

Informe Técnico N° A6616

Evaluación Técnica de:
Peligro Geológicos
en los sectores
Jilari - Llamanipata - Ccatasuyo

Puno / Sandia / Cuyocuyo, Sandia



POR:

DULIO GOMEZ VELASQUEZ

NOVIEMBRE 2012

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 TRABAJOS ANTERIORES	4
1.3 UBICACIÓN	4
2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO	6
2.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICO	6
2.2 ASPECTOS GEOLÓGICO	6
3 PELIGROS GEOLÓGICOS	6
3.1 SECTOR JILARI	7
3.2 SECTOR LLAMANIPATA	11
3.3 SECTOR CCATASUYO	12
4 SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS Y PELIGROSIDAD	14
5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	17
5.1 DRENAJE SUPERFICIAL	17
5.2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN	22
5.3 METODOS DE MONITOREO	24
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFIA	31
ANEXO: Mapas	32
• Mapa Geológico	
• Mapa de peligros geológicos (Cuyocuyo)	
• Mapa de peligros geológicos (Sandía)	

EVALUACIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES JILARI - LLAMANIPATA - CCATASUYO

(Distritos Cuyocuyo y Sandia - Provincia Sandia – Región Puno)

1. INTRODUCCIÓN

El Alcalde de la Municipalidad Distrital Cuyocuyo, mediante Oficio N° 094-2012/MDC-ALC, de fechas 21 de agosto de 2012, se dirige al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y con Oficio N° 0032-2010/MPAL-ALC, se dirige al Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, solicitando Apoyo para evaluación técnica y validación para declarar en emergencia el distrito de Cuyocuyo por estar en zona de riesgo. Es por estos motivos la Alta Dirección de INGEMMET, en coordinación con el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, designó al Ing. Hugo Dulio Gómez Velásquez), para que realicen la inspección técnica por peligros geológicos de los lugares antes mencionados.

La salida a campo, fue coordinada con el Sr. Jaime Tito Calcina alcalde de la municipalidad distrital de Cuyocuyo. Se realizó el viaje a la zona de trabajo el día 18 de octubre del 2012. Los trabajos de campo se realizaron los días 19 al 21 de octubre del 2012, donde se contó con la participación del señor Enrique Ampuero Aliaga teniente gobernador de la comunidad campesina de Rotojoni - Cojene y el Ing. Edilberto Huaquisto Ramos supervisor de obras.

Para los trabajos en los sectores de Llamaniyata y Ccatasuyo de Sandia, se contó con la presencia del Ing. Alejandro Arevalo Vallejos, secretario técnico provincial de seguridad ciudadana y defensa civil de Sandia.

Este informe se pone en consideración de la Oficina Regional de Defensa Nacional y Defensa Civil del Gobierno Regional de Puno y de la Municipalidad Distrital de Cuyocuyo. Se basa en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de imágenes satelitales, relatos orales dados por los lugareños, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

1.1 ANTECEDENTES

El 24 de enero de 1984, el poblado de Cuyocuyo fue afectado por flujos de detritos (huaycos), dejando 50 viviendas destruidas en el barrio San Antonio. Movimiento en masa “detonado” por las intensas precipitaciones acaecidas en la temporada; provocando derrumbes en la quebrada Jilari, represando parcialmente su cauce, que al desbordar genero flujos de detritos (huaycos) afectando parte del poblado.

El 2 de enero del año 2005, intensas precipitaciones pluviales de temporada, “detonaron” un derrumbe en la quebrada Jilari, este represó parcialmente esta; cuyo posterior desborde genero un huayco que dejo 49 viviendas destruidas.

El año 2007, el Ing. Segundo Núñez, 2007, indica que en el cerro Ccatasuyo siempre se han originado caída de rocas, siendo esto evidente por los depósitos coluviales en la parte inferior del talud. Estos depósitos, por su morfología, fueron ocupados por viviendas. Estando de esta manera, a merced de los derrumbes y desprendimientos de rocas. La ultima caída de rocas ocurrió el 27 enero del año 2006, donde los bloques de hasta 5 m de diámetro afectaron 5 viviendas. En este informe el Ing. Nuñez concluye:

- Reubicar las viviendas localizadas en la parte baja del farallón, por estar expuestas a un peligro latente.
- Reforestar donde sea posible con árboles las laderas de los cerros y bordes de las terrazas del río Sandia.
- No permitir la circulación de personas dentro de la zona inestable (Farallón).

1.2 TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos realizados en el distrito de Cuyocuyo y Sandia relacionados a los peligros geológicos, de los cuales destacan: 1) Estudio de Riesgos Geológicos en la Franja 2 (2002), Boletín N° 27 serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; INGEMMET; y 2) Informe Técnico "Evaluación de los Peligros Geológicos en los alrededores de Sandia" (distrito, provincia Sandia – región Puno); por Segundo Nuñez (2007). Dirección de Geología Ambiental y Riesgos - INGEMMET.

1.3 UBICACIÓN

Políticamente los lugares inspeccionados se ubican dentro de la provincia de Sandia, región Puno (ver figura 01)

Según el XI censo de población y V de vivienda del año 2007, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), El distrito de Cuyocuyo cuenta con una población 5355 habitantes donde el área urbana representa el 24.8% y el área rural el 75.2%; El distrito de Sandia 11374 habitantes donde el 32.3% representa el área urbana y 67.7% el área rural.

En cuanto a lo que se refiere a vivienda, el distrito de Cuyocuyo tiene un total de 3106 viviendas donde representa el 17.1% zona urbana y 82.9 a la zona rural; el distrito de Sandia con 4743 viviendas donde el 27.3 representa la zona urbana y 72.7% a la zona rural.

La precipitación promedio anual de 1500 a 2000 mm³, que se concentra entre los meses de octubre a marzo, presenta un periodo restringido de lluvias de abril a setiembre, humedad relativa de 84%, evaporación total promedia 721 mm³, lo que define la característica húmeda de la región.

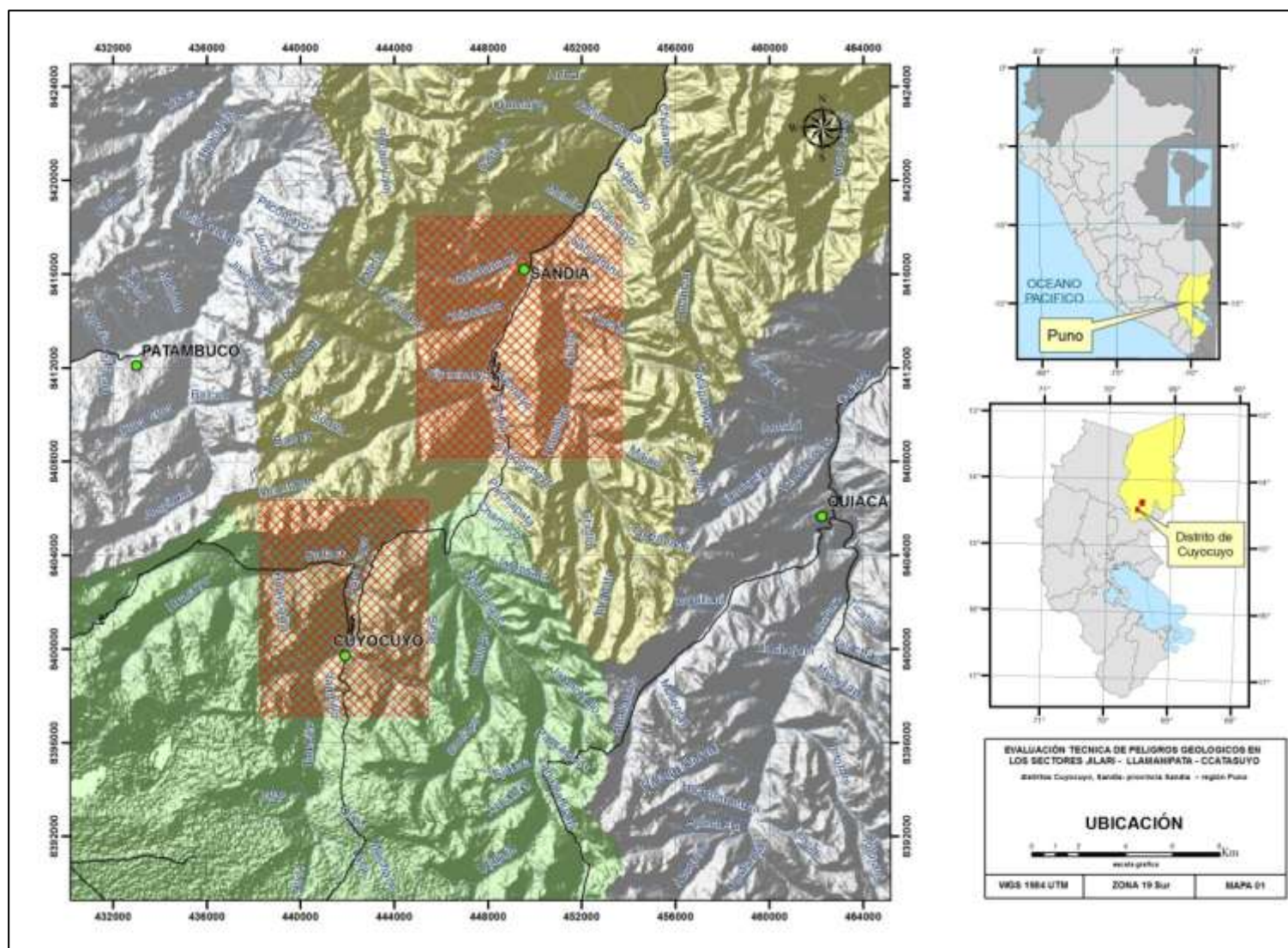


Figura 01. Mapa de ubicación de los sectores inspeccionados: Jilari, Llamaniyata y Ccatasuyo.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS - GEOMORFOLÓGICOS

2.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En el área de estudio se han identificado las siguientes sub unidades geomorfológicas:

Relieve cordillerano (altas cumbre): Comprende entre los 4200 y 5200; morfológicamente presenta una cadena de cumbres pronunciadas disectadas y accidentadas, distinguiéndose la presencia de pequeñas lagunas

Valle Profundo: Valles de perfil simétrico en forma de "V", resultante de una intensa erosión. Presenta impresionantes acantilados de fuerte pendiente.

Ladera cordillerana: Conforman una cadena de montañas con cumbres subangulosas a subredondeadas, fuertemente disectada, constituyendo relieves accidentados y abruptos. En esta unidad se localiza la línea de ruptura de pendiente entre el relieve cordillerano y la cadena montañosa, produciéndose en esta última una intensa erosión fluvial.

2.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Formación Sandia: Su litología en general consta de una alternancia monótona de pizarras y cuarcitas de diferentes espesores. Las cuarcitas son predominantes en la base y en la parte media de la secuencia, a pesar del metamorfismo sufrido aún es posible encontrar estratos de areniscas con granos algo sueltos semisoldados de aspectos sacaroideo, donde se puede ver huellas de estratificación cruzada.

Formación Ananea: Se describen como pizarras y limoarcillitas pizarrosas, gris oscuras, gris azuladas y negras distinguiéndose por su foliación bien marcada, con presencia de niveles micáceos.

Depósitos Aluviales: Estos depósitos han sido reconocidos a lo largo del río Cuyocuyo, compuestos principalmente de arenas y gravas. Formando en ambos márgenes y por sectores, pequeñas terrazas.

3. PELIGROS GEOLÓGICOS

Para la descripción de los peligros geológicos se ha considerado como base la clasificación de Varnes (1978, 1996) y la terminología sobre Movimientos en Masa en la región Andina preparado por el Grupo GEMMA (PMA: GCA, 2007).

Los movimientos en masa reconocidos en las zonas inspeccionadas corresponden a deslizamientos, derrumbes y caída de rocas. También se han reconocido zonas de desborde e inundación y erosión fluvial; evidenciado por sus depósitos, escarpas y configuración topográfica.

Los movimientos en masa cartografiados, tienen como causas: el tipo de suelo, pendiente de terreno, cobertura vegetal, combinado con la ocupación inadecuada de los terrenos. Siendo el principal “detonante” de estos eventos las intensas precipitaciones pluviales.

A continuación se presenta una breve descripción de los movimientos en masa identificados en los diferentes sectores inspeccionados: quebrada Jilari, Cerro Llamani y Cerro Ccatasuyo.

3.1 SECTOR QUEBRADA JILARI

Se ubica al sureste del poblado de Cuyocuyo, aproximadamente a una distancia de 1200 m, entre los cerros Huayllani y Caisilluni. Los peligros geológicos identificados en esta zona son: deslizamiento traslacional, derrumbes y erosión fluvial e inundación.

Deslizamiento:

En el flanco suroeste del cerro Caisilluni, margen derecha de la quebrada Jilari, se observa múltiples escarpas irregulares de antiguos deslizamientos con dirección suroeste. En la actualidad se observan grietas longitudinales con saltos hasta de 2 m y con una longitud, de tramo irregular, aproximada de 260 m (ver Fotos 01; 03; 04 y 05). En el cuerpo del deslizamiento antiguo se observa andenería que se dejó de cultivar.

En la margen izquierda de la quebrada Jilari, flanco noreste del cerro Huayllani, se visualiza la escarpa de otro antiguo deslizamiento de aproximadamente 176 m de longitud. Se observan también, grietas longitudinales con saltos de hasta 0.50 m. y longitudes entre 31 y 170 m; así como el deslizamiento llegó a represar parcialmente la quebrada, originando la migración del cauce a la margen derecha. (Ver Foto 02). El sector es utilizado como terrenos de cultivo con andenería.

Las causas que originan estos fenómenos son: intensas precipitaciones pluviales (saturando el suelo incompetente), fuerte pendiente de las laderas, substrato rocoso muy meteorizado, fracturado, con orientación de discontinuidades que buzan a favor de la pendiente, y escasa de vegetación.

Derrumbe.

En la quebrada Jilari, al pie de los cerros Caisilluni y Huayllani, ocurren derrumbes en ambas laderas del valle. Estos movimientos en masa poseen zonas de arranque Irregular y discontinua; con longitudes de 55 m y 40 m de altura aproximadamente. Se observa depósitos coluviales (canchales o talus de detritos) que obstruyen el cauce y que en algunos tramos afectan muros de concreto y muros artesanales (pircas) (Ver foto 01; 02 y 06).

En la quebrada Jilari, las causas que genera los derrumbes son: substrato rocoso muy meteorizado, muy fracturado, presencia de depósitos coluviales sueltos, producto de movimientos en masa antiguos; pendiente de terreno muy fuerte; así como intensas precipitaciones pluviales que saturan los materiales sueltos en la ladera, ocasionando pérdida de estabilidad.

Erosión fluvial e Inundación.

La quebrada Jilari, en su desarrollo está erosionando (socavando) el pie de las laderas, ocasionando derrumbes que en muchos sectores producen el estrangulamiento de río. La longitud erosionada en la margen derecha es de 239 m. y en la margen izquierda de 191 m aproximadamente. Se observa que afecta muros de rocas (pircas) y muros de concreto. Socavando la base. (Ver Foto 07)

La comunidad Ura Ayllu, ubicado dentro del cauce del río Tambillo, es susceptibles a desbordes e inundaciones; así como fuerte erosión fluvial (ver foto N° 8), La zona afectada tiene una longitud aproximada de 1500 m. en forma recta y abarca viviendas rurales y terrenos agrícolas. Es importante notar que la altura del agua, con avenidas normales, alcanza 1.8 m. También se observa socavamiento a la base de los muros de contención (pircas de 1.6m. de altura), esta se encuentra en mal estado (en algunos tramos) y presencia de erosión fluvial en sus márgenes.

Las inundaciones y la erosión fluvial se producen por: precipitaciones pluviales intensas (excepcionales), que incrementan el caudal; la pendiente del terreno (menor a 5°), la colmatación del cauce fluvial y el socavamiento del pie del talud. Es importante mencionar, ya que se tienen problemas de colmatación, la ausencia de acciones de limpieza del cauce



Foto 01. Vista panorámica del deslizamiento rotacional en el cerro Ccaisilluni: en negro línea punteada escarpa antiguo deslizamiento; en amarillo grieta; en rojo derrumbes

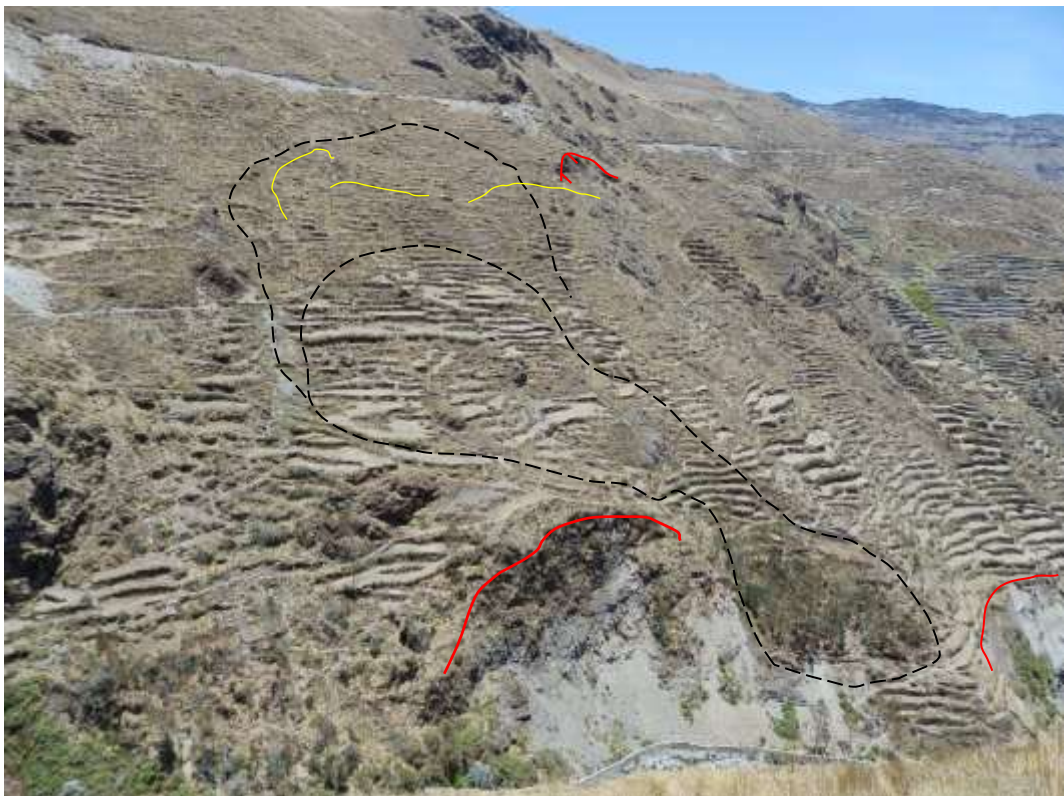


Foto 02 Vista del Cerro Huaylluni: deslizamiento antiguo en negrita línea punteada; en amarillo grietas y en rojo derrumbes actuales



Foto 03 suelo coluvial compuesto de clastos angulosos hasta de 20 cm.



Foto 04: se observa agrietamiento en la corona del deslizamiento del cerro Caisilluni

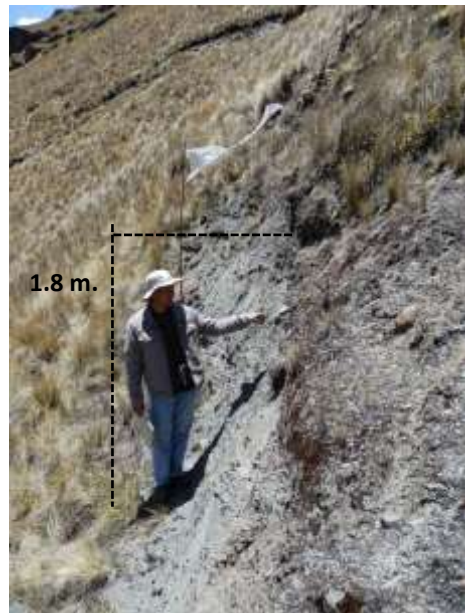


Foto 05 Vista de grieta con salto de 1.8 m. en la margen izquierda del cerro Caisilluni



Foto 06 Vista en la quebrada Jilari se observa vuelco de muros (pircas) por derrumbes.



Foto 07 Vista de la quebrada Jilari, nivel que alcanza el caudal en temporadas de avenidas 1m. aproximadamente.



Foto 08 Cauce afectado por erosión fluvial.

3.2 SECTOR LLAMANIPATA

Se ubica al suroeste de la capital provincial de Sandía, aproximadamente a 8 Km. en la margen izquierda del río Sandía. Los peligros geológicos identificados en esta zona son: deslizamiento traslacional, derrumbes y erosión fluvial.

Deslizamiento traslacional:

El Sector Llamani se ubica en el flanco noreste del cerro Llamani, en la margen izquierda del río Sandía. Se observa la escarpa irregular de un deslizamiento antiguo con longitud de 1120 m aproximadamente y una orientación noreste. Se observan grietas longitudinales con saltos de hasta 2.5 m aproximadamente, así como también terrenos son utilizados para ser habitadas y como tierras de cultivo.

Las causas que originan estos fenómenos son: Los substratos muy meteorizados, material de remoción antigua, afloramientos de rocas fracturadas, pendiente muy fuerte y vegetación escasa. También se tienen como detonantes, las intensas precipitaciones estacionales y excepcionales.

Derrumbe:

El sector Llamani es susceptible a la ocurrencia de derrumbes: La zona de arranque es irregular y discontinua, con una longitud de 100 m. aproximadamente y altura 85 m. También se nota la presencia de depósitos coluviales (canchales o conos de talus, o conos de detritos), que en muchos casos han ocasionado la obstrucción en el cauce y los problemas que esta acarrea.

Las causas que originan estos fenómenos son: Los substratos muy meteorizados, material de remoción antigua, pendiente muy fuerte y ausencia de vegetación. También se tienen como detonantes, las intensas precipitaciones (estacionales y/o excepcionales), y socavamiento del pie del talud.

Erosión fluvial:

En el cauce del río Sandía, en el sector Llamani, se observa socavamiento del pie del talud o erosión fluvial, con el estrangulamiento del cauce. El proceso afecta alrededor de 2000 m. en ambas márgenes del río; afectando principalmente el pie del talud.

La erosión fluvial se producen por: precipitaciones pluviales intensas (excepcionales), que incrementan el caudal; la pendiente del terreno (menor a 5°), y la colmatación del cauce.



Foto 09: Vista panorámica del cerro Ccatasuyo. a) escarpa de caída de rocas ocurrido el 27 de enero 2006 que afectó 5 viviendas del barrio Luis Ron; b) Macizo rocoso muy fracturado; c) derrumbes ocurrido en abril del 2012

3.3 SECTOR CCATASUYO.

Se ubica en el poblado de Sandía, flanco norte del cerro Ccatasuyo. Los peligros geológicos identificados en el sector zona son caídas o desprendimientos de rocas y derrumbe.

Caída o desprendimientos de rocas

En el sector Ccatasuyo, el talud rocoso se presenta muy fracturado (con tipo de rotura mixta). La zona de arranque de este movimiento en masa es irregular y discontinua; con longitudes de hasta 7 m. y alturas de hasta 5 m. aproximadamente. El depósito coluvial, producto de la acumulación de materiales de la caída de rocas, presenta bloques aislados de hasta 3 m. Actualmente se observa a una altura de 35 m. rocas fracturadas con discontinuidades a favor del talud, con bloques sueltos de hasta de 4 m. que puede desprenderse en cualquier momento.

Las causas para la ocurrencia de caída de rocas son: rocas muy fracturadas, falladas y diaclasadas; orientación desfavorable de discontinuidades, de pendiente muy fuerte y escasas de vegetación. También como detonantes, las precipitaciones pluviales intensas y la actividad sísmica.

Derrumbe

Flanco noroeste del cerro Ccatasuyo. Se observa derrumbes antiguos con arranques que llegan a tener hasta 10 m., con alturas de hasta 30 m de altura; materiales cubiertos por vegetación. También se observa reactivación, con arranques de 5 m. altura 15 m. y depósito con un volumen de 24 m³ de material granular con clastos angulosos hasta 0.30 m. y restos de vegetación. Evento ocurrido en el mes de abril del año 2012 sin ocasionar daños graves

Las causas para la ocurrencia de derrumbes son: presenta substrato de mala calidad (muy meteorizado), material de remoción antigua, pendiente fuerte, escasa vegetación. También por las intensas lluvias periódicas y/o excepcionales y filtraciones de agua (estacionales).



Foto 10: Vista panorámica del cerro Ccatasuyo. a) escarpa de caída de rocas ocurrido el 27 de enero 2006 que afectó 5 viviendas del barrio Luis Ron; b) Macizo rocoso muy fracturado; c) derrumbes ocurrido en abril del 2012



Foto 11: Vista de talud rocoso fracturado, se observa un bloque rocoso inestable



Foto 12: Vista del depósito del evento ocurrido el mes de abril de 2012

4. SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS Y PELIGROSIDAD

Según el Mapa de Peligros Geo Hidrológicos del estudio de la Franja 2, la zona es de Alto Riesgo en erosión e inundación fluvial- Ver Figura 2.

Según el Mapa de Peligros Múltiples (Figura N° 3) elaborado por la Dirección de Geología Ambiental (2002), las áreas inspeccionadas corresponden a peligro muy alto. Esto significa que son áreas donde conjugan numerosos peligros geológicos: principalmente huaycos, caída, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial y aluviones. De acuerdo a la litología del substrato rocoso, la pendiente de los terrenos, la escasez de la vegetación y la filtración de agua subterránea (caso Pongos), las zonas inspeccionadas son muy susceptibles a los movimientos en masa. Considerando la actividad antrópica (modificaciones realizadas por el hombre en la ladera de los cerros), como la ubicación, distribución y calidad constructiva de las viviendas, la vulnerabilidad a los peligros aumenta y por ende el riesgo.

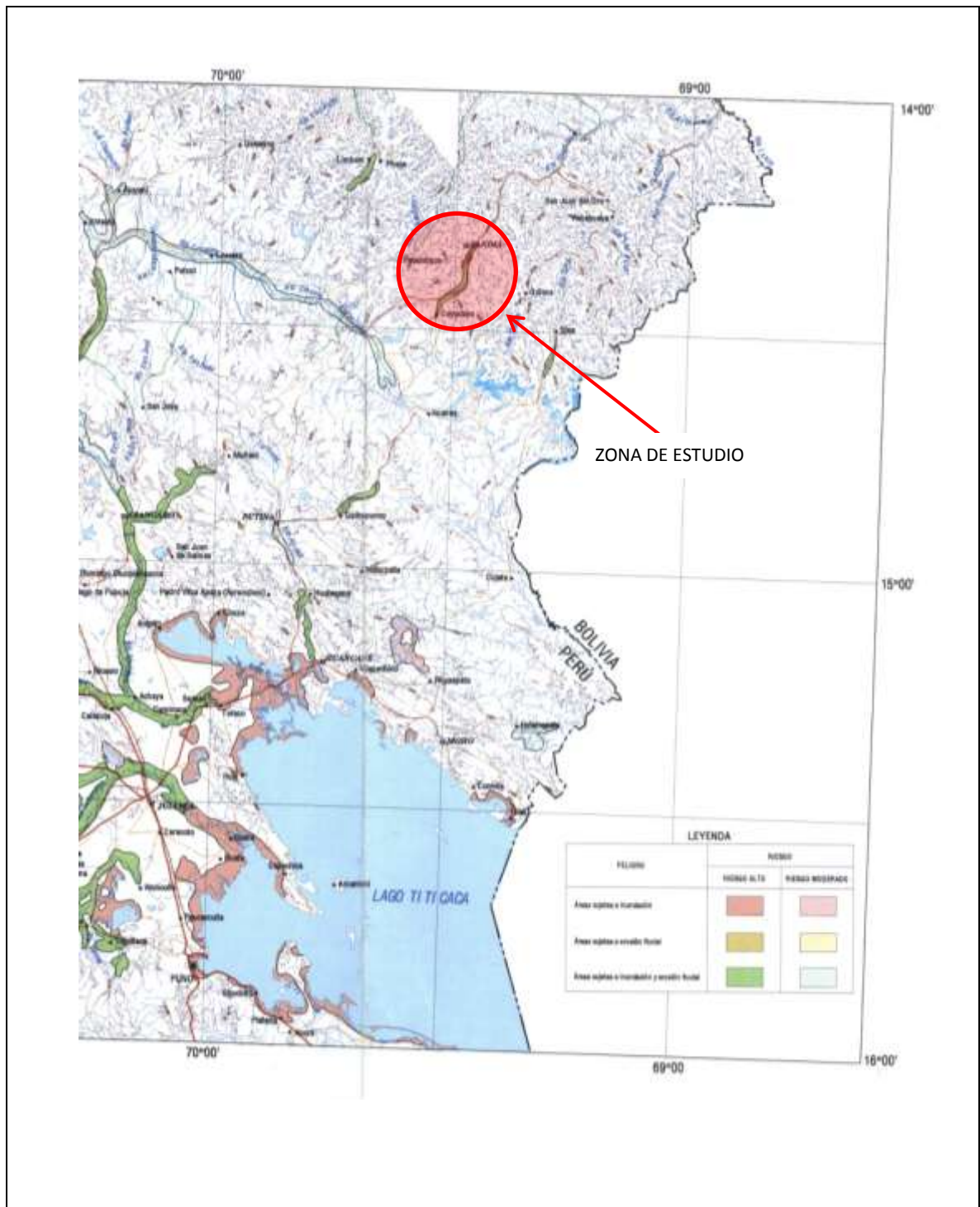


Figura 02. Mapa de peligros hidrogeológicos. Fuente: INGEMMET 2002

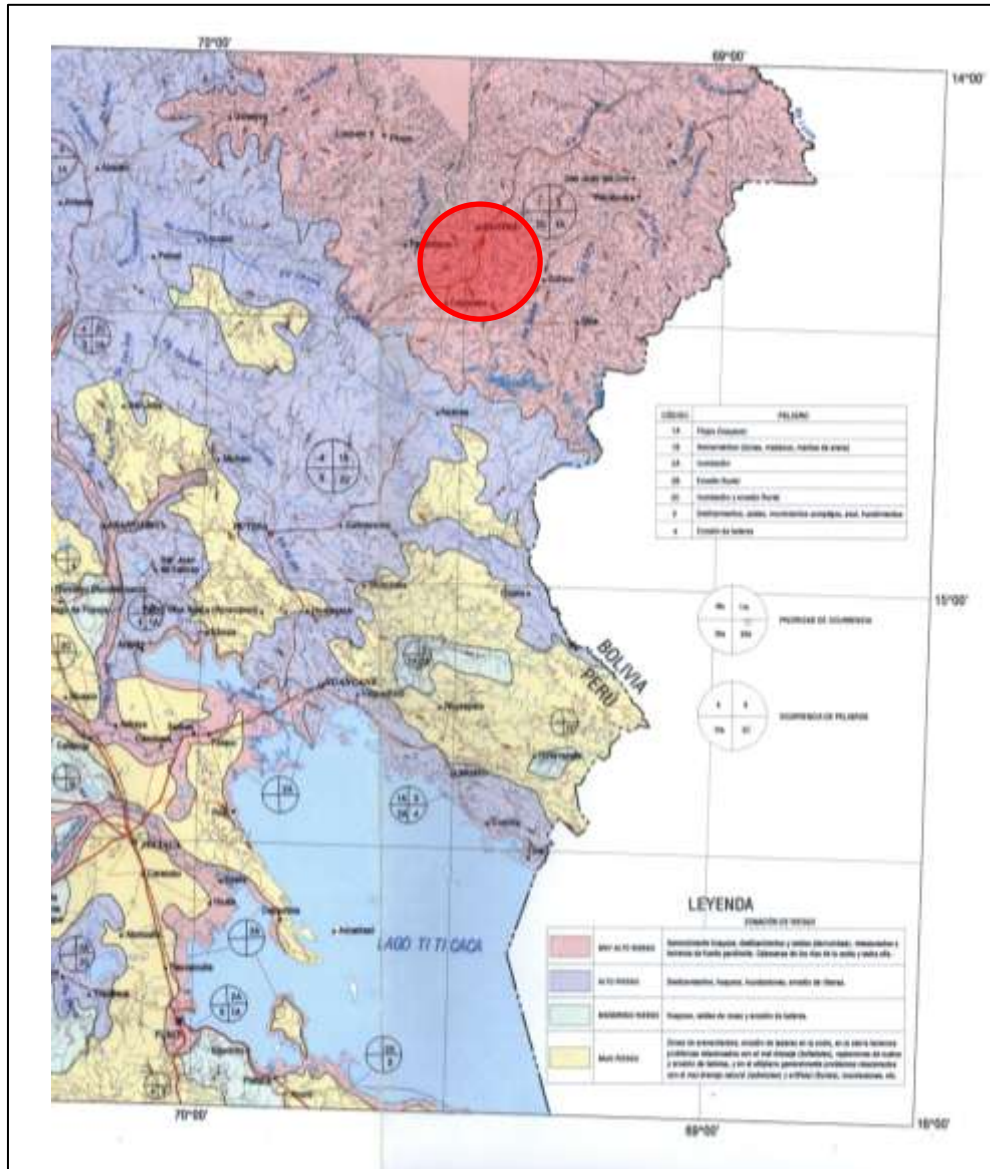


Figura 03. Mapa de peligros geológicos múltiples. Fuente: INGEMMET 2002

5. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

5.1 DRENAJE SUPERFICIAL

Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose la infiltración y la erosión.

El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento.

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. Ver Figura 15, 16 y 17.

Se utilizan **zanjas horizontales o canaleta de drenaje horizontal**: Son paralelas al talud y se sitúan al pie del mismo; **canales colectores en espina de pescado**, que combinan una zanja drenante o canal en gradería, según la línea de máxima pendiente, con zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central. Su construcción y mantenimiento en zonas críticas debe tener buena vigilancia. Estos canales deben ser impermeabilizadas adecuadamente para evitar la reinfiltración de las aguas. Ver Figura 18.

Los canales deben conducirse a entregas en gradería u otro disipador de energía que conduzca el agua recolectada hasta sitio seguro. Ver Figuras 19 y 20.

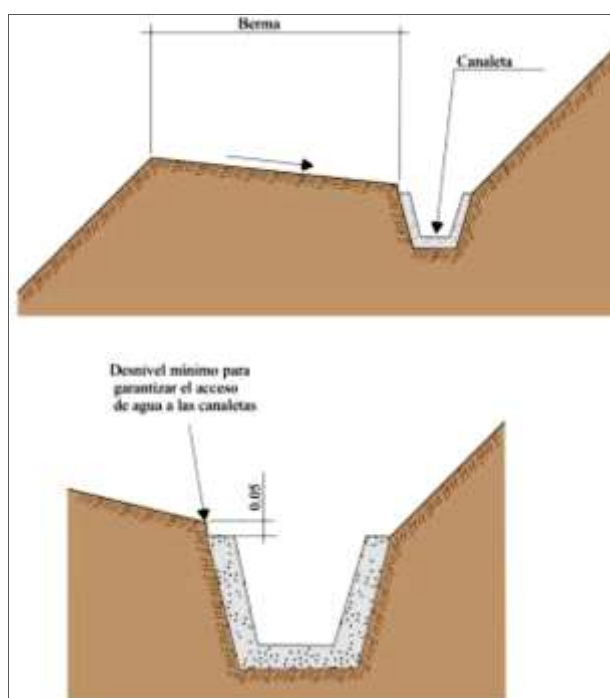


Figura 15: Detalle de una canaleta de drenaje superficial (tomado de INGEMMET, 2000).

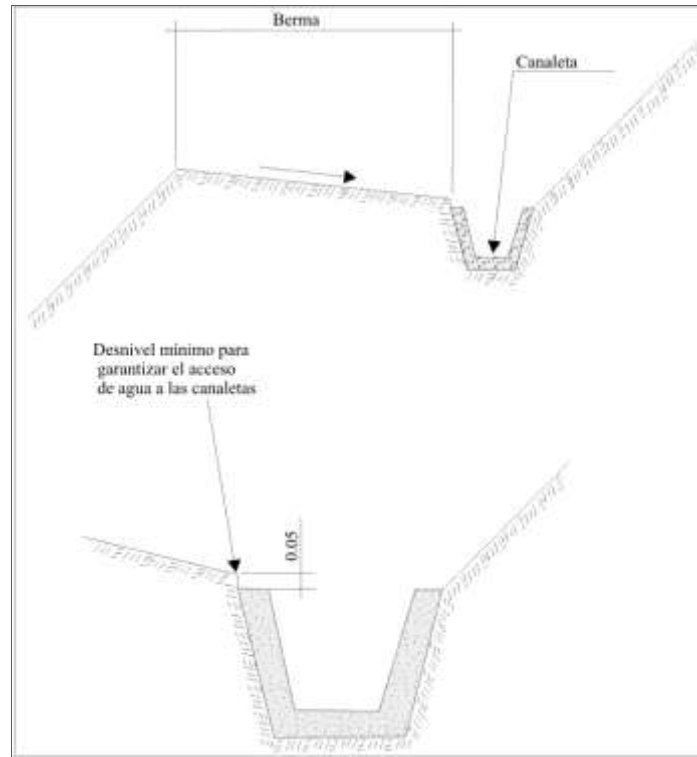


Figura 16: Detalle una canaleta de drenaje superficial (Zanjas de coronación).

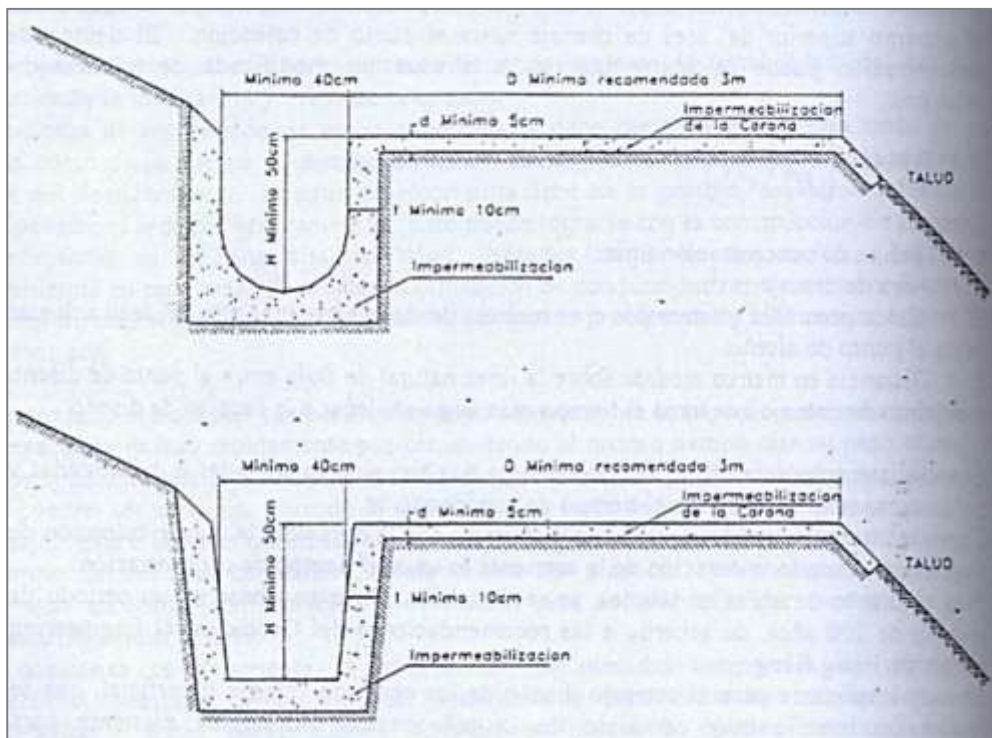


Figura 17: Detalle de zanjias de coronación para el control de aguas superficiales en un talud.

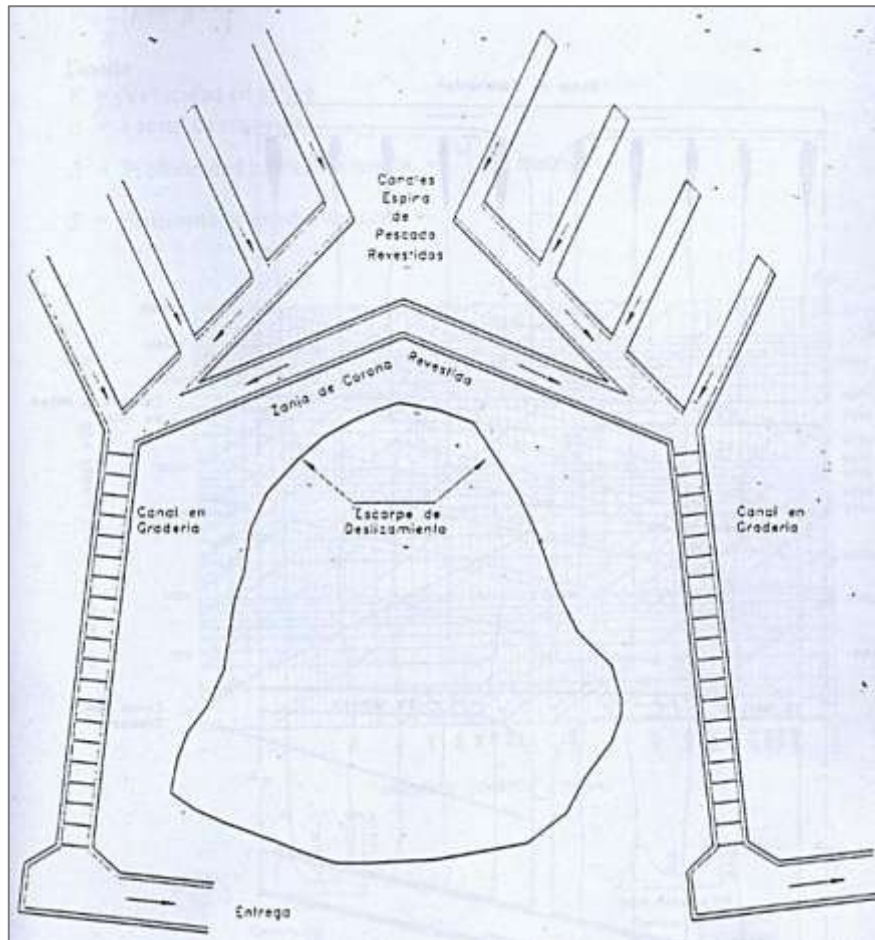


Figura 18: Esquema de planta de canales colectores espina de pescado con canales en gradería

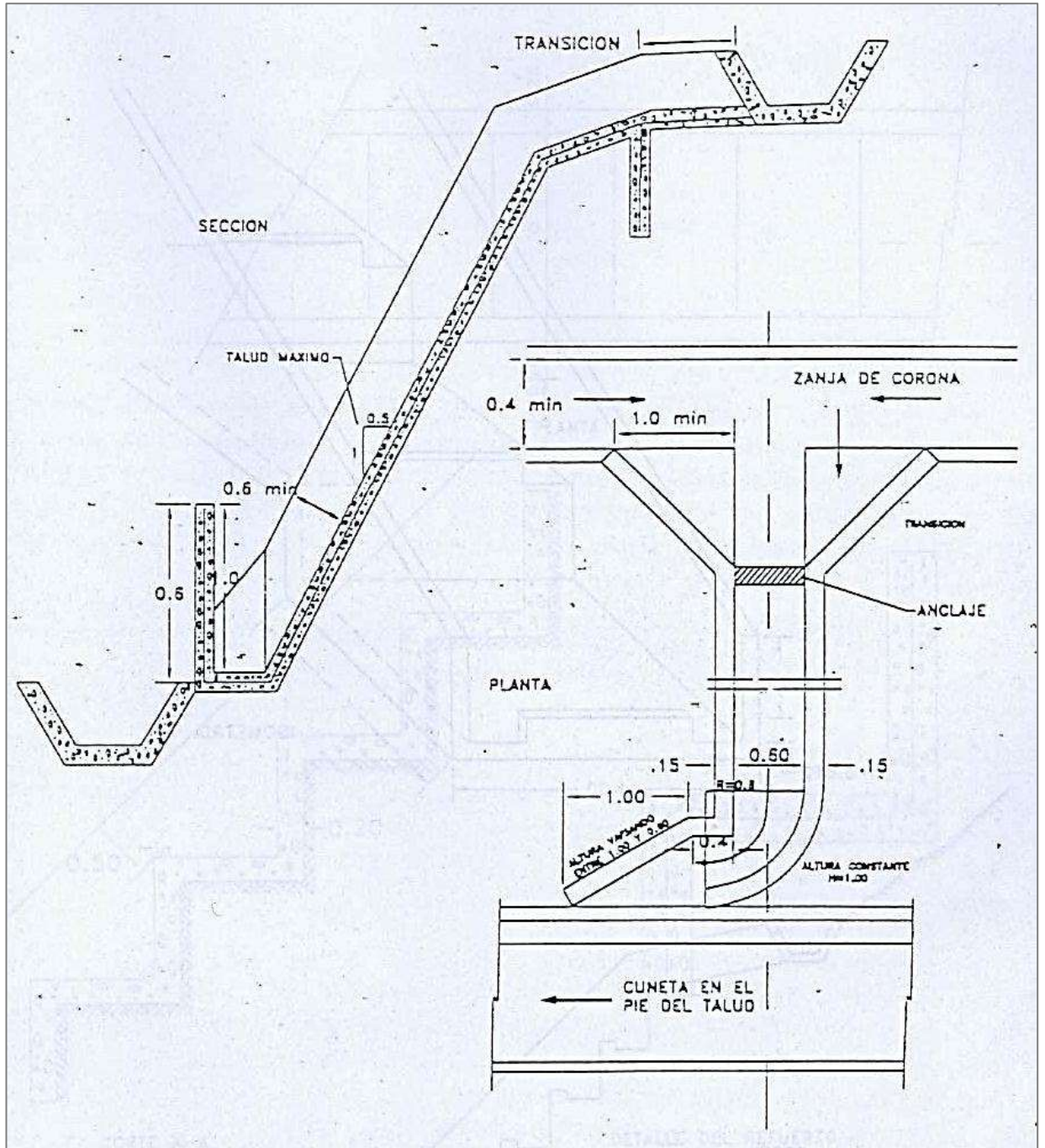


Figura 19: Detalle de un canal rápido de entrega

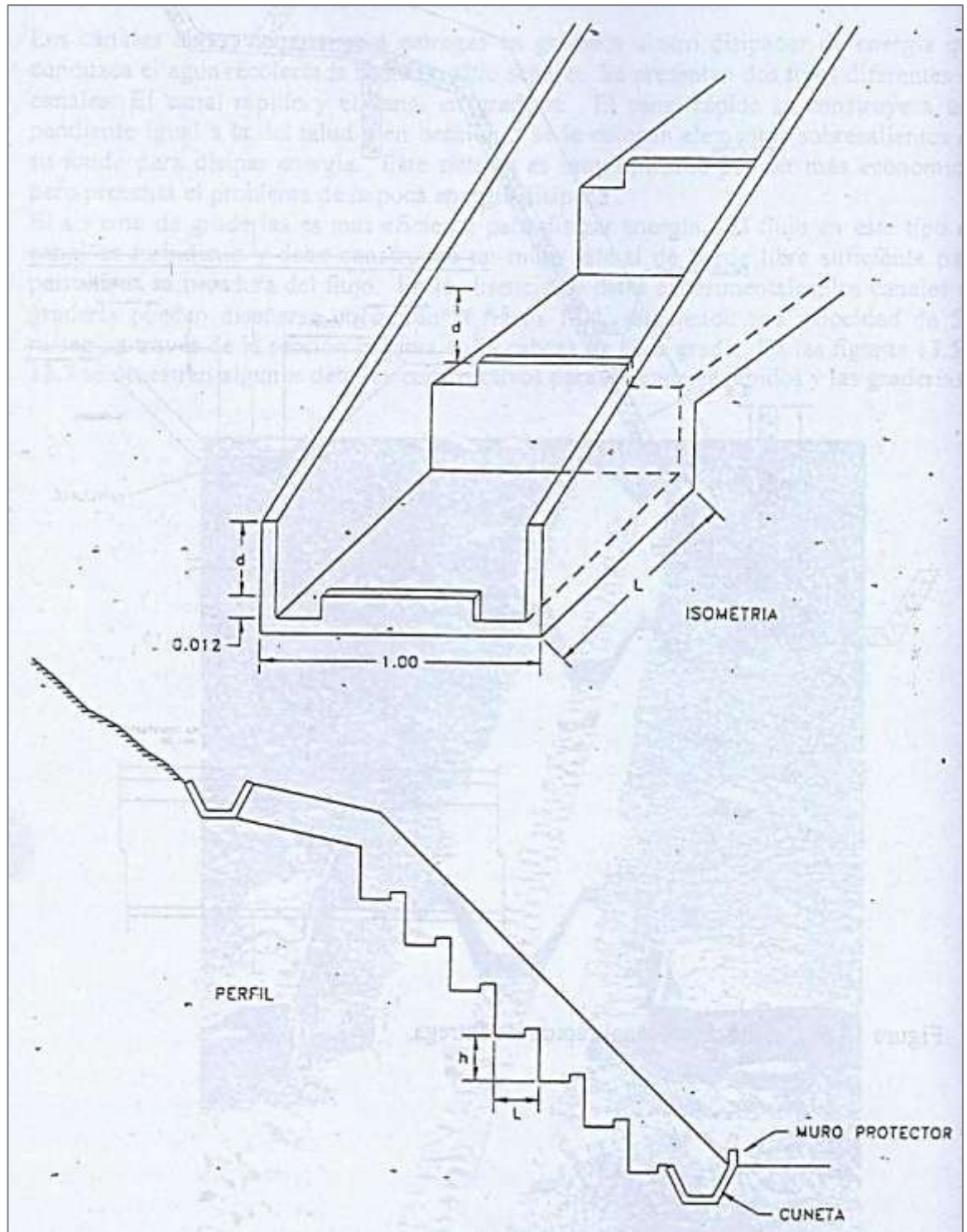


Figura 20: Canal de entrega con gradas de disipación.

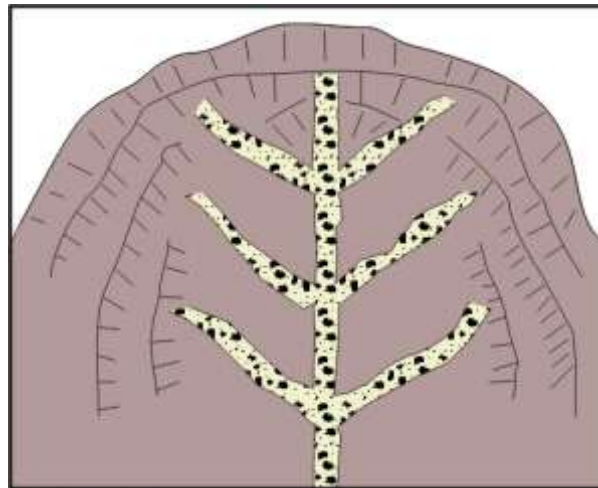


Figura 04. Esquema de planta de canales colectores espina de pescado con canales en gradería



Foto 13. Muro de roca concreto con drenaje de canales revestidos.

5.2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN:

Es importante trabajar también los taludes y en especial estructuras al pie del deslizamiento. Se recomienda que los muros de contención de gaviones ver Figura 05. Se recomiendan este tipo de estructuras para el pie de la ladera también para evitar la erosión

Para proteger de la erosión fluvial en ambas márgenes del cauce, se debe construir defensa ribereña en base gaviones cimentados o rocas cimentadas (enrocamiento). Las obras deben ser diseñadas, supervisadas y construidas por especialistas en construcción de defensas ribereñas. (ver figura 06)

Crear una zona de amortiguamiento en la parte donde llego la última caída de rocas y hacer un banqueteadado del talud (ver figura N° 07).

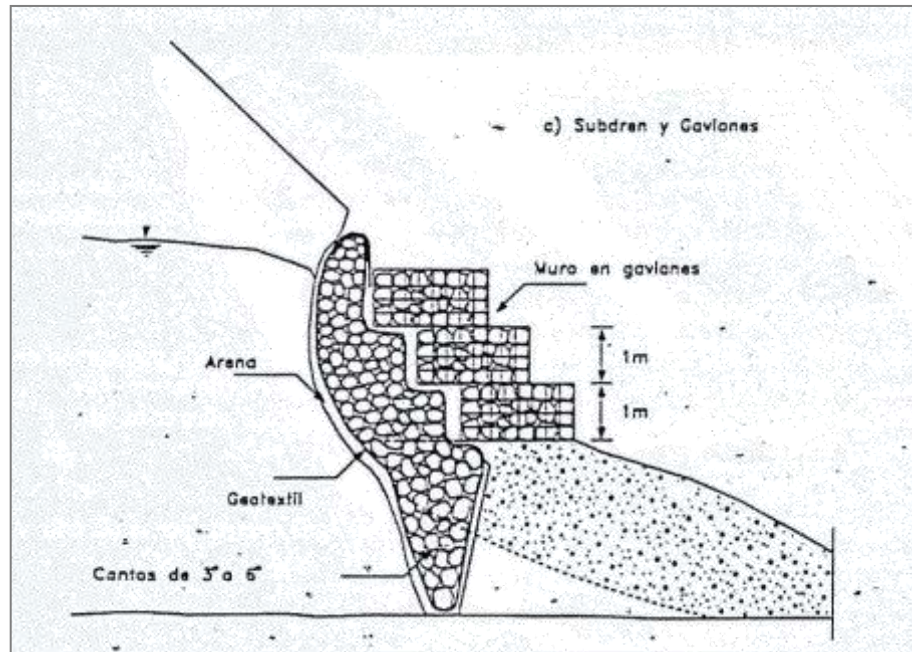


Figura 05: Ejemplos de subdrenes de pantalla

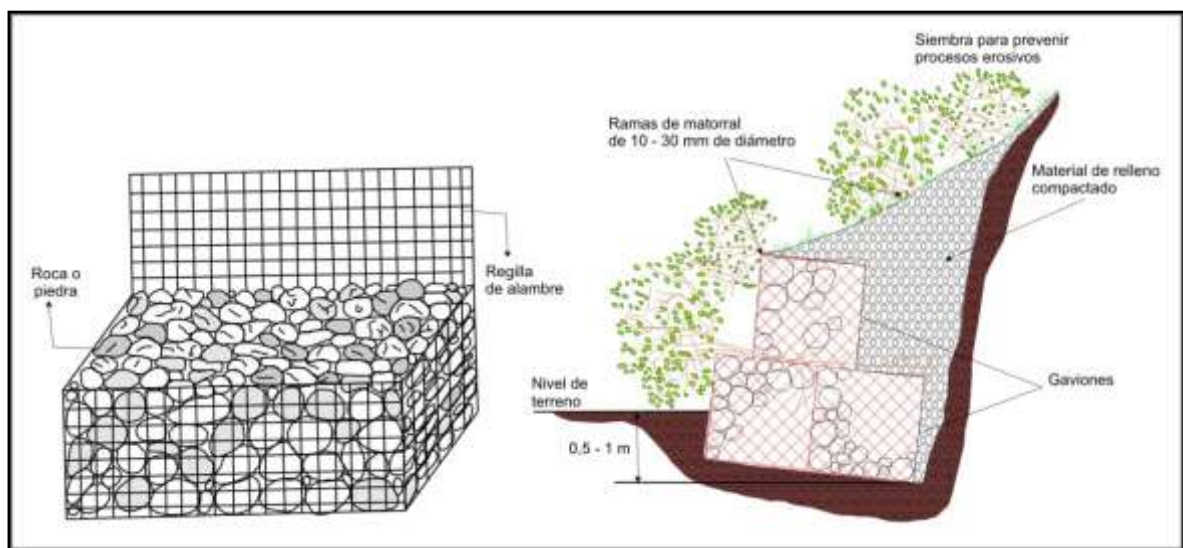


Figura 06. Muro de gavión para defensas rivereñas.

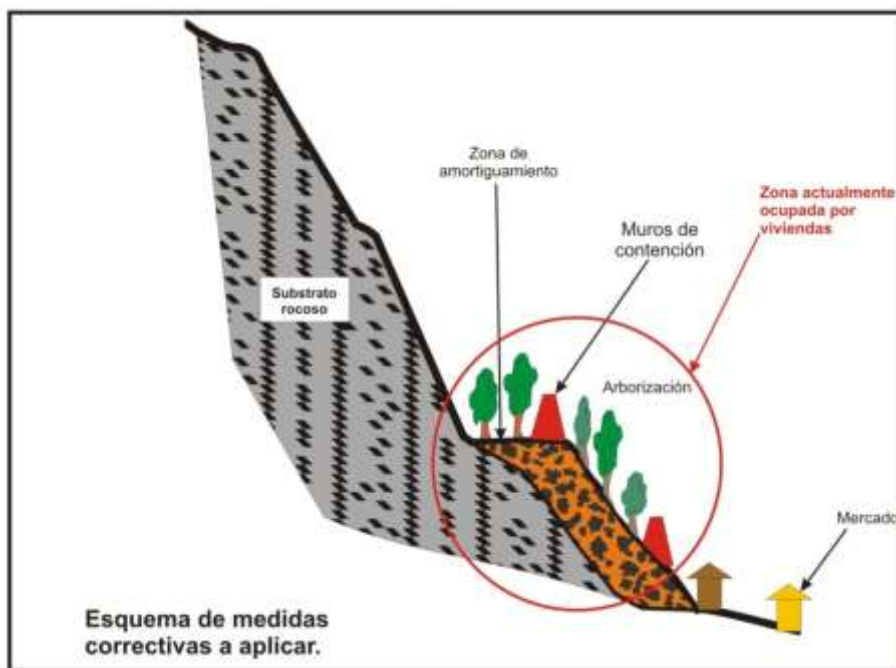


Figura 07. Esquema de medidas correctivas a aplicar.

5.3 MÉTODOS DE MONITOREO

Los deslizamientos son usualmente monitoreados por varios métodos, la combinación de estos muestran resultados más confiables del proceso geodinámica.

Las técnicas de monitoreo pueden ser directos o indirectos, dependiendo de cada caso se utilizan diferentes metodologías que se describen a continuación:

A. Indirecto

Para estos métodos de monitoreo se utilizan los datos obtenidos en el campo.

Percepción remota:

Los sensores remotos permiten recoger información por medio de equipos que no están en contacto directo con el objeto de la investigación.

B. Directo

Monitoreo del desplazamiento.

Esta actividad puede llevarse a cabo instalando puntos de control sobre la ladera y midiendo el desplazamiento relativo en función del espacio y el tiempo.

Como se aprecia esta “regla de medición de grietas” es un instrumento que fue diseñado para medir el desplazamiento de la

masa de tierra. Nos permite medir los desplazamientos en sentido vertical y horizontal. Se coloca en una grieta identificada que pueda, como consecuencia de un posible desplazamiento de tierra, causar daños a corto y largo plazo (Figura 11).

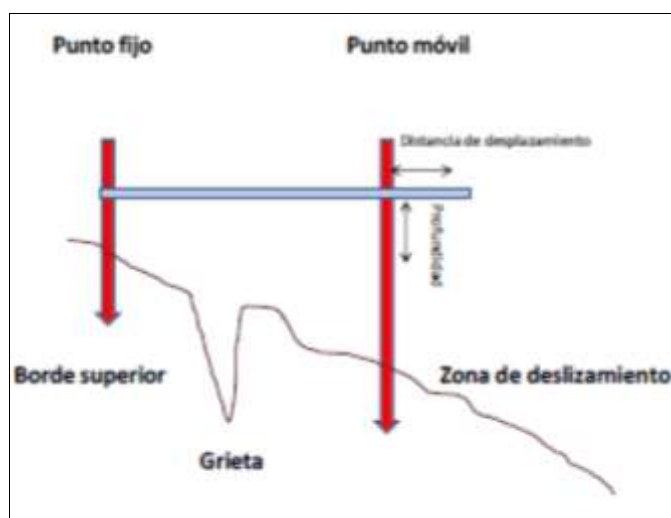


Figura 11: Modelo que muestra el proceso de monitoreo en campo, teniendo un punto fijo y el punto móvil en la zona de deslizamiento.

Monitoreo en base a Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Puede utilizarse un GPS para monitorear el desplazamiento. Para ello se necesita ubicar con bastante precisión la posición de puntos conocidos en el terreno. Este método únicamente permite medir movimientos de varios metros (Figura 12). Se utilizan instrumentos de alta precisión (GPS diferenciado). El GPS permite monitorear frecuentemente la posición de los puntos en el terreno y de este modo determinar si se desplazan y a qué velocidad lo hacen. Se puede utilizar también Estación Total para un control de campo.

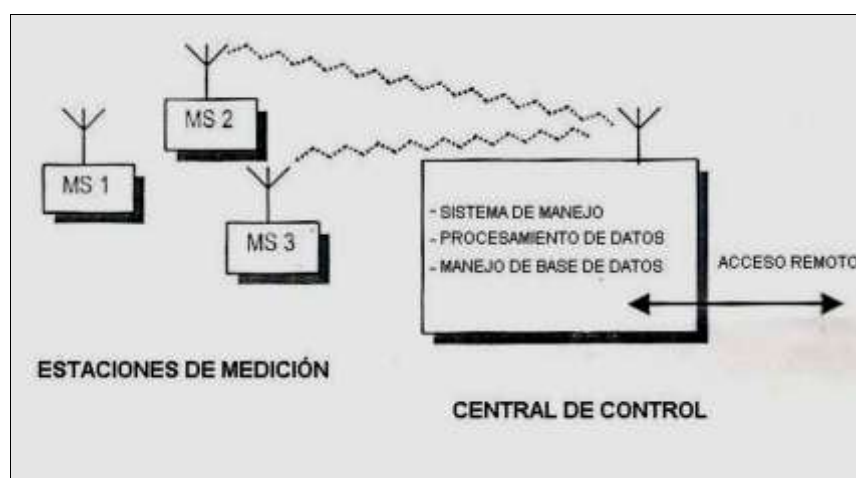


Figura 12: Sistema GPS Modo Diferencial

Monitoreo de condicionantes de deslizamientos: el caso de lluvia excesiva.

En las comunidades donde la lluvia es el agente disparador principal de deslizamientos es posible evaluar la amenaza en base a la cantidad de lluvia, para lo cual se recomienda monitorear permanentemente la cantidad de lluvia que cae en la región y definir el valor umbral en que empiezan a ocurrir los deslizamientos (Figura 13).

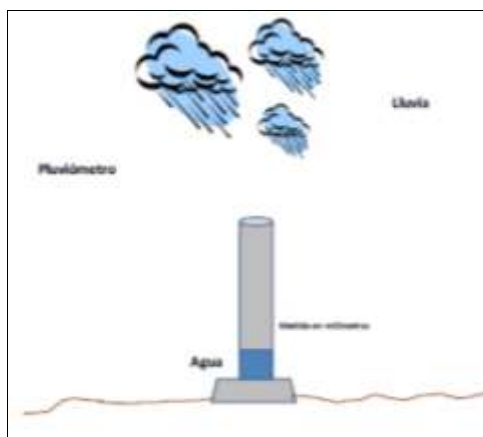


Figura 13: Prueba de infiltración sobre el terreno.

Para medir la cantidad de lluvia, se puede utilizar cualquier recipiente abierto con lados verticales donde se acumule la lluvia. Se mide la profundidad del agua con una regla y, en consecuencia, la cantidad de lluvia en milímetros (mm). Puede medirse la lluvia diaria con pluviómetros y la lluvia horaria con pluviógrafos. Para posicionar estos instrumentos, debe consultarse a un experto.

Lo más correcto es realizar un estudio para cada área donde se conozca cuáles son las cantidades de lluvia que tienden a originar deslizamientos y, en base a estas cifras, establecer un Sistema de Monitoreo de los Deslizamientos.

Extensómetros:

El extensómetro es utilizado para medir el movimiento relativo comparando la distancia entre dos puntos de una forma automática.

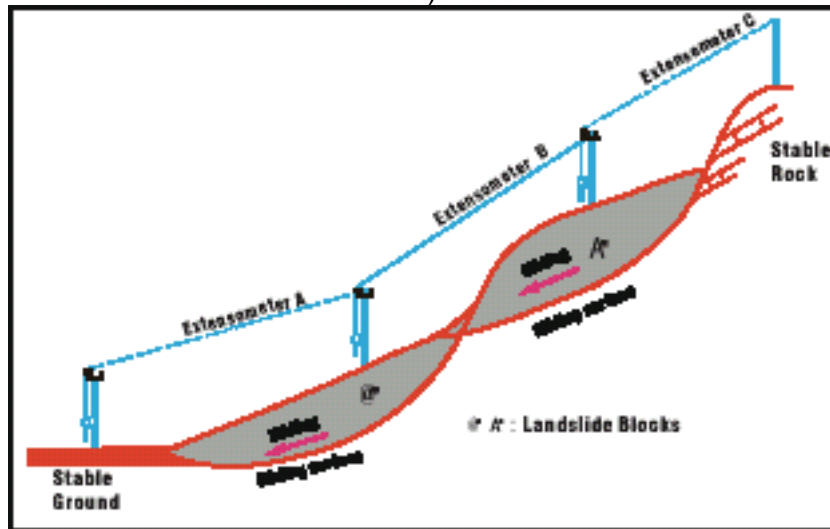
Los extensómetros generalmente, se instalan a través del escarpe principal o a través de las grietas para determinar su movimiento.

Colocando una serie de extensómetros interconectados desde el escarpe principal hasta la punta del deslizamiento, se puede determinar en forma clara el movimiento de bloques individuales dentro del movimiento general (Figura 14). Las mediciones deben tener una precisión de al menos 0.2 mm y deben relacionarse con los datos de lluvia diaria.

Tiene la ventaja de no ser afectado por la humedad, densidad o presión atmosférica.



a)



b)

Figura 14: En la figura a) se muestra el equipo y en b) se muestra la disposición de extensómetros.

CONCLUSIONES

1. En los sectores de Jilari y Llamaniyata afloran pizarras muy meteorizadas y fracturadas, mientras que en Ccatasuyo pizarras y cuarcitas igualmente fracturadas. Estas características del macizo rocoso en conjunto las hace considerar como rocas de mala calidad; acentuada a la presencia de agua (sobresaturación de los materiales de las laderas), facilitan la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caída de rocas). También se presentan procesos de erosión fluvial, desborde e inundación, que afectan la quebrada y el poblado de Ura Ayllu asentado en el cauce del río Tambillo.
2. Los flancos de los cerros Ccaisilluni y Huaylluni, en la quebrada Jilari, están afectados por deslizamientos, producto de reactivaciones por sectores en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. El movimiento se considera lento pero continuo, observándose grietas longitudinales. En la base de los deslizamientos, los procesos de derrumbes y erosión fluvial aceleran su avance.
3. El “detonante” principal para la desestabilización de las laderas es el agua, producto de las precipitaciones pluviales periódicas o excepcionales, la pendiente de la ladera y la escasa cobertura vegetal. La erosión fluvial en la base del talud al provocar derrumbes origina represamientos parciales en el cauce; al desbordarse estos, genera flujos que afectan viviendas que se ubica en la parte baja de la quebrada, en el cauce y cerca de ella.
4. La comunidad de Ura Ayllu, es vulnerable a inundaciones ya que se asienta en el cauce del río Sandia. De ocurrir eventos intensas precipitaciones periódicas y/o excepcionales, el desborde afectaría viviendas, terrenos de cultivo y también pozas de aguas servidas. Por lo que este sector se considera en PELIGRO INMINETE.
5. El sector Llamaniyata está afectado por deslizamientos activos, producto de la reactivación en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. El movimiento es lento, observándose grietas longitudinales en la ladera y terreno. En la base del deslizamiento se observa procesos de derrumbes y erosión fluvial. Se observa estructuras de estabilización como: estructuras de contención y drenaje superficial. Sector considerado como PELIGRO INMINENTE
6. El sector Ccatasuyo es susceptible a la ocurrencia de caída de rocas. Existen afloramiento de rocas fracturadas con buzamiento a favor de talud, bloques hasta de 3 m. de diámetro. De ocurrir afectaría viviendas que se encuentran al pie del talud. El sector, es afectado también, por reactivación de cuerpos de derrumbes. El movimiento es muy rápido, observándose depósitos de suelo granular con clastos angulosos hasta de 0.30 m. El último ocurrió en el presente año del mes de abril. Sector considerado en PELIGRO INMINENTE.
7. La susceptibilidad a los movimientos en masa (peligros geológicos) en la zona es alta y esta condicionada por la existencia de un substrato rocoso de mala calidad geomecánica, su grado de fracturamiento y meteorización, así como la pendiente natural de la ladera, la escasa cobertura vegetal y las precipitaciones pluviales estacionales.

8. Por lo expresado líneas arriba, los distrito de Cuyocuyo, Sandia y el sector de Llamaniyata se encuentra en **Peligro Inminente** por la presencia de deslizamientos, derrumbes, inundación y caída de rocas que comprometen su estabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema de monitoreo en el sector Jilari y Llamaniyata, que permita determinar la aceleración y dirección de caída de los movimientos en masa. Se puede trabajar con Estación Total y/o GPS Diferencial, los puntos de control deben ser preparados con varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable, realizándose medidas de la distancia entre los puntos de control, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informara a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.
2. En la escarpas de los deslizamientos, se deben implementar una red de drenes de coronación, que intercepten el agua superficial, estos deben ser derivados hacia un canal de drenaje principal (quebrada, río), para evitar procesos de erosión de suelos.
3. Los andenes que se localizan en el cuerpo del deslizamiento, y que son usados como terrenos de cultivo, deben ser mejorados y habilitar sus propios sistemas de drenaje.
4. Evitar la erosión de la base del talud, del cauce de la quebrada Jilari; construir defensa ribereña en base a muros de gaviones cimentados o rocas cimentado en ambas márgenes del cauce.
5. En la parte baja o base de los deslizamientos es necesario construir obras flexibles que se amolden a la deformación de los deslizamientos activos estas obras pueden ser gaviones.
6. En el comunidad de Uru Ayllu, se recomienda implementar un sistema de defensa ribereña (gaviones, muros de contención, etc.). Además se debe realizar la limpieza del cauce permanentemente, principalmente después de la temporada de lluvias.
7. En la ladera inestable del sector Llamaniyata se han realizado drenes y banqueteo con roca concreto, se debe continuar con la implementación de estos métodos de contención, en zonas que aun no estén estables
8. En el sector Ccatasuyo reubicar las viviendas localizadas en la parte baja del talud, por estar expuestas a peligro inminente.
9. Evitar construir viviendas al pie de los taludes donde se producen desprendimientos de rocas. Reubicar las viviendas que están zonas de

caídas de rocas. En todo caso realizar estudios para dimensionar los muros de contención, para protección de viviendas.

10. En el área afectada por derrumbes se debe construir un sistema de andenería rodeado de plantas nativas y puede ser usado para cultivos respetando la faja marginal de la ladera con drenaje de canales revestidos.

BIBLIOGRAFIA:

Grupo GEMMA (PMA: GCA, 2007), Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas, Canada, 404 p.

De La Cruz, N., Carpio, M. (1996). Geología de los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio. Lima. INGEMMET. Boletín Serie "A" Carta Geológica Nacional. 82. 160 p.

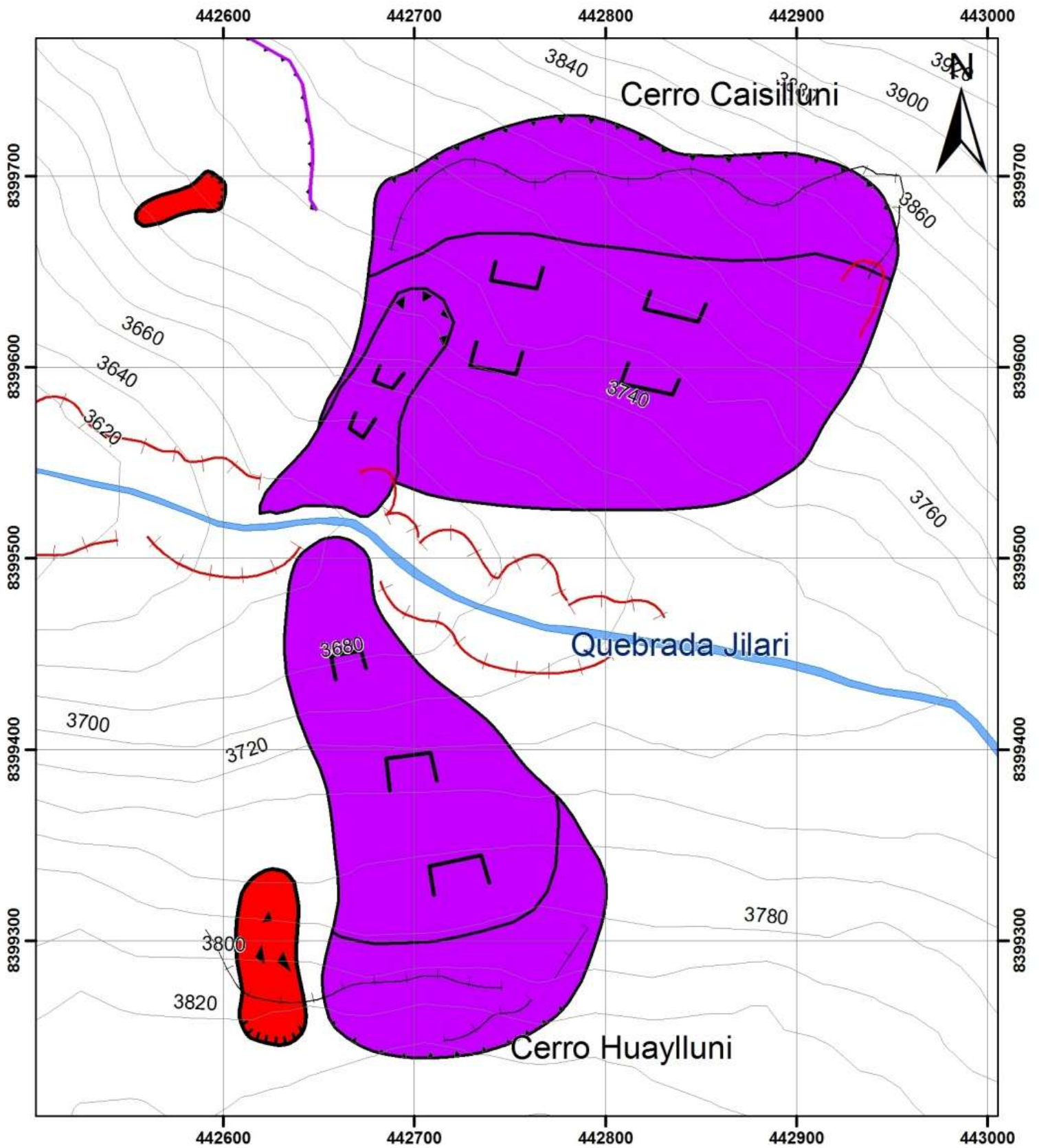
Monge, R., Zedano, J. (1996). Geología de los cuadrángulos de Limbanio. Lima. INGEMMET. Boletín Serie "A" Carta Geológica Nacional. 84. 183 p.

Dirección de Geología Ambiental (2002). Estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 2. Lima. INGEMMET. Boletín Serie "C" Geodinámica e Ingeniería Geológica. 368 p.

Comité de Defensa civil Sandia (2007). "Preparativos ante desastres y reducción de riesgo en la cuenca del río Sandia, Puno" Centro de Estudio y Prevención de Desastres (PREDES), distrito de Sandia

Comité de Defensa civil Sandia (2007). "Preparativos ante desastres y reducción de riesgo en la cuenca del río Sandia, Puno" Centro de Estudio y Prevención de Desastres (PREDES), distrito de Cuyocuyo

ANEXO (MAPAS)

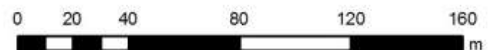


Leyenda

-  Topografía
-  Derrumbe
-  Escarpa de deslizamiento
-  Grietas
-  Derrumbe antiguo
-  Deslizamiento antiguo
-  Río

EVALUACIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN
 LOS SECTORES JILARI - LLAMNIPATA - CCATASUYO
 (Distritos Cuyocuyo, Sandía - provincia Sandía - región Puno)

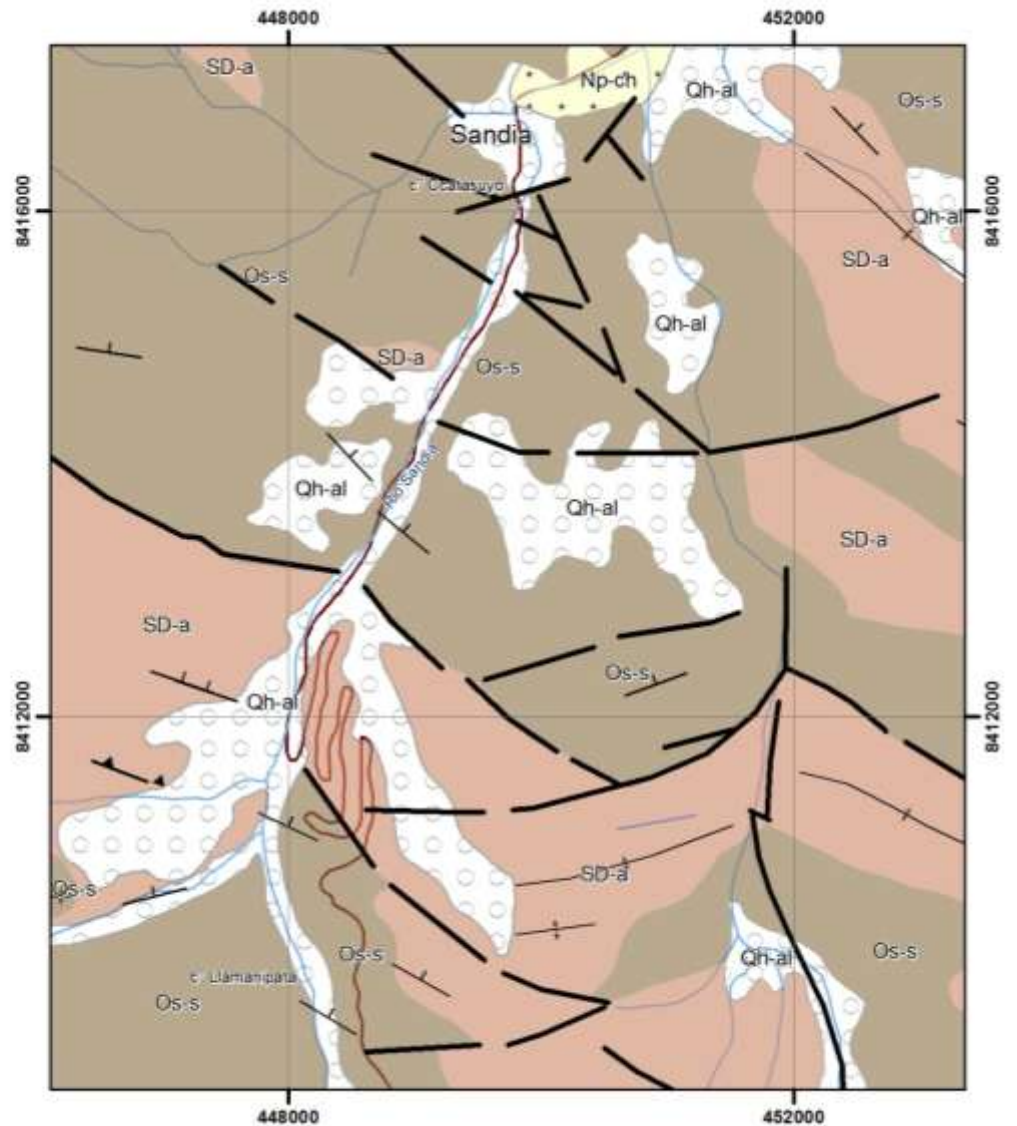
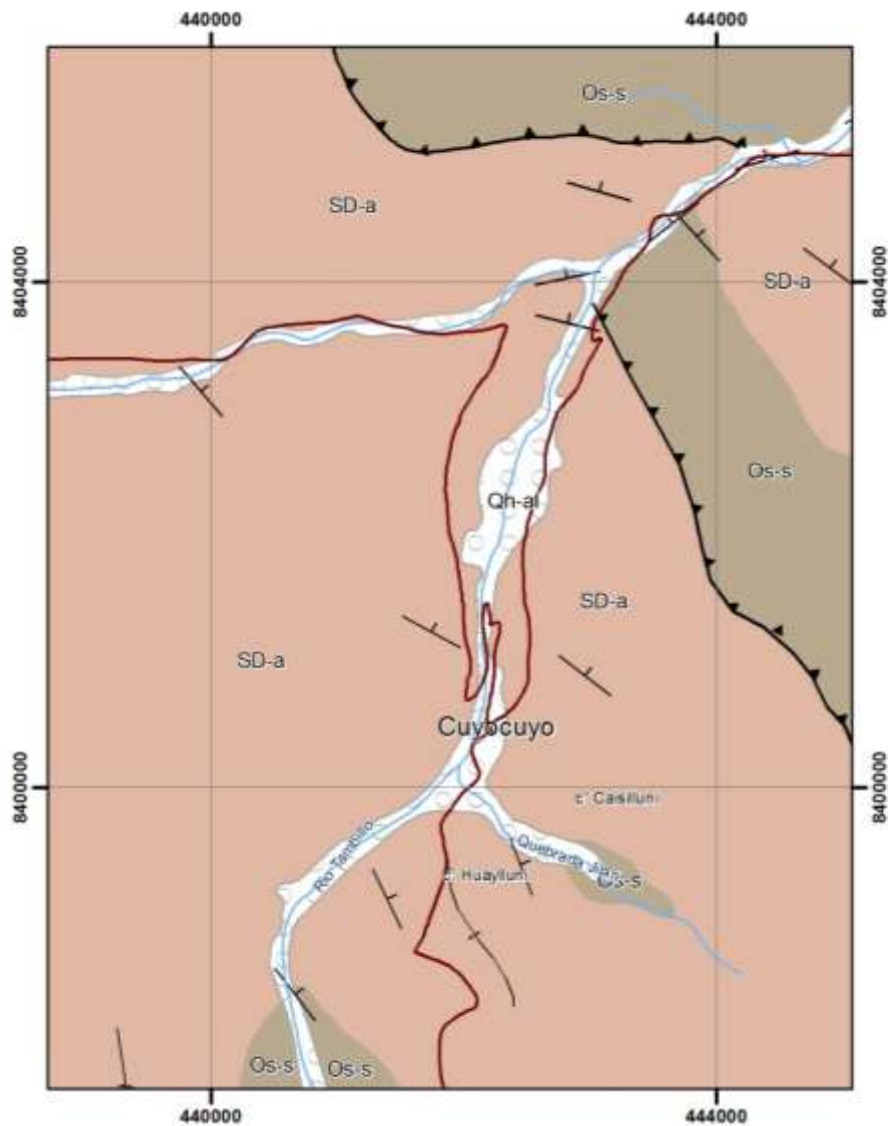
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS
 (Sector Jilari)



WGS 1984 UTM

ZONA 19 SUR

MAPA 03



UNIDADES LITOTECTÓNICAS																			
<table border="1"> <tr> <td>Dep. Mariscal</td> <td>Qh-al</td> <td>arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas</td> </tr> <tr> <td>Dep. Chichas</td> <td>Np-ch</td> <td>arenas, arcillas y conchas marinas</td> </tr> <tr> <td>Dep. Mariscal</td> <td>SD-a</td> <td>arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas</td> </tr> <tr> <td>Dep. Sandia</td> <td>Os-s</td> <td>arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas</td> </tr> </table>	Dep. Mariscal	Qh-al	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas	Dep. Chichas	Np-ch	arenas, arcillas y conchas marinas	Dep. Mariscal	SD-a	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas	Dep. Sandia	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas	<table border="1"> <tr> <td>Dep. Mariscal</td> <td>Os-s</td> <td>arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas</td> </tr> <tr> <td>Dep. Sandia</td> <td>Os-s</td> <td>arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas</td> </tr> </table>	Dep. Mariscal	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas	Dep. Sandia	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas
Dep. Mariscal	Qh-al	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas																	
Dep. Chichas	Np-ch	arenas, arcillas y conchas marinas																	
Dep. Mariscal	SD-a	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas																	
Dep. Sandia	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas																	
Dep. Mariscal	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas																	
Dep. Sandia	Os-s	arenas y arcillas con fragmentos de conchas marinas																	

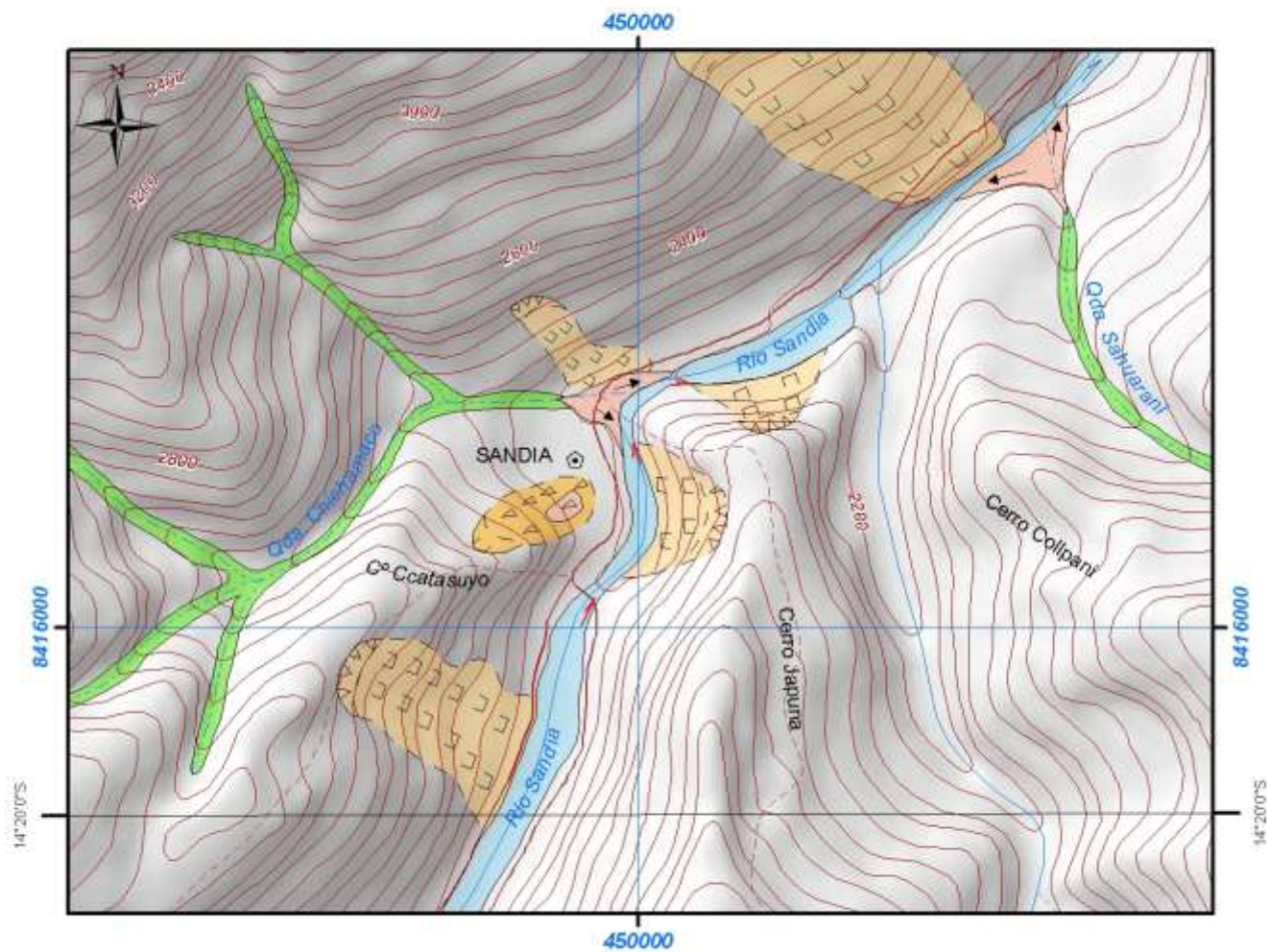
- SIMBOLO**
- +— eje anticlinal
 - +— eje de anticlinal
 - +— eje sinclinal
 - ▲/▲ falla normal
 - lineamiento
 - rumbo

EVALUACIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES JILARI - LLAMANIPATA - CCATASUYO
 distritos Cuyocuyo, Sandia - provincia Sandia - región Puno

MAPA GEOLÓGICO

0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4 km
 escala grafica

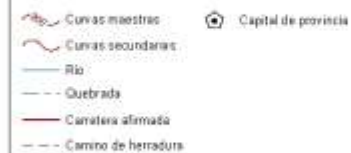
WGS 1984 UTM ZONA 19 Sur MAPA 02



1:25.000



SIMBOLOGÍA



Peligros Geológicos



REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INGGEMMET

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

SECTOR DE SANDIA

Set. 2007

Figura 08