

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TECNICO  
GEOLOGIA AMBIENTAL**

MOVIMIENTOS SÍSMICOS E  
INSPECCIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO EN CHIGUIRIP

(DISTRITO DE CHIGUIRIP, PROVINCIA DE CHOTA,  
REGIÓN CAJAMARCA)

POR  
MANUEL VILCHEZ MATA



LIMA - PERÚ  
FEBRERO-2009

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	2
III. TRABAJOS ANTERIORES	3
IV. UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y POBLACIÓN	3
V. HIDROGRAFÍA	5
VI. GEOMORFOLOGÍA	5
6.1 Geoformas montañosas o colinado disolucional	5
VII. GEOLOGÍA	9
VIII. TERRENOS DE FUNDACIÓN	10
IX. PELIGROS GEOLÓGICOS	10
9.1 Sector Las Piedritas	11
9.2 Sector Quebrada Peña Blanca	12
9.3 Sector Vista Alegre	12
9.4 Sector Tugusa	14
9.5 Sector laguna Negra	19
X. SUSCEPTIBILIDAD	20
XI. VULNERABILIDAD	21
XII. MOVIMIENTOS SISMICOS OCURRIDOS EN CHIGUIRIP	21
12.1 Generalidades	21
12.2 Causa de los sismos	22
12.3 Daños y efectos ocasionados por los sismos	23
XIII. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	23
XIV. BIBLIOGRAFÍA	27
XV. ANEXOS	28

## **I. INTRODUCCIÓN**

El Gobierno Regional de Cajamarca, mediante Oficio N° 089-2009-GR.CAJ/GG-ODN, de fecha 27 de enero del 2009, solicita al director del área de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), realizar una inspección geológica, ante el temor generado en la población, por los constantes ruidos y movimientos sísmicos, sentidos en varios centros poblados y caseríos del distrito de Chiguirip, provincia de Chota, región Cajamarca.

El INGEMMET a través de la DGAR, dentro de su proyecto Apoyo Técnico en Riesgo Geológico a Entidades Publicas (GA7), con el cual brinda apoyo técnico en temas de riesgo geológico y evaluación geodinámica; designó al Ing. Manuel S. Vilchez Mata para que realicen los trabajos de inspección.

Se realizaron las coordinaciones con la licenciada Isabel Arana Barrantes, de la Oficina de Defensa Nacional del gobierno regional de Cajamarca, para definir la fecha de viaje a la zona de interés; efectuándose la comisión de servicios entre los días 4 y 8 de febrero. En el distrito de Chota se realizaron las coordinaciones con la Tec. Ladi Silvia Vega Tarrilo, Secretario Técnico de Defensa Civil de la municipalidad provincial de Chota y el Sr. Luis Menor Carrasco, gerente de la municipalidad provincial de Chota; y en el distrito de Chiguirip con el Sr. Joel Quispe Nuñez, alcalde del referido distrito.

Los trabajos de campo se efectuaron los días 5 y 6 de febrero del 2009, donde se contó con la participación del Ing. Tulio Guillen, Lic. Isabel Arana Barrantes, Tec. Ladi S. Vega Tarrillo, SOT I Luis León Arteaga, Percy Vilchez Toro, Gobernador del distrito de Chiguirip, el Juez de Paz del distrito y varios comuneros que nos condujeron hacia las zonas inspeccionadas.

Este informe se pone en consideración de la Oficina Regional de Defensa Nacional y Defensa Civil del Gobierno Regional de Cajamarca, la municipalidad provincial de Chota y la Municipalidad Distrital de Chiguirip. Se basa en las observaciones de campo realizadas durante la inspección e imágenes satelitales, relatos orales y versiones de los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

## **II. ANTECEDENTES**

Según versiones dadas por los pobladores del distrito de Chiguirip y sus centros poblados circundantes, el mes de julio del 2008 se produjo un movimiento sísmico en esta zona, al cual los pobladores no prestaron mucho interés. Sin embargo, en el mes de enero del presente año 2009, la recurrencia de estos eventos sísmicos aumento, causando alarma y preocupación entre los pobladores.

Los sismos más intensos se han presentado los días 14 de enero a las 5:30 a.m., el 21 de enero a las 4:45 p.m., el 22 de enero a las 4:50 p.m. y el 31 de enero a las 4.20 p.m., eventos que fueron antecidos por un fuerte ruido, motivo por el cual la municipalidad distrital de Chiguirip, pidió ayuda a la Municipalidad provincial de Chota, esta a su vez al Gobierno Regional de Cajamarca y finalmente al INGEMMET, que realizo los trabajos de inspección.

### **III. TRABAJOS ANTERIORES**

Dentro de los trabajos o informes realizados en la zona con respecto a los sismos, se puede mencionar el documento resumen de la visita al distrito de Chiguirip de fecha 23 de enero de 2009, realizada por el secretario técnico de defensa civil de la municipalidad provincial de Chota.

En lo que concierne a la geología de la zona se tiene el trabajo “Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendin, Pacasmayo y Chepen” de Wilson (1984); y en peligros geológicos, el estudio de “Riesgos Geológicos en la región Cajamarca”, elaborado por INGEMMET, actualmente en edición.

### **IV. UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y POBLACIÓN**

La zona inspeccionada, se encuentra ubicado en el distrito de Chiguirip, provincia de Chota (Figura 1), región Cajamarca, a una altura de 2650 msnm, cuyas coordenadas UTM (WGS-84) del poblado principal de Chiguirip son:

Norte: 9288742

Este: 752086

El acceso hacia la zona de estudio se realiza por vía terrestre desde Lima, utilizando la carretera Panamericana Norte, hasta el desvío Ciudad de Dios, de donde se continúa hacia la ciudad de Cajamarca; de allí, la ruta seguida es por la carretera afirmada que cruza los distritos de Hualgayoc, Bambamarca, Chota, Conchan, para finalmente llegar al distrito de Chiguirip, la zona de estudio; en un recorrido total de aproximadamente 1060 km (Figura 2).

Otra alternativa de acceso es vía aérea, desde Lima a Cajamarca por medio de vuelos comerciales, continuando así desde Cajamarca por la ruta anteriormente descrita.

El distrito de Chiguirip cuenta con una población total de 4 678 habitantes, de los cuales 2 272 son hombres y 2 406 son mujeres, según información correspondiente al XI censo de población y VI de vivienda del 2007, realizado por INEI; distribuidos en los centros poblados de Chiguirip, Pichugan, Conga de Marayhuaca, La Saca, Mumpampa, La Torre, Tuspon, Unshaloma, Tugusa, La Laguna, Las Piedritas, Miraflores y Vista Alegre.

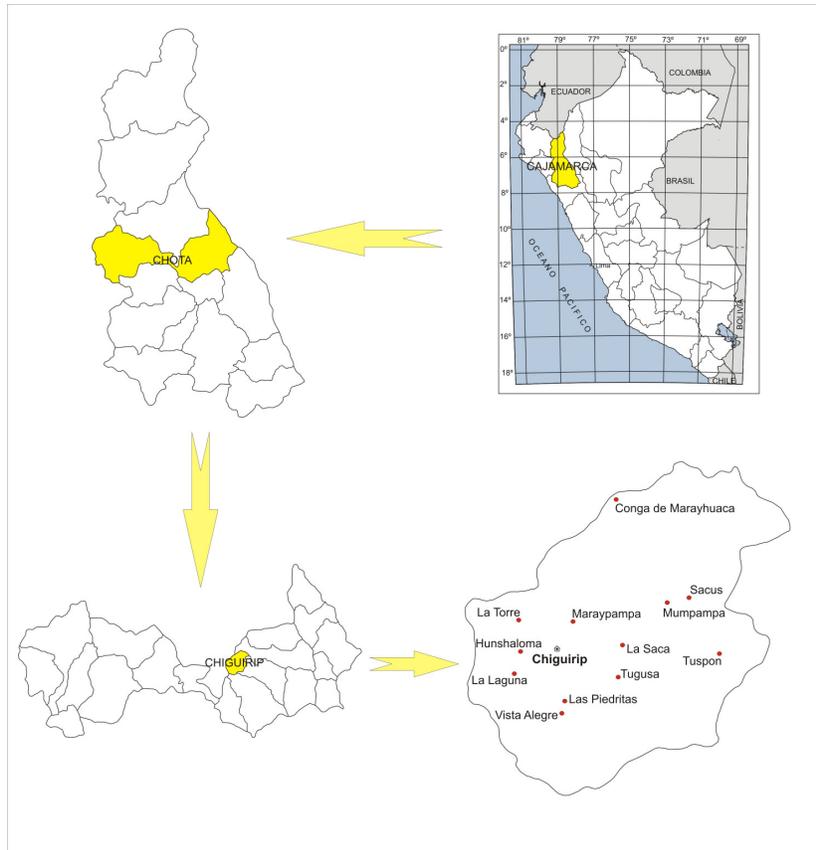


Figura 1: Ubicación del distrito de Chiguirip.



Figura 2: Vías de acceso hacia la zona de estudio en el distrito de Chiguirip.

## V. HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica de la zona estudiada, esta conformada por el río Chiguirip y sus tributarios, entre ellos la quebrada Peña Blanca. Este a su vez, recibe aportes de agua por ambos márgenes desde varios tributarios, entre los que se tienen a las quebradas Maraihuaca, de la Lima y El Naranjo. Cambiando de nombre posteriormente al de río Tuspón, el cual confluye por la margen izquierda al río Conchán.

Las aguas que alimentan la red hidrográfica en la zona de Chiguirip, provienen de la escorrentía superficial formada por la concentración de agua de precipitación pluvial y de los números afloramientos de agua subterránea que existen en la zona, las cuales aportan agua todo el año.

La zona se caracteriza por presentar una cobertura de neblina durante los meses de invierno (noviembre-marzo), como en el sector montañoso sur (Cerros El Tambillo, Peña Blanca, Tugusa y Pencaloma). Estas son condensadas en el bosque primario, que existe en las partes altas de las montañas, generándose de esta manera aportes de agua para la formación de escorrentía superficial y alimentar la red de drenaje subterránea.

## VI. GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente, la zona estudiada se sitúa en la denominada unidad de cordillera. En este sector se presentan planicies inclinadas con pendientes de hasta 6° y laderas con pendientes que superan los 30°.

Se han identificado las siguientes unidades geomorfológicas:

### *6.1 Geoformas de montañas y colinas*

Relieve montañoso o colinado disolucional: son relieves modelados por procesos denudacionales, geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local.

En el área se localizan montañas de rocas sedimentarias calcáreas, cuyas pendientes pueden superar los 30° de inclinación en sus laderas. Siendo posible encontrar, dentro de su configuración, acantilados, rellanos, hombros y planicies inclinadas con pendiente de 6°.

En algunos sectores, la configuración de las laderas es de tipo estructural, donde las secuencias de rocas sedimentarias que la forman, buzan a favor de la pendiente y a su vez controlan la pendiente de las mismas.

#### **6.1.1 Karst**

Dentro de las zonas calcáreas, es posible encontrar formas topográficas peculiares, resultantes de la disolución superficial y subsuperficial de rocas calcáreas, por las aguas de lluvias, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas hacia cauces subterráneos (Thornbury, 1966).

Los materiales afectados son rocas calcáreas (calizas), conjunto de rocas que contienen más del 50% de minerales de carbonato, siendo el más común la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), también se tiene la aragonita ( $\text{CaCO}_3$  cristalizado) y la dolomita ( $\text{Ca, Mg} (\text{CO}_3)_2$ ). El resto del material constituyente de las calizas lo conforman impurezas de sílice, limos, minerales de arcilla y óxidos de hierro.

El proceso de disolución de las calizas se produce cuando estas se encuentran conformadas solo por calcita y dolomita ( $\text{CaCO}_3$ ), los cuales son solubles al agua natural con contenidos de ácido carbónico diluido ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Este ácido carbónico resulta de la solución de  $\text{CO}_2$  del aire y su reacción con agua.

Estas reacciones atacan las rocas calcáreas, como sucede en la zona de Chiguirip, donde los rasgos morfológicos de procesos de disolución de calizas, están representados por la presencia de drenajes subterráneos, la formación de huecos u oquedades y otras depresiones sobre la superficie del terreno. Allí donde el agua penetra en la roca, agrandando las fracturas y fisuras preexistentes por disolución.

En la zona de Chiguirip, es posible encontrar los siguientes rasgos superficiales propios de un karst:

**a. Dolinas:** Hoyos cerrados en forma de embudo o de cuenco, con sus lados rocosos o cubiertos de suelo y vegetación, de forma circular o elíptica en vista de planta, cuyas dimensiones varían entre 2 y 100 m de profundidad y entre 10 y 100 m de diámetro, pueden ocurrir aisladas o en grupos (Villota, 2005).

Las dolinas pueden clasificarse como:

**Dolinas de desplome:** se forman donde el techo de una caverna cae, dejando un pozo de paredes verticales y a menudo angulares.

**Dolinas de subsidencia:** se forman donde yacen depósitos de cobertura sobre las calizas; un desplome puede involucrar la capa de cobertura, la cual será gradualmente descendida o llevada hacia el interior de la cavidad, para dejar un hueco cónico.

**Dolinas de corrientes insumidas:** se forman donde una corriente de agua fluye dentro de la dolina y luego se insume en la roca formando un pozo o cueva, la mayoría de estas cambia luego a una especie de fosa.

En la zona de Chiguirip, ha sido posible distinguir la presencia de las tres clases de dolinas. Estas dolinas se encuentran formando depresiones que tienen diámetros de hasta 120 m, con sus paredes ligeramente inclinadas, donde todas las aguas de precipitación pluvial que caen dentro de la depresión, se acumulan formando pequeñas lagunas o se introducen por sumideros hacia drenajes subterráneos. Se han observado este tipo de dolinas en los sectores de La Laguna, Hornamo y Laguna Negra (Fotos 1, 2, 3, 4, 5 y 6).



Foto 1: Dolina de subsidencia antigua, en el sector de La Laguna, actualmente existe un sumidero, por donde se introduce el agua hacia un drenaje subterráneo.



Foto 2: Dolina de subsidencia, cerca del sector de La Laguna, también se observa un sumidero.



Foto 3: Dolina en embudo por hundimiento, sector de Hornamo.



Foto 4: Dolina cuya cubeta se encuentra conformando una pequeña laguna, sector de Hornamo.

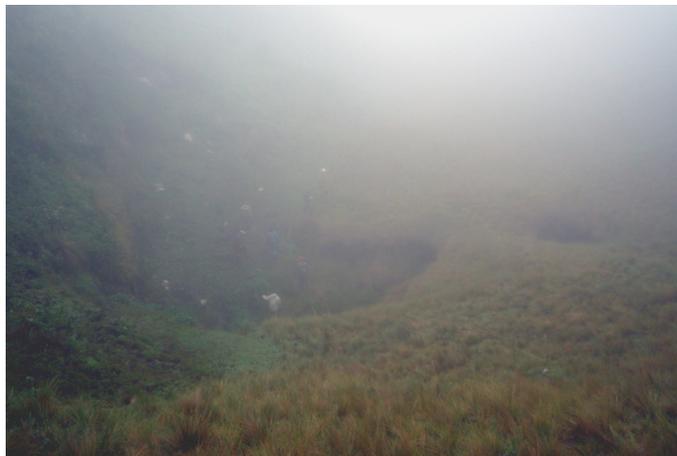


Foto 5: Vista de otro sector de Hornamo, se puede apreciar dos dolinas de hundimiento, al fondo existen sumideros de agua.



Foto 6: Dolina por hundimiento, con sumidero en el fondo, por donde las precipitaciones pluviales y flujos originados por condensación de neblinas, se pierde a través de red de drenaje subterráneo.

## VII. GEOLOGÍA

En la zona de estudio, según Wilson (1984), afloran rocas de origen sedimentario, de edad Cretácico inferior a superior. En la base de la secuencia se encuentra la Formación Pariatambo, cuyas capas presentan inclinación de hasta 80°, encima de esta se encuentra el Grupo Pulluicana, Grupo Qulquiñan y la Formación Cajamarca, cuyas capas presentan inclinaciones de 10° a 25°. También se tienen depósitos resultantes de la acumulación fluvial y coluvial. Se presenta a continuación de manera resumida una descripción de las principales formaciones geológicas:

**8.1 Formación Pariatambo:** Secuencia conformada por una interestratificación de lutitas grises o negras y calizas bituminosas nodulares, de edad Jurásico Inferior.

**8.2 Grupo Pulluicana:** Representada por calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas, de edad Jurásico Superior.

**8.3 Grupo Qulquiñan:** Conformada por una secuencia de calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo-amarillentas fosilíferas, de edad Jurásico Superior (Foto 7).



Foto 7: margas y lutitas del Grupo Qulquiñan, muy fracturados, en capas de 2 cm de grosor.

**8.4 Formación Cajamarca:** Conformada por calizas gris azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas, de edad Jurásico Superior.

### **8.5 Depósitos superficiales:**

**a. Depósitos coluviales:** Conformado por la acumulación de material, que provienen del movimiento ladera abajo de materiales sueltos, por efectos de la gravedad (derrumbes, deslizamientos). Constituido por material generalmente grueso, heterométricos, mezclados con material fino de limo y arcillas como matriz.

**b. Depósitos fluviales:** Se considera dentro de esta clase, al material que se encuentra dentro del canal de un río y es constantemente movilizado por sus aguas, conformado por bolos, arenas y gravas, no consolidados.

*c. Depósitos residuales:* resultan de la descomposición in situ de las rocas del substrato, los cuales no han sufrido transporte alguno.

## VIII. TERRENOS DE FUNDACIÓN

Los suelos presentes en la zona estudiada, son de tipo arcillo-limoso, de alta plasticidad, de coloración crema amarillenta a anaranjado y marrón oscuro, cuando están húmedos (Foto 8), con espesores de más de 1 m en algunos sectores, sobre los cuales se soporta y desarrollan las actividades agrícolas, pastoreo y se construyen las viviendas de los diferentes anexos del distrito de Chiguirip.

Estos suelos son el producto de la meteorización insitu (depósitos residuales) de las calizas, margas y lutitas, en algunos casos, son resultado también de acumulaciones de suelo, en la parte inferior o falda de laderas de menor pendiente, producto del desgarre total de la cobertura de suelo, cuando son movilizadas por algun movimiento en masa.



Foto 8: Cobertura de suelos color anaranjado de unos 30 cm de espesor, sobre rocas sedimentarias de lutitas y margas muy fracturadas.

## IX. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en el área de Chiguirip corresponden al los de tipo movimientos en masa, evidenciado por las cicatrices y la configuración topográfica dejada por estos eventos.

Durante los trabajos de campo, fue posible identificar movimientos del terreno en los sectores inspeccionados, encontrándose deslizamientos de tipo rotacional, movimientos complejos, flujos de tierra y hundimientos (Figura 3).

Estos movimientos en masa se han producido por factores intrínsecos (naturales) como puede ser la geometría del terreno, la rocas que conforman el substrato, el tipo de suelos, el drenaje superficial y subterráneo, la cobertura vegetal del terreno; combinados con factores antrópicos, como la construcción de viviendas, cortes realizados en laderas para construir carreteras y canales, tala de árboles, etc.

A continuación se presenta una descripción de los movimientos en masa identificados en los diferentes sectores inspeccionados del distrito de Chiguirip.

## 9.1 SECTOR LAS PIEDRITAS

Se ubica en la ladera del cerro Peña Blanca, en coordenadas UTM-WGS84, 9286682 N y 751467 E. El peligro geológico identificado en esta zona es de tipo deslizamiento rotacional (Figura 3).

a) Deslizamiento rotacional: Este tipo de proceso ha sido identificado en una ladera ubicada en la cabecera del río Chiguirip, de edad: inactivo-joven (McCalpin, 1984), con estado de actividad: reactivado (WT/WLI, 1993), y velocidad de movimiento: extremadamente lenta (Cruden y Varnes, 1996) (Ver anexo).

El deslizamiento afecta suelos arcillo-limosos, de color amarillo, que provienen de la alteración de las rocas del substrato, conformadas calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana.

Las dimensiones del deslizamiento son: 200 m de longitud horizontal, 70 m de altura del pie a la corona; escarpa de forma redondeada con 100 m de ancho y un salto principal de unos 5 m. El deslizamiento se encuentra reactivado a manera de reptación de suelos en el cuerpo, puesto que el terreno se presenta removido e irregular, una vivienda construida en el cuerpo, presenta agrietamiento en sus paredes con aberturas de hasta 10 cm (Foto 9). La presencia de abundante agua en la zona, que sobresaturan los suelos arcillo-limosos y la pérdida de cobertura vegetal, hacen el terreno muy susceptible a que se produzca este tipo de movimiento.

Sobre el material del cuerpo del deslizamiento, es posible identificar bloques caídos de hasta 1 m de diámetro, producto de una reactivación a manera de derrumbe desde la escarpa principiada.

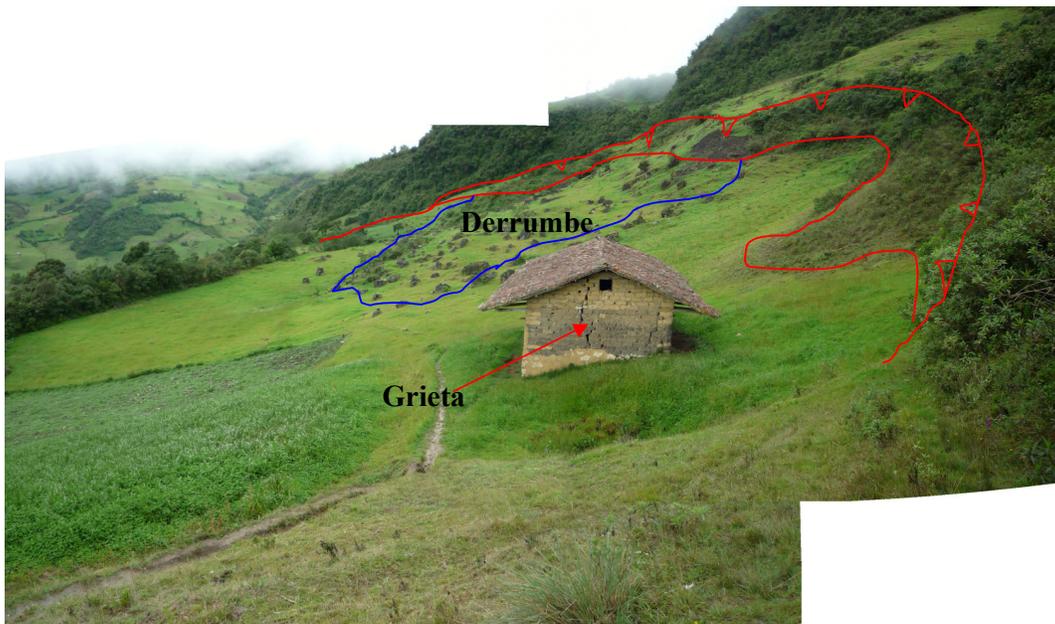


Foto 9: Vista del deslizamiento antiguo reactivado como reptación en el sector de Las Piedritas (línea roja), se observan agrietamientos en las paredes de la vivienda. Bloques

caídos al lado derecho, por reactivación a manera de derrumbe desde la escarpa (línea azul).

### **9.2 SECTOR QUEBRADA PEÑA BLANCA**

Se ubico en la margen izquierda del principal tributario de la quebrada Peña Blanca, en coordenadas UTM-WGS84, 9285920 N y 752361 E. El peligro geológico identificados en esta zona es de tipo deslizamiento rotacional (Figura 3).

a) Deslizamiento rotacional: Este tipo de proceso ha sido identificado en una ladera de la margen izquierda de la quebrada Peña Blanca, en el camino que conduce hacia el poblado de Vista Alegre. Puede ser calificado como de edad: inactivo-joven (McCalpin, 1984); estado de actividad: reactivado (WT/WLI, 1993) y velocidad de movimiento: extremadamente lenta (Cruden y Varnes, 1996).

El deslizamiento se produce en suelos arcillo-limosos, de color pardo, que provienen de la alteración de las rocas del substrato, conformadas calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana.

Las dimensiones del deslizamiento son: 180 m de longitud horizontal, 80 m de altura del pie a la corona, escarpa de forma redondeada con 80 m de ancho y un salto principal de unos 10 m. Se ha producido la caída de rocas desde la escarpa del deslizamiento, que arranco la vegetación de la parte baja (Foto 10).



Foto 10: Vista panorámica de deslizamiento antiguo en el camino que conduce al sector de Vista Alegre.

### **9.3 SECTOR VISTA ALEGRE**

Ubicado en una de las prolongaciones del Cerro Tugusa, en coordenadas UTM-WGS84, 9287366 N y 752482 E. El peligro geológico identificado en esta zona es de tipo movimiento compuesto (Figura 3), también se observaron asentamientos del terreno.

a) Deslizamiento rotacional – flujo de tierra: Ubicado en el sector oeste del poblado de Vista alegre. Puede ser calificado como: de edad activo (McCalpin, 1984); estado de actividad: activo (WT/WLI, 1993) y velocidad de movimiento lenta (Cruden y Varnes, 1996).

El deslizamiento rotacional – flujo de tierra se produce en suelos arcillo-limosos, de color pardo, que provienen de la alteración de las rocas del substrato, conformadas por

calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana, y las lutitas negras y calizas de la Formación Pariatambo.

Este evento se produjo el año 2005 en tiempo de lluvia, iniciándose como un deslizamiento de tipo rotacional, que produjo asentamientos del terreno. Afectó un campo deportivo y terreno de cultivo. La escarpa principal es de forma semicircular y tiene unos 40 m de ancho, el salto principal es de 2,5 m y los saltos secundarios son del orden de 1 m (Fotos 11 y 12).

El material del cuerpo del deslizamiento al estar sobresaturado de agua, continua moviéndose ladera abajo, adoptando una forma alargada, lobulada en su extremo inferior, el cual se encausa por una torrentera tributaria de la quebrada Peña Blanca. Se observan viviendas asentadas tanto a los extremos del evento, como cerca del cauce de la torrentera por donde se encuentra fluyendo la masa de tierra, siendo necesario su reubicación, más aun, si se observa aumentos de velocidad en la masa desplazada. Se ha podido observar también, la presencia de bofedales formados en el cuerpo del deslizamiento, los cuales mantienen sobresaturado el suelo. Es posible que la masa llegue a movilizarse a manera de flujo de detritos (huayco), la cual se encausaría por la quebrada.



Foto 11: Vista de la escarpa principal del movimiento compuesto en la localidad de Vista Alegre, formación de bofedales en el cuerpo.



Foto 12: Vista aguas abajo de deslizamiento-flujo de tierra, que se encuentra encausado por una quebrada.

b) Asentamientos de terreno: Durante la inspección, también fue posible observar este tipo de proceso, el cual viene afectando las estructuras construidas con tapial del local comunal del poblado de Vista Alegre, asentado sobre un afloramiento de calizas de la Formación Pariatambo (Foto 13).

Este evento, puede ser asociado a la formación de un deslizamiento que afecta afloramiento de roca caliza, las cuales se presentan fracturadas. Es necesario que se deje de utilizar este local, ya que existe la posibilidad de que se produzca el colapso de la zona donde se evidencian grietas en paredes y pisos.



Foto 13: Grietas en paredes y piso de local comunal de Vista Alegre, por asentamiento en el terreno.

#### **10.4 SECTOR TUGUSA**

Ubicado en las laderas noroeste del cerro Tugusa, cerca del poblado de Tugusa, con coordenadas UTM-WGS84, 9287900 N y 753250 E. Los peligros geológicos identificados en esta zona son de tipo movimientos compuestos (deslizamiento rotacional y flujos de tierra) y flujos de tierra (Figura 3).

a) Deslizamiento rotacional – flujo de tierra: Este proceso ha sido identificado en el sector de Chahuar, en coordenadas UTM-WGS84, 9288918 N y 753321 E. Se estima de edad: activo (McCalpin, 1984), con estado de la actividad: activo (WT/WLI, 1993), y velocidad de movimiento muy rápido, cuando se produjo el evento principal; actualmente la velocidad es extremadamente lenta (Cruden y Varnes, 1996).

El deslizamiento presenta una escarpa de forma semicircular de 40 m de ancho, un salto principal de 5 m, la altura del pie a la corona es de 150 m, y su longitud horizontal es de 400 m, el cuerpo es de forma alongada (Fotos 14, 15, 16 y 17).

El deslizamiento afectó el substrato, conformado por calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana, las cuales se presentan muy fracturadas; debido a la presencia de agua, que satura el terreno y rellena las fracturas. El suelo es limo-arcilloso, de color marrón y anaranjado.

El movimiento se produjo en marzo de 2008, a las 00:30 a.m., iniciándose como un deslizamiento rotacional, que produjo el asentamiento de la ladera. Afectó pastizales, destruyó una vivienda y obstruyó totalmente la carretera de acceso desde Conchan a Chiguirip. El material del cuerpo del deslizamiento al encontrarse sobresaturado se movió a manera de un flujo de tierra, que se encauso por una hondonada y represó el río Chiguirip, el cual después de 15 días erosionó su margen izquierda y abrió un nuevo cauce.

Actualmente en el cuerpo del fenómeno el terreno se presenta removido e irregular, se observa la presencia de terracetas o pisadas de vaca, existen grietas abiertas de hasta 0,40 m de abertura y de más de 1 m de profundidad la cual se prolonga fuera de la zona movida, lo que da indicios que el movimiento puede continuar. Las viviendas ubicadas a los costados del área inestable, deben ser reubicadas, por existir la posibilidad de que produzcan nuevos movimientos.

Otras evidencias de la actividad del peligro, es posible observarlas en la zona ubicada por encima de la escarpa principal, donde se tienen asentamientos en el terreno por la presencia de una escarpa de forma recta, con un salto principal de hasta 0,40 m, deformación en los marcos de las puertas de una vivienda de tapial, presencia de abundante agua subterránea que forma bofedales. Todo esto confirman que el evento presenta también un movimiento retrogresivo, el cual avanza ladera arriba, comprometiendo tanto los pastizales, como la vivienda ubicada en esta zona; se hace necesario también, pensar en reubicar los postes de transmisión eléctrica que han sido colocados en esta zona.



Foto 14: Vista ladera arriba, del deslizamiento-flujo de tierra en el sector de Chahuar-Tugusa, obsérvese la vivienda ubicada por encima de la escarpa.



Foto 15: Vista ladera abajo, es posible observar el cuerpo alargado del movimiento en cual destruyo la carretera de acceso a Chiguirip y llego a represar una quebrada.



Foto 16: Formación de escarpa de 0,50 m de salto principal, ubicada sobre la escarpa principal del movimiento compuesto, evidencia que el evento es retrogresivo.



Foto 17: Grieta en el cuerpo del movimiento compuesto, por donde se infiltra fácilmente el agua.

Los flujos de tierra se han identificado en dos sectores puntuales dentro de la localidad de Tugusa, los cuales comprometen la seguridad física de viviendas y pastizales.

a) Flujo de tierra en el sector de Macma: Este proceso se ubica en coordenadas UTM-WGS84, 9287600 N y 753050 E. Se estima de edad: activo (McCalpin, 1984), con estado de la actividad: activo (WT/WLI, 1993) y velocidad de movimiento: extremadamente lenta (Cruden y Varnes, 1996).

Es un movimiento de velocidad lenta y carácter viscoso, que han perdido su estabilidad estructural por efectos de la presencia de agua, presenta formas alargadas y lobuladas en su parte inferior.

El substrato se encuentra conformado por calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana; el evento se a producido en suelos arcillo-limosos de color pardo-marrón, de alta plasticidad, con dimensiones de 30 m de ancho x 350 m de largo. El terreno comprometido se encuentra removido y ondulado, también es posible observar la presencia de grietas abiertas y saltos discontinuos de hasta 0,40 m. Los límites del flujo de tierra están bien definidos ya que este se produce a través de una grieta recta, formada por el efecto cortante que se produce en el suelo (Fotos 18, 19 y 20).

El evento se encausa por una quebrada tributaria del río Chiguirip, comprometiendo pastizales. Se ubican viviendas cerca del flujo de tierra y cerca del cauce de la quebrada aguas abajo.

Es necesario mantener un monitoreo continuo, porque se pude generar un flujo de detritos (huayco), si la masa se sobresatura; este comprometería la seguridad física de toda estructura ubicada aguas abajo de este punto.



Foto 18: Vista lateral arriba del deslizamiento-flujo de tierra del sector de Macma, se observa el terreno irregular y la formación de agrietamientos con saltos de 0,40 m.



Foto 19: Vista agua abajo del deslizamiento-flujo de tierra de Macma, es posible observar la forma alargada y lobulada de la masa móvil, la cual se encausa por una quebrada.



Foto 20: Vista panorámica del deslizamiento-flujo de Macma, donde se aprecia su forma alargada.

b) Flujo de tierra en el sector de Chahuar: Este proceso se ubica en coordenadas UTM-WGS84, 9288740 N y 753637 E. Se estima de edad: activo (McCalpin, 1984), con estado de la actividad: activo (WT/WLI, 1993), y velocidad de movimiento: extremadamente lenta (Cruden y Varnes, 1996).

El substrato se encuentra conformado por calizas, margas y lutitas del Grupo Pulluicana, los suelos comprometidos son de tipo arcillo-limosos, saturado de agua, que a diferencia del evento anteriormente descrito, este flujo de tierra es más lento, donde el movimiento del terreno no es uniforme (en algunas zonas la velocidad mayor). El terreno se presenta removido, los efectos de este movimiento del suelo se manifiestan por las grietas en el piso y paredes de una vivienda ubicada dentro de la zona afectada. Las grietas en el piso de la vivienda tienen aberturas de hasta 10 cm y asentamientos del orden de los 5 cm; las grietas en la pared tienen aberturas de 2 cm (Foto 21 y 22).

Una vivienda ubicada en este sector fue destruida totalmente por el fenómeno; existen además dentro de esta zona otras viviendas, las cuales deberán de ser reubicadas, por que se podría generar un deslizamiento.



Foto 21 y 22: Exteriores de vivienda de tapial ubicada dentro de zona afectada por flujo de tierra. Interior de la vivienda, donde se observan las grietas formadas en paredes y pisos que hicieron inhabitable el inmueble.

## 9.5 SECTOR LAGUNA NEGRA

a) Subsidencia y hundimiento: Además de los peligros por movimientos en masa que se encuentran dentro de la zona de estudio, se puede mencionar la existencia de procesos subsidencia y hundimiento.

La subsidencia comprende los desplazamientos verticales del terreno asociados a remoción lenta de material debajo de la masa que se hundirá, ya sea de forma natural (disolución de calizas, erosión de túneles) o antrópica, como es el caso de las explotaciones mineras, túneles viales y socavones para hidroeléctrica (Villota, 2005).

Hundimiento viene a ser el colapso de una masa de suelo o roca, por efectos del desplome del techo de una caverna, galería o túnel artificial.

En el sector de Laguna Negra, ubicado en las alturas de cerro Peña Blanca, se ha identificado este tipo de eventos. Antiguamente existía una pequeña laguna de unos 50 m de diámetro, formada en una dolina de subsidencia con fondo plano, que tenía comunicación por medio de fracturas con un drenaje subterráneo de tipo cavernas. El flujo de aguas a través de estas fracturas continuó disolviendo las calizas, debilitando la roca, hasta producir el colapso y hundimiento del techo de la caverna (fondo de la laguna), trayendo como consecuencia la pérdida de agua por este conducto abierto (Figura 3).

El colapso del techo de la caverna o piso de la laguna, abrió un agujero de aproximadamente 1 m de diámetro, con fondo no medido, el cual fue rellenado por los pobladores de la zona, por medio del derrumbe de los bordes del agujero, es por eso que en la actualidad este presenta un diámetro de aproximadamente 5 m (Fotos 23 y 24).

Este proceso de disolución de calizas, con formación de dolinas y fosa se ha producido en rocas de la Formación Pariatambo.



Foto 23: Vista donde se observa la laguna Negra seca, con formación de grietas de desecación en el fondo, el agua se perdió a través de agujero (A) formado por colapso del techo de una caverna.



Foto 24: Detalle del agujero abierto por el colapso del fondo de laguna, que vendría ser el techo de caverna, en el sector de laguna Negra.

## X. SUSCEPTIBILIDAD

Definida como la propensión que tienen los terrenos a que se produzcan movimientos en masa, debido a sus condiciones intrínsecas.

El grado de susceptibilidad a estos peligros esta condicionado por:

- La naturaleza litológica de la zona, que presenta una intercalación de rocas de diferente competencia (calizas, margas y lutitas), donde la calizas duras, no presentan buena resistencia, por la existencia de las lutitas y margas, muy débiles, que se meteorizan o alteran rápidamente, o por presentar procesos de disolución de carbonatos.
- La presencia de suelo arcillo-limoso de alta plasticidad.
- La pendiente natural de la ladera, que en algunos casos supera los 30°.
- La delgada cobertura de suelo, que alcanza hasta 1,00 m de espesor, la cual descansa sobre el substrato rocoso.
- El estado de fracturamiento de la roca, que es mucho mas intenso en las margas y lutitas, que se presentan trituradas.
- La escasa cobertura vegetal de la ladera de tipo pastizal, donde la incidencia de la precipitación pluvial, se produce de manera directa contra el suelo, la infiltración de agua hacia el subsuelo es más fácil, sobresaturando y aumentando el peso del terreno.
- Presencia de agua subterránea, que producen el aumento de la presión de poros dentro de las fracturas, así mismo la intercalación de capas permeables e impermeables, hace que se comporten como acuitardos y por consiguiente retienen agua subterránea.

Dentro de los factores externos que actúan sobre la inestabilidad de la zona se tiene:

- La actividad humana, la cual desestabiliza las laderas al modificar sus condiciones originales de equilibrio, por la construcción de carretera o viviendas.
- Las actividades agrícolas, cuando se riega los cultivos por gravedad, donde se provee a los terrenos, de más agua de la que necesitan.
- La intensa deforestación sufrida en la zona, al cambiar la vegetación de bosque primario, por pastizales utilizados para la crianza de ganado.
- La falta de drenajes en zonas donde se acumula el agua y forma bobedales.
- Ocupación inadecuada del suelo, al construirse viviendas en zonas donde no se ha previsto una zonificación por peligros geológicos.

## **XI. VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad son las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto amenazas (EIRD/ONU, 2004), se tiene en la zona vulnerabilidad de tipo:

Vulnerabilidad física: Construcción de viviendas cerca y dentro de la zona del deslizamiento-flujo de tierra y flujos de tierra activos, donde se ha utilizado tapial como material de construcción, también se observa dentro de esta zona la construcción de la carretera de acceso a la zona.

Vulnerabilidad social: La población asentada dentro o cerca de las zonas con movimientos en masa, convive con el peligro de un movimiento de gran magnitud, que los puede afectar sus viviendas, animales y a ellos mismos. Así mismo, la población ubicada aguas abajo de los flujos de tierra, pueden ser afectada por flujos de detritos (huaycos), generados desde estos flujos de tierra.

Vulnerabilidad económica: La población asentada dentro de la zona afectada por movimientos en masa y su área de influencia tiene como medio de subsistencia las actividades agrícolas y ganadera que desarrolla en la zona.

Vulnerabilidad cultural: los habitantes de la zona necesitan mejorar su cultura de prevención y organizarse para realizar tareas prevención y atención de emergencias.

## **XII. MOVIMIENTOS SISMICOS OCURRIDOS EN CHIGUIRIP**

### ***12.1 GENERALIDADES***

Según manifestaciones de la población de Chiguirip, el prefecto, los integrantes de la policía y el alcalde del distrito, los movimientos sísmicos ocurridos y sentidos solo en los anexos del distrito, se iniciaron en el mes de julio del 2008, con un primer sismo, al cual los pobladores no prestaron mucho interés. Sin embargo, en el mes de enero del presente año 2009, la frecuencia en que se vienen presentando estos eventos sísmicos aumentó, causando alarma y preocupación entre los pobladores.

Los sismos se han presentado los días 14 de enero a las 5:30 a.m., el 21 de enero a las 4:45 p.m., el 22 de enero a las 4:50 p.m. y el 31 de enero a las 4.20 p.m., eventos que fueron antecedidos por un fuerte ruido; habiéndose producido hasta el momento unos cinco sismos.

Los sismos pueden ser catalogados con una intensidad de grado IV MM (escala modificada de Mercalli), le damos esta clasificación basándonos en lo manifestado por la población del lugar (Cuadro 1). Lo que hace particular a estos sismos, es que solo son sentidos en poblaciones cercanas al poblado principal de Chiguirip, entre las que se tiene a las comunidades de La Laguna, Ricopampa, Cruzpampa y Tugusa; los mismos que ya son percibidos en los distritos vecinos de Tacabamba, Conchan y Cutervo.

Por otro lado, se realizaron las consultas pertinentes con el Instituto Geofísico del Perú (IGP), para determinar la existencia de eventos sísmicos ocurridos en estas fechas, dentro de la zona; resultando que no ha sido registrado ninguno; debido a que la red sísmica solo detecta sismos regionales.

Por otro lado, sismos generados por fallas activas, serían registrados por la red de estaciones sísmicas del IGP.

**Cuadro 1: Descripción de la escala de intensidades de Mercalli modificada.**

Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente
----------	--

Otra particularidad descrita por los pobladores de la zona, es la existencia de fuertes sonidos que anteceden a los movimientos sísmicos, los cuales provocan pánico entre la población.

## 12.2 CAUSA DE LOS SISMOS

En primer lugar, no se puede asociar la ocurrencia de estos movimientos sísmicos en Chiguirip a orígenes volcánicos, ya que la zona donde se encuentra ubicada no es volcánica.

Por otro lado, los trabajos de campo realizados, nos llevo a identificar zonas en donde se han producido hundimientos por efectos de la disolución de calizas, que formaron dolinas, tanto en el pasado como en el presente; en este último caso se puede citar el hundimiento encontrado en el sector de la laguna Negra, en donde el colapso del fondo de la laguna, formada en una dolina circular de fondo plano, abrió un agujero, por donde desaguó la laguna.

La fecha en que se produjo este hundimiento, según versiones de los pobladores fue hace mas o menos 5 meses atrás (julio-agosto del 2008), fecha que estaría coincidiendo con la presencia del primer movimiento sísmico, siempre antecedido por un fuerte ruido.

Según estas consideraciones, la serie de temblores percibidos en los poblados del distrito de Chiguirip han sido muy locales y débiles, posiblemente debidos o asociados a estos procesos de colapso de cavernas, que existen en la zona, puesto que la geología de la zona esta conformada en su gran mayoría por calizas y margas. Los ruidos que son sentidos en primer lugar, se originarían por el fracturamiento de la roca, colapso de la caverna y por el choque entre los bloques de roca colapsados; los temblores serían producto de las ondas generadas por el fracturamiento de la roca y el impacto de los bloques caídos en el interior de la caverna (Figura 4). Sin embargo no se descarta la necesidad de seguir realizando investigaciones en la zona para determinar puntualmente la zona donde se originan estos movimientos sísmicos.

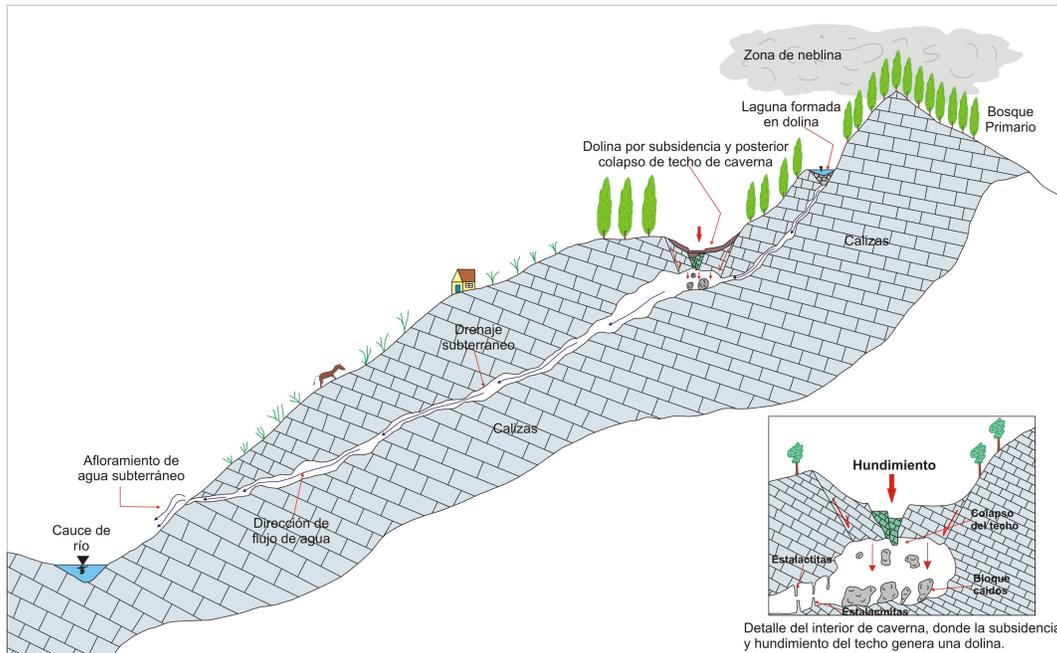


Figura 4: Perfil de zona conformada por rocas calizas, en donde existen drenaje de agua por medio de conductos y cavernas subterráneas, se produce la formación de dolinas por subsidencia y por colapso o hundimiento del techo de caverna.

### 12.3 DAÑOS Y EFECTOS OCASIONADOS POR LOS SISAMOS

No se han registrado hasta el momento daños causados por los movimientos sísmicos ocurridos en el distrito de Chiguirip. La presencia de agrietamientos en el terreno y viviendas, que fueron observados durante los trabajos de inspección, están relacionados a la ocurrencia de movimientos en masa, los cuales se encuentran comprometiendo en diferente grado viviendas, carreteras, pastizales y a la población.

### XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la información obtenida en los trabajos de campo y de la interpretación de gabinete se puede concluir lo siguiente:

- Los terrenos de fundación son de tipo arcillo-limosos, de alta plasticidad, de coloración amarillenta, anaranjada a marrón oscura cuando están húmedos, su espesor varía de 0,50 m a 1 m.

- El substrato rocoso sobre el cual descansan los suelos, esta conformado por intercalaciones de calizas, margas y lutitas, donde las dos últimas se presentan muy fracturadas.
- En la evaluación por peligros geológicos (movimientos en masa) de los poblados cercanos a Chiguirip, se puede resumir:
  - 1) En el sector Las Piedritas, se identificaron deslizamientos rotacional, los deslizamientos son considerados como un evento inactivo-joven, reactivado, donde se pueden seguir produciendo asentamientos de terreno.
  - 2) En el sector quebrada Peña Blanca, se han identificado deslizamientos rotacional inactivo-joven, con reactivaciones en la escarpa, a manera de caída de rocas, que producen el arranque de la vegetación y representan peligro para el ganado que pasta en la zona.
  - 3) En el sector de Vista Alegre, se ha identificado un movimiento compuesto (deslizamiento rotacional-flujo de tierra) y asentamiento de terreno. El movimiento compuesto se encuentra activo y se mueve lentamente, produjo el asentamiento de campo deportivo y terrenos de cultivo, los movimientos continúan laderas abajo encausados por una hondonada, se podría generar un flujo de detritos (huayco).
  - 4) Sector de Tugusa, se han identificado movimientos compuestos (deslizamiento rotacional-flujo de tierra) y flujos de tierra, se producen en suelos arcillo-limosos de alta plasticidad, los cuales se encuentran saturados de agua.
  - 5) Hundimiento en el sector de la laguna Negra, por efectos de disolución de calizas, causo el desagüe de la laguna.
- En el sector de Vista Alegre, los movimientos del terreno continúan; se pueden generar flujos de detrito (huaycos), que comprometerían la seguridad física de viviendas asentadas en y cerca del cauce de la quebrada, así como a los pobladores y animales.
- En el sector de Macma-Tugusa, el flujo de tierra puede generar un flujo de detritos (huaycos), que comprometería la seguridad física de toda estructura y poblador que se encuentre ubicado aguas abajo.
- En el sector de Chahuar-Tugusa, los movimientos en masa identificados se encuentran activos y comprometen la seguridad física tanto de pobladores animales y viviendas ubicadas en y cerca de ellos.
- La susceptibilidad a los movimientos en masa en la zona es media-alta y esta condicionada por la existencia de suelos arcillo-limosos, muy saturados de agua, el substrato de rocas de diferente competencia (calizas, margas y lutitas), el grado de fracturamiento y alteración, la escasa cobertura vegetal, presencia de abundante agua subterránea y las precipitaciones pluviales.

- La actividad antrópica ha contribuido a desestabilizar la zona, con los cortes hechos en la ladera para la construcción de la carretera principal, la deforestación intensa sufrida en la zona, donde se han cortado árboles para sembrar pastos utilizados en la crianza de ganado vacuno; esta deforestación deja que las filtraciones de agua hacia el subsuelo sea más rápida, sobresaturando el suelo e incrementando la presión de poros, llenado de agua las fracturas, generando fuerzas de empuje en la roca; y por último la ocupación inadecuada de zonas no aptas para vivir.
- Los movimientos sísmicos percibidos en la zona de Chigurip, no son sentidos en los distritos cercanos de Tacabamaba, Conchan y Cutervo, lo que lo hace un evento local.
- Estos eventos sísmicos tampoco han sido registrados en la red de estaciones sísmicas del IGP.
- Los movimientos sísmicos sentidos en la zona de Chiguirip y alrededores por el momento resultan leves, se les cataloga como de intensidad de grado IV MM, basado en las versiones otorgadas por los pobladores de la zona.
- Las causas de los movimientos sísmicos, por el momento solo basados en las observaciones de campo, podrían estar relacionados al colapso de cavernas, originadas por la disolución del carbonato de calcio de las rocas calizas, los fuertes sonidos oídos antes del sismo, provienen del ruido generado por la rotura de la roca del techo de una caverna, y los movimientos sísmicos son resultado de las hondas también generadas por el fracturamiento de la roca y el impacto de los bloques caídos en el interior del subsuelo.
- Es necesario seguir realizando investigaciones en el área, para determinar puntualmente la zona donde se originan estos movimientos sísmicos, estas investigaciones pueden ser geofísicas y sismológicas.

Dentro de las recomendaciones se puede citar las siguientes:

- Tratar de realizar drenajes en zonas donde se presentan bofedales o encharcamientos, para evitar la sobresaturación del terreno.
- Implementar sistemas de monitoreo en los sectores donde se han identificado movimientos en masa activos, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa inestable, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro de deslizamiento, flujo de tierra o movimiento compuesto, como en una zona estable, realizándose medidas de la distancia entre estacas, 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 ubicadas aguas abajo que pueden resultar afectadas.
- Los pobladores del distrito de Chigurip, en sus diferentes poblados, deben organizarse y poner en práctica un sistema de alerta temprano, que permita informar rápidamente a los pobladores ubicados aguas abajo de los flujos de

tierra, en caso de producirse un evento de gran magnitud. Este sistema de alerta, puede estar constituido por radios de comunicación, campanas, silbatos, etc., donde los pobladores deben estar muy bien habituados o familiarizados con el significado de su sonido.

- Viviendas que se encuentren agrietadas, en lo posible deberán de ser deshabitadas.
- Prohibir la construcción de nuevas viviendas dentro de la zona donde se registran movimientos en el terreno y tratar de reubicar los pobladores que se encuentran actualmente viviendo dentro de estas zonas.
- Rellenar y taponar las grietas abiertas que se encuentra en las laderas, ubicadas por encima de la corona de deslizamientos, así como a las grietas laterales, por considerárselas un peligro constante, tanto para pobladores, como para animales que transitan por la zona. El relleno deberá consistir en material fino (arcilla), evitando así también, el ingreso de agua, que produzca empuje o que sirva de lubricante a través de un plano de falla, que puede generar un deslizamiento.
- Continuar con los trabajos de reforestación con especies nativas de la zona.
- Colocar o implementar una red de sismógrafos en la zona, que permitan monitorear el comportamiento del terreno y determinar de manera más precisa la ubicación del punto donde se originan los sismos.
- Los métodos de prospección geofísica, como el método de refracción sísmica, puede ayudar a localizar cavernas.

#### **XIV. BIBLIOGRAFÍA**

CRUDEN, D.M. & VARNES, D.J. (1996). Landslide types and processes. Landslide investigation and mitigation. Washington, D.C., Transportation Research Board, Especial Report 247.

EIRD/ONU (2004) Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres versión 2004. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas.

McCALPIN, J. (1984) *Preliminary age classification of landslides for inventory mapping*. in Proceeding 21 Annual Symposium on Engineering Geology and Soils Engineering. Pochtelo, Idaho.

THORNBURY W. D. (1966) *Principios de geomorfología*. Buenos Aires: Kapelus.

VILLOTA, H. (2005) *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

WILSON, J. (1984) *Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo, Chepen*. Lima. INGEMMET.

WP/WLI (1993) Multilingual landslide glossary. The Canadian Geotechnical Society. Bitech Publishers Ltd.

## XV. ANEXOS

**A) Tabla 4-4: Edad de los deslizamientos (McCalpin, 1984)**

RASGOS DEL DESLIZAMIENTO	CLASES DE EDAD			
	ACTIVO	INACTIVO (JOVEN)	INACTIVO (MADURO)	INACTIVO (VIEJO)
ESCARPA PRINCIPAL	Abrupto, sin vegetación.	Abrupto, en parte con vegetación.	Suave, con vegetación.	Disectado, con vegetación
ESCARPAS LATERALES Y DRENAJE	Abrupto, sin vegetación, quebradas en el borde.	Abrupto, en parte con vegetación, pequeños tributarios con quebradas laterales.	Suave, con vegetación, tributarios sobre el cuerpo hacia el deslizamiento	Márgenes laterales muy vagos, sin drenaje lateral.
MORFOLOGIA INTERNA Y DRENAJE	Depresiones sin drenaje, lagunas, topografía con montículos, bloques internos angulares separados por grietas sin vegetación.	Sin drenaje, depresiones de drenaje, estanques y pantanos, topografía con montículos, grietas internas con vegetación.	Sin depresiones de drenaje, pero suaves, topografía ondulada, red de drenaje anárquico.	Sin depresiones de drenaje, cicatriz del depósito cortado por canales dendríticos normales.
VEGETACIÓN	Ausente o esparcido en las escarpas laterales e internas, es común ver árboles volcados.	Vegetación más joven que el terreno adyacente o de diferente tipo o densidad.	Vegetación con la misma edad del terreno adyacente, pero puede ser de diferente tipo o densidad.	Vegetación con la misma edad, tipo o densidad del terreno que lo rodea.
RELACIONES DEL PIE DEL DESLIZAMIENTO	El eje del drenaje forzado al lado opuesto del valle donde ocurren los deslizamientos activos, represamiento del drenaje, cobertura moderna sobre la llanura aluvial, no modificados por las quebradas.	Lo mismo en cuanto a su actividad, pero, el pie del deslizamiento puede modificarse por el eje de un cauce moderno.	Cubierto por formaciones modernas, pero cortado por una moderna llanura aluvial de meandros; quebrada no estrecha pero ensanchado por el llano aluvial.	Truncado y recubierto por formaciones modernas o morrenas modernas o terrazas.
EDAD ABSOLUTA	Su actividad dentro del tiempo histórico implica menos de aproximadamente 140 años.	Entre 140 a 5000 años.	Entre 5 000 a 10 000 años.	Más antiguo que 10 000 años (a menudo mucho más antiguo).

### **B) Clasificación del estado de la actividad de un deslizamiento, propuesto por WT/WLI (1993).**

1. Deslizamiento activo: presenta movimiento en el momento de la observación.
2. Deslizamiento suspenso: ha tenido movimiento en los últimos 12 meses, pero actualmente se encuentra inactivo.

3. Deslizamiento reactivado: es un deslizamiento activo que previamente fue inactivo, son las reactivaciones de un deslizamiento.
4. Deslizamiento inactivo: No ha sufrido movimiento en los últimos 12 meses.

Los deslizamientos inactivos pueden dividirse en los siguientes estados:

5. Deslizamiento latente: es un movimiento inactivo que se puede reactivar por las causas que lo originaron.
6. Deslizamiento antiguo: es un deslizamiento antiguo que no ha sido afectado nuevamente por sus causas originales.
7. Deslizamiento estabilizado: es un deslizamiento activo en cual se han tomado medidas correctoras.
8. Deslizamiento relicto: es un deslizamiento inactivo que se desarrollo bajo condiciones climáticas o geomorfológicas consideradas diferentes de las que prevalecen actualmente.

**C) Tabla 4-5: Escala de velocidad de deslizamiento (Cruden y Varnes, 1996).**

Clase de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/sec)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	$5 \times 10^3$	5 m/seg
6	Muy rápido	$5 \times 10^1$	3 m/min
5	Rápido	$5 \times 10^{-1}$	1.8 m/hr
4	Moderado	$5 \times 10^{-3}$	13 m/mes
3	Lento	$5 \times 10^{-5}$	1.6 m/año
2	Muy lento	$5 \times 10^{-7}$	16 mm/año
1	Extremadamente lento		