

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6939**

**INFORME FINAL**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE CHAMBIRA**

Región San Martín  
Provincia Picota  
Distrito Shambuyaco



SEPTIEMBRE  
2019

## INDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1 Objetivos de estudio.....	4
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS .....</b>	<b>6</b>
3.1 Geología .....	6
3.2 Geomorfología .....	7
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>8</b>
4.1 Conceptos teóricos .....	8
4.1.1 Peligros geológicos por movimientos en masa .....	8
4.1.2 Deslizamiento.....	9
4.2 Deslizamiento de Chambira .....	9
4.2.1 Monitoreo topográfico .....	12
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE CHAMBIRA

(Distrito de Shamboyacu, provincia de Picota, departamento de San Martín)

### RESUMEN

El presente informe consigna la “Evaluación de peligros geológicos en el sector de Chambira”, inspección de campo realizada el día Sábado 1° de junio de 2019 por una brigada especializada en peligros geológicos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, integrada por los ingenieros Manuel Rosas Casusol, Briant García Fernández Vaca y Segundo Núñez Juárez.

El objetivo de la evaluación geológica fue determinar las condicionantes geológicas y geodinámicas y del entorno geográfico de la zona (naturales o antrópicas), que originaron el deslizamiento que podría afectar al sector de Chambira; e implementar medidas correctivas en forma puntual e integral, para que las autoridades competentes actúen adecuadamente en la prevención y reducción del riesgo de desastre en la localidad evaluada.

Geológicamente, en el área de Chambira afloran secuencias sedimentarias de la Formación Agua Caliente, tope del Grupo Oriente, conformadas por areniscas cuarzosas, masivas, en estratos sesgados de coloraciones blanquecinas a amarillentas, con niveles de areniscas conglomerádicas, e intercaladas con limoarcillitas y arcillitas, de acuerdo a la descripción que realiza Zárate *et al* (1997) en el mapa geológico del cuadrángulo San Rafael (15-k).

Geomorfológicamente, el sector de Chambira está catalogado como “montaña estructural en roca sedimentaria” (RME-rs). En el área de estudio se identificó la unidad de montaña-colina estructural en roca sedimentaria. Existe una continuidad entre la colina y la zona de montaña, por lo cual es difícil separar ambas unidades.

En el área evaluada está ocurriendo un deslizamiento de tipo rotacional, con un escarpe de forma irregular cuya longitud es de 1,100 m en la parte superior (corona), con un salto promedio de 25 m. El cuerpo del deslizamiento presenta una inclinación de 20° a 25°. La distancia desde la corona al pie del deslizamiento es de 900 m. El ancho promedio del cuerpo de deslizamiento es de 800 m. La masa del deslizamiento abarca un área de 65 Ha. El avance principal del deslizamiento es de tipo progresivo.

Las principales causas del deslizamiento, originado por el sismo ocurrido el domingo 26 de mayo de 2019, son: el tipo de roca, moderada a intensamente fracturada. La pendiente en la ladera del cerro, que oscila entre 30° a 35°, lo cual permite que la masa inestable se desplace cuesta abajo en forma lenta pero sostenida. Y la moderada deforestación del terreno, que permite que el agua de lluvia se infiltre en el sustrato rocoso.

Las condiciones geodinámicas del terreno son complejas, el cuerpo del deslizamiento, está conformado por bloques de rocas y troncos de árboles, en matriz arenosa con algo de limos, los cuales son de fácil remoción. Se presentan agrietamientos transversales y

longitudinales a lo largo del cuerpo del deslizamiento, con aperturas entre 0.40 m y 0.80 m, por donde se infiltra fácilmente el agua de lluvia. De producirse un movimiento sísmico de mediana a gran magnitud o generarse lluvias intensas, sumado al factor “pendiente” (20° a 25° de inclinación en el cuerpo del deslizamiento), ocasionaría que la masa inestable del terreno se deslice, este desplazamiento alcanzaría la quebrada Chambira.

En cuanto a las principales conclusiones del presente informe se puede afirmar que el sismo ocurrido el domingo 26 de mayo del 2019 dio lugar a un deslizamiento en el sector Chambira, el cual es de tipo rotacional, con una corona de 1,100 m de longitud, y un avance principal de tipo progresivo. La matriz del cuerpo del deslizamiento está conformada por arenas blanquecinas, algo amarillentas a plomizas; con cantidades menores de limos, de color rojizo. La pendiente en las laderas tiene una inclinación entre 30° a 35°, lo cual permite que la masa inestable se desplace cuesta abajo en forma lenta pero sostenida. Se observan agrietamientos transversales y longitudinales a lo largo del cuerpo del deslizamiento, con aperturas entre 0.40 m y 0.80 m, por donde se infiltra fácilmente el agua de lluvia.

Las principales recomendaciones son: Debido a que existen evidencias de campo concretas de un deslizamiento en la parte superior de la quebrada Chambira, los pobladores no deben realizar ninguna actividad que impacte a la quebrada, esa zona debe ser declarada intangible. Se deben colocar estacas en el cuerpo del deslizamiento, con 1.5 m de altura por encima de la superficie, pintadas con colores visibles, observadas periódicamente (cada 3 o 5 días) para comprobar si se deslizan (monitoreo económico y fácil de realizar). Se debe realizar un monitoreo topográfico, el cual es el más utilizado en esta clase de movimientos en masa, por su disponibilidad y economía. Se debe reforestar las laderas inestables buscando devolver al terreno los elementos de sostenimiento natural que se perdieron a causa de la deforestación.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) dentro de sus ámbitos de competencia y funciones, se encarga de “Identificar, estudiar y monitorear los peligros geológicos”.

INGEMMET realiza esta labor dentro del marco del Acuerdo Nacional, que en su capítulo III: “Competitividad del país”, desarrolla el punto N° 19: “Desarrollo sostenible y gestión ambiental”.

Las inspecciones geológicas son concebidas principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), y son publicadas en boletines y reportes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico a través de la ACT.7: **Evaluación de Peligros Geológicos A Nivel Nacional.**

El **Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)** solicitó al INGEMMET una inspección geológica en el sector de Chambira, distrito de Shamboyacu, provincia de Picota, departamento de San Martín.

Para la inspección geológica en el sector antes mencionado, el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso de la brigada especializada en peligros geológicos que se encontraba evaluando los sectores de Playa Hermosa (región Loreto) y El Sauce (región San Martín) para que evaluara la zona de Chambira. La brigada estaba conformada por los ingenieros Segundo Núñez, Briant García y Manuel Rosas.

La inspección técnica se realizó el día sábado 01 de junio del 2019, donde se identificó un deslizamiento originado por el sismo del domingo 26 de mayo del 2019.

Se realizó un sobrevuelo con un dron que Sernanp puso a disposición y que fue operado por un técnico especialista, el cual trabaja con Sernanp mediante convenio internacional. Se obtuvieron fotografías aéreas de la zona afectada.

El presente informe consigna las observaciones geomorfológicas, geológicas y de peligros geológicos, del sector de Chambira.

Se realizaron coordinaciones con el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), y la Comunidad Nativa de Chambira, con la finalidad de determinar acciones inmediatas, a fin de mitigar los efectos que pueda desencadenar el deslizamiento sobre la comunidad nativa de Chambira.

### **1.1 Objetivos del estudio**

- Determinar las condicionantes geológicas y geodinámicas y del entorno geográfico de la zona (naturales o antrópicas), que originaron el deslizamiento que podría afectar al sector de Chambira.
- Implementar medidas correctivas en forma puntual e integral, esto servirá para que las autoridades competentes actúen adecuadamente en la prevención y reducción del riesgo de desastres en la localidad evaluada.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 Ubicación**

La Comunidad Nativa de Chambira, jurisdicción del distrito de Shamboyacu, provincia de Picota, departamento de San Martín, se encuentra a una altitud aproximada de 850 m s.n.m.

La zona objeto del presente estudio, está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 7° 2' 37.82" S, Longitud 76° 3' 51.56" O. (**Ver Figura N° 1**)

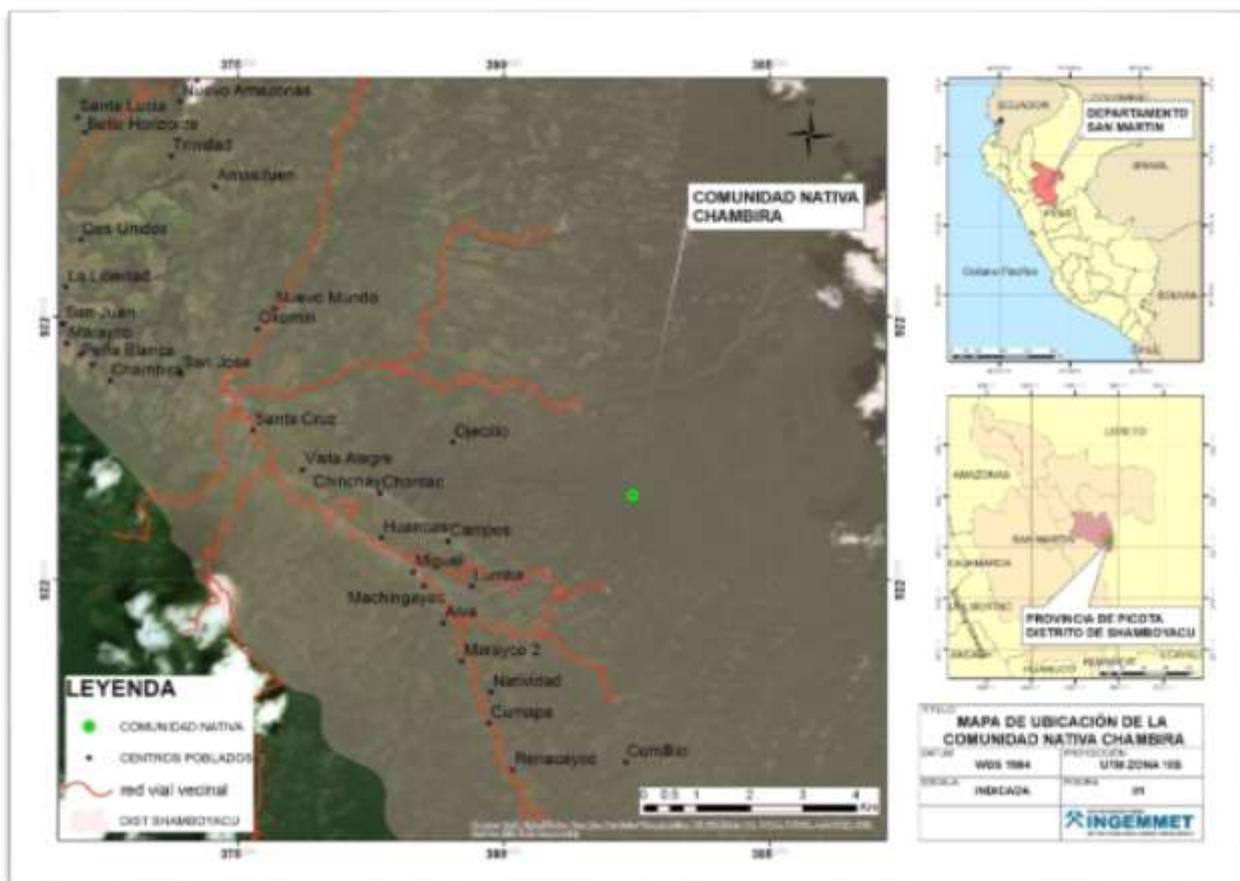


Figura N° 1: Mapa de ubicación del sector Chambira.

El **acceso** desde Lima se realizó por vía aérea hasta la ciudad de Tarapoto, luego continuó por vía terrestre hasta la comunidad de Chambira, progresando por una carretera asfaltada/afirmada, en regular a buen estado de conservación. (Ver Cuadro N° 1)

Vía	De	A	Kms	Tiempo (hr)	Estado de Vía
Aérea	Lima	Tarapoto	623	0:50	
Terrestre	Tarapoto	Chambira	105	2:25	Asfaltado/Afirmado
	<b>Total</b>		<b>728</b>	<b>3:15</b>	

Cuadro N° 1: Forma de acceder a la zona de la evaluación geológica.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1 Geología

Tomando como referencia el mapa geológico del cuadrángulo San Rafael (15-k), realizado por Zarate *et al* (1997), podemos indicar que en el área de Chambira afloran secuencias sedimentarias de la Formación Agua Caliente, tope del Grupo Oriente, conformadas por areniscas cuarzosas, masivas, en estratos sesgados de coloraciones blanquecinas a amarillentas, con niveles de areniscas conglomerádicas, e intercaladas con limoarcillitas y arcillitas que algunas veces contienen restos de plantas.

En la parte intermedia del cuerpo del deslizamiento la roca se encuentra moderada a fuertemente fracturada, por esta razón en el terreno ocurren bloques sueltos con dimensiones que varían entre 0.15 m a 0.80 m de diámetro.

En general, la arenisca de color blanco amarillento presenta meteorización de tipo fisicoquímico por infiltración de aguas de lluvia. **(Ver Foto N° 1)**

Estas secuencias, con alta meteorización, han originado suelos constituidos por arenas y limos, con espesores entre 0.50 m a 1.20 m, frágiles a ser removidos.



**Foto N° 1:** Secuencia de areniscas blanquecinas, algo plumizas, con alta meteorización, con bloques subangulosos con diámetros de 15 cm en promedio.

### 3.2 Geomorfología

#### a) Pendiente del terreno

La pendiente del terreno en las laderas que conforman la zona estudiada varía de 30°-35°. La parte superior del deslizamiento presenta una pendiente moderada y más uniforme, con una inclinación menor a 10°. (Ver Foto N° 2)



*Foto N° 2: Zona intermedia del deslizamiento de Chambira, con una pendiente promedio de 35°. Se observan troncos con una inclinación de 85° en promedio, en contra de la pendiente.*

#### b) Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se ha identificado la siguiente geoforma:

- Unidad de montañas-colinas:

La unidad de montaña se refiere a cerros que tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local, esta unidad se clasifica según el tipo de roca. Las colinas son cerros con alturas menores a 300 m con respecto al nivel de base local.

Según el mapa geomorfológico del Perú (Geocatmin 2019), el sector de Chambira es catalogado como montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs).

En el área de estudio se identificó la unidad de montaña-colina estructural en roca sedimentaria. Existe una continuidad entre la colina y la zona de montaña, por lo cual es difícil separar ambas unidades.

Litológicamente corresponde a rocas sedimentarias de la Formación Agua Caliente (areniscas) del Grupo Oriente. Presentan laderas con pendientes moderadas a fuertes, de cumbres uniformes, algo alargadas, formando valles fluviales. (**Ver Foto N° 3**)

Geodinámicamente se asocian a movimientos en masa de tipo caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, flujos de detritos (huaicos), reptación de suelos y erosión de laderas.



**Foto N° 3:** Unidad de Montañas – Colinas estructurales en rocas sedimentarias, con una pendiente que varía entre 30° y 35°.

## 4. PELIGROS GEOLOGICOS

### 4.1 Conceptos teóricos

#### 4.1.1 Peligros geológicos por movimientos en masa

El término “movimientos en masa” incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, detritos o tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). La clasificación de movimientos en masa, de Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988), tiene en cuenta dos elementos: el tipo de movimiento y el material. En cuanto al tipo de movimiento consideran cinco clases: caídas, vuelcos, deslizamiento, flujo y propagación lateral. Dentro de los materiales involucrados se consideran: rocas y suelos, estos últimos subdivididos en detritos y tierras.

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial–subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de vías de acceso. Se

tiene como causantes de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona; además, los sismos influyen en la ocurrencia de deslizamientos, caída de rocas y derrumbes. Este último factor originó el deslizamiento de Chambira.

#### 4.1.2 Deslizamiento

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desliza el material, en traslacionales y rotacionales.

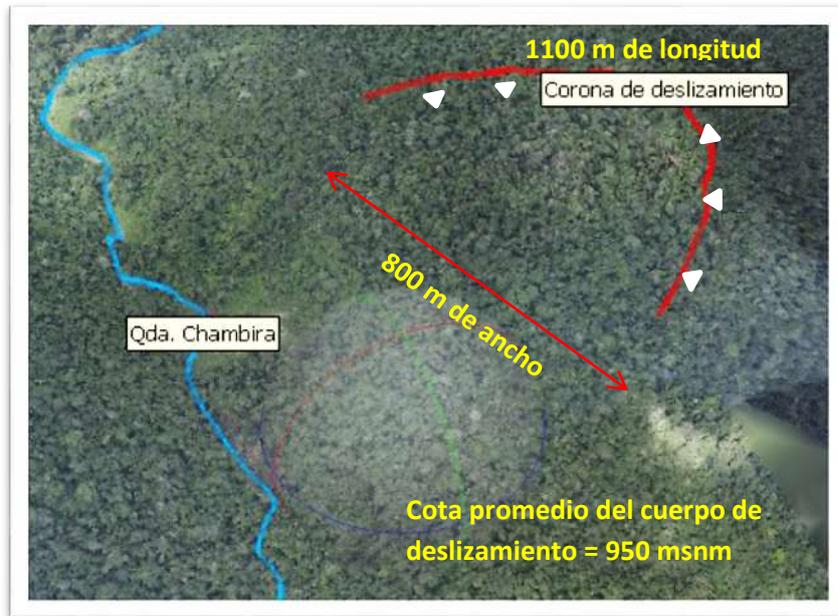
Deslizamiento rotacional: Se define como un deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. La cabeza del movimiento puede moverse hacia abajo dejando un escarpe casi vertical, mientras que la superficie superior se inclina hacia atrás en dirección al escarpe. Estos movimientos ocurren frecuentemente en masas de material relativamente homogéneo, pero también pueden estar controlados parcialmente por superficies de discontinuidad pre-existentes (Cruden y Varnes, 1996).

#### 4.2 Deslizamiento de Chambira

Este deslizamiento ocurrió por el sismo del domingo 26 de mayo del 2019.

##### a) Características del deslizamiento:

- ✓ Escarpe principal de tipo rotacional de forma irregular, con longitud de 1,100 m en la parte superior (corona), con un salto promedio de 25 m. **(Ver Foto N° 4)**
- ✓ El cuerpo del deslizamiento presenta una inclinación de 20° a 25°.
- ✓ La distancia desde la corona al pie del deslizamiento es de 900 m.
- ✓ El ancho promedio del cuerpo de deslizamiento es de 800 m. **(Ver Foto N° 4)**
- ✓ La masa del deslizamiento abarca un área de 65 Ha (650,000 m<sup>2</sup>).
- ✓ El avance principal del deslizamiento es de tipo progresivo.
- ✓ Se tienen escarpes secundarios que tienen alturas comprendidas entre 2 a 5 m.
- ✓ La matriz del cuerpo del deslizamiento está conformada por arena, blanquecina, algo amarillenta a plomiza; con cantidades menores de limos, de color rojizo.
- ✓ En el cuerpo del deslizamiento se tienen bloques de rocas con tamaños hasta de 0.8 m de diámetro, con formas subangulosas, de naturaleza arenisco-cuarzosa.
- ✓ A lo largo de la superficie del cuerpo deslizamiento se encontraron troncos de árboles con inclinaciones de 85° en promedio, en contra de la pendiente. **(Ver Foto N° 5)**
- ✓ A lo largo del cuerpo del deslizamiento se observaron zonas saturadas de agua, esto se debe en parte a filtraciones de agua producto de tuberías colocadas por algunos propietarios de terrenos de cultivos como café y cacao (actividad antrópica). **(Ver Foto N° 6)**



**Foto N° 4:** Vista panorámica del deslizamiento de Chambira, la longitud de la corona de deslizamiento mide 1,100 m con un ancho promedio de 800 m.



**Foto N° 5:** Árboles inclinados en dirección opuesta al movimiento de ladera, originado por el deslizamiento; la inclinación de los árboles es de 86°.



*Foto N° 6: Tubería de agua de 1 pulgada de diámetro, en un escarpe con 2 m de desnivel.*

**b) Causas del deslizamiento:**

- ✓ Roca moderada a intensamente fracturada, con fracturamiento abierto, característica que facilita el aporte de material hacia el cuerpo del deslizamiento.
- ✓ Por el grado de fracturamiento de la roca, en el cuerpo del deslizamiento se tiene bloques de roca comprendidos entre 0.15 m a 0,80 m de diámetro.
- ✓ La roca se encuentra moderada a intensamente meteorizada, la meteorización es fisicoquímica, lo cual genera un suelo arenoso con algo de limos.
- ✓ El suelo está formado por arenas y limos, que permiten la infiltración y retención del agua, esto conlleva a la saturación del terreno.
- ✓ La pendiente en la ladera del cerro mide entre 30° a 35°, lo cual permite que la masa inestable se desplace cuesta abajo en forma lenta pero sostenida.
- ✓ Moderada deforestación del terreno, que permite que el agua de lluvia se infiltre en el sustrato rocoso.

**c) Condiciones geodinámicas del terreno:**

- ✓ Sobre el cuerpo del deslizamiento se tienen bloques de roca y restos de troncos de árboles, de fácil remoción.
- ✓ De producirse un movimiento sísmico de mediana a gran magnitud o generarse lluvias intensas, sumado al factor "pendiente" (20° a 25° de inclinación en el cuerpo

del deslizamiento), ocasionaría que la masa inestable del terreno se deslice, este desplazamiento alcanzaría la quebrada Chambira.

- ✓ El cuerpo del deslizamiento, está conformado por bloques de rocas y troncos de árboles, en matriz arenosa con algo de limos, los cuales son de fácil remoción.
- ✓ Se presentan agrietamientos transversales y longitudinales a lo largo del cuerpo del deslizamiento, con aperturas entre 0.40 m y 0.80 m, por donde se infiltra fácilmente el agua de lluvia. **(Ver Foto N° 7)**



**Foto N° 7:** Zona media del deslizamiento, grietas con una apertura promedio de 0.70 m, en suelos blandos, formados principalmente por arenas sueltas.

#### 4.2.1 Monitoreo topográfico

Luego de originarse un deslizamiento, se requiere encontrar las causas y mecanismos del movimiento y determinar las medidas correctivas que se deben implementar para controlar el fenómeno. Para lograr este objetivo se deben conocer en detalle los parámetros que caracterizan el problema y con este fin, se requiere programar un estudio detallado del deslizamiento.

El término “deslizamiento” indica que el movimiento ya ocurrió y por lo tanto, deben existir indicios importantes que pueden aportar muy buena información.

- **Reconocimiento del tipo y características del movimiento**

Primero debe reconocerse el tipo de deslizamiento, éste puede determinarse con base en el estudio de los sistemas de agrietamiento.

Por ejemplo, en un deslizamiento rotacional, las grietas son ligeramente curvas en el plano vertical y son cóncavas en la dirección del movimiento, mientras los deslizamientos

traslacionales en bloque, presentan generalmente grietas verticales algo rectas y con el mismo ancho de arriba hasta abajo. Es importante, además, identificar la mayoría de los parámetros que controlan el movimiento mediante un estudio geotécnico.

El sistema de aguas subterráneas puede detectarse con base en la localización de los afloramientos de agua, mediante piques y sondeos, o utilizando piezómetros. En la vista al sitio, es conveniente ver el deslizamiento a distancia, para obtener una visión global y regional del problema.

- **Localización de la superficie de falla**

La localización de la superficie de falla puede realizarse de formas muy variadas:

- ✓ Geométricamente. Utilizando las evidencias topográficas superficiales, se puede inferir en forma aproximada y con un margen relativamente grande de error.
- ✓ Utilizando ensayos de penetración. La superficie de falla generalmente coincide con una profundidad a la cual la resistencia del suelo disminuye y por lo tanto, la resistencia a la penetración es menor disminuyendo el número de golpes en el ensayo de penetración estándar.
- ✓ Mediante inclinómetros. La utilización de inclinómetros es un sistema muy utilizado en los estudios detallados de movimientos relativamente lentos, en los cuales se requiere detectar deformaciones relativamente pequeñas. Así mismo, puede determinarse la profundidad aproximada de la superficie de falla mediante diversos ensayos o por métodos artesanales.
- ✓ Con geofísica. Se pueden utilizar sondeos geoeléctricos, tomografía o prospecciones sísmicas para determinar el espesor de la masa en movimiento. Este procedimiento es muy útil en los coluviones que se deslizan sobre una superficie de roca. La tomografía 3D permite obtener la volumetría de la masa de deslizamiento en tres dimensiones.

Para identificar los mecanismos de falla se recomienda (en todos los casos) colocar algún tipo de instrumentación. La intensidad y el detalle de la instrumentación dependerá de los recursos económicos y técnicos disponibles y de la importancia y complejidad del deslizamiento. El monitoreo topográfico comúnmente es el más utilizado por su disponibilidad y economía. Sin embargo, éste no es suficiente para determinar las propiedades del deslizamiento a profundidad.

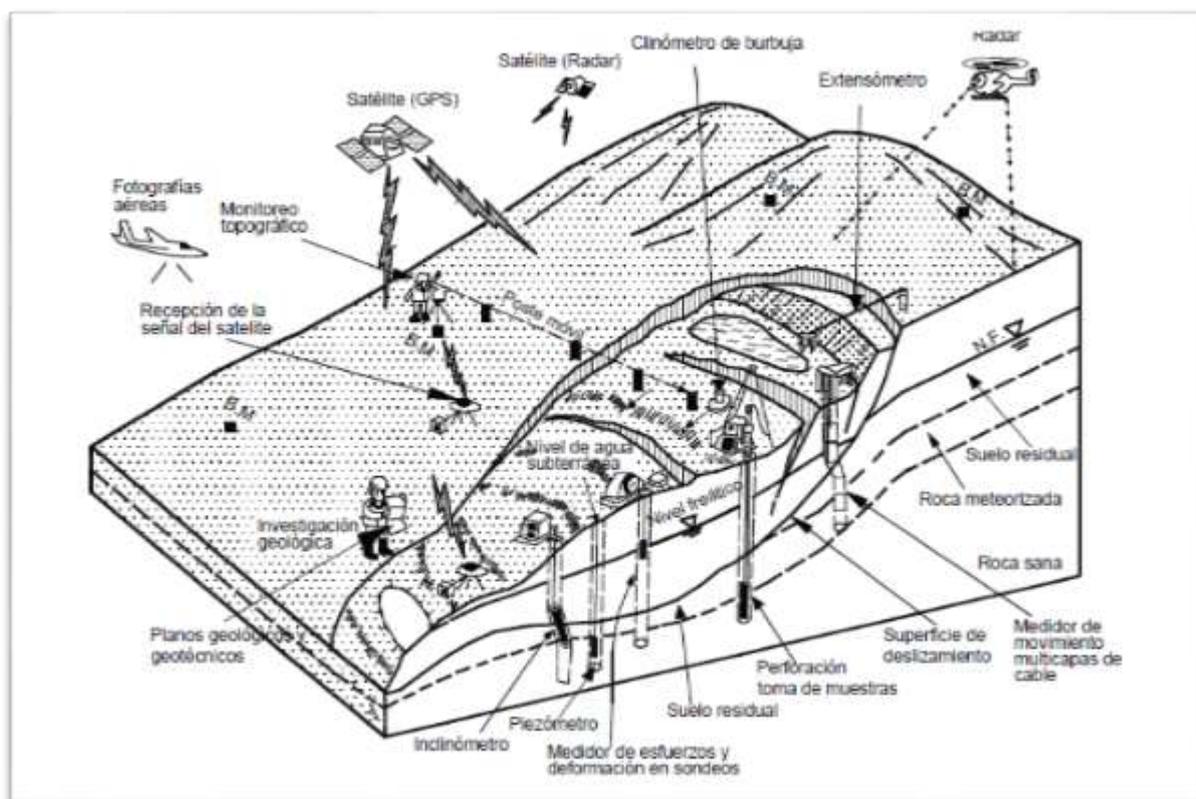
- **Diseño del programa de instrumentación y monitoreo**

Para diseñar el programa de monitoreo se requiere haber realizado previamente una investigación detallada del deslizamiento, haber determinado el mecanismo general de falla y tener una magnitud de la escala de la profundidad de la superficie de falla.

Para el diseño de la instrumentación y el monitoreo, se recomiendan los siguientes criterios:

- ✓ Localizar los sitios estables para la colocación de BMs de referencia. Estos sitios deben estar sobre la roca o suelos estables por fuera del área del movimiento.
- ✓ Determinar las líneas para la colocación de postes para el monitoreo topográfico. Se recomiendan las líneas transversales a la dirección del movimiento; tanto la parte alta como baja e intermedia del deslizamiento.
- ✓ Identificar los sitios donde se requiere localizar inclinómetros, piezómetros y otros instrumentos. Los inclinómetros no deben colocarse en los sectores donde se esperan desplazamientos de más de 20 centímetros, (en el período de monitoreo debido a que se ocasionaría la rotura de los ductos). Los piezómetros son muy importantes en la parte alta del deslizamiento para determinar las presiones de poros relacionadas con la recarga hidrogeológica.
- ✓ Determinar los tiempos y procedimientos para las jornadas de medición, así como el procesamiento de los datos. **(Ver Figura N° 2)**

Fuente: *Métodos de Manejo y Estabilización*, Jaime Suarez (1998).



**Figura N° 2:** Instrumentación y monitoreo topográfico de deslizamientos

## CONCLUSIONES

- a) El sismo ocurrido el domingo 26 de mayo del 2019 dio lugar a un deslizamiento en el sector Chambira, el cual es de tipo rotacional, con una corona de 1,100 m de longitud, y un avance principal de tipo progresivo.
- b) La matriz del cuerpo del deslizamiento está conformada por arenas blanquecinas, algo amarillentas a plumizas; con cantidades menores de limos, de color rojizo.
- c) En el cuerpo del deslizamiento se tienen bloques de rocas con tamaños hasta de 0.8 m de diámetro, con formas subangulosas, de naturaleza arenisco-cuarzosa.
- d) La pendiente en las laderas tiene una inclinación entre 30° a 35°, lo cual permite que la masa inestable se desplace cuesta abajo en forma lenta pero sostenida.
- e) El cuerpo del deslizamiento está conformado por bloques de rocas y troncos de árboles, en matriz arenosa con algo de limos, los cuales son de fácil remoción.
- f) Se observan agrietamientos transversales y longitudinales a lo largo del cuerpo del deslizamiento, con aperturas entre 0.40 m y 0.80 m, por donde se infiltra fácilmente el agua de lluvia.
- g) De producirse un movimiento sísmico de mediana a gran magnitud o generarse lluvias intensas, sumado al factor pendiente (20° a 25° de inclinación en el cuerpo del deslizamiento), ocasionaría que la masa inestable del terreno se deslice, este desplazamiento alcanzaría la quebrada Chambira, poniendo en riesgo algunas viviendas de la comunidad nativa de Chambira, asentadas cerca a las márgenes de la quebrada en mención.

## RECOMEDACIONES

- Debido a que existen evidencias de campo concretas de un deslizamiento en la parte superior de la quebrada Chambira, los pobladores no deben realizar ninguna actividad que impacte a la quebrada, esa zona debe ser declarada intangible.
- Se deben colocar estacas en el cuerpo del deslizamiento, con 1.5 m de altura por encima de la superficie, pintadas con colores visibles, observadas periódicamente (cada 3 o 5 días) para comprobar si se deslizan (monitoreo económico y fácil de realizar).
- Se debe monitorear periódicamente el área del deslizamiento para reconocer - apenas se esté formando - un embalse de agua, para realizar las labores de drenaje lateral.
- Si se forman charcos, se debe drenar el agua del cuerpo del deslizamiento mediante zanjas o sangrías con tubos de PVC perforados e instalados en la masa inestable.
- Se debe realizar un monitoreo topográfico, el cual es el más utilizado en esta clase de movimientos en masa, por su disponibilidad y economía.

- Se debe reforestar las laderas inestables buscando devolver al terreno los elementos de sostenimiento natural que se perdieron a causa de la deforestación. Para ello se debe tomar en cuenta las especies nativas y/o exóticas que más se adapten a las condiciones y principalmente que cumplan con la función de relación de suelos y/o contención del terreno inestable.
- Se debe continuar concientizando a la población local sobre el peligro geológico y los consiguientes daños que ocasionan fenómenos de remoción en masa como los derrumbes y deslizamientos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Delgado F. & Albínez L. 2016. Evaluación geodinámica del caserío Candamo. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Masana M., Sabino L. & Campos R. 2015. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Nuñez S., 2009. Peligro por deslizamiento en el sector de Shamboyacu. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Nuñez S. & Luque G. 2012. Peligro por flujo de detrito en el sector Porvenir. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Nuñez S. & Villacorta S. 2013. Peligros geológicos en los centros poblados Carrizales, San Miguel – El Mirador, Pacaypite y Jepelacio. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
- Proyecto multinacional andino: Geociencias para las comunidades andinas, 2007. Movimientos en masa en la región andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Publicación geológica multinacional N° 4.
- Zárate H., Galdos J. & Ticona P. 1997. Geología de los cuadrángulos de San Rafael, Río Cushabatay e Inahuaya. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Boletín N° 100, Serie A: Carta Geológica Nacional.