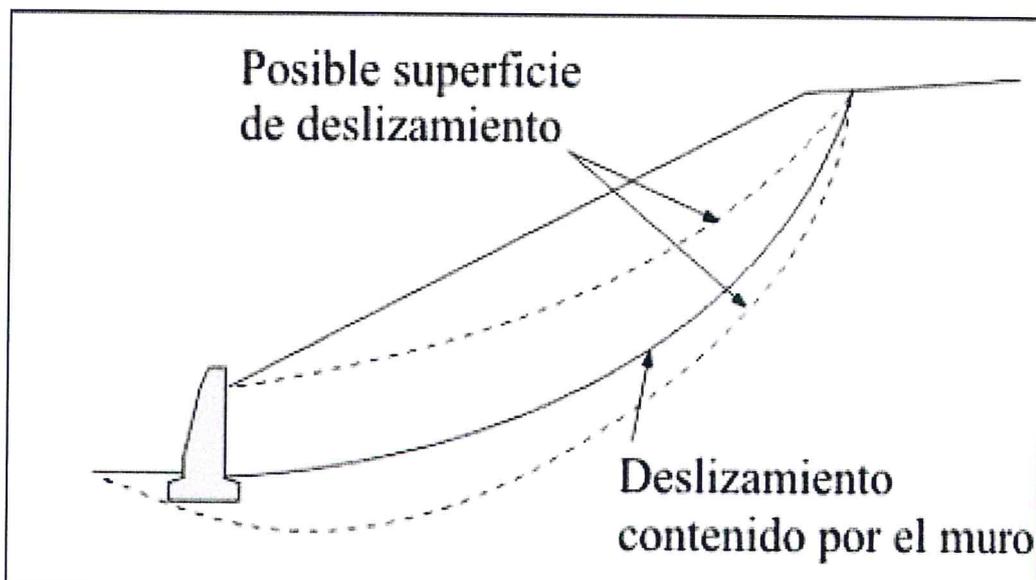


Figura 18. Contención de un deslizamiento mediante un muro (INGEMMET, 2000)

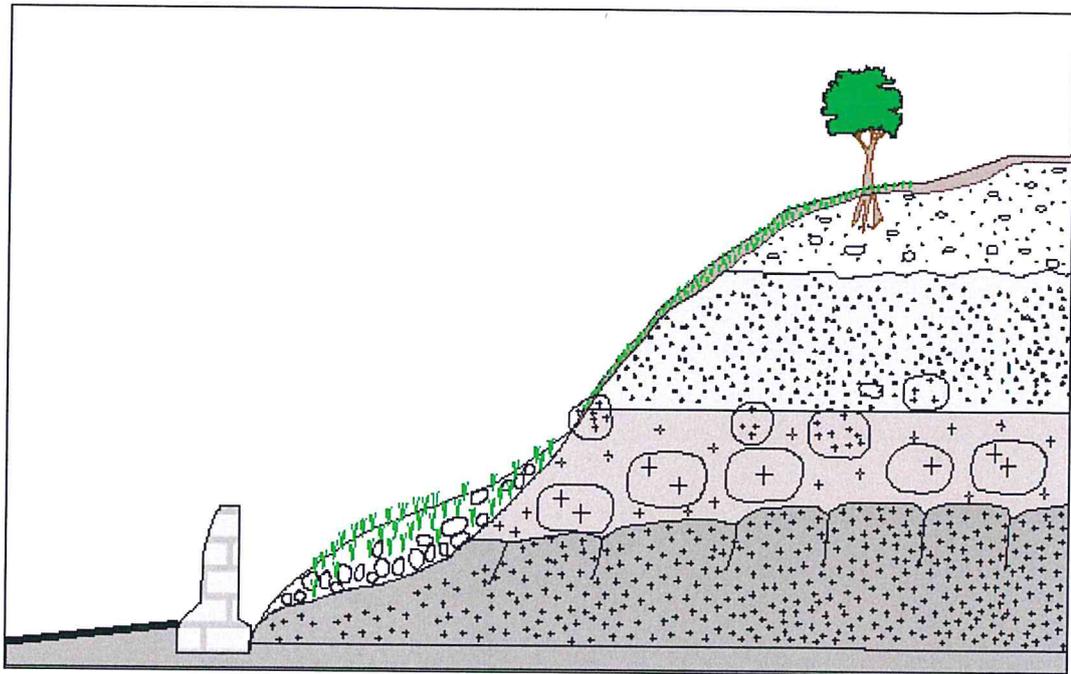


Figura 19. Esquema grafica relleno estabilizador sostenido por un muro (Elaboración propia)

La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable. Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 20):

Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.

Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador. Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

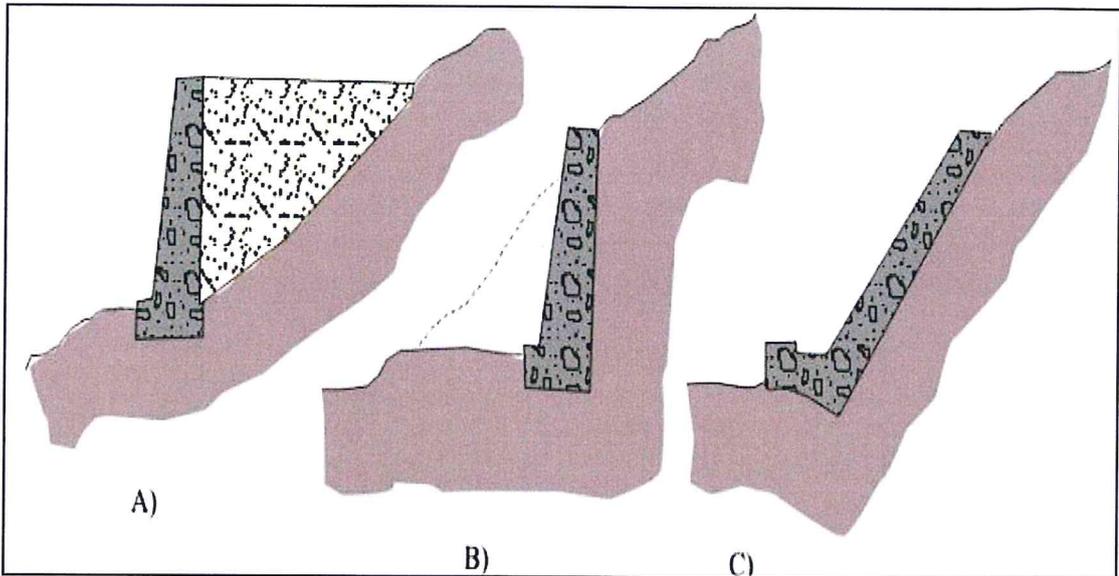


Figura 20. A) Muro de sostenimiento, B) Muro de contención, C) Muro de revestimiento (INGEMMET, 2000).

- Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso: Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

7. CONCLUSIONES

- a. El sector Ticticoto – Muñapampa – Joncococho, barrio Antay del poblado de Cajatambo, se encuentra en la margen derecha del río Cuchichaca. Se identificó deslizamientos antiguos que están presentado reactivaciones.
- b. Geológicamente en el sector Ticticoto – Muñapampa – Joncococho, barrio Antay del poblado de Cajatambo, afloran rocas sedimentarias de la Formación Casapalca (areniscas, conglomerados con calizas grises), rocas volcánicas del Grupo Calipuy (conformadas por tobas litoclásticas).
- c. Geomorfológicamente el sector de Cajatambo se asienta sobre depósitos coluvio-deluviales, formados por deslizamientos antiguos. Además, se ha identificado un relieve montañoso en rocas sedimentarias y volcánicas, las que son susceptibles a reactivaciones, debido al sustrato rocoso.
- d. Por las condiciones geológicas y geodinámicas del sector Ticticoto – Muñapampa – Joncococho, barrio Antay del poblado de Cajatambo, es considerado como zona crítica por peligro de deslizamiento; razón por la cual ante lluvias intensas o movimientos sísmicos es de peligro muy alto.
- e. El sector Ticticoto – Muñapampa – Joncococho, barrio Antay del poblado de Cajatambo es afectado por peligros geológicos de tipo deslizamiento, derrumbes, que son desencadenados por fuertes precipitaciones pluviales y/o extraordinarias.
- f. Reactivación de deslizamiento rotacional, presenta una corona de 25m, que afecta cultivos, de seguir el evento podría afectar viviendas.
- g. Una de las causas principales de los eventos es que los terrenos están saturados con aguas subterráneas (manantes de agua), reservorio y canales de riego, sin revestimiento y con pendiente moderada (5°– 15°) a fuerte (15° - 25°).



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

8. RECOMENDACIONES

Realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo de los deslizamientos, mediante tuberías de PVC, labor que deberá realizar un especialista.

Eliminar la presencia de aguas encharcadas en el cuerpo de la masa deslizada, estas se pueden evacuar mediante zanjas excavadas a mano; estas pueden situarse al azar, con disposición en espinazo de pescado.

Evitar prácticas de riego por inundación, la irrigación del terreno será mediante un sistema de goteo.

Revestimiento de los canales de riego que utilizan los pobladores de Cajatambo.

Prohibir a la población botar basura y desmonte al río Cuchichaca, para evitar el represamiento del cauce.

Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y es gestión de riesgos de desastre, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos que pueden afectar su seguridad física.

Iniciar la reforestación con especies de flora autóctonas de la zona.



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



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luque, G., Rosado, M. (2014), Estudio de las Zonas Críticas por peligros geológicos en la región Lima, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico - INGEMMET.
- Luque, G., Rosado, M. (2012), Inspección técnica N°A6589, Deslizamiento - Flujo de tierra en la comunidad campesina de Astobamba, (2012) Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológico - INGEMMET.
- Fidel, L., Zavala, B.; Nuñez, S. &Valenzuela, G. (2006). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, Boletín N°29, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica, 376p.
- Dirección de geología ambiental, (2003) Estudio de riesgos geológicos del Perú Franja N°3. INGEMMET, Boletín N°28, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica, 373p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimiento en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p.
- Valderrama, P., (2008), Evaluación de peligros geológicos en el anexo de Astobamba, Dirección de geología ambiental y riesgo geológico, INGEMMET.
- Cobbing, J.; Sanchez, A., Martinez, W., Zarate, H. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca (20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j). INGEMMET, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 76, 283P.

Figura 21. Mapa de movimientos en masa del sector Ticticoto – Muñapampa – Joncocochoa, barrio Antay del poblado de Cajatambo

