

2016

N

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

INFORME TÉCNICO N° A6729

**“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS
SECTOR QUEBRADA CORTE LADRONES”**

(Distrito Santa Cruz de Cocachacra
Provincia Huarochirí – Departamento Lima)

Por:

**Orlando De La Cruz Matos
Norma Sosa Senticala**

Noviembre 2016



Image © 2016 DigitalGlobe

Google Earth

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema	1
1.2 Objetivos	2
2.0 ASPECTOS GENERALES.....	2
3.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	3
4.0 GEOLOGÍA LOCAL.....	4
5.0 POSIBLE PELIGRO GEOLÓGICO EN LA QUEBRADA CORTE LADRONES ...	8
6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS.....	10
6.1 Medidas estructurales	10
6.2 Medidas no estructurales.....	12
CONCLUSIONES.....	13
RECOMENDACIONES.....	13
BIBLIOGRAFÍA	14
ANEXO.....	15
Glosario de términos	16

“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS SECTOR QUEBRADA CORTE LADRONES”

(Distrito Santa Cruz de Cocachacra - Provincia Huarochirí – Departamento Lima)

1.0 INTRODUCCIÓN

Es común la presencia de movimientos en masa en muchos sectores del territorio peruano, más aún en las vertientes, valles y quebradas de la cordillera andina. Estos fenómenos de geodinámica externa, pueden activarse según algún factor que los desencadene, mencionando entre algunos de ellos como los más frecuentes los movimientos sísmicos, periodos excepcionales de lluvias que estarán íntimamente ligados a los diversos parámetros geológicos intrínsecos del terreno como la litología y geomorfología, inestabilidad del material de cobertura o ladera, actividad antrópica con su consecuente modificación de taludes entre otros.

La zona del estudio está ubicada en la quebrada Corte de Ladrones, situada en la margen izquierda del valle del río Rímac, cercana a la localidad de Cocachacra. Presenta en sus márgenes inferiores, la instalación de terraplenes de material estéril y realeras provenientes de la antigua mina Leonila, actualmente propiedad de la empresa Glencore que la mantienen inactiva. El peligro que llevaría un colapso de estos materiales por algún proceso de geodinámica externa es el objetivo de estudio en el presente informe, permitirá prevenir cualquier tipo de desastres que acarrearía en el valle del Rímac, en donde existen poblaciones, agricultura, carreteras y otras obras de infraestructura civil.

Aunque en la quebrada Corte de Ladrones, se tiene evidencia de pequeños derrumbes, esto podría incrementarse con el paso del tiempo, viéndose generar situaciones de peligrosidad por los posibles colapsos en los terraplenes.

1.1 Antecedentes del problema

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de Santa Cruz de Cocachacra, mediante oficio N°. 0109-2016-MDSCC-H/L, de fecha 10 de mayo del 2016, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero Y Metalúrgico INGEMMET, solicitando un estudio técnico de peligros geológicos de la quebrada Corte Ladrones. Luego de las respectivas coordinaciones, se comisiono a los profesionales Orlando De La Cruz Matos y Norma Sosa Senticala de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, para realizar una visita técnica.

Los trabajos de campo se realizaron los días 14 y 15 de julio, para ello se contó con autoridades de la municipalidad provincial de Santa Cruz de Cocachacra.

Este informe contiene el análisis de la problemática desde el punto de vista geológico, se dan las conclusiones y recomendaciones respectivas, para que las autoridades respectivas tomen las consideraciones del caso.

1.2 Objetivos

- El objetivo principal es identificar y evaluar los peligros geológicos por movimientos en masa, que se dan en la quebrada Corte Ladrones.
- Proporcionar a las autoridades competentes información para la mitigación del peligro geológico (flujo).

2.0 ASPECTOS GENERALES

La zona de estudio, políticamente se encuentra en el distrito Santa Cruz de Cocachacra, provincia Huarochirí, departamento Lima (figura 1), hacia el noreste de anexo de Corcona. Está se halla en la margen izquierda del río Rímac, a una cota de 1 327 m.

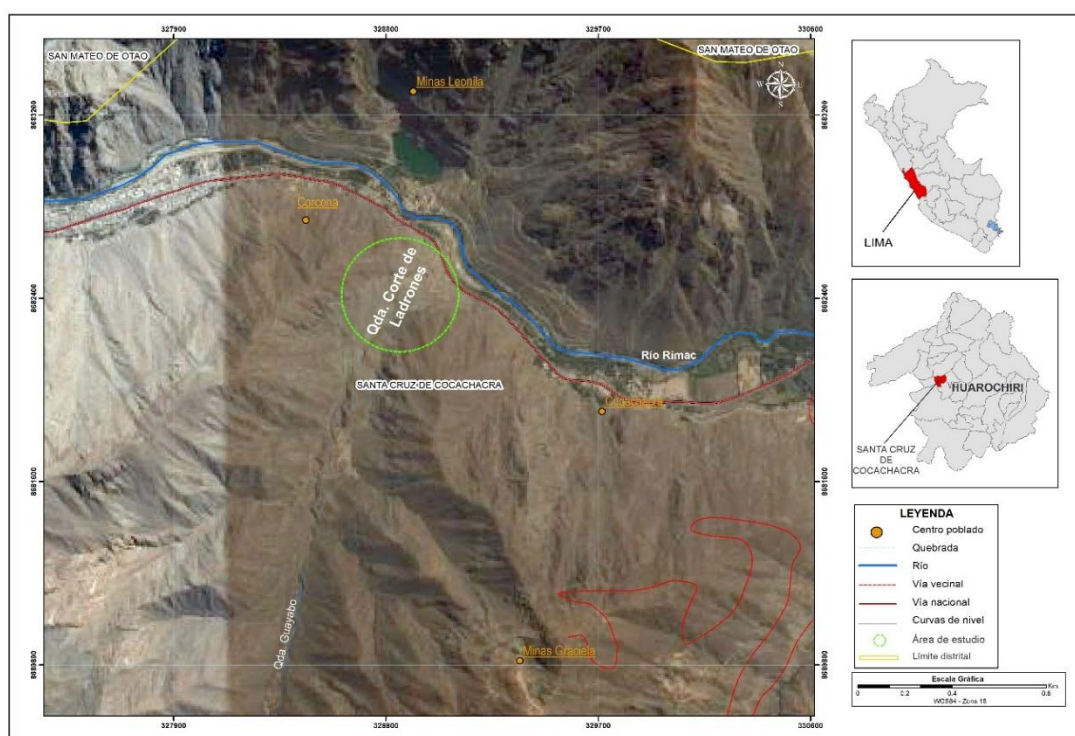


Figura 1. Ubicación del área del distrito de Santa Cruz de Cocachacra.

La quebrada Corte de ladrones se localiza al, entre las coordenadas UTM:

NORTE	ESTE	COTA
8682572	329021	1327
WGS 84 – Zona 18S		

El acceso se realiza por la Carretera Central, vía asfaltada Lima, hasta llegar al km 63.2, donde se encuentra la quebrada Corte Ladrones. El tiempo de duración de viaje es de 2 horas con 30 minutos.

Presenta un clima tipo semicálido, ocasionalmente se presentan lluvias entre los meses de diciembre a marzo, la temperatura oscilante de 15° C (julio a agosto) a 28° C (enero a marzo) (Senamhi 2016).

De acuerdo a la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1995), que usa el diagrama bioclimático de Holdridge, el sector de la quebrada Corta Ladrones corresponde a una zona denominada desierto perárido montano bajo tropical (dp-MBT), que presenta una biotemperatura media anual de 16°C y una precipitación anual promedio de 110 mm.

Para efectos del este informe, se tiene información de:

- a) Cordova *et al.* 1982. Realiza un estudio para la construcción de un Nuevo Echadero en la zona de Campamentos de la Unidad Minera Leonila-Graciela - Perubar S.A. Este lugar se encuentra frente a la quebrada Corte Ladrones.
- b) Palacios *et al.* 1992). Desarrolla un cartografiado de unidades intrusivas del Cretáceo superior pertenecientes al Batolito de la Costa y secuencias volcánicas de la Formación Arahuay.
- c) Tarazona, J. (2015). Menciona que en el área se encuentran depósitos de relaves sueltos, que pueden ser afectados por huaycos en caso de presentarse lluvias excepcionales.

3.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Palacios *et al.* (1992), menciona que los rasgos geomorfológicos presentes en el área son el resultado del proceso tectónico y plutónico, sobreimpuesto por los procesos de geodinámica que han modelado el rasgo de la región.

La geoforma dominante en el contexto donde se encuentra la quebrada Corte Ladrones corresponde a las estribaciones de la Cordillera Occidental. Esta unidad geomorfológica comprende las laderas y crestas marginales de la Cordillera Andina de pendiente abrupta formada por el Batolito de la Costa emplazado con una tendencia NO-SE, cortando secuencias jurásicas de la Formación Arahuay. El relieve en general se encuentra disectada por numerosas quebradas de fuerte pendiente en sus nacientes que comienzan una declinación progresiva a medida desciende hacia las partes inferiores, hasta tener una moderada inclinación cuando llegan a su parte final.

La quebrada drena al valle del río Rímac, presenta varios afluentes en su parte media superior, con un drenaje dendrítico relacionado al tipo de roca con claros procesos de erosión y escorrentía superficial, con formación de un abanico en su parte terminal que controla la disposición del cauce actual del río Rímac,

Otra geoforma local del tipo antrópica, corresponde a las terrazas (terraplenes) originada por la acumulación de material estéril y relaves durante la actividad extractiva de la mina, depositados en ambos márgenes de la quebrada Corte Ladrones.

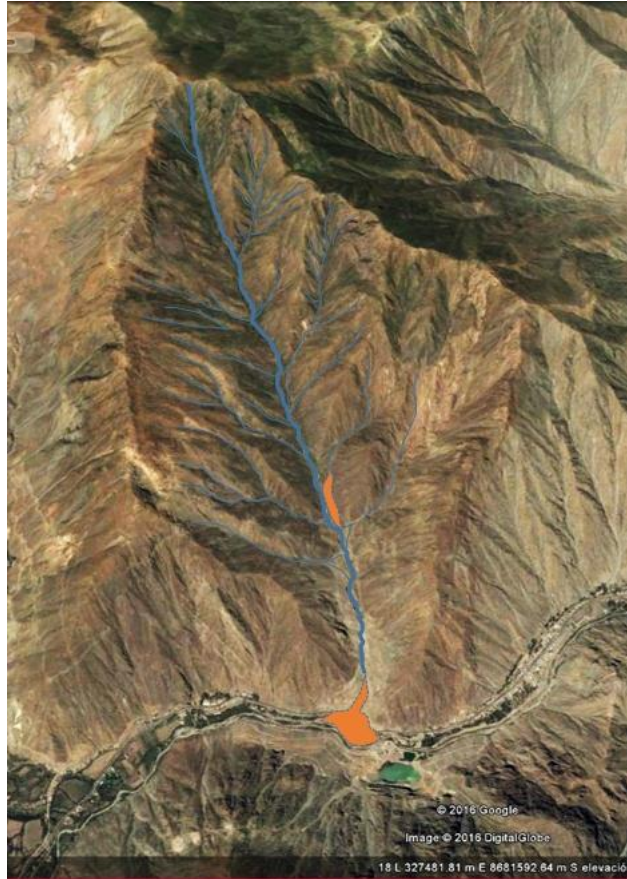


Figura 2. Imagen Google Earth, que resalta el drenaje en la microcuenca quebrada Corte Ladrones. Producto de la erosión, escorrentía superficial, como procesos principales y la generación de flujos de detritos (huaicos) pasados.

4.0 GEOLOGÍA LOCAL

Solo se detalla las unidades que se encuentran en la zona de trabajo (figura 3).

Batolito de la Costa: Corresponde rocas ígneas ubicada en la margen izquierda de la quebrada Corta Ladrones, compuesta por diorita de grano medio con un porcentaje elevado de plagioclasas y poco cuarzo, destacando las biotitas y en menor porcentaje las hornablendas, con tonalidad gris clara y muy fracturada, por sectores presentan alteración. Hacia las partes altas del cerro Gato Viejo, se observan unidades volcánicas de la Formación Arahuay (figura 3).



Figura 3. Quebrada Corta Ladrón. Margen izquierda Batolito de la Costa, Margen derecha Formación Arahuaay

Formación Arahuaay: Se ubica en la parte distal margen derecha de la quebrada Corta Ladrónes y en ambas márgenes, situadas en su sector medio a superior (foto 1). Corresponden secuencias de lavas andesíticas con intercalaciones menores de calizas gris oscuras, mayormente se les observa muy alterada, en algunos sistemas de fracturas a manera de patinas se observó epidota.



Foto 1. Secuencias volcánicas de la Formación Arahuaay, cerro señal Chimallay

Depósito Proluvial: Son materiales proveniente de flujos de detritos, se ubican en el cauce y en su desembocadura de una quebrada, forman el cono deyectivo. En la quebrada Corte Ladrónes, el depósito en la parte media-alta (foto 2).

Los depósitos comprenden fragmentos de rocas de formas variadas, de composición volcánicas (andesitas), calizas gris oscuras e ígneas (dioritas y tonalitas). La matriz se compone de limos a limos arenosos de tonalidades claras.



Foto 2. Parte media de la quebrada Corta Ladrón, con abundante material susceptible de remoción que puede contribuir a la generación de un huaico con lluvias intensas excepcionales

Depósitos Antrópicos: Corresponde los depósitos estériles y relaves acumulados en la parte baja de la quebrada Corte Ladrones (foto 3). Estos depósitos disminuyen considerablemente el ancho del cauce.

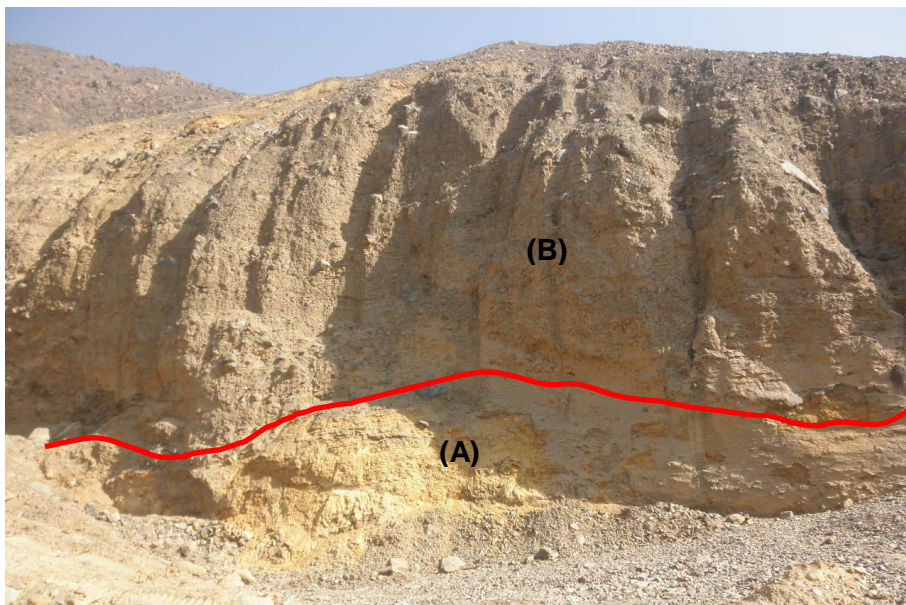


Foto 3. Parte inferior de la quebrada Corta Ladrones, depósitos de relaves (A) y estériles (B).

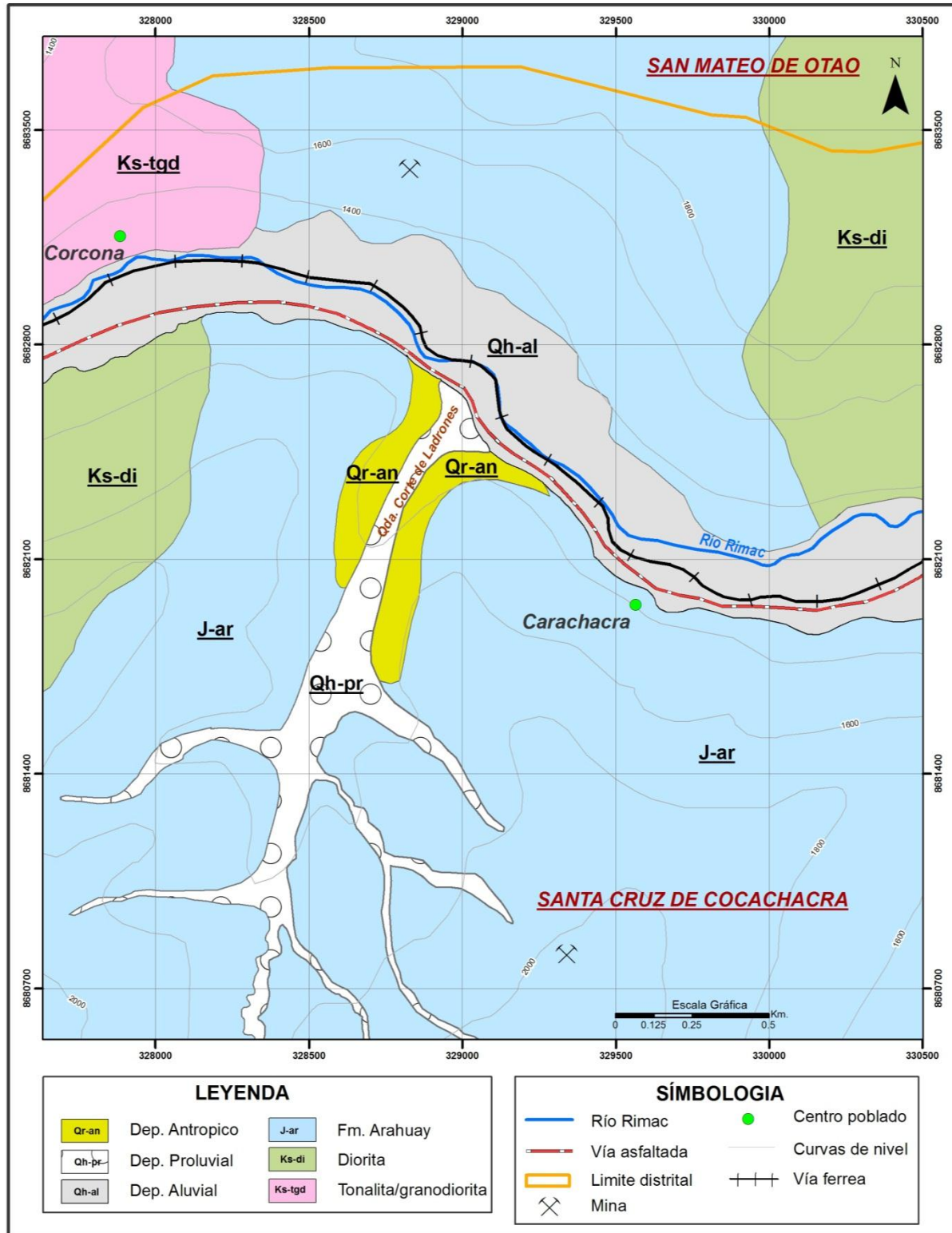


Figura 4. Mapa geológico Local

5.0 POSIBLE PELIGRO GEOLÓGICO EN LA QUEBRADA CORTE LADRONES

Según el informe “Construcción de un nuevo echadero en la zona de campamentos de la unidad Leonila-Graciela” refiere que en julio del año 1982 se empezó el estudio para la acumulación del material de cancha en la parte baja de la quebrada Corte Ladrones.

Dicho echadero fue construido con los materiales procedentes de la explotación minera y constituyó una de las alternativas para solucionar el problema de la depositación de relaves y material estéril por la conveniencia de costos de acarreo y por presentar una topografía adecuada.

Según lo observado durante la visita técnica del día 17 de Julio del presente año, la acumulación del material presenta un deterioro, por no tener un seguimiento que remedie las zonas de los taludes que están colapsando.

La inestabilidad observada en algunos terraplenes, corresponde a derrumbes progresivos del material de recubrimiento, siendo más activo en la margen derecha de la quebrada Corta Ladrones, relacionándolo con el afloramiento volcánico fracturado y alterado que le sirve de base y control lateral (figura 5).



Figura 5. Vista de los diversos terraplenes construidos en la quebrada Corta Ladrón

Otro punto importante, es la estrangulación del cauce la quebrada en su curso inferior, por haber disminuido el ancho natural de la quebrada. Esto podría generar un flujo de detritos (huaico), que podría erosionar la base del depósito, generándose un considerable incremento de material.

En caso de presentarse lluvias como del fenómeno El Niño o lluvias excepcionales, se generarían flujos, donde el material transportado estaría conformado por aporte proveniente de las laderas y del depósito de escombros, ello afectaría la parte baja; lo que conllevaría a la incorporación del material al flujo del huayco, el cual podría desembocar al río Rímac.

La litología en donde se realizó la depositación de los materiales estériles y relavera puede dividirse en dos sectores, entre las márgenes izquierda y derecha de la quebrada Corta Ladrones (foto 4):

Margen izquierda: Está supeditado a la unidad ígnea, roca compacta, dando una estabilidad a la ladera en donde se tiene material suelto. La cobertura de material inconsolidado en la roca ígnea es de poco grosor, debido a su pendiente pronunciada.

La disposición geométrica asignada a este depósito, hace que su extremo en está quebrada, termine a manera de una cuña. Desarrollando esta forma un control ante cualquier fenómeno de tipo flujo. El efecto cuña generaría que el flujo tenga una desviación y lleve a encausarse, generando una mayor fuerza hacia su margen derecha.

Margen derecha: Comprende la roca volcánica, que se encuentra muy meteorizada y fracturada, teniendo mayores espesores de material inconsolidado. Se observa las mayores inestabilidades en este sector, desarrollando derrumbes tanto del material acumulado como de los depósitos coluviales observados.



Foto 4. Terraplenes construidos para depositar material de relave y estéril de la mina Leonila

El estudio efectuado por Cordova *et al.* 1982, durante la construcción de un Nuevo Echadero en la zona de Campamentos de la Unidad Minera Leonila-Graciela - Perubar S.A. Presenta el siguiente resumen:

- 1) La roca contribuye a dar una estabilidad a la ladera.
- 2) Existe cierta inestabilidad en la ladera, correspondiendo a la parte central.
- 3) Por movimientos sísmicos es poco probable que dé lugar a un desplazamiento masivo del material en la ladera.
- 4) La presencia de la roca a poca profundidad en la ladera ofrece seguridad a la carga que ha de soportar el vaciado del material del relave y estéril.
- 5) La napa freática aparece a los 8 metros de profundidad, no denotara su presencia en el material del futuro echadero.
- 6) La plataforma inferior podrá resistir la carga resultante de la construcción del nuevo echadero de relave y estériles.

- 7) Se llega a una conclusión que los echaderos se encuentran fuera del área de influencia de posibles deslizamientos.

Situación del depósito estéril y relave.

Actualmente la zona está siendo invadida por mineros informales (foto 5), que están abriendo zanjas para extraer el material de relave que aun contienen mineral, lo que hace atractivo para su recolección cuando los precios están en alza.

No se tiene conocimiento si existen periodos de recolección de muestras por parte de la compañía Glencore, que nos indique si existe un buen control de posibles surgimientos de aguas ácidas.

Durante la visita efectuada, se pudo comprobar que existía pirita en las diversas capas de los materiales estériles. Aunque no se vio en todos los lugares visitados este mineral, existe la probabilidad que en los lugares en donde están en mayor porcentaje desarrollaran una etapa de formación de ácidos, si las condiciones climáticas son apropiadas para su formación.



Foto 5. Labor realizada por informales, para la extracción de material.

6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

Los diseños de las obras de control para procesos geodinámicos aquí mostrados, son de carácter referencial y no representan en ninguno de los casos los diseños y metrados definitivos a ser considerados.

6.1 Medidas estructurales

Para el caso de cauces estrechos (menores a 15 metros y alturas de red de aprox. 6 metros) con forma de V pronunciada, se puede considerar previa evaluación geotécnica, el uso de mallas de retención de detritos (por ejemplo las mallas VX, (figura 6). En esos casos, las barreras de retención de detritos se fijan a los flancos del cauce mediante anclajes de cable espiral o bulones auto perforantes con cabeza flexible. Este sistema de retención ha sido probado en ensayos de campo en los Alpes suizos por el Instituto Federal Suizo de Investigación de Bosques, Nieve y Paisaje

(WSL por sus siglas en inglés); y han dado muy buenos resultados en los Pirineos (España y Francia), que tienen problemas similares a los presentados en las zonas andinas de la región Lima.

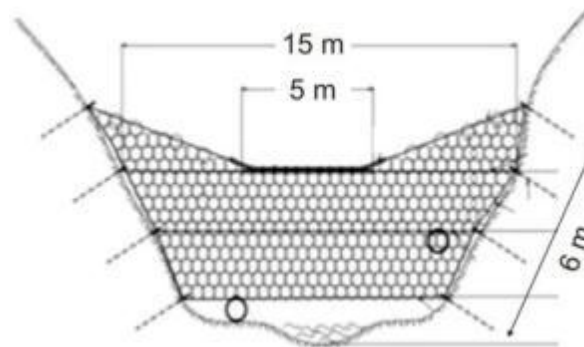


Figura 6. Malla de retención de detritos tipo VX (Tomado de: BGC Engineering, 2011)

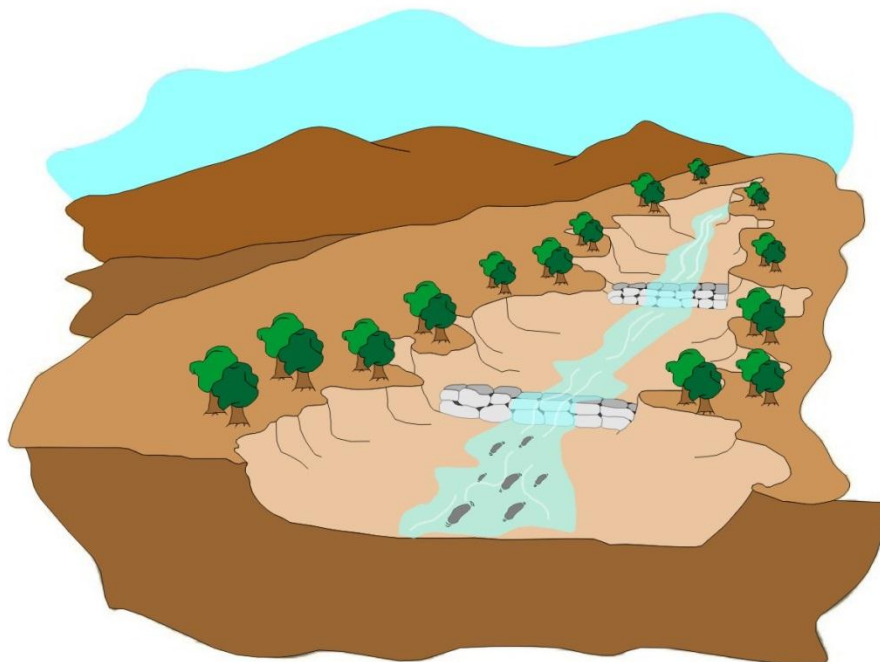
Desatar los bloques inestables de la ladera. Se podría considerar fragmentar los bloques inestables que tengan dimensiones menores a 1,50 m, en base al sistema de dilatación y contracción. Este proceso consiste en quemar la roca y una vez que alcance una alta temperatura (color rojo), agregar agua fría. Esto ocasionará una contracción muy violenta, dando como resultado su fragmentación.

Medidas para el manejo de sub cuencas con lechos fluviales secos

En quebradas secas, que corresponden a regímenes temporales, sub cuencas con presencia de huaycos periódicos a excepcionales, con pendientes medias a fuertes; los cuales pueden transportar volúmenes importantes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzamiento del canal principal de los lechos fluviales secos, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que pueden ser utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes.
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- La construcción de obras e infraestructuras que crucen estas cauces secos, deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máximas crecidas registradas, que permitan el libre paso de huaycos, evitándose obstrucciones y represamientos, con posteriores desembalses más violentos.
- Realizar la construcción de presas de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrean grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (figura 7).
- Evitar en lo posible la utilización del lecho fluvial como terreno de cultivo que permita el libre discurrir de los flujos hídricos.

- Encauzamiento y dragado de lechos fluviales secos que se activan durante periodos de lluvia excepcional (Fenómeno de El Niño), que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta.



Construcción de presas transversales en cauces de quebradas, y propiciar el crecimiento de bosques ribereños.

Figura 7. Presas transversales a cursos de quebradas.

6.2 Medidas no estructurales

El municipio de Santa Cruz de Cocachacra debe trabajar en la normativa que prohíba la extracción del material antrópico (relave y material estéril), ubicado en la quebrada Corte Ladrones.

Es necesario elaborar mapas de peligros para escenarios de lluvias extremas en este sector. Para ello se necesitan modelos digitales de alta resolución (1/1000 es lo óptimo); registros de máximas precipitaciones en 24 horas con ayuda de colocación de más estaciones.

Efectuar estudios geotécnicos y de ingeniería de detalle para canalizar adecuadamente los posibles flujos. Para saber las dimensiones de los canales, se deben hacer primero los modelos de avenidas usando caudales extremos de los últimos años. Esto permitirá construir diques de concreto, lo suficientemente fuertes y grandes para amortiguar el ingreso de los flujos de lodo o el agua hacia la carretera Central o al río Rímac. Estos modelos requieren datos de lluvias, máximas en 24 horas para 15 años (como mínimo) para poder pronosticar.

CONCLUSIONES

- 1) Los depósitos de relave y estéril, ubicados en la parte inferior de la quebrada, han condicionado que su cauce se reduzca considerablemente.
- 2) Lluvias extraordinarias pueden detonar flujos de detritos o huaicos en la quebrada.
- 3) El material del flujo, puede incrementarse por derrumbes y deslizamientos que pueden producirse en las laderas y en el material de los terraplenes. Ello tendría un mayor efecto en la desembocadura de la quebrada. Hay que mencionar que está quebrada desemboca hacia el río Rímac, por ello los efectos serían de mayores magnitudes.
- 4) La presencia de un abanico en la parte terminal de la quebrada, evidencia la ocurrencia de eventos de flujos de detritos en el pasado.
- 5) La quebrada Corta Ladrones presenta hacia la margen izquierda un cuerpo ígneo de composición diorítica del Batolito de la Costa, mientras que en su margen derecha está compuesta por un substrato de rocas andesíticas muy fracturadas y alteradas de la Formación Arahua.
- 6) Solo en la parte inferior de la quebrada Corta Ladrones, están los depósitos de origen antrópicos denominados materiales de relaves y estériles.
- 7) Se observó que los terraplenes son más estables cuando están colindantes a la unidad ígnea, mientras que las ubicadas en las unidades volcánicas son las más propensas para fenómenos del tipo derrumbes.

RECOMENDACIONES

- 1) Realizar limpieza del cauce de la quebrada desde su sector medio a inferior.
- 2) Efectuar limpieza de los canales de derivación, ante posibles lluvias extraordinarias.
- 3) Solicitar a la actual empresa posicionaria, un monitoreo de la relavera, para comprobar si existen grietas que pudieran generar derrumbes o deslizamientos.
- 4) Poner seguridad en la entrada de la quebrada para que no se siga sustrayendo el relave, mientras que el relave permanezca soterrado sin tener presencia de aguas superficiales no generará agentes contaminantes. Asimismo se evitaría la erosión del mismo.
- 5) Construir muros de defensa para evitar la erosión de los terraplenes.
- 6) Realizar medidas correctivas en el cauce de la quebrada, puede construirse muros disipadores de energía.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Bateman, A., Medina, M, Steiner, F, Velasco, D. (2006). “Estudio Experimental sobre flujos granulares hiper-concentrados”. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad Guayana, Venezuela. pp. 1-10.
- 2) Cordova, D., Veliz, J., Hernández, E. & Alva, J. (1982). Construcción de un Nuevo Echadero en la zona de Campamentos de la Unidad Minera Leonila-Graciela - Perubar S.A. INGEMMET. Informe Técnico N° A4677. 180 p.
- 3) Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA (1995). Mapa Ecológico del Perú, Guía Explicativa. Ministerio de Agricultura. 271 p.
- 4) Palacios, O. Caldas, J. & Vela, Ch. (1992). Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Boletín 43 Serie “A” Carta Geológica Nacional. 163 p.
- 5) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú-SENAMHI (2016).
- 6) Tarazona, J. (2016). Estimación del Riesgo de la Quebrada Corta Ladrones. Informe técnico N° 011-2016-ORDC/GRL. Gobierno Regional de Lima. Oficina Regional de Defensa Civil.

ANEXO

Glosario de términos

Para poder entender el mecanismo del evento es importante conocer la teoría o definiciones teóricas de los peligros geológicos que se dan o vienen afectando la zona de estudio.

Flujo de detritos

Es un movimiento rápido de una masa de suelo, en el cual una combinación de suelo suelto, roca, materia orgánica, aire y agua presentan un comportamiento semejante a un fluido y se desplazan aguas abajo (USGS, 2004).

A estos eventos se les denomina así porque durante su desplazamiento presentan un comportamiento semejante al de un fluido. Pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. Pueden originarse a partir de otros procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978). Son capaces de transportar grandes volúmenes de fragmentos rocosos de diferentes tamaños y alcanzar grandes extensiones de recorrido, más aun si la pendiente es mayor.

Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado) y otras características que puedan hacerlos distinguibles (Figura 8). Por ejemplo se tienen flujos de detritos (huaycos), de lodo, avalanchas de detritos, de roca, etc.

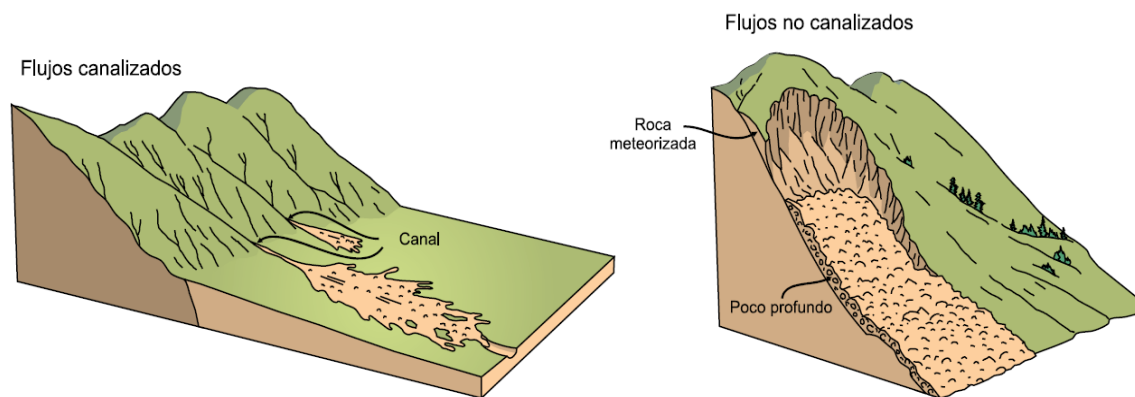


Figura 8. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996).

En este tipo de procesos se muestra una zona de inicio que forma un embudo, una zona de transición o tránsito y una zona de deposición en abanico como se muestra en la Figura 7 (Bateman et al 2006). Figura 9.

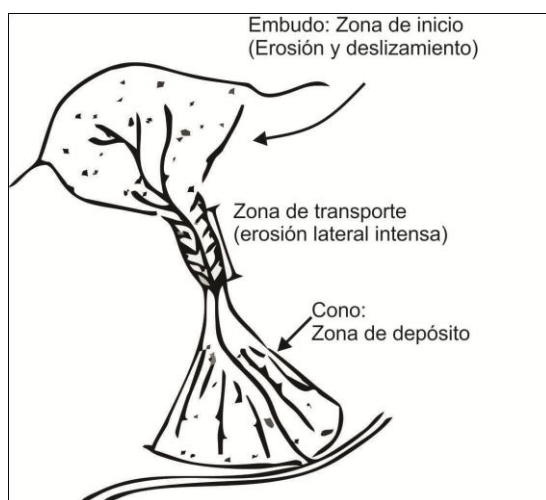


Figura 9. Esquema de generación de un flujo (Modificado de: Bateman et al, 2006).

Material estéril:

Las actividades mineras generan grandes cantidades de residuos sólidos, de los cuales los más importantes en términos de volumen son los estériles y desechos.

El desmonte de mina es el material estéril o mineral de baja ley. A diferencia del mineral que es extraído la mina depara su debido procesamiento, el desmonte o material estéril sigue otra ruta y requiere ser desechado de manera apropiada para asegurar condiciones aceptables de seguridad y medio ambiente. Esto significa el acarreo y disposición de importantes cantidades de material que deben ser dispuestos en botaderos especialmente acondicionados para ello. El tipo de botadero dependerá principalmente de la caracterización del material de desmonte que va a depositarse en dicho depósito

Relaves:

Las compañías mineras extraen grandes cantidades de material desde sus yacimientos. De este material, no más allá del 1 a 2% corresponde al elemento útil que se desea producir. Se requiere mover más miles de toneladas de roca y mineral, para obtener la mena (mineral puro). Como consecuencia de este proceso extractivo se genera un relave o material de descarte. Los relaves son materiales de desecho provenientes de la planta de flotación, está constituido fundamentalmente por sólidos que no presentan mayor interés económico, tales como arenas de sílice, micas, feldspatos y otras variedades de origen rocoso, óxidos y sulfuros de fierro, y otros. Los lodos mineros o relaves provenientes de los procesos de separación, poseen unas propiedades que difieren de las encontradas en depósitos o suelos naturales. La variedad de los procesos de deformación y los componentes metálicos y minerales hacen muy difícil una generalización de las propiedades genéricas de los lodos, incluso dentro de una misma minería. La distribución granulométrica depende de las características mineralógicas del macizo rocoso explotado y del proceso de extracción del metal valioso. El tamaño típico de las partículas de relaves corresponde al de las arenas de tamaño medio (0.2 mm.) a partículas del tamaño de los limos (0.06 – 0.006 mm.), provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.

Terraplén:

En Ingeniería Civil se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.