

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO SUBDIRECCIÓN DE  
EVALUACIÓN Y CONOCIMIENTO AMBIENTAL – SUBCEA.**

**ESTUDIO DE SUSCEPTIBILIDAD, AMENAZA RELATIVA A FENÓMENOS DE  
REMOCIÓN EN MASA DEL MUNICIPIO DE SAN BERNARDO. ESCALA  
1:25.000 DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**SAN JUAN DE PASTO, NOVIEMBRE DE 2013.**

## RESUMEN

La susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa es la predisposición que presenta un talud o ladera a fallar debido a características geomorfológicas, físicas, ambientales e intrínsecas de la zona.

En este documento se plasman los resultados del estudio de Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa en el Municipio de San Bernardo, Departamento de Nariño, para lo cual se aplicó los lineamientos metodológicos de los siguientes documentos “Metodología Para la Zonificación de Remoción en Masa” propuesto por Ingeominas- Corporación Valle del Cauca (CVC). Se aplicó el Método Univariado que hace uso de variables cualitativas, cuantitativas y temáticas entre las cuales podemos mencionar la Geología, Geomorfología, Pendientes, Acuenca, Rugosidad, Cobertura y Uso de Suelos.

De esta manera se obtiene una zonificación de la susceptibilidad por movimientos en masa de la zona comprendida en las planchas a escala 1:25000 4111C, 4111IIA y 4111IIB de fuente IGAC, correspondiente al municipio de San Bernardo.

La descripción de los resultados en el mapa, se realiza con la distribución de la zonificación de la amenaza clasificada en categorías de amenaza muy alta, alta, media, baja y muy baja.

## **ANTECEDENTES**

Los reportes del Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres del departamento de Nariño, publicados por la Dirección de Gestión del Riesgo del Ministerio del Interior y de Justicia (DGR, 2011), identificaron en 45 municipios del departamento 11.288 familias afectadas por fenómenos de remoción en masa y 11.135 familias por eventos de inundaciones en 13 municipios<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Dirección de Gestión de Riesgo– SIGPAD 2011

## LOCALIZACIÓN Y GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de San Bernardo se encuentra ubicado al noroccidente del departamento de Nariño, en un área de influencia del macizo Colombiano entre los cerros: Helechal y Pico Chaqué, se localiza a 1° 30'00" de Latitud Norte y a 72° 02'00" de Longitud Occidental, lo separan 77 Km. de la ciudad de Pasto. Presenta un relieve quebrado con predominio de ladera y tiene una extensión aproximada de 6.445 ha, lo equivalente a 64,45 Km<sup>2</sup>.

Está a una altura de 2100 m.s.n.m. de clima medio seco correspondiente a la formación vegetal de bosque seco montano bajo, con una temperatura promedio de 18° C. *La precipitación media anual es de 2800 mm, los periodos lluviosos del año son marzo a mayo y octubre a diciembre y los de verano son enero- febrero y Junio a Septiembre*<sup>2</sup>.

La división territorial del municipio de san Bernardo está compuesto sector urbano o cabecera municipal y el sector rural o suelo rural que comprende el Corregimiento de la Vega, conformado por las veredas: La Vega, La Mina, La Esmeralda, Buena Vista, San Vicente, Plazuelas, Junín, Peñas Blancas, Aguacillas Baja, Aguacillas Alta, La Primavera, y Villa María; y el corregimiento especial de San Bernardo, conformado por las veredas: Los Árboles. La Florida, Sabanetas, Mirador la Playa, San Francisco, San Antonio Bajo, San Antonio Alto, Bello Horizonte, Pueblo Viejo, Los Alpes, Pindal Alto, Pindal Bajo, Villa Nueva, y Cerritos.

El Municipio se interconecta con la troncal Pasto – Buesaco – La Unión – Higueros y la troncal complementaria El Empate - San José de Albán – San Bernardo – Belén, Génova, la Cruz – San Pablo e Higueros, que son las principales vías de acceso al municipio.

*“Los cuerpos de agua son principalmente: Subcuenca La Estancia a la que pertenece la quebrada La Estancia, Subcuenca San Bernardo a la que pertenecen las quebradas Plazuelas, La Mina, Junin, El Rollo, Cueva de la Vieja, La Providencia, Hueco Hondo, La Florida, Pueblo Viejo y El Pailón, Subcuenca Peñas Blancas con las quebradas Aguacillas, Vengala, La Ensenada y La Rusia”*<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.

<sup>3</sup> Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.

Límites del municipio:

- Norte: Con los Municipios de Belén y La Cruz.
- Sur: Con el Municipio de Albán.
- Oriente: Con el Municipio de Tablón de Gómez.
- Occidente: Con el Municipio de Arboleda y San Pedro de Cartago.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Generar el mapa de Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa a escala 1:25.000 del Municipio de San Bernardo, Departamento de Nariño, como herramienta para realizar la evaluación y ajuste al Esquema de Ordenamiento Territorial en el tema de riesgo, amenaza y vulnerabilidad, con el fin de fortalecer el tema de prevención, atención de emergencias y mitigación de riesgos a nivel municipal.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar, clasificar y realizar un inventario de los Fenómenos de Remoción en Masa que se presentan en el Municipio de San Bernardo.
- Generar un mapa a escala 1:25.000 acompañado del informe final que sirva como herramienta para articular los diferentes procesos de ordenamiento territorial y gestión del riesgo en el Municipio de San Bernardo.

## **METODOLOGIA**

Para la ejecución del proyecto se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- Recolección de información primaria y secundaria.
- Identificación y elaboración de inventario de fenómenos de remoción en masa en el área de estudio.
- Identificación y aplicación de metodología de análisis de susceptibilidad de remoción en masa aplicable al área de estudio.
- Aplicación de la metodología y análisis de resultados.
- Elaboración de Mapas.
- Elaboración de informe final.

## **TRABAJO DE CAMPO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

El trabajo de campo se lo realizó con el apoyo del Señor Alcalde Luciano Coronel Bolaños, la coordinación de la Secretaría de Obras, Secretaría de Gobierno, Comité Municipal de Gestión de Riesgo y Desastres (CMGRD) y la Secretaría de Planeación. Los recorridos se realizaron con el acompañamiento de los señores: **Ilario Ramirez y Orlando Nacaza** en representación de la Administración Municipal, los cuales dieron información del sitio y fecha de ocurrencia de los eventos. Cabe resaltar que el trabajo de campo se realizó en dos fases, la primera se recolectó información secundaria referente a la documentación existente de eventos reportados en la oficina de Planeación y en la segunda fase se realizó trabajo de campo efectuando un inventario de fenómenos de remoción en masa en todo el Municipio.

### **Inventario de Fenómenos de Remoción en Masa**

El trabajo de campo se desarrolló mediante visitas de carácter técnico a las diferentes veredas del municipio, basándose en la observación directa del fenómeno; describiendo ubicación, uso de suelo, cobertura, actividad del movimiento, clasificación del movimiento, morfometría, causas del movimiento, etc., datos que son consignados en formatos de INGEOMINAS y GEOSCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS.

Se realizó la georeferenciación de 62 puntos ubicados en el siguiente mapa.

**Mapa con georeferenciación**

**IGNACIO SANTACRUZ-PENDIENTE**

*Inventario de eventos correspondientes a movimientos en masa.*



Para el proceso de caracterización de los movimientos en masa presente en el Municipio de San Bernardo se empleó la clasificación de los movimientos en masa del PMA-GMA en el 2007. A continuación se realiza la definición y descripción del tipo de movimientos y los eventos más representativos respectivamente .

Al desarrollar el trabajo de campos se observó dos tipos de movimientos:

1. Desplazamientos o deslizamientos, los cuales a su vez pueden ser de tipo Rotacional o Traslacional.
2. Caída.

## **1. DESLIZAMIENTOS**

Un deslizamiento es un movimiento ladera abajo de una masa de suelos o rocas, que ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante (Cruden & Varnes, 1996).

Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente a lo largo de lo que, eventualmente, será la superficie de ruptura; el volumen de material desplazado se incrementa a partir de un área de falla local (Cruden & Varnes, 1996).

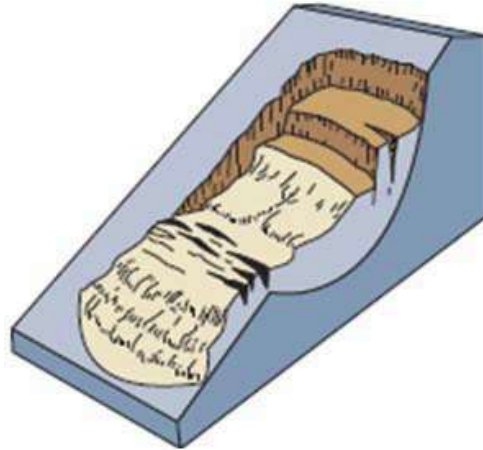
Muchas veces, los primeros signos de movimiento son grietas en la superficie original del terreno, a lo largo de lo que más tarde será el escarpe principal del deslizamiento (Cruden & Varnes, 1996). El material desplazado puede deslizarse más allá de la punta de la superficie de ruptura, cubriendo la superficie original del terreno, la cual, a su vez, se convierte en superficie de separación (Cruden & Varnes, 1996). Estos a su vez pueden ser:

- **Deslizamientos rotacionales.**

Estos deslizamientos se mueven a lo largo de superficies de ruptura curvas y cóncavas, con poca deformación interna del material (Cruden & Varnes, 1996). La cabeza del material desplazado se mueve verticalmente hacia abajo, mientras que la parte superior del material desplazado se bascula hacia él. El escarpe principal es prácticamente vertical y carente de soporte, por lo que se pueden esperar movimientos posteriores que causen retrogresión del deslizamiento a la altura de la corona (Cruden & Varnes, 1996).

Ocasionalmente, los márgenes laterales de la superficie de ruptura pueden ser los suficientemente altos y empinados, como para producir deslizamientos hacia la zona de pérdida (Cruden & Varnes, 1996). El agua de escorrentía o un nivel freático

somero pueden causar el desarrollo de lagunas en las secciones basculadas de material desplazado, lo que a su vez, mantiene el material saturado y perpetúa el movimiento hasta que se desarrolle una pendiente suficientemente baja (Cruden & Varnes, 1996).

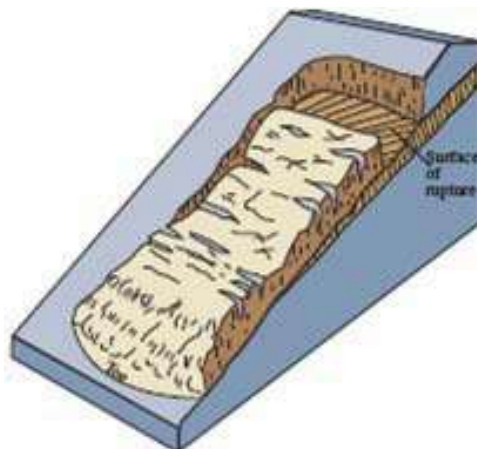


Esquema de un deslizamiento rotacional (Tomado de USGS, 2004)

- **Deslizamientos traslacionales.**

La masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura plana o suavemente ondulada y superponiéndose a la superficie original del terreno (Cruden & Varnes, 1996).

La superficie de ruptura usualmente se orienta a lo largo de discontinuidades como fallas, juntas, planos de estratificación o el contacto entre roca y suelos residuales o transportados (Cruden & Varnes, 1996). En los deslizamientos traslacionales la masa desplazada puede también fluir, convirtiéndose en un flujo de detritos ladera.



Esquema de deslizamiento Traslacional, (USGS, 2004)

## 2. CAIDAS

Todas las caídas se inician con un desprendimiento de suelo o roca de una ladera muy empinada, a lo largo de una superficie en la que poco o ningún desplazamiento cortante se desarrolla (Cruden & Varnes, 1996). El material desciende en caída libre, saltando o rodando. Solo cuando la masa desplazada es socavada, las caídas son precedidas por pequeños deslizamientos o movimientos de basculamiento que separan el material de la masa no perturbada (Cruden & Varnes, 1996). El Socavamiento ocurre típicamente en suelos cohesivos o rocas al pie de escarpes que sufren el ataque de las olas o debido a la erosión de márgenes de ríos.



Esquema de caídas de roca, (Tomado de USGS, 2004)



A continuación se relaciona los eventos más importantes clasificándolos de acuerdo al tipo de movimiento y la localización de los puntos georeferenciados se realizó de acuerdo a los datos GPS del equipo Garmin referenciado en la parrilla observatorio Bogotá, con W 77°04,855, escala 1.000.000, falso E: 1.000.000, falso N: 491446,8.

### **DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES:**

#### **Evento 13.**

Este grupo de movimientos en masa se encuentran ubicados sobre la Vereda Aguacillas sector bajo en coordenadas N: 661.868, E: 1.007.868, altura 2.672 m.s.n.m. Su cobertura y uso de suelos en donde se localiza este movimiento corresponde a bosque ripario, pastos y cultivos de fique.

El sector geomorfológicamente se clasifica como ladera de forma cóncava con inclinación aproximada de 20 ° y una longitud de 120 m.

	
<p>Deslizamiento tipo rotacional</p>	<p>Evento 13. Cobertura de la zona</p>

Este evento corresponde al tipo desplazamiento rotacional el cual está activo, para efectos de cubicación se estimó una longitud de 120 m, un espesor de masa desplazada de 2 m y un ancho medio de 80m, para obtener un volumen desplazado de 19.200 m<sup>3</sup>. En este evento es importante tener en cuenta las épocas de lluvia debido a que este fenómeno se presenta sobre la Quebrada La Mina y directamente el aumento de las lluvias y por ende el aumento del caudal generan socavación de la parte baja de la ladera e inestabilidad en el cuerpo de la misma.

#### **Evento 14.**

La ubicación de este evento es la vereda Peñas Blancas sobre el cauce de la quebrada del mismo nombre, en coordenadas planas N: 661.970, E: 1.007.958 a una altura de 2.672 m.s.n.m, la zona tiene una cobertura correspondiente a bosques sobre el margen de la quebrada y pastos en los terrenos. Geomorfológicamente se clasifica como ladera de aproximadamente 15 grados de inclinación.

Este evento corresponde a un deslizamiento tipo rotacional en estado latente con una distribución retrogresiva, en campo se observó un suelo de textura franco-arcillosa de color café claro y con presencia de esquistos. Se obtuvo un volumen desplazado de aproximadamente 16.000 m<sup>3</sup> a partir de una longitud de 40 m, un espesor de masa desplazada de 2 m y un ancho medio de 200 m.



Evento 14. Cobertura de la zona, deslizamiento de tipo rotacional.

### Evento 28.

La ubicación de este evento en coordenadas planas es N: 661.801, E: 1.006.911 a una altura de 2.464 m.s.n.m, en la vereda La Mina, sector El encino, corresponde a un Desplazamiento Rotacional, es un deslizamiento que se encuentra activo, su estilo es complejo y la distribución retrogresivo. La zona corresponde a una ladera de aproximadamente 10 grados, donde su cobertura es pastos y bosque ripario.

La textura del suelo es limo-arcilloso, con alto contenido de humedad, para la cubicación del deslizamiento se tiene una altura de 16 m, una longitud de falla de 20 m, ancho de falla de 60 m y un espesor de falla de 1 m para obtener un volumen desplazado de 1.200 m<sup>3</sup>.







Evento 28. Deslizamiento Rotacional.



Evento 28. Cobertura de la zona bosque ripario y pastos.

## DESLIZAMIENTOS TRASLACIONALES:

**Evento 4 y 5**, este grupo de movimientos en masa se encuentran ubicados sobre la Vereda El Pailón en coordenadas planas N: 662.863, E: 1.007.661 a una altura de 2.795 m.s.n.m y N: 662.941, E: 1.007.327, altura de 2.727 m.s.n.m respectivamente.

	
Evento 4. Cobertura existente en la zona	Evento 4. Deslizamiento tipo Traslacional
	
Evento 5. Deslizamiento tipo Traslacional	Evento 5. Cuerpo del deslizamiento.

Con relación a la clasificación cobertura y uso de suelos en donde se localizan los movimientos anteriormente mencionados corresponden a bosques y pastos desarrollando actividades pecuarias de especies bovinas.

El sector geomorfológicamente se clasifica como laderas desnudas de forma rectilínea, con pendientes escarpadas con inclinaciones predominantes entre  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, el suelo tiene una textura limo-arcillosa con meteorización alta, existe erosión en la superficie del terreno dando lugar a la formación de cárcavas y surcos.

Estos dos eventos tienen gran relevancia debido al volumen desplazado y la afectación que conlleva a la destrucción de la infraestructura de un puente ubicado sobre la quebrada La Mina que comunica al Municipio de San Bernardo con los Municipios de Belén y La Cruz. Estos movimientos se encuentran activos y corresponden a un movimiento de tipo traslacional. Para efectos de cubicación de estos dos eventos se tiene los siguientes datos.

<b>Evento.</b>	<b>Longitud. (m)</b>	<b>Ancho Medio. (m)</b>	<b>Espesor de Masa Desplazada. (m)</b>	<b>Volumen Desplazado (m<sup>3</sup>)</b>
Evento 4	200	160	5	160.000
Evento 5	150	90	8	40.500

Los agentes condicionantes de los eventos corresponden a las características físicas del material deslizado, la elevada pendiente de la ladera, material fisurado o agrietado y mantenimiento deficiente del sistema de drenaje; los agentes detonante de dichos movimientos corresponde a los altos niveles de pluviosidad presentes en las zonas en épocas de invierno y el afloramiento de aguas subterráneas en este sector.

### **Evento 22.**

Este evento se ubica en la vereda Aguacillas sector bajo, en coordenadas planas N: 662.432, E: 1.007.814. a una altura de 2.777 m.s.n.m, la zona tiene una cobertura correspondiente a bosque ripario y pastos para la explotación de ganado bovino. La geomorfología de la zona corresponde a ladera muy inclinada de aproximadamente 15 grados.



Evento 22. Cobertura de la zona y desplazamiento de tipo Traslacional.

Este deslizamiento corresponde a un desplazamiento traslacional, según los datos de morfometría levantados, se desarrolla en una longitud de 14 m, el espesor de masa deslizada en promedio se estima en 2 m y tiene un ancho medio de 25 m. El volumen deslizado es de 700 m<sup>3</sup>. En campo se observó una textura del suelo correspondiente a un limo- arcillosa de color café claro con alto contenido de humedad y plasticidad media.

Los factores condicionantes de este desplazamiento son; el tipo de suelo, material altamente meteorizado y las altas pendientes de la zona. Los factores detonantes son; la presencia de afloramientos de agua y el elevado nivel de pluviosidad que se presenta en la zona durante los primeros meses del año.

## CAIDA

### Evento 24.

Se encuentra localizado en coordenadas planas N: 662.130, E: 1.007.445 a una altura de 2.627 m.s.n.m, ubicado sobre la vereda La Mina, sector El Cucho, la cobertura presente en la zona es pastos y bosque ripario, son laderas de forma cóncava, con inclinación de aproximadamente 20 grados.

	
<p>Caida de Roca.</p>	<p>Evento 24. Corona del deslizamiento con cobertura de bosque ripario y pastos</p>

Este movimiento corresponde a una caída de roca, en estado latente, compuesto y de distribución ensanchada. Sobre el terreno se observó superficialmente una capa de suelo orgánico, posteriormente un estrato de arena limosa color carmelita. Según los datos de morfometría levantados, la altura del deslizamiento es de 12 m y se desarrolla en una longitud de 20 m, el espesor de masa deslizada en promedio se



estima en 3 m y tiene un ancho medio de 100 m. El volumen deslizado es de 6.000 m<sup>3</sup>.

### **Evento 27**

Este evento se encuentra localizado en coordenadas planas N: 662.015, E: 1.007.184 a una altura de 2.529 m.s.n.m, ubicado sobre el margen derecho, aguas abajo de la quebrada La Mina, vereda La Mina, la cobertura presente en la zona es pastos y bosque ripario, son laderas de forma cóncava, con inclinación aproximada de 10 grados, la longitud de la ladera es de aproximadamente 270 m. Superficialmente se expone un estrato orgánico (OH) muy disgregado, subyacen gravas y arenas.



Este movimiento corresponde a una caída de piedra, su estado es activo con una distribución retrogresiva y ensanchada; se observa un material ligeramente húmedo, no plástico, corresponde a un suelo de origen residual. Los factores condicionantes del evento son; la erosión superficial, material colapsable y meteorizado físicamente. Los factores detonantes son; la socavación al pie del talud por corriente de agua y las lluvias en tiempos de invierno. Morfométricamente el evento tiene una altura de 48 m, una longitud de falla de 60 m, ancho de falla de 70 m y un espesor de falla de 2 m. El volumen desplazado es de 8.400 m<sup>3</sup>.

### **Evento 35**

Se encuentra ubicado en la vereda Sabanetas, sobre el cauce de la quebrada El Rollo, coordenadas planas N: 658.966, E: 1.005.560 a una altura de 2.260 m.s.n.m, es una área protegida con una cobertura que corresponde a bosques y matorrales, son laderas escarpadas con inclinación de aproximadamente 45 grados. En este

punto la quebrada El Rollo capta el caudal de dos afluentes: quebrada Casas Viejas y Quebrada Sabanetas.

	
<p>Evento 35. Caída de Roca sobre el cauce de la quebrada El Rollo.</p>	<p>Evento 35. Cobertura bosques riparios y matorrales.</p>

El movimiento de la masa desplazada corresponde a una caída de rocas con una distribución retrogresiva y ensanchada, en el momento la actividad del movimiento corresponde a un estado activo y estilo complejo, es un material no plástico, de alta permeabilidad y con alto contenido de humedad debido al afloramiento de agua sobre la superficie de la ladera.

En el año 1998 y en el 2010, producto de las altas lluvias reportadas en la zona se produjo una avalancha debido a que se presentaron continuos deslizamientos y represamientos en varios puntos sin pérdida de infraestructuras o vidas civiles. Por lo anterior, los factores condicionantes son: Material colapsable, erosión superficial y subterránea, carga en la corona del talud y los factores detonantes son: el aumento de lluvias en la zona y la socavación al pie del talud por corriente de la quebrada El Rollo. Finalmente el evento tiene una altura de 40 m, una longitud de falla de 70 m, ancho de falla de 280 m y un espesor de falla de 3 m. El volumen desplazado es de 58.800 m<sup>3</sup>.

**Evento 46.**

Está ubicado aproximadamente a 700 m del casco urbano, en la vía que conduce del municipio de San Bernardo al municipio de San José de Albán, en las coordenadas planas N: 657.853, E: 1.002.628 a una altura de 1.886 m.s.n.m.

La zona corresponde a una ladera con una inclinación de aproximadamente 30 grados y una longitud promedio de 150 m, presenta cobertura de cultivos destacándose la producción de café y plátano.

Esta zona presenta un talud que corresponde a un corte sobre la vía de orden departamental, el cual es susceptible a deslizamientos en temporada de lluvias y presenta asentamientos severos sobre la capa rasante de la vía.