

Informe Técnico N° A6717

# IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL AAHH VICTORIA PERÚ

Región Junín  
Provincia de Yauli  
Distrito Santa Rosa de Sacco  
Paraje AAHH. VICTORIA PERÚ



POR:

ORLANDO DE LA CRUZ MATOS  
DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ

JUNIO 2016

## CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Ubicación.....	1
1.3 Objetivo .....	3
1.4 Participantes.....	3
2.- ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	3
3.- ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	3
4.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL .....	6
5.- PELIGROS GEOLÓGICOS (MOVIMIENTOS EN MASA). .....	8
6.- PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL AAHH VICTORIA PERÚ. ....	11
6.1 Derrumbes .....	11
6.2 Caídas de rocas.....	12
6.3 Caída de rocas por falla planar.....	12
6.4 Reptación de suelos.....	13
7.- EVENTO ACONTECIDO EN EL MES DE MARZO DEL 2016 EN EL AA.HH. VICTORIA PERÚ.....	14
8.- MEDIDAS CORRECTIVAS.....	15
CONCLUSIONES.....	16
RECOMENDACIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA .....	17

## IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL AAHH. VÍCTORIA PERÚ (Distrito Santa Rosa de Sacco, provincia Yauli y Región Junín)

### 1.- INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

El presente informe ha sido elaborado por la “Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico” del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET), atendiendo la solicitud de la Municipalidad provincial de Yauli - La Oroya, mediante Oficio N° 0101-2016-MPYLO/ALC, cursado el día 21 de Marzo del presente año por el Alcalde Sr. Carlos Arredondo Mayta; en relación a la actual situación de alerta por el desprendimiento de rocas en el AAHH Victoria Perú jurisdicción de la provincia mencionada.

Este estudio describe los pormenores de la visita de inspección geológica, ocurrida el día 21 de Mayo del presente año, desarrollando la evaluación geológica de la caída de rocas ubicada al noreste del cerro Paucarín, observando la vulnerabilidad física del poblado Victoria Perú, siendo la finalidad reducir la vulnerabilidad y evitar consecuencias lamentables para la población.

#### 1.2 Ubicación

El área se ubica al noreste de la ciudad de Lima, correspondiente a la región Junín, provincia de Yauli - La Oroya, distrito de Santa Rosa (figura 1). Teniendo como mapa base el planimétrico del cuadrángulo de la Oroya referido al sistema WGS 84, con las coordenadas referidas UTM, situado en la zona 18 sur, siendo el punto central:

Norte 8,725,241 m. Este 399,609 m. Elevación: 3,779 m.

Se accede desde Lima según Tabla 1.

		Kms	Tipo de Pista	Duración Horas
Lima	Oroya	185	Asfaltado	4:48
Oroya	AAHH. Victoria Perú	1	Asfaltado	0:05

Tabla 1.

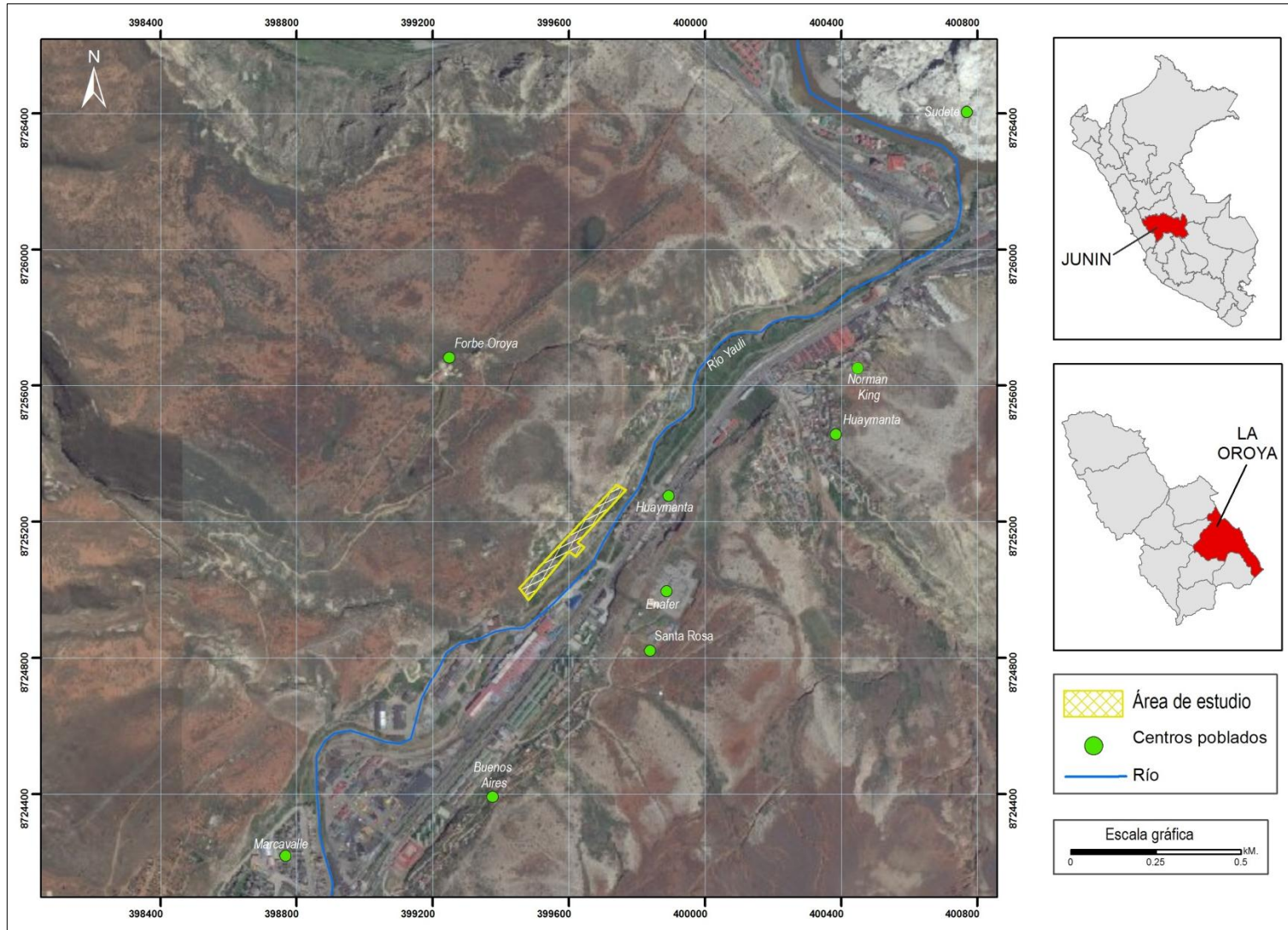


Fig. 1 Mapa de ubicación

### **1.3 Objetivo**

El propósito del presente informe, es evaluar los peligros geológicos que están afectando al AAHH Victoria Perú; así como las causas de su ocurrencia. La información obtenida durante la visita técnica realizada, servirá para que las autoridades puedan actuar apropiadamente en la prevención y mitigación del desastre (caídas de rocas) acontecido en el sector evaluado.

### **1.4 Participantes**

La programación del estudio geológico, estuvo a cargo de los ingenieros Orlando de la Cruz Matos y Dulio Gómez Velásquez. Estando acompañados para su realización por el ingeniero Walter Cosme en representación de la Municipalidad de Yauli - La Oroya y por Ernesto Pascua Mendoza, Presidente de la Asociación vivienda Victoria Perú.

## **2.- ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

El área de presente estudio, se ubica en la Cordillera Occidental. La altura promedio corresponde a los 4,000 m.s.n.m. La morfología comprende cumbres de formas suaves y pendientes que pueden superar los 45°. Esta geoforma está relacionada con la superficie Puna (Mc Laughlin, 1928).

Consiste en una superficie que no ha logrado ser peneplanizada por completo, la superficie se establece truncando los pliegues de la Tectónica Incaica, afectando los estratos mesozoicos; esta superficie formada durante el Mioceno, ha sido reacondicionada por procesos de glaciación formando valles típico en "U" (Boletín N° 69 Serie A, Carta Geológica Nacional INGEMMET).

## **3.- ASPECTOS GEOLÓGICOS**

Según la geología regional reportada por INGEMMET en la carta geológica nacional, cuadrángulo de La Oroya (Megard et al., 1996), el área del presente estudio está conformada por secuencias calcáreas asignadas a una edad Cretáceo superior (formaciones Jumasha y Celendín), con una edad Cretáceo superior al Paleógeno (Fm. Casapalca), estando el Neógeno representado por el Grupo Jauja, con la Formación Mataula, siendo el depósito asignado al holoceno los materiales fluvio-glaciales (fig. 3).

Formación Jumasha (Ks-j), comprende desde su base en calizas y dolomías macizas, pobres en materia orgánica y chert, seguido en su parte media por calizas en estratos delgados de color gris amarillento algo margoso, y en la parte superior las calizas gris azulinas intercalan entre estratos delgados a gruesos.

Formación Celendín (Ks-ce), consiste en secuencias de areniscas, calizas y limoarcillitas de tonalidades rojizas.

Formación Casapalca (KsP-ca), representada por una alternancia de areniscas, limoarcillitas de tonos rojizos y conglomerados

Formación Mataula (Nm-m), comprende desde la base al tope, capas lacustres blancas amarillentas, arenas y areniscas poco consolidadas y conglomerados fluviales.

Depósitos Fluvioglaciales (Qh-fl), Son acumulaciones de material heterométricos y polimictico asociados a las márgenes del río Yauli.

Durante la realización del presente estudio se reconocieron las formaciones Jumasha y Celendín (fig. 3). Se desarrolló una columna estratigráfica para el afloramiento de la Formación Jumasha, situada en la quebrada Victoria, margen derecha (foto 1 y fig. 2).

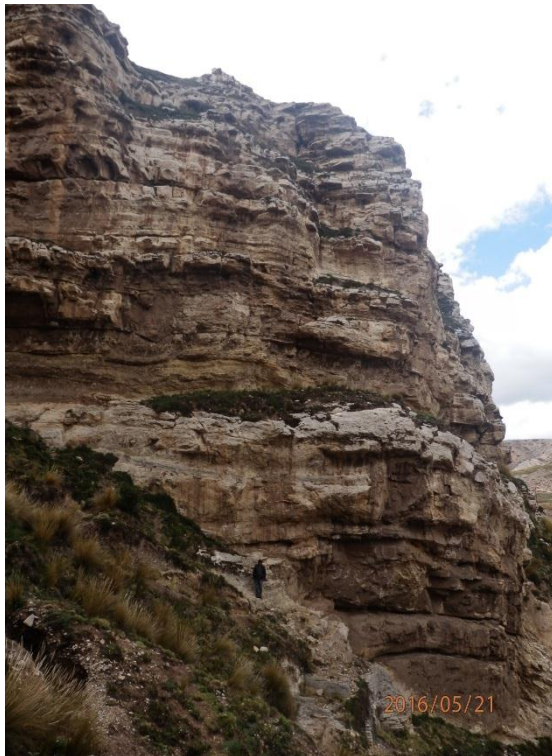


Foto 1. Qda. Victoria margen izquierda

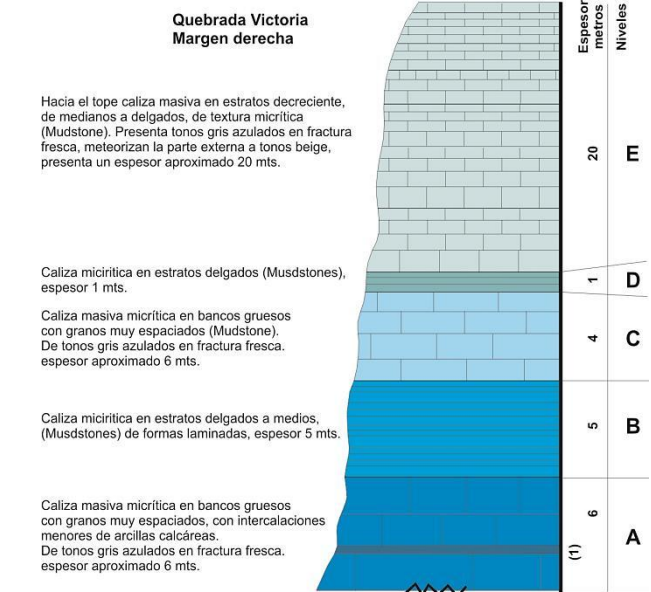


Fig. 2 Columna estratigráfica de la Fm. Jumasha en la Qda Victoria, Margen derecha.

La realización de la columna estratigráfica, nos permitió diferenciar hasta 6 niveles estratigraficos dentro de los diversos afloramientos calcáreos que comprende la Formación Jumasha (fig. 2), encontrando características peculiares como las calizas laminadas, teniendo una similitud con las que describe Jaillard E. (1986). Desde el punto de vista estructural se encontró diversos sistemas de planos de deslizamientos (foto 4) que nos indican una cinemática activa (falla normal sinistral) en la zona que está favoreciendo los procesos de la geodinámica externa.

También nos permitió ajustar durante el cartografiado local, la delimitación de los afloramientos de las secuencias cretácicas para la escala del trabajo realizado (fig. 3).

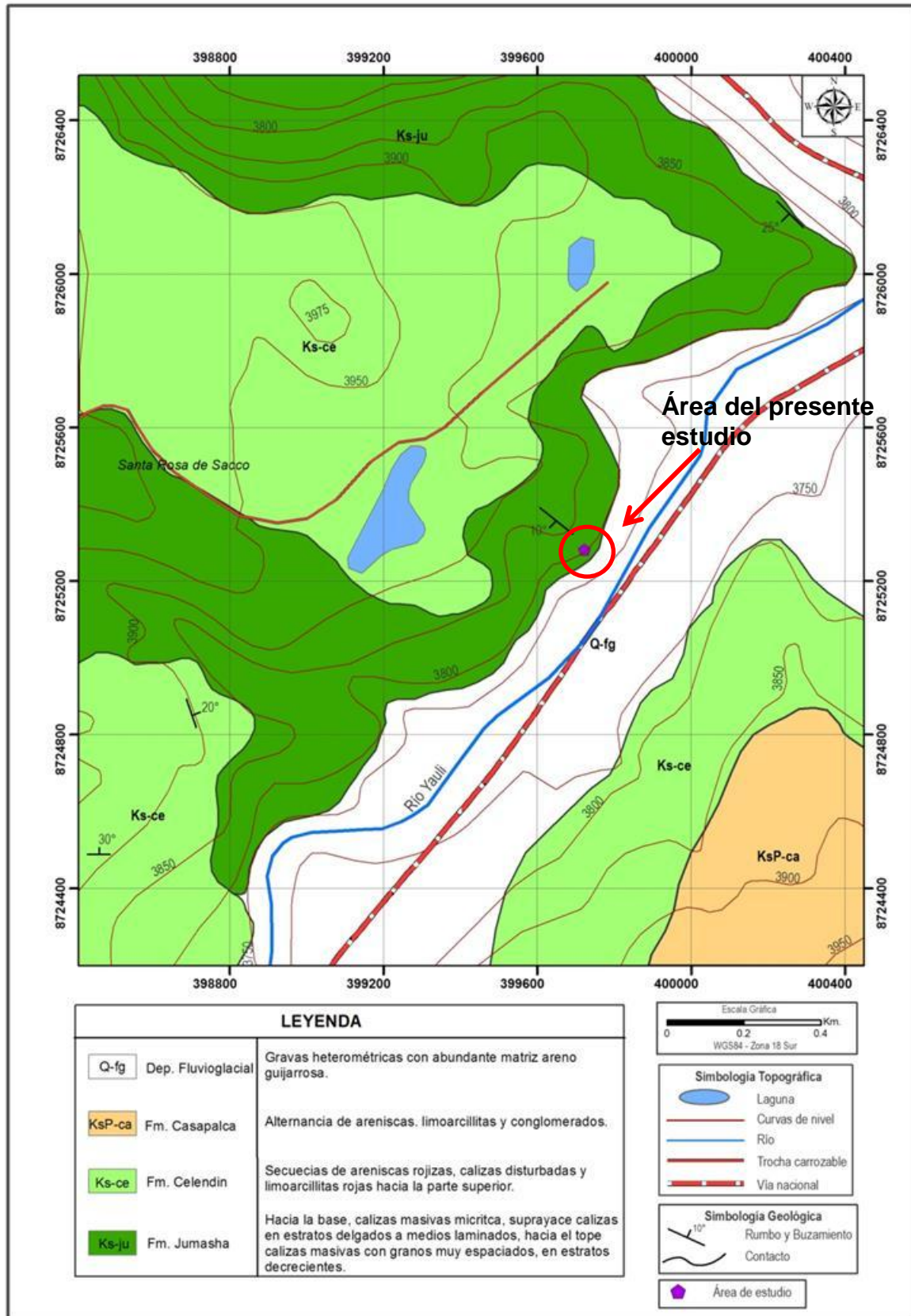


Fig. 3. Mapa Geológico Local

## 4.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### *Fallas Geológicas*

La fotointerpretación de la imagen satelital disponible en Google Earth, muestra un sistema lineal muy marcado (foto 2), que coincide con los datos tomados en campo. Al parecer se trata de una falla de tendencia Noreste-Suroeste que estaría controlando los diversos sistema de fracturamientos sub verticales que existe en la zona del estudio (fotos 3 y 4). La existencia de esta falla que cruza la quebrada Victoria, hace que la zona tenga un potencial peligro si tuviera una reactivación. Comprometiendo una serie de eventos del tipo geodinámica externa (Deslizamiento traslacional, derrumbes de rocas, reptación de suelos) que influiría negativamente en las diversas poblaciones que comprende el AAHH Victoria Perú.



Foto 2 Presencia de falla, con tendencia NE/SO

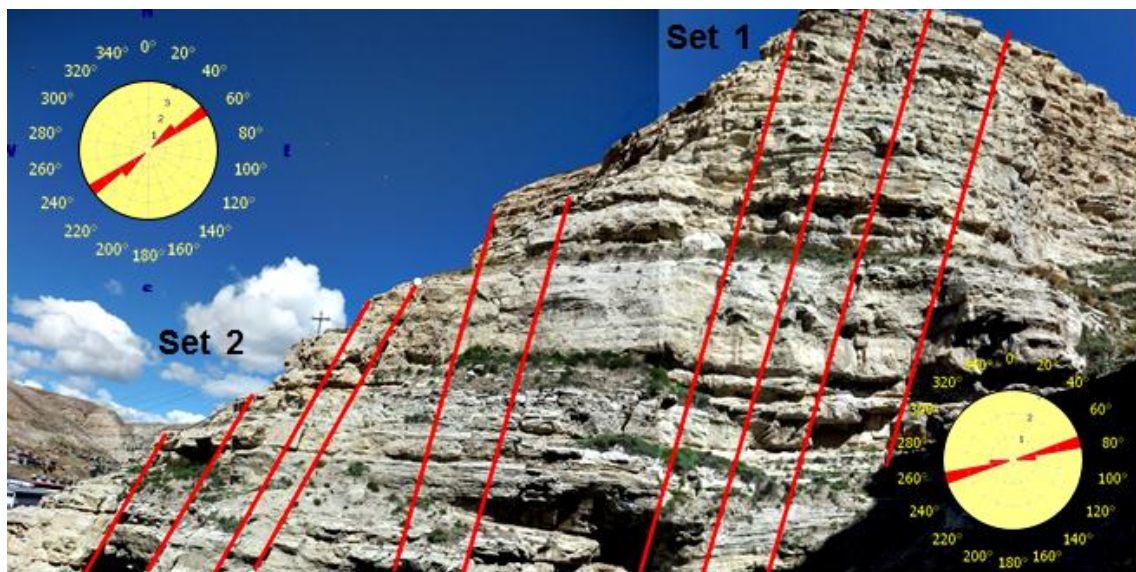


Foto 3 Diagrama de Rosas en el afloramiento de la Fm. Jumasha



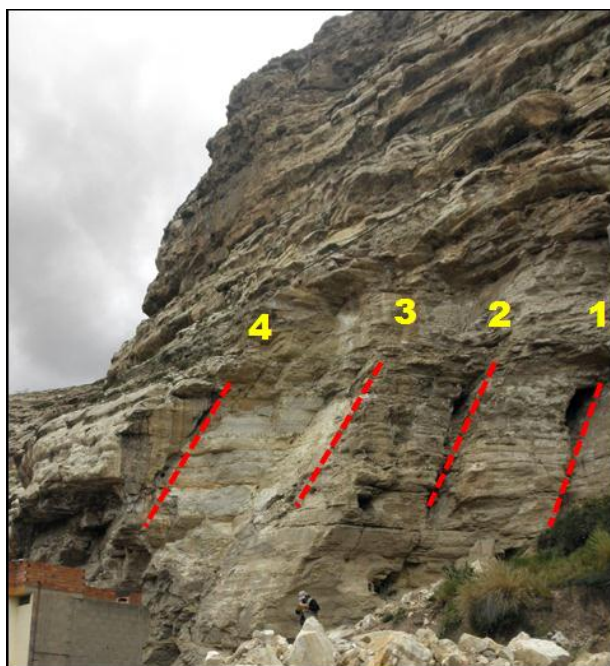
Durante la realización del estudio, se pudo apreciar en la quebrada Victoria (margen izquierda), diversos lineamientos que cortaban las secuencias calcáreas de la Formación Jumasha. Durante la toma de datos de rumbo y buzamiento en los planos, se pudo apreciar una variación por la presencia de una falla, que dividía en dos sectores (set) su tendencia. El Set 1, corresponde la parte media a superior de la quebrada, presenta un rumbo promedio de 50°, mientras que el Set 2, se sitúa en la parte inferior de la quebrada, presentando un promedio de 75°. Esta variación está relacionada con la falla de orientación NE-SO (fig. 3). Estas estructuras secundarias presentaban los siguientes rumbos medidos..

Set 1			Set 2		
Pto	Azimut	Buz.	Pto	Azimut	Buz.
	50	80	7	70	70
2	55	75	8	75	70
3	40	70	9	75	85
4	50	80	10	80	85
5	45	70			
	53	80			

**Fig. 4 Datos de campo, tomado en la quebrada Victoria margen derecho.**

Observado el Set 1, la dirección principal tiene tendencia NE-SW con un promedio de 50°. En el set 2 representa el bloque más activo, afectado por la falla normal con un rumbo promedio en el espejo de la falla de 70°, que coincide con los diversos alineamientos situados en las laderas donde están ubicados partes de las viviendas del AAHH Victoria Perú (foto 4).

La configuración tectónica del área está controlada por la influencia de un sistema de fallas conjugadas de desplazamiento por el rumbo. Dentro de este modelo el sistema lo conforman la tendencia anti-andina que está mejor representada, desarrollando un sistema de fallas normales con dirección NE-SO, que caracteriza la distensión, apareciendo incluso sistemas de fallas escalonadas.



**Foto 4 Los números 1,2, 3 y 4 representan los planos de deslizamientos**

Mientras los datos tomados en los planos de deslizamientos (foto 4) , en la zona donde se produjo la caída de rocas fueron:

1.- N 65°/75°, 2.- N 70°/70°, 3.- N 70°/75°, 4.- N 75°/75°

Los datos tomados en la zona del deslizamiento en el AAHH Victoria Perú, coincide con los referidos al set 2, lo que nos indicaría que el sistema lineal estaría siendo la prolongación de lo observado en la quebrada Victoria.

Hay que observar que los planos de fallas están más nítidos cuando se encuentran en las secuencias de las calizas laminadas.

## 5.- PELIGROS GEOLÓGICOS (MOVIMIENTOS EN MASA).

El término movimiento en masa incluye todos aquellos movimientos ladera debajo de una masa rocosa, de detrito o de tierra por efectos de la gravedad (Cruden, 1991).

### CAÍDA (Fall)

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir con velocidades mayores a  $5 \times 10^1$  mm/s (Figuras 5 y 6).

Subtipos:

Caídas de roca (detritos o suelo).

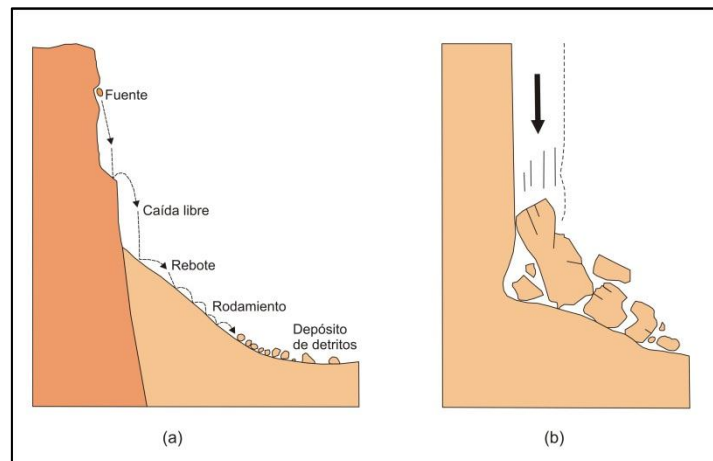


Fig. 5 (a) Esquema de la caída de rocas (b) Corominas y Yagué (1997) denominan a este movimiento como colapso.

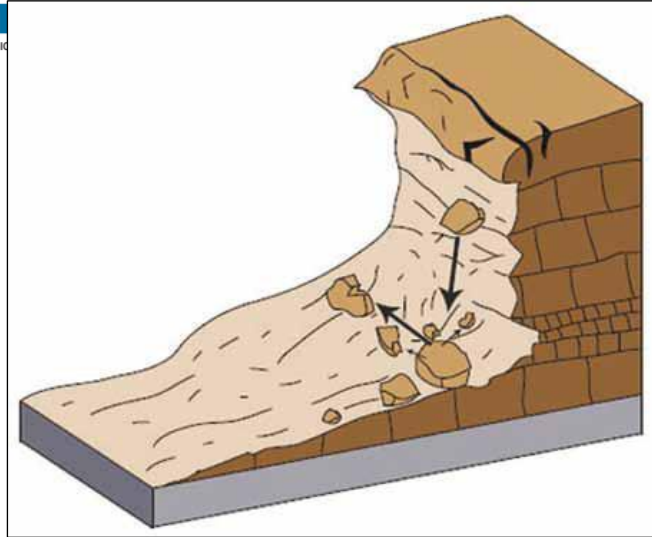


Fig. 6 Esquema de una caída de rocas.

### **VUELCO (Toppling)**

Este tipo de movimiento en masa tiene una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empuje de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978)

Subtipos:

**Volcamiento de roca (bloque):** Involucra roca relativamente competente, donde el fallamiento ocurre por pérdida de estabilidad y rotación de uno o varios bloques a partir de un punto en su base, semejante al vuelco de libros en un estante. El volcamiento en bloques es controlado por una orientación específica de discontinuidades y generalmente está asociado a velocidades altas (Figura 7).

**Volcamiento flexural de roca:** Este movimiento involucra roca más frágil y densamente diaclasada; el fallamiento ocurre por el doblamiento de columnas de rocas delgadas. Los movimientos en este caso pueden ser lentos y graduales (Figura 8).

**Vuelco flexural del macizo rocoso:** Es el movimiento de una ladera a gran escala el cual involucra deformación flexural gradual de estratos densamente diaclasados, con buzamientos altos, usualmente en rocas metamórficas como esquistos y filitas (Nichol et al., 2002). Los vuelcos flexurales del macizo rocoso son con frecuencia dúctiles, el movimiento es evidente y se auto estabiliza, sin embargo, pueden conducir al desarrollo de un movimiento rotacional al formarse un plano de ruptura a lo largo de la superficie de bisagra del vuelco (Figura 9).

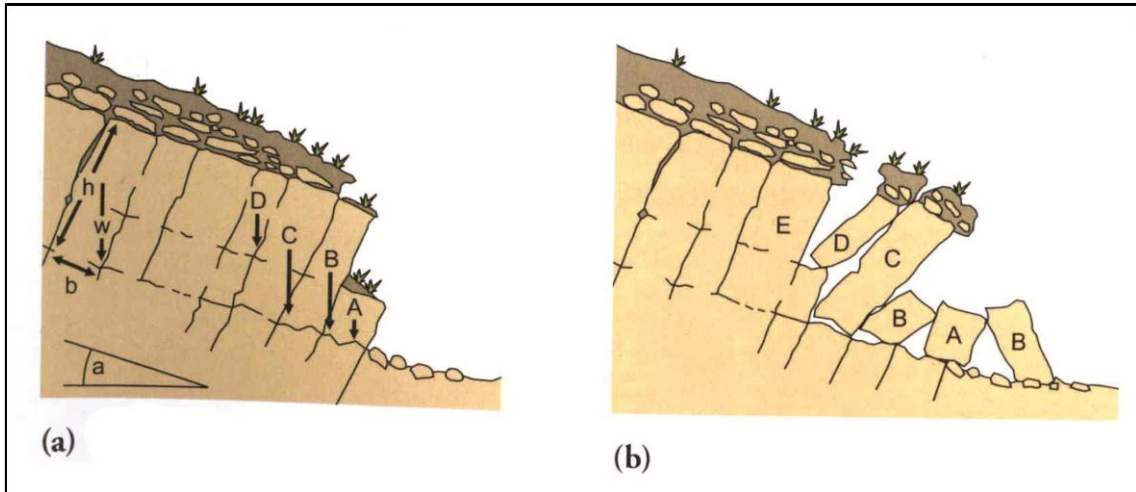


Fig. 7 Esquema del vuelco en bloques (de Freitas y Waters 1973 en Varnes, 1976).

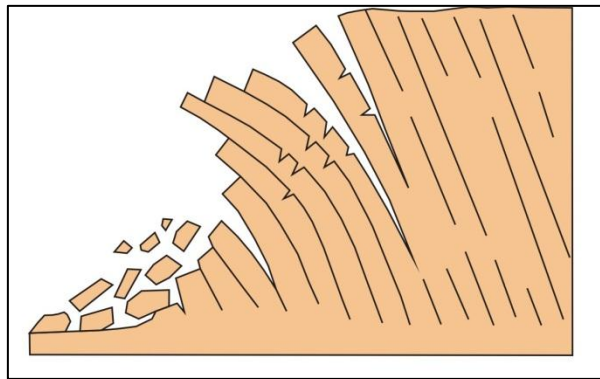


Fig. 8 Esquema de vuelco por flexión según Corominas y Yagué (1997)

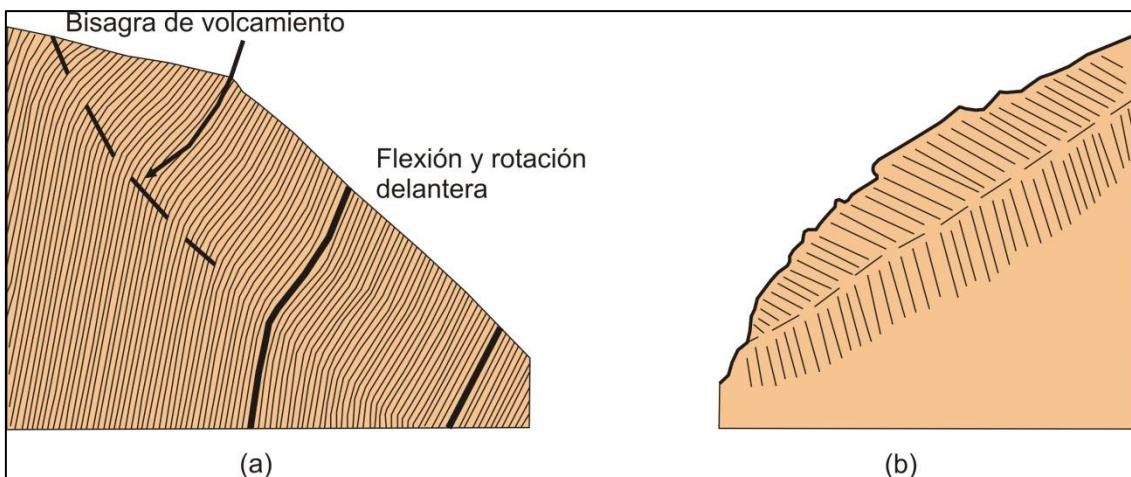


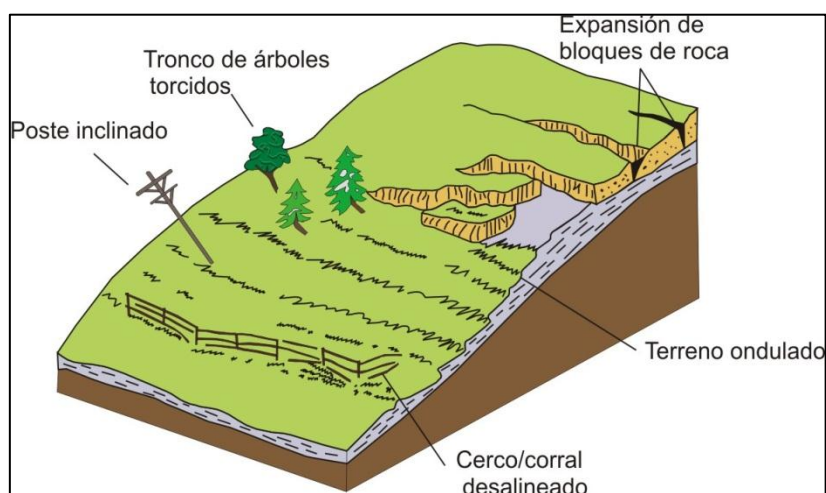
Fig. 9 (a) Esquema de vuelco del macizo rocoso según Nichol et al. (2002) y (b) esquema del movimiento denominado cabeceo por Corominas (1989).

## REPTACIÓN

La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo (Figura 10).

Dentro de este movimiento se incluyen la solifluxión y la gelifluxión, este último término reservado para ambientes periglaciales. Ambos procesos son causados por cambios de volumen de carácter estacional en capas superficiales del orden de 1 a 2 metros de profundidad, combinados con el movimiento lento del material ladera abajo.

La reptación de suelos y la solifluxión son importantes en la contribución a la formación de delgadas capas de suelo coluvial a lo largo de laderas de alta pendiente. Estas capas pueden ser subsecuentemente la fuente de deslizamientos de detritos superficiales y de avalanchas de detritos.



**Fig. 10** Esquemas de reptación y solifluxión, según Corominas Dulcet y García Yagué, 1997.

## 6.- PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL AAHH VICTORIA PERÚ.

### 6.1 Derrumbes

Situados en ambas márgenes de la quebrada Victoria, muy próxima a la zona de desprendimientos de rocas. Corresponde movimientos rápidos de material detrítico en el que predomina la fracción gruesa, tales como gravas y bloques, que fueron el resultado secundario del desplazamiento de material calcáreo en la zona habitada del AAHH Victoria. (fig. 11 y foto 7). Comprenden abundantes fragmentos de calizas depositados en la en la parte inferior de la quebrada, teniendo una mayor amplitud en la zona donde está el eje de la falla. El volumen y tamaño de los fragmentos es variable desde grandes bloques (mayores de 0.5 mts.), hasta fragmentos pequeños (menores de 5 cms.). La composición es muy monótona, siendo casi el 90% caliza. También se observa que los fragmentos de menores tamaños están conformados por las calizas laminadas.

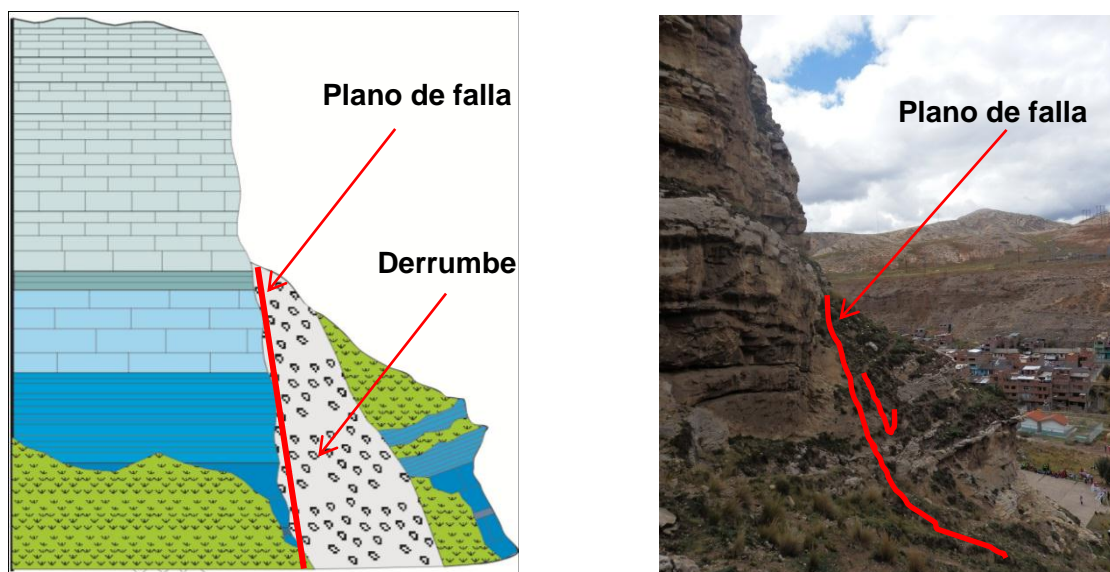


Fig. 11 y foto 5, Perfil, mostrando los depósitos de derrubios y el plano de falla

## 6.2 Caídas de rocas

Hasta el día de la inspección, ha ocurrido caída de fragmentos de rocas de diversos tamaños (los fragmentos están dentro de un rango de 1 cms hasta 2 mts) sobre las casas colindantes, donde se originó el dicho evento. Esto constituye un alto peligro para las viviendas que aún siguen habitadas y ubicadas en sus laderas. Hacia las partes altas existe una gran inestabilidad provocada por diversos factores que aumentan el peligro para los habitantes del AAHH.

La caída de rocas se genera por diversos factores, en el área del estudio es muy común observar cuñas de hielo<sup>1</sup> en los diversos sistemas de fracturas. Se tiene también escorrentía de aguas o precipitaciones pluviales que causan una erosión en los sedimentos inconsolidados, además el crecimiento de raíces en los diversos sistemas de fracturas ocasionan efectos de cuñas, incrementado con la alta pendiente de las laderas. La sumatoria de todos estos factores pone en marcha desde las partes altas los desprendimientos y el resultado final origina la caída de fragmentos de diversos tamaños.

## 6.3 Caída de rocas por falla planar

Parte de las viviendas del AAHH Victoria, han tomado la mayor cantidad de terreno hasta estar situado muy cerca a las laderas de los cerros. Se comprobó que el cerro está conformado por secuencias de calizas en estratos delgados a gruesos, siendo en algunos casos masivos y en otros laminados, pudiendo medir hasta 4 sistemas de fracturamiento (foto 6), que cortaban las secuencias calcáreas, en dos de ellas se pudo ver la cinemática de las fallas del tipo normal con componente sinistral.

<sup>1</sup> Muchas veces en las zonas alto andinas la temperatura por las noches baja hasta menor a cero, donde el agua se congela, produciendo un incremento de su volumen. Entonces las fracturas de las rocas rellenas con agua, al congelarse esta produce un aumento de volumen, produciendo inestabilidad en la roca.



Foto 6 Se muestra los diversos planos de caídas más los bloques removidos después del deslizamiento.

Los planos de deslizamiento se observa nítidamente en las secuencias de calizas laminadas, por ser de menor competencia que las calizas masivas (foto 6).

El fenómeno que afectó el asentamiento humano, solo es el comienzo de una serie de deslizamientos traslacional. Es cuestión de tiempo para que nuevamente se inicie el próximo desplazamiento pendiente abajo de los bloques que aún están inestables.

#### **6.4 Reptación de suelos**

Fenómeno observado en las partes altas de la quebrada Victoria. Se trata de manifestaciones de desplazamiento de la cobertura inconsolidada de la Formación Celendín, que se encuentra muy meteorizada. Su génesis es producto del clima reinante en la zona en donde existe un marcado contraste de eventos formadores de capas de hielo y deshielos, precipitaciones pluviales entre otros, ayudados por el factor gravedad generan el desplazamiento según la pendiente (foto 7). Este fenómeno crea una marcada inestabilidad debido a que incorpora durante el proceso diversos fragmentos de calizas, areniscas y limolitas, que son transportados hacia las zonas de quebradas o de laderas.

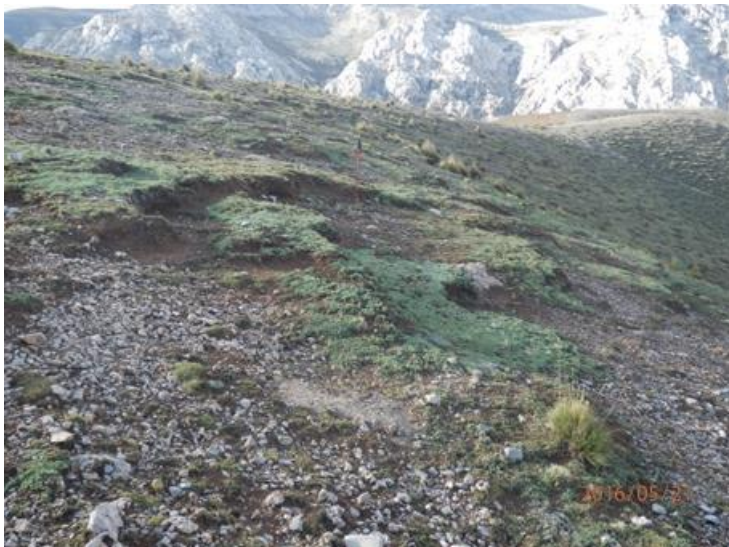


Foto 7. Reptación de suelos, parte altas de la quebrada Victoria  
Coordenada (8725347-399354)

## **7.- EVENTO ACONTECIDO EN EL MES DE MARZO DEL 2016 EN EL AA.HH. VICTORIA PERÚ.**

Manifiesta el señor Domingo Barja Anacleto, inquilino de casa afectada, que la caída de rocas ocurrida a la 1 de la madrugada del día 19 de Marzo, produjo un estruendo y una columna de polvo que se esparció por la calles aledañas. Al disiparse y descender el material fino, pudo comprobar que la parte posterior de la vivienda que colinda muy cerca del cerro, había sido destruida (Foto 8) por el evento en mención. Durante varios días después del evento, continuo la caída de fragmentos de rocas inclusive el día de la visita técnica se comprobó que seguían cayendo esporádicamente.



Foto 8, Casa afectada por el deslizamiento del bloques en el AAHH Victoria Perú  
Coordenada (8725282-399723)



## 8.- MEDIDAS CORRECTIVAS

Debido a la inestabilidad del sistema estructural encontrado en la zona del deslizamiento en el AAHH Victoria Perú, es necesario reubicar las viviendas que estén en la ladera y próximas a ellas, para evitar desastres materiales y humanos. Se recomienda lo siguiente:

- Declarar en emergencia la zona en peligro.
- Reubicar las casas afectadas.
- Señalizar el área como zona restringida para futuras construcciones.
- Realizar un perfilamiento de la ladera.
- Después de la reubicación, en la zona se puede utilizar sistema del tipo barreras dinámicas o de protección.

### ***Barreras dinámicas de protección contra caída de rocas***

Los sistemas de protección contra caída de rocas son sistemas dinámicos (foto 9), diseñados para su instalación fácil, larga durabilidad e integración al entorno natural. Están considerados como una alternativa económica a soluciones como la alteración del perfil del talud y otros.



Foto 9. Barrera dinámica

## CONCLUSIONES

- El AAHH Victoria Perú, se encuentra muy próximo a los afloramientos calcáreos de la Formación Jumasha.
- La parte superior es más fácilmente atacada por los procesos de meteorización física y química, debido a la intensidad de fracturamiento observado, lo que aumentan el grado de erosión en las secuencias calcáreas
- Existen en la margen derecha de la quebrada Victoria hasta 10 sistemas de fracturamientos subverticales, que pasan a la margen derecha, siendo este el sector con problemas.
- La zona donde se ubica el deslizamiento, se observan cuatro sistemas de fracturamientos sub verticales, que son la continuación de los observados en la margen derecha de la quebrada victoria
- Según lo observado y las medidas tomadas en campo, se tratan de un sistema de fallas del tipo traslacional.
- Se considera la zona como de **peligro muy alto por el desprendimiento de grande bloques de rocas** (menores a los 2 mts), sean por movimientos de origen sísmicos o las intensas lluvias que pueden acelerar estos procesos.

## RECOMENDACIONES

- La magnitud del evento y los procesos estructurales observados en campo, hacen prever que seguirán los deslizamientos.
- Se podría realizar labores de desquinche, pero se corre el peligro que los bloques se desprendan y afecten a las viviendas que se encuentren en la parte inferior.
- Se recomienda reubicar las casas actualmente construidas, y dejar el área como zona restringida para el paso peatonal.
- Por estar las viviendas muy cerca y adyacentes a la ladera del cerro, en una zona definida por sus características geológicas como inestable, es necesario que las tres viviendas con mayor riesgos, sean reubicadas y señalizar el área como zona restringida para el paso peatonal. Una vez reubicadas las viviendas y terminado su demolición, realizar un perfilamiento de la ladera, para frenar las caídas de rocas, utilizando el sistema de barreras dinámicas o de protección.

## BIBLIOGRAFÍA

- Megard F. et al. (1996). Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos. Carta Geológica Nacional. Boletín 69 serie "A".
- Valencia M. y Atencio E. (2003). Actualización de la carta geológica del cuadrángulo de la Oroya
- Jaillard E. (1986). La sédimentacion crétacée dans les Andes du Pérou central: exemple de la formation Jumasha (Albien moyen-supérieur) dans la région d' Oyón (départ-ement de Lima). Géodynamique, v. 1 (2), p. 97-108.
- Cruden, D. M., Varnes, D. J., (1996) Landslide types en processes, en Turner, K., y Schuster, R. L., ed., Lanslides investigation and mitigation: Washington D. C, national Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p.
- Varnes, D. J. (1978) Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D.C, national Academy Press, Transportation Research Board Spatial report 176, p. 9-33.