

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INFORME TÉCNICO  
A6441



**INSPECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA  
DEL AA.HH. COMITE 39A-3er SECTOR-PROGRESO**

(REGIÓN Y PROVINCIA LIMA, DISTRITO CARÁBAYLLO)



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO



LIMA - PERÚ  
DICIEMBRE - 2010

Foto: Geovana Orozco

Autor del estudio:  
Ing. Segundo Núñez Juárez  
Lima, Diciembre 2010.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS – GEOLÓGICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 CAÍDA DE ROCAS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 FLUJO DE LODO .....</b>	<b>13</b>
<b>5. SISMICIDAD.....</b>	<b>14</b>
<b>6. MEDIDAS CORRECTIVAS .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1 PARA EL BLOQUE SOBRESALIENTE .....</b>	<b>18</b>
<b>6.2 PARA LOS BLOQUES SUELTOS.....</b>	<b>20</b>
<b>6.3 PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS .....</b>	<b>21</b>
<b>6.4 MEDIDAS GENERALES.....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>22</b>

## **INSPECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA AA.HH. “COMITE 39 A – 3er SECTOR- PROGRESO”**

**(DISTRITO CARABAYLLO, PROVINCIA Y REGIÓN LIMA)**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El Subgerente de Defensa Civil de Carabaylo, Ing. Augusto Blanco Bonilla, mediante Oficio N° 065-SGDC-GDUR/MDC-2010, de fecha 22 de junio de 2010, dirigido al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, manifiesta que existe una roca gigante y que por sus características y ubicación, amenazan a las viviendas del sector y las hacen vulnerables.

En dicho documento, además, menciona que personal de Defensa Civil ha visitado la zona y recomendó el “desquinche” de las rocas, la forestación de la zona y/o la construcción de muros de contención o bases de anclaje; sin embargo, de producirse un sismo de gran magnitud podría producir el deslizamiento de las rocas que ocasionarían daños severos a los pobladores y sus viviendas.

Por lo cual piden información técnica profesional emitida por especialistas en la materia, sobre la situación de la roca, con la finalidad de adoptar las medidas de prevención necesarias.

Para realizar dicha inspección, se hicieron coordinaciones previas con la Sub-Gerencia de Defensa Civil de Carabaylo, Ing. Augusto Blanco. El día 06 de diciembre se efectuó la inspección, se contó con la presencia del señor Pablo Pérez Vasquez, dirigente de dicho asentamiento humano y del Ing. Víctor Salinas representante de Defensa Civil de Carabaylo.

### **2. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA**

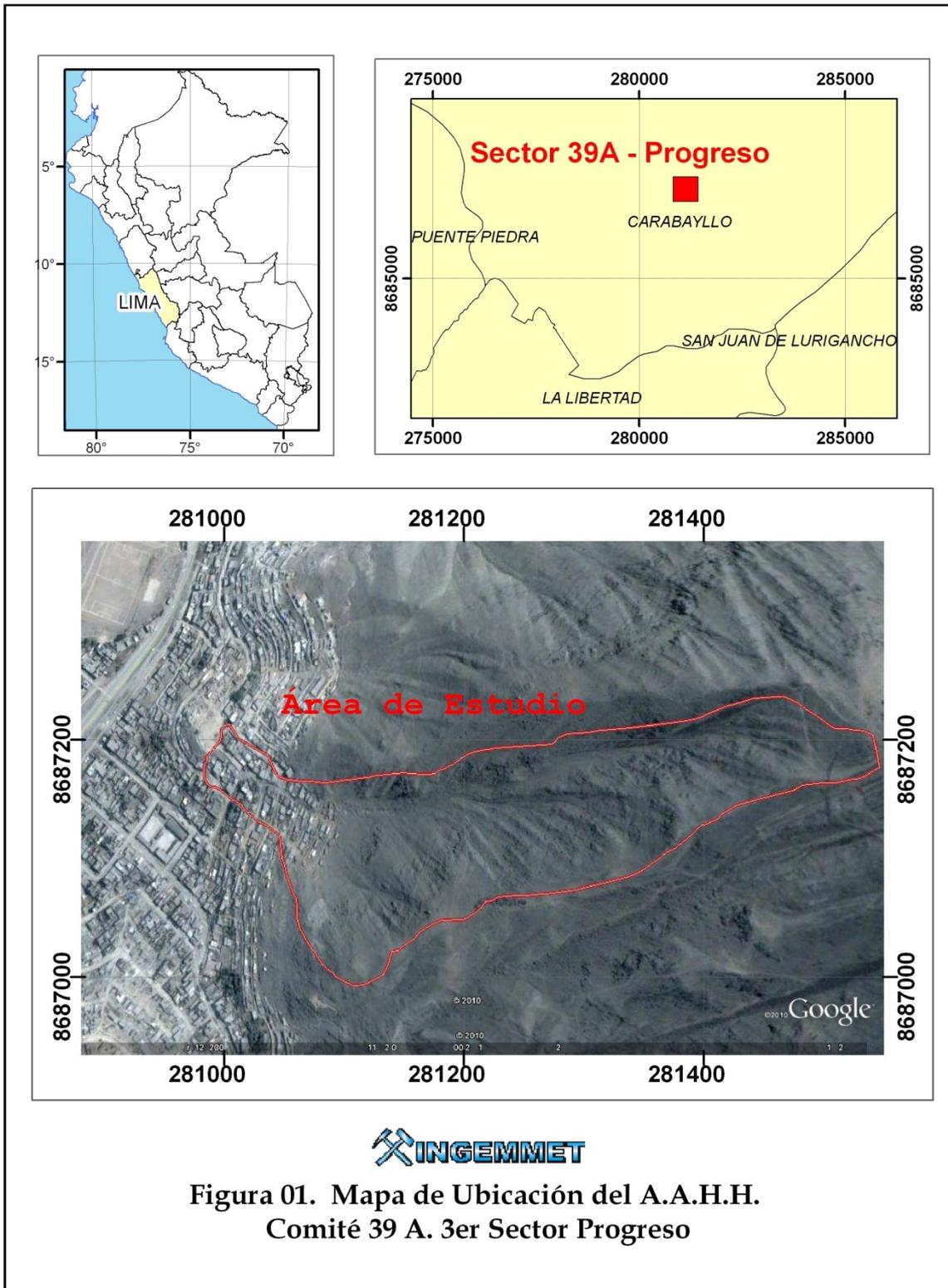
El área se ubica en el cono noreste de la ciudad de Lima, distrito Carabaylo, provincia y región Lima (Figura 1). Localizándose a la altura del Km. 21 de la Av. Túpac Amaru, en las coordenadas UTM (WGS 84): Norte: 8687053 y Este: 281216.

El asentamiento humano consta de 45 lotes construidos con material rústico (madera), asentadas en la ladera sobre pircas con alturas hasta de 1,50 m. El AA.HH. tiene una población aproximada de 220 habitantes, contando con servicios básicos de agua y luz.

El transporte público llega hasta la parte baja de dicho asentamiento.

Los terrenos, actualmente, están ocupados para fines urbanos, habiéndose realizado modificaciones sin criterio técnico, en las laderas del cerro, para asentar sus viviendas. No se observa vegetación en el área.

La precipitación anual promedio para la zona, es menor a 50 mm. Hay que tener en cuenta que para el periodo del fenómeno El Niño 1997/1998 la precipitación fue de 200 mm. La temperatura máxima anual es hasta 24 °C y la temperatura mínima en los meses de invierno varía entre 12 -16° C (SENAMHI).



### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS – GEOLÓGICOS

Regionalmente, el área se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes. Esta unidad se caracteriza por tener una topografía irregular y relieve abrupto, disectada por numerosas quebradas que bajan hacia la planicie costanera (Valle del río Chillón). Localmente, el asentamiento humano, se ubica en las faldas (ladera) de una montaña con elevaciones máximas de 300 m (Foto N° 1). En la zona de estudio afloran rocas volcánicas andesíticas, fracturadas y meteorizadas (Palacios 1992).



Foto N°1.- Viviendas del asentamiento humano Comité 39A- Sector Progreso.

La ladera presenta dos tipos de pendientes, una menor a  $20^\circ$ , al pie de la ladera, correspondiente a los depósitos recientes y donde se ubican las viviendas; y otra entre  $30^\circ$  a  $40^\circ$  correspondiente al basamento rocoso. En el primero, sismos de gran magnitud pueden generar el colapso de las “pircas”, con el subsiguiente derrumbe de las precarias viviendas; y en el segundo, sismos ó lluvias excepcionales pueden provocar caídas de rocas, derrumbes y huaycos. (Fotos N°s 2 y 3)



Foto N°2.- Pendiente del terreno, parte superior, mayor a  $30^\circ$ .



Foto N°3.- Obsérvese los dos tipos de pendiente del terreno: la menor a  $20^\circ$  donde están las viviendas (A), y la mayor a  $30^\circ$  ladera del cerro (B).

Los materiales existentes en el área se presentan como:

### Substrato

Afloran rocas volcánicas andesíticas, perteneciente a la Formación Huarangal (Palacios, et al, 1992), medianamente fracturadas (Foto N°4), moderadamente a altamente meteorizada. En algunos sectores, la roca presenta meteorización esferoidal, dando origen a bloques sueltos subredondeados y a suelos arenolimosos.

En la parte alta de la montaña, se ubican pontones de roca de formas redondeadas, aisladas, producto de la meteorización y fracturamiento (Foto N°5). Estos pueden rodar fácilmente ladera abajo, y precipitarse sobre las viviendas.

### Depósitos superficiales

Localmente, los suelos son de tipo **coluvio - deluvial**, con espesores hasta de 2,5 m. Estos son originados por la caída y acumulación de rocas por acción de la gravedad y removilizados por el agua, formando suelos gravosos de escasa matriz arenolimoso. Los fragmentos de roca varían entre 0,20 a 2,50 m (cantos a bloques), de formas angulosas a subangulosas (Foto N° 6). En algunos sectores se observan bloques de formas subredondeadas, producto de la caída de bloques con meteorización esferoidal.



Foto N° 4.- Rocas volcánicas andesíticas, medianamente fracturadas.



Foto N° 5.- Afloramiento rocoso, muestra bloques de roca de formas subredondeadas.



Foto N° 6.- Suelo conformado por bloques, grava, englobados en una matriz arenolimsa.

En el área se han localizado depósitos **proluviales** (originados por flujos de barro – huaycos), que provienen de la cabecera de la ladera (al Este del asentamiento). Están compuestos por bloques y gravas englobadas en una matriz areno – limosa. Los fragmentos de grava son de formas subangulosas a subredondeadas (no por el transporte, sino por la meteorización esferoidal de la roca). En la superficie, estos depósitos se observan relleno cauces antiguos. (Foto N° 7).



Foto N° 7.- Se muestra depósitos proluviales encausados.

#### 4. PELIGROS GEOLÓGICOS

La presencia de rocas poco a mediamente fracturada, y laderas de fuerte pendiente, inciden con la alta probabilidad que ocurran movimientos en masa como caídas de rocas y derrumbes (INGEMMET, 2003).

Por otro lado hay que considerar que Lima se encuentra en una zona de alta sismicidad. En el último movimiento telúrico ocurrido año 1974, se comenta que de las faldas de los cerros que rodean Lima, se generaron caídas de rocas, provocando gran polvareda.

En el área, y con influencia en el asentamiento humano, se han identificado dos tipos de movimientos en masa, como caída de rocas y huaycos (flujo de lodo) que se describen a continuación. (Figura N° 2).



Figura N°2.- Mapa de peligros geológicos de los alrededores del AA.HH. Sector 39A-Progreso.

#### 4.1 CAÍDA DE ROCAS

Son un tipo de movimiento en masa, en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de ladera, sin que a lo largo de la 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). El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes 1996), es decir velocidades mayores a  $5 \times 10^1$  mm/s.

En las laderas que rodean al asentamiento humano, se aprecian depósitos de caídas antiguos y recientes, estas se caracterizan por ser acumulaciones inconsolidadas de fragmentos de roca con tamaños entre 0,20 a 2,0 m, de formas angulosas, subangulosas y algunas subredondeadas (esta última por meteorización esferoidal); con escasa matriz. En la ladera se aprecian numerosos bloques sueltos que se pueden precipitar sobre las viviendas, en caso de sismos y o lluvias intensas.

Se han localizado tres sectores con probabilidad de producirse caídas de roca (Figura N°2), estos son:

##### a) Sector 1.

En la ladera se observa varios bloques “sobresalientes” (Fotos N°s 8, 9 y 10), producto del fracturamiento, la erosión (meteorización esferoidal) y derrumbes antiguos; los cuales han puesto al descubierto estos bloques, aparentemente inestables. Dada la naturaleza de la roca, fracturamiento y posición en la ladera, estos bloques no caerán.



Foto N°8.- Tamaño del bloque “sobresaliente” de 2 m de diámetro.

El bloque de roca “sobresaliente” (A) que se muestra en la Fotos N°s 8, 9 y 10 y 11, con un volumen aproximado de  $9 \text{ m}^3$  y un peso de 24 TM, no tiene probabilidades de caer.



Foto N° 9.- Se muestra el bloque de roca sobresaliente (A) y otros bloques sueltos y su disposición en la ladera. En la parte baja el asentamiento humano. Nótese que el bloque se encuentra “incrustado” en el macizo rocoso.



Fotos N° 10 y 11.- Se observa bloques “sobresalientes” y otros sueltos, de formas redondeadas por efectos de la meteorización esferoidal.

En este sector se aprecian bloques y cantos sueltos, que sí podrían caer con sismos de gran intensidad. Como ejemplo de inestabilidad de este sector, en el momento de la inspección, un bloque de roca de forma alargada y angulosa, con diámetro mayor de 40 cm y diámetro menor de 20 cm; se desprendió casualmente desde la parte alta, el cual llegó a la parte baja en menos de un minuto. El bloque de roca, se desplazó por la ladera dando saltos, originando polvareda. Ver Fotos N°s 11, 12, 13, 14, 15 y 16.



Fotos N°s 12, 13, 14, 15, 16 y 17.- Trayectoria que tomó el bloque al desplazarse por la ladera.

Según versiones de los lugareños, en el año 2000, un bloque de roca se desplazó desde la parte alta hacia abajo, impactando sobre una vivienda, causando daños materiales.

La distancia inclinada entre las viviendas comprometidas y el bloque de roca es de 120 m. Es importante mencionar que entre los bloques de roca y las viviendas no hay ningún obstáculo natural ni artificial (Foto N°9).

**b) Sector 2 y 3.**

En estos sectores se ubicó bloques sueltos y sobresalientes, con diámetros entre 0,10 hasta 2,5 m, ver Fotos N°s 18 y 19. Los bloques sueltos, podrían caer con un movimiento sísmico o por acción antrópica.



Foto N° 18.- Sector 2, se muestra bloques sobresalientes, algunos de ellos sueltos (enmarcados).



Foto N°19.- Bloque suelto, no “incrustado”, que puede caer sobre las viviendas. Sector 2.

Por otro lado, en la superficie que ocupa el AA.HH, se observa algunos bloques de roca esparcidos, lo que nos indica la intensa actividad geodinámica del sector: caídas de rocas.

De generarse un sismo de fuerte intensidad, es muy probable que de la escarpa se desprendan rocas y genere caídas de rocas.

Es importante señalar que las bases de las viviendas en el AA.HH., son pircas construidas sin el apoyo técnico respectivo, con alturas entre 0,5m a 1,5 m. Estas pueden colapsar con sismos.

## 4.2 FLUJO DE LODO

Se han cartografiado también **flujos de lodo (huaycos)**, que se caracterizan por ser canalizado y rápidos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material.

Como se mencionó en el capítulo 3.0, el área presenta suelos de tipo areno-limoso, que ante lluvias excepcionales pueden ser removidos e irrumpir en el AA.HH.

Según versiones de los lugareños el año 2002 se generaron lluvias, el agua saturó al terreno, haciendo que el material fino se desplace cuesta abajo, generando el flujo de lodo, que afectó las viviendas ubicadas en su cauce. En el cauce actual se aprecia material suelto, grava, bloques englobados en una matriz areno limosa (Fotos N°s 20, 21 y 22).

Se tiene conocimiento, por comunicación de los lugareños, que cada 25 años, se han presentado lluvias de tipo excepcional que han generado flujo de lodo.

Se debe tener en cuenta, que el cambio climático producto del calentamiento global, está generando cambios en el clima del planeta; cambiando el régimen de precipitaciones. Teniendo mayores probabilidades de producirse lluvias excepcionales, que pueden generar flujos de lodo, por el abundante material suelto que se encuentra dispuesto en la ladera y en el cauce de las pequeñas quebradas.

Actualmente, parte de la desembocadura de la quebrada está ocupada por viviendas.



Foto N° 20



Foto N° 21.



Fotos N°s 20, 21 y 22.- Vistas de la quebrada con potencial de producir flujos de lodo. Se aprecia un muro de contención precario (A).

## 5. SISMICIDAD

El Perú por su ubicación geográfica en la zona central y occidental de Sudamérica, presenta un territorio que es afectado por la Subducción de la Placa de Nazca sobre la Sudamericana la cual crea una banda de 300 a 400 Km. de ancho, de alta sismicidad en la costa oeste de Sudamérica.

La amenaza producida por los terremotos constituye un factor del riesgo sísmico al cual se encuentra sometido un territorio; de ahí que los daños que provoquen dependerán de su magnitud y la capacidad de respuesta de las estructuras a la

aceleración a la cual son sometidas. La correcta equivalencia entre estos dos factores permitirá reducir los daños causados por este tipo de desastres.

El área de estudio ha sido afectada por terremotos con intensidades que varían entre VII hasta X MM, entre los que se incluyen los terremotos de Lima (1746, 1904, 1940, 1966 y 1974) y otros que afectaron a las ciudades de Cerro de Pasco, Oxapampa y La Merced (Silgado E. 1974).

En cuanto al peligro sísmico, el área de estudio y alrededores, se ubica en la zona de intensidades máximas de IX MM, según el mapa de intensidades máximas elaborado por Alva Hurtado J. y Meneses L. – Proyecto SISRA – CERESIS, 1984. (INGEMMET, 2003). Ver Figura N°3.

Según la Norma Técnica de Edificación E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE (2003), en relación a la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica, el área de estudio corresponde a la Zona 3: Zona de Sismicidad Alta, correspondiéndole una aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de excedencia en 50 años de 0.4. Ver Figura N°4.

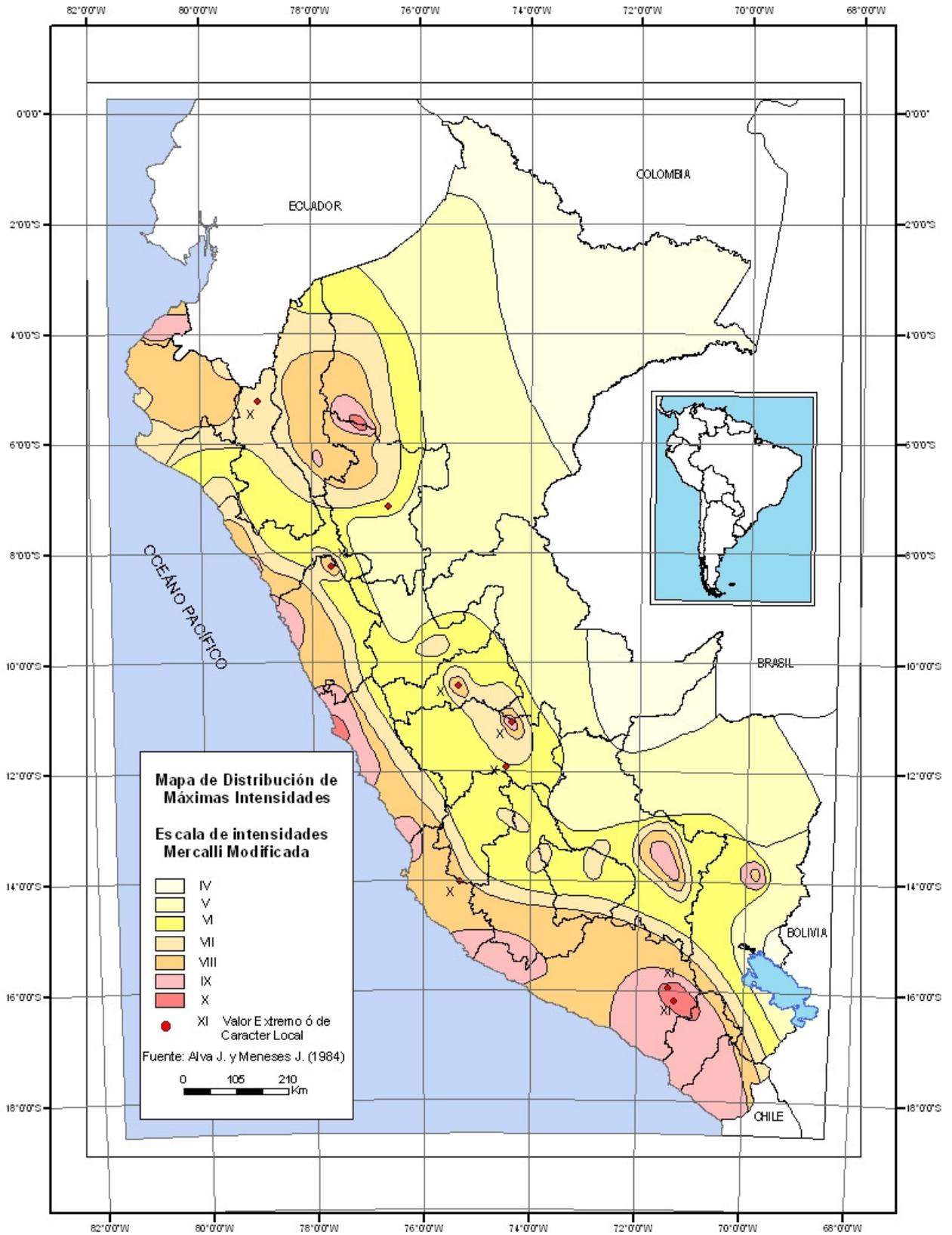


Figura N°3.- Mapa de Distribución de Máximas Intensidades

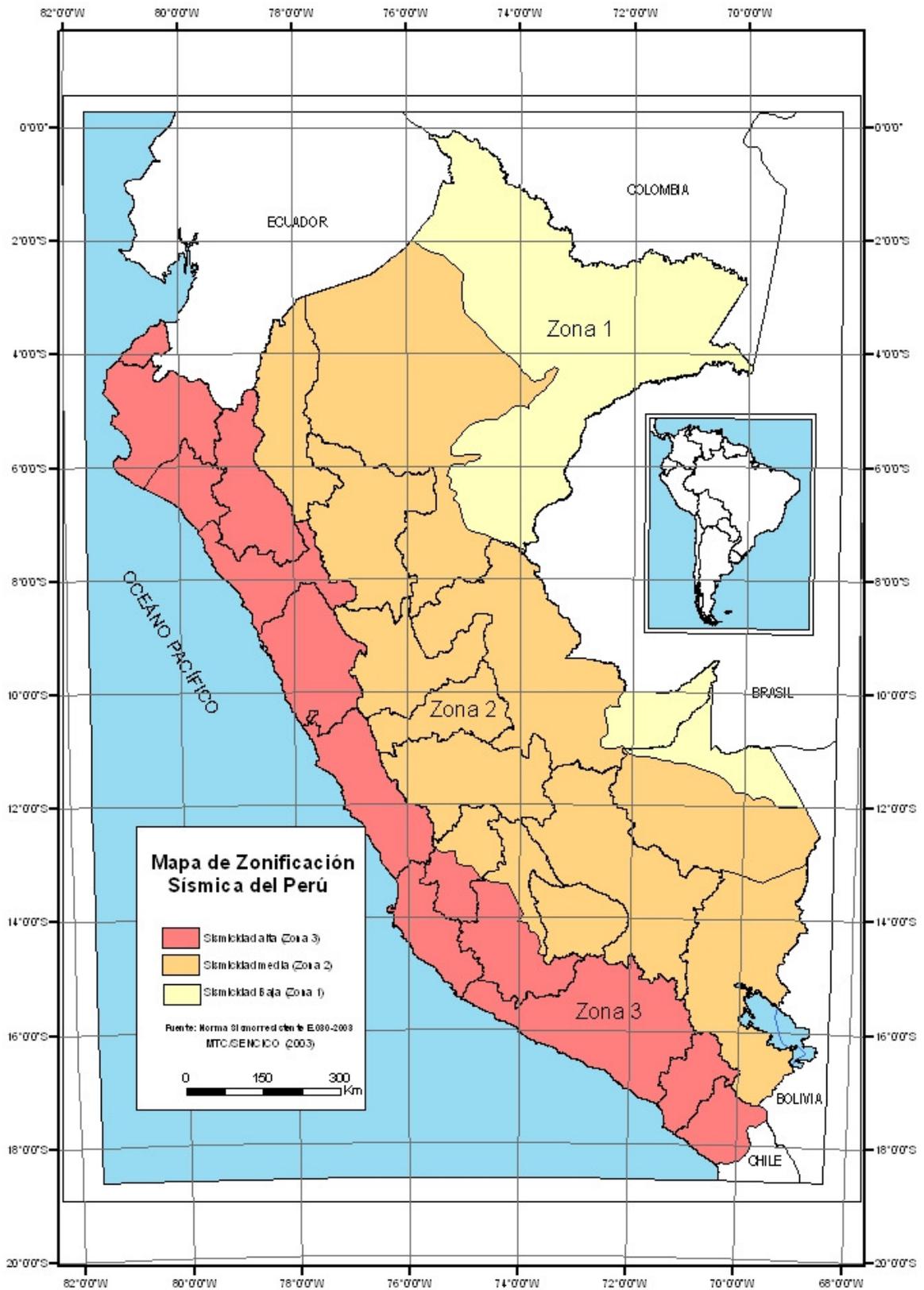


Figura N°4: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

## 6. MEDIDAS CORRECTIVAS

### 6.1 PARA EL BLOQUE SOBRESALIENTE

De todas maneras, para asegurar la tranquilidad de la población, ya que este bloque se encuentra directamente sobre las viviendas, se recomienda “asegarlo”, para el cual debe implementarse lo siguiente:

- Construir un muro alrededor del bloque, con una altura de 2 m (aproximadamente) ó hasta llegar cubrir la mitad del muro. Ver Figuras 5, 6 y 7.
- La base del muro debe estar cimentada sobre roca fresca. Las varillas de hierro que se van a fijar al muro, deberán ser introducidas en el substrato hasta medio metro (llegar a roca fresca).
- Hacer un enmallado para la construcción de un muro, teniendo como base las varillas fijadas.
- Una vez terminado el enmallado del muro, se empieza a basear el concreto, hasta formar el muro con un ancho aproximado de 1 m.
- Una vez terminado el muro, se rellanará con concreto el espacio dejado entre el muro y el bloque, formando una cuña (Foto N° 23)

Nota: Antes de comenzar estas actividades se debe reubicar las viviendas, por fines preventivos, pues puede generarse un rodamiento de las rocas sueltas.

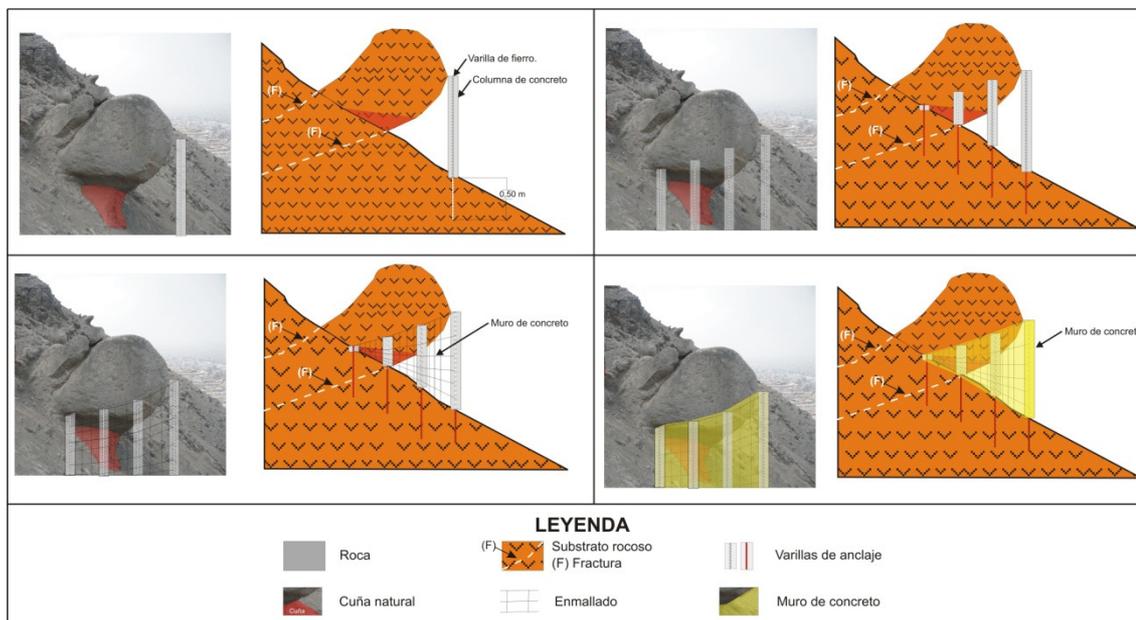
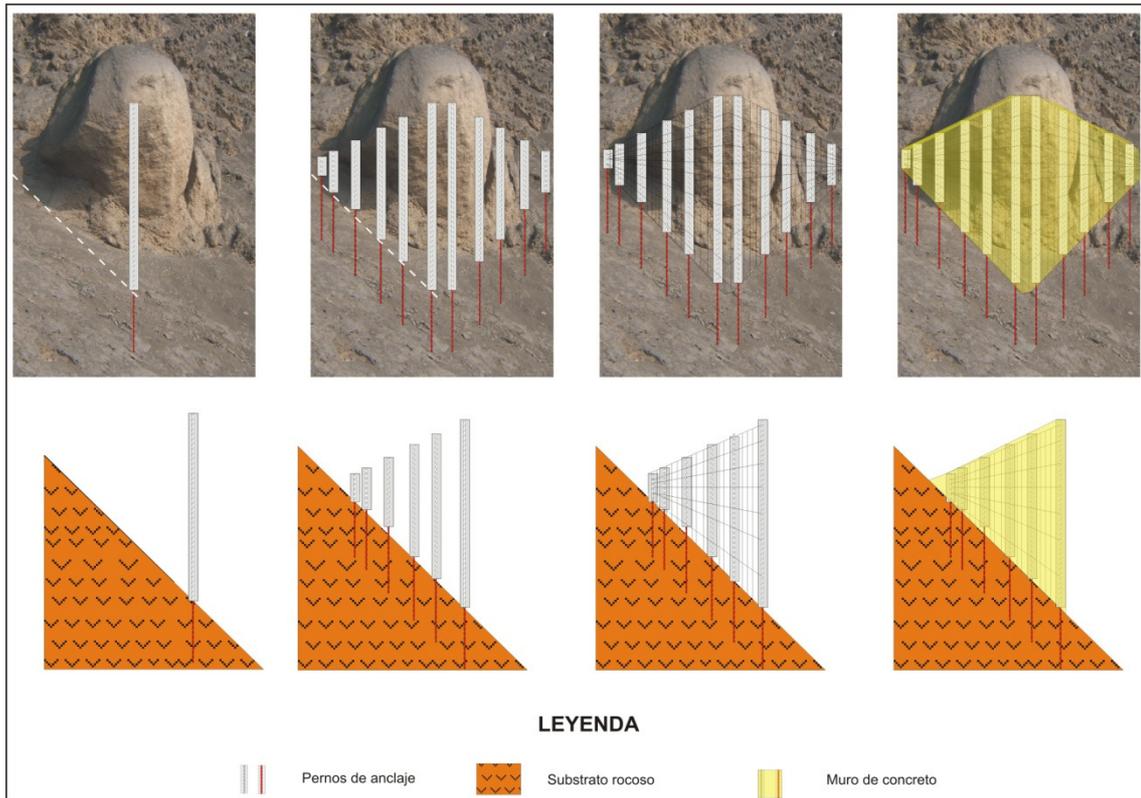


Figura N°5



Figuras N°s 5 y 6.- Esquema explicativo para el sostenimiento del bloque de roca.

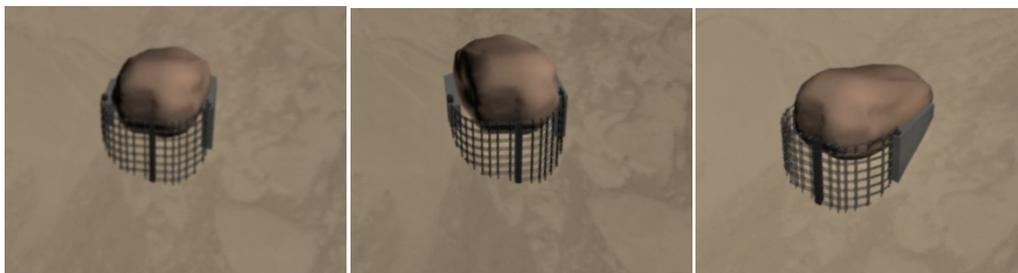


Figura N° 7.- Se indica de cómo quedaría el sostenimiento final.



-  Muro
-  Zona a rellenar

Foto N° 23.- Se muestra esquemáticamente el muro y la zona a ser rellenada para formar una cuña.

## 6.2 PARA LOS BLOQUES SUELTOS

- Desatar los bloques inestables de la ladera.
- 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, una vez que esta completamente quemada (color rojo), se le agrega agua, esto va a causar un cambio brusco de temperatura, que ocasionará una contracción muy violenta, dando como resultado su fragmentación.
- En la ladera con bloques inestables y con buena cobertura de suelo, se puede estabilizar de la siguiente manera: hacer una excavación en la parte inferior del bloque, con la finalidad que pierda estabilidad, y caiga hacia la parte excavada (Figura N° 8 y Foto N° 23).
- Para fines de prevención, al momento de desatar los bloques sueltos, es muy probable que estos se desplacen cuesta abajo, por lo que es necesario poner en alerta a los pobladores de las viviendas ubicadas en la falda de la ladera.
- En la laderas del sector 02 y 03, se deben desatar los bloques sueltos.



Foto Nuñez, S. 2008 (Nueva Esperanza-Villa María del Triunfo)

Foto N° 23.- Modelo de cómo se pueden estabilizar bloques sueltos en laderas con pendiente fuerte y suelo potente.

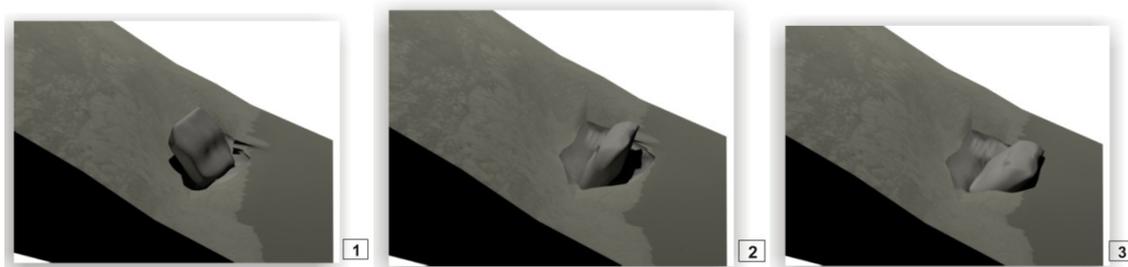


Figura N° 8.- Tratamiento de un bloque suelto en suelo potente.

### 6.3 PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS

- En la quebrada, realizar obras de encauzamiento y contención de los materiales acarreados por los posibles huaycos, por medio de espigones y diques transversales, aprovechando el abundante material rocoso y detrítico del área.
- En la zona del cauce de la quebrada, que ocupa parte del asentamiento humano, se debe diseñar una calle canal, con la finalidad de darle un desfogue a los flujos de lodo que se puedan presentar en un futuro.

Las viviendas ubicadas en pleno cauce de la quebrada deben ser reubicadas.

### 6.4 MEDIDAS GENERALES

- Una vez desatados los bloques, se debe forestar la ladera de preferencia con árboles, para que sirvan como barrera natural.
- No permitir el crecimiento urbano hacia la ladera del cerro.
- Las viviendas no deben cimentarse sobre pircas, éstas deben ser reemplazadas por bases sismo-resistentes.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la evaluación del área, se han identificado dos tipos de materiales. El substrato rocoso está formado por rocas volcánicas andesíticas, meteorizadas, medianamente fracturadas. Asimismo se encuentran como materiales formados por depósitos inconsolidados de origen coluvial y proluvial. Es notorio la presencia de bloques sueltos de hasta 2,5 m de diámetro.
2. Problemas por peligros geológicos del tipo movimientos en masa: caídas de rocas y flujos de lodo (huaycos), se han localizado en el área, comprometiendo la seguridad física de las viviendas situadas al pie de la ladera. En las zonas de estudio, por su localización geomorfológica (laderas y pendientes), tipo de material y la interacción de eventos “detonantes” como los sismos y fuertes precipitaciones pluviales (excepcionales), las caídas de rocas y flujos de lodo son probables de ocurrir.
3. La ladera colindante al asentamiento humano tiene una pendiente de 40°, en ella se observó un bloque de roca “sobresaliente” de 24 TM. Este se encuentra “incrustado” en el macizo rocoso, siendo muy poco probable que puede caer ladera abajo. De todas maneras, para asegurar la tranquilidad de la población, se recomienda “asegurar” este, para el cual se recomienda seguir las instrucciones del capítulo 6.1.
4. Para los bloque sueltos, seguir las recomendaciones del capítulo 6.2.
5. En las laderas de los cerros, debería colocarse letreros de advertencia, con lemas alusivos al peligro que se encuentra la zona. Esto podría replicarse en todas las zonas que existen asentamientos humanos ubicados en laderas.
6. Forestar las laderas, de preferencia con árboles, a fin de que sirvan como barrera natural.
7. En caso de lluvias excepcionales hay gran probabilidad que se generen flujos de lodo, este fenómeno afectaría las viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada. Es por ello que deben ser reubicadas.
8. No se debe permitir la expansión urbana hacia las laderas de los cerros y en especial en zonas inestables.

9. Deben impartirse charlas a los moradores, sobre el tema de construcción de las bases de viviendas ubicadas en la ladera. A fin de evitar colapsos de sus pircas con movimientos sísmicos.
10. Dentro de las actividades de sensibilización a los moradores del peligro en que están expuestos, una de las actividades, debería ser impartir charlas educativas dirigidas a las poblaciones ubicadas en las laderas de los cerros, para erradicar la idea de vivir en las faldas de los cerros. Se podrían hacer coordinaciones con INGEMMET para un asesoramiento.
11. En la quebrada, realizar obras de encauzamiento y contención de los materiales acarreados por los posibles huaycos, por medio de espigones y diques transversales, aprovechando el abundante material rocoso y detrítico del área.

## BIBLIOGRAFÍA

- INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental (2003). *Estudio Riesgos Geológicos del Perú. Franja N° 3*. Boletín, Serie "C": Geodinámica e Ingeniería Geológica; 28, 373 p.
- Palacios O., Caldas, J. & Vela, Ch. (1992). *Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica*. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Carta Geológica Nacional. Serie "A". Boletín N° 43. Págs. 162.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2003), *Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo)*. En INDECI, Atlas de Peligros Naturales. Lima. Págs. 310-311.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2003), *Mapa de Precipitación Acumulada "El Niño 97/98"*. En INDECI, Atlas de Peligros Naturales. Lima. P. 316-317.