

Pueblo Viejo, La Estrella

Ubicación

Municipio: La Estrella.

Barrio/Vereda: Pueblo Viejo, sector La Colchonería.

Latitud: 6.113951

Longitud: -75.647171

Dirección/ruta de acceso: Por la vía La Estrella-Caldas Carrera 50, se toma la Calle 91 SUR hacia el occidente al barrio Pueblo Viejo por 1.0 km hasta la finca La Florencia.

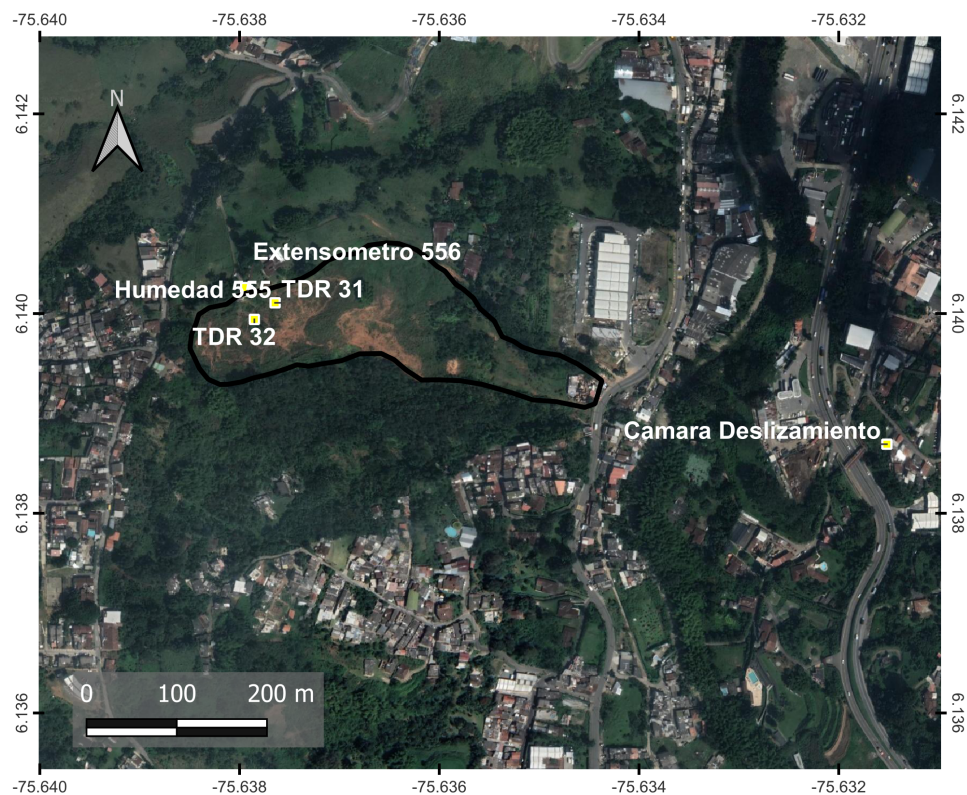


Figura 1: Ubicación del movimiento en masa Pueblo Viejo y sensores instalados en el sitio.

Descripción del sitio

Características del movimiento en masa:

Se monitorea un movimiento en masa tipo deslizamiento compuesto en zona rural del municipio de La Estrella. Este deslizamiento afecta un área de 40000 m² aproximadamente. El terreno ha registrado deformaciones desde el año 2001; sin embargo, es probable que su actividad sea de mayor data. El movimiento en masa se caracteriza como un deslizamiento de largo aliento, el cual manifiesta deformaciones en periodos de mayor actividad. En el cuerpo del deslizamiento se encuentran múltiples escarpes, basculamientos del terreno, grietas de tensión, flujos de lodo, además, procesos activos de erosión hídrica concentrada que se manifiestan con la presencia de surcos y cárcavas, esto favorecido por la ausencia de cobertura vegetal.

El escarpe principal o corona del deslizamiento se encuentra en la parte alta de este. A través de imágenes de sobrevuelos de drones, se observa el avance hacia una edificación residencial que se encuentra sobre la corona, este avance es favorecido por los procesos de erosión pluvial. En la parte media del deslizamiento se encuentran las mayores deformaciones del terreno, esta zona se caracteriza por un relieve irregular asociado a las grietas de tensión y escarpes menores, mientras que en la parte baja del deslizamiento se concentran los procesos de erosión y flujos de lodos, lo que resulta en la acumulación de lodo y sedimentos rodados en esta parte del deslizamiento.

Al terreno se le han realizado intervenciones en múltiples ocasiones, tales como banqueos, sistemas de manejo de aguas superficiales, siembra de vegetación selectiva, con el fin de estabilizar la ladera; sin embargo, estas obras no estabilizaron la ladera y la dinámica del deslizamiento deformó las obras realizadas, afectando su funcionalidad. El deslizamiento continúa activo, es posible que durante periodos de mayor actividad del deslizamiento, se generen mayores afectaciones a los elementos expuestos según las trayectorias esperadas (Figura 3).

Durante la visita realizada el 18 de julio del 2023 se observaron avances en el deslizamientos, los cuales se evidencian por grietas de tracción, afectaciones en la vía de acceso, en estructuras y escarpes en la parte baja del deslizamiento.



Figura 2: Grietas de tracción.

Elementos expuestos y afectaciones:

El sector se encuentra en zona rural del municipio de La Estrella. A continuación, se listan los elementos expuestos al movimiento en masa, algunos de los cuales han presentado afectaciones totales o parciales. La Figura 3 muestra los elementos expuestos del escenario de riesgo.

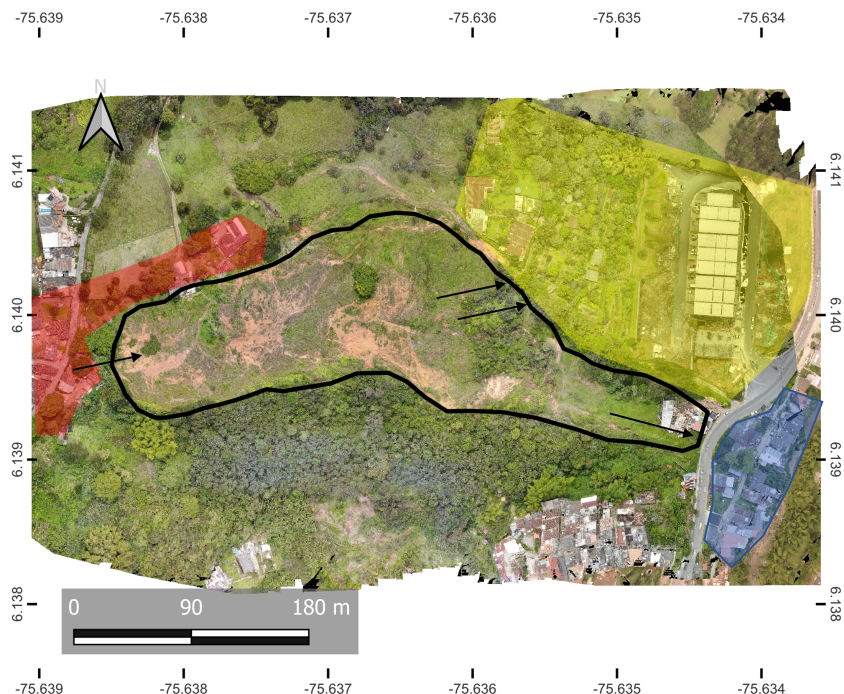


Figura 3: Elementos expuestos del escenario de riesgo por movimientos en masa en el sector Pueblo Viejo. Las flechas negras indican las trayectorias esperadas de los movimientos en masa y el avance de la corona del deslizamiento. El polígono amarillo corresponde a una zona con edificaciones productivas y agrícolas. Los polígonos rojo y azul corresponden a edificaciones residenciales.

- **Edificaciones residenciales y productivas:** Dos asentamientos humanos se encuentran expuestos al deslizamiento (Figura 3). El asentamiento ubicado en la parte baja del deslizamiento se encuentra cruzando la vía La Estrella-Caldas (polígono azul), este asentamiento se compone de edificaciones residenciales y comerciales de hasta tres niveles, construidos en mampostería simple o confinada, estas edificaciones podrían resultar afectadas ante un evento de flujos de lodos asociado al deslizamiento. En la parte alta del deslizamiento, sobre la corona, se encuentra el barrio Pueblo Viejo, en donde las edificaciones cercanas a la corona tienen mayor grado de exposición; sin embargo, el avance de la corona es lento y podría no resultar en afectaciones al barrio, pero sí, afectar a una edificación residencial ubicada al costado este de la vía Carrera 55, debido a su cercanía a la corona del deslizamiento.

En el polígono rojo también se encuentran ubicadas dos edificaciones residenciales en el flanco norte del deslizamiento, estas se encuentran cerca del escarpe del flanco y podrían resultar afectadas ante la pérdida de suelo de soporte y/o la expansión lateral del deslizamiento. En la parte media y baja del flanco norte del deslizamiento se encuentran edificaciones productivas (agrícolas e industriales), las cuales podrían resultar afectadas ante una posible trayectoria del deslizamiento hacia el noreste, además, de la caída de bloques de rocas rodadas y/o flujos de lodos o escombros, como se ha observado en los sobrevuelos de drones (ver Figura 4).

- **Vías vehiculares** Se encuentra en la parte baja del deslizamiento la vía Carrera 50 (vía La Estrella - Caldas), principal vía del sector, esta podría resultar obstruida ante la materialización del deslizamiento y/o flujos de lodos asociados al deslizamiento principal. A 30 m sobre la corona del

deslizamiento, se encuentra la vía Carrera 50. En el futuro, esta vía podría sufrir deformaciones asociadas al avance de la corona.

- **Personas:** Las personas que viven en las edificaciones expuestas y las que transitan por las vías vehiculares mencionadas.
- **Líneas de servicio:** Líneas de gas domiciliario, alcantarillado y acueducto ubicadas paralelas a las vías expuestas. Estas podrían resultar afectadas ante deformaciones asociadas a la dinámica del deslizamiento.



Figura 4: Acumulación de sedimentos con diámetros superiores a los 40 cm cerca de las edificaciones productivas. En esta zona se ha desarrollado un canal asociado a la escorrentía y/o afloramientos de agua en la ladera.

Características geológicas-geomorfológicas:

Según la microzonificación sísmica del AMVA (2016), las unidades geológicas superficiales presentes en la zona son depósitos de flujo de lodo y/o escombros. La geomorfología según la microzonificación corresponde colinas en depósitos de vertiente y superficies suaves por depositación moderadamente incisadas. En campo se observa el depósito de vertiente, un suelo degradado asociado a los procesos morfodinámicos e intervenciones en la ladera. La ladera tiene pendientes moderadas; sin embargo es una ladera irregular asociada a los procesos morfodinámicos, con escarpes de altas pendientes y descanso con bajas pendientes. La ladera limitada en la parte baja por el canal del río Medellín y en la parte alta por un descanso de menor pendiente, donde se ubica el barrio Pueblo Viejo.

Historia del escenario:

A continuación se presenta el registro de acciones asociadas al movimiento en masa del sitio monitoreado.

- A través de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma Google Earth, se evidencia la evolución de los procesos morfodinámicos en la ladera. En imagen de enero de 2001, se observan deformaciones

en la parte media del deslizamiento, asociados probablemente a deslizamientos superficiales, en ese momento la ladera se encontraba con cobertura vegetal arbustiva. En imagen de junio de 2006 se observa la evolución de los deslizamientos en la parte media y alta de la ladera (Figura 5). En imagen de diciembre de 2010, se observa la evolución de los deslizamientos, los cuales inicialmente parecían aislados, y en esa imagen se observa el desarrollo de un escarpe común de los deslizamientos.

- En imagen de febrero de 2012, se observan obras de estabilización en la ladera (drenajes y banqueos). Según informe técnico del AMVA, emitido en noviembre de 2017, en el año 2012 se materializó el movimiento en masa, para lo cual la administración local entre el 2012 y 2013, realizó “obras de captación y control de las aguas lluvias y de escorrentía superficial, de acuerdo a los resultados arrojados por un estudio realizado, consistentes en una serie de cunetas impermeabilizadas para canalizar las aguas lluvias y algunos afloramientos de agua en la ladera”. En imagen de julio de 2013 (Figura 6) se observa la obra de mitigación en la ladera.
- En imagen de agosto de 2014, se observa la reactivación del deslizamiento, con deformaciones en la parte media y alta del deslizamiento. En los siguientes años (2014-2017), se desarrolla el escarpe principal del deslizamiento y los procesos de erosión en el cuerpo del deslizamiento, esto último asociado a las afectaciones en las obras de captación y manejo de aguas superficiales realizadas en 2012-2013.
- En noviembre de 2017, SIATA comenzó el monitoreo mediante sobrevuelo de drones a solicitud del AMVA. El sobrevuelo fue analizado por técnicos del AMVA y contribuyó a la elaboración del informe técnico mencionado, en el cual se informa la reactivación del movimiento en masa durante la primera semana de noviembre de 2017 y caracteriza el escenario como de muy alto riesgo debido a sus posibles impactos sobre los elementos expuestos.
- En imagen de la plataforma Google Earth de septiembre de 2018, se observa mayores deformaciones en la ladera y la ocurrencia de múltiples flujos de lodos y procesos de escorrentía que afectan incluso la parte baja del deslizamiento.
- SIATA inicia el monitoreo geotécnico en tiempo real con la instalación de la cámara de monitoreo en enero de 2018, posteriormente en el segundo semestre de 2019, se aumenta la capacidad de monitoreo con la instalación de acelerómetro, extensómetro, pluviómetro, sensores de humedad y cables TDR. Estos sensores son retirados debido a obras en el talud realizadas en mayo de 2022.

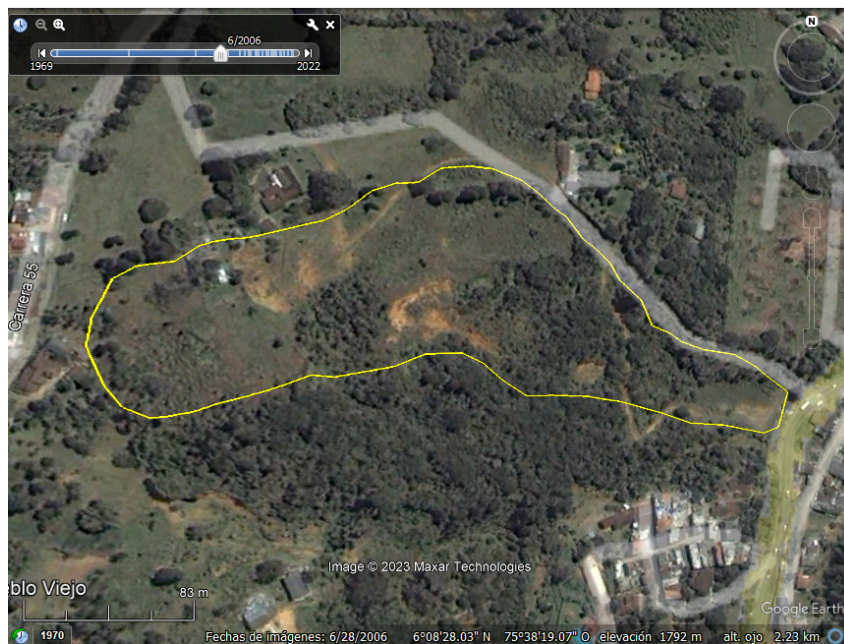


Figura 5: Imagen aérea del deslizamiento Pueblo Viejo registrada en enero de 2006. En la imagen se observa dos deslizamientos en la parte alta y media del deslizamiento. Fuente: Google Earth.



Figura 6: Imagen aérea del deslizamiento Pueblo Viejo registrada en julio de 2013. Obras de drenaje y revegetación del cuerpo del deslizamiento. Fuente: Google Earth.

Visitas realizadas:

Además de las visitas realizadas por mantenimiento y sobrevuelos con drones, se han realizado las siguientes visitas al sitio monitoreado.

- 14/09/2022. Visita de monitoreo al deslizamiento.
- 18/07/2023. Visita de monitoreo al deslizamiento.
- 31/03/2023. Visita de monitoreo y seguimiento en compañía del equipo de drones.
- 02/06/2023. Identificación de puntos de control.
- 25/07/2023. Instalación puntos de control junto al equipo de drones.
- 31/03/2023. Identificación y evaluación de puntos de control en compañía del equipo de drones.
- 02/06/2023. Identificación puntos de control.
- 24/07/2023. Acompañamiento a la instalación de puntos de control para próximos sobrevuelos con drones.
- 26/07/2024. Visita de seguimiento y monitoreo de la zona afectada.

Informes emitidos:

La Tabla 1 muestra el registro de informes que se han emitido del sitio monitoreado por parte del equipo de geotecnia.

Tabla 1: Informes emitidos por parte del equipo de geotecnia.

Fecha	Motivo	Receptor
15/07/2020	Informe de monitoreo geotécnico del año 2020 a la fecha	AMVA
21/12/2020	Reporte de monitoreo del deslizamiento	AMVA
29/06/2021	Reporte de monitoreo del deslizamiento	AMVA

Esquema de monitoreo

La Tabla 2 muestra los instrumentos instalados que conforman el esquema de monitoreo del movimiento en masa.

Tabla 2: Instrumentos geotécnicos que conforman el esquema de monitoreo instalado en el sitio.

Sensores	Código	Longitud	Latitud	Instalación	Retiro
Acelerómetro 557	557	6.140229	-75.63792	24/09/2021	25/05/2022
Cámara Deslizamiento	100060	6.138691	-75.631518	04/01/2018	Activo
Extensómetro 556	556	6.140229	-75.63792	24/09/2021	25/05/2022
Continúa en la siguiente página					

Tabla 2 – continuación de la página anterior

Sensores	Código	Longitud	Latitud	Instalación	Retiro
Humedad 555	555	6.140229	-75.63792	24/09/2021	19/05/2022
Pluviómetro 420	420	6.14026	-75.63794	26/12/2019	Activo
TDR 31	100313	6.140107	-75.637645	26/12/2019	25/05/2022
TDR 32	100313	6.139941	-75.637853	26/12/2019	25/05/2022

Los sensores fueron desinstalados debido al inicio de obras con maquinaria amarilla en el terreno. El acelerómetro registró variaciones en la inclinación cercana a 11° y 5° en el cabeceo y balanceo respectivamente entre el 14 y 27 de octubre de 2021, siendo el periodo de mayor actividad registrada por el sensor y donde también el extensómetro registró los mayores desplazamientos. Los cables TDR no registraron deformaciones en profundidad (30 m superiores) durante su periodo de registro.

A través de la cámara de monitoreo al deslizamiento se observó la evolución del proceso morfodinámico. En mayo de 2020 se observaron excavaciones antrópicas en la parte baja de la ladera; entre marzo y junio de 2021 se observaron desplazamientos en toda la masa del deslizamiento; de igual manera, entre marzo y junio de 2022, se observaron deformaciones en la parte media y alta de la ladera.

Monitoreo mediante sobrevuelos con drones

El monitoreo periódico con drones permite identificar los cambios superficiales del relieve y cambios en la ubicación relativa de los elementos en zonas inestables. La Tabla 3 muestra el registro de sobrevuelos realizados por parte del equipo de drones de SIATA. La Figura 7 corresponde al ortomosaico del sobrevuelo realizado el 21 de marzo de 2018 sobre el deslizamiento. La Figura 8 corresponde al ortomosaico del sobrevuelo realizado el 31 de mayo de 2022. Las Figuras 9 y 10 corresponden a los ortomosaicos de los sobrevuelos realizados el 7 de diciembre de 2023 y el 24 de abril del 2024.

Tabla 3: Sobrevuelos realizados al sitio monitoreado.

Fecha	Sensor	Propósito
20/11/2017	RGB	Sobrevuelo a deslizamiento sector Pueblo Viejo en el municipio de La Estrella
21/03/2018	RGB	Sobrevuelo a deslizamiento sector Pueblo Viejo en el municipio de La Estrella
24/05/2018.	RGB	Sobrevuelo a deslizamiento sector Pueblo Viejo en el municipio de La Estrella.
11/12/2019	RGB	Se realizan sobrevuelos para monitoreo de deslizamientos y zona afectada, se realiza Ortofoto, fotografía 360° y se toman vídeos con cámara visible de la zona afectada para su posterior estudio.
03/04/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía multiespectral en zona de deslizamiento.
02/06/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofoto a zona de deslizamiento.
17/09/2020	LiDAR	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de monitorear deslizamiento.
07/07/2021	RGB	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de monitorear deslizamiento.

Continúa en la siguiente página

Tabla 3 – continuación de la página anterior

Fecha	Sensor	Propósito
09/11/2021	RGB	Se realiza mosaico para monitoreo periódico de deslizamiento, a una altura máxima de 120 pies.
31/05/2022	RGB	Se realiza mosaico para monitoreo periódico de deslizamiento
11/08/2022	RGB	Sobrevuelo de monitoreo
23/01/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo
19/05/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo se realiza mosaico de la zona
19/05/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo se obtiene material audiovisual
07/12/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo
24/04/2024	RGB	Sobrevuelo de monitoreo

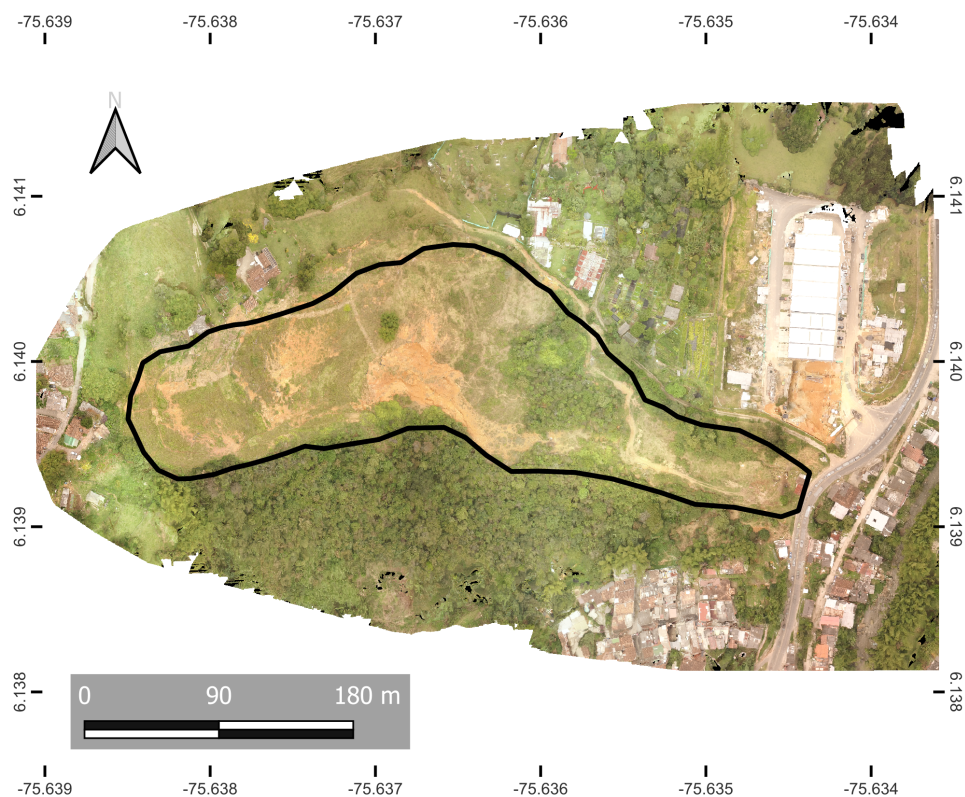


Figura 7: Ortomosaico de sobrevuelo realizado en marzo 21 de 2018 sobre el deslizamiento Pueblo Viejo.

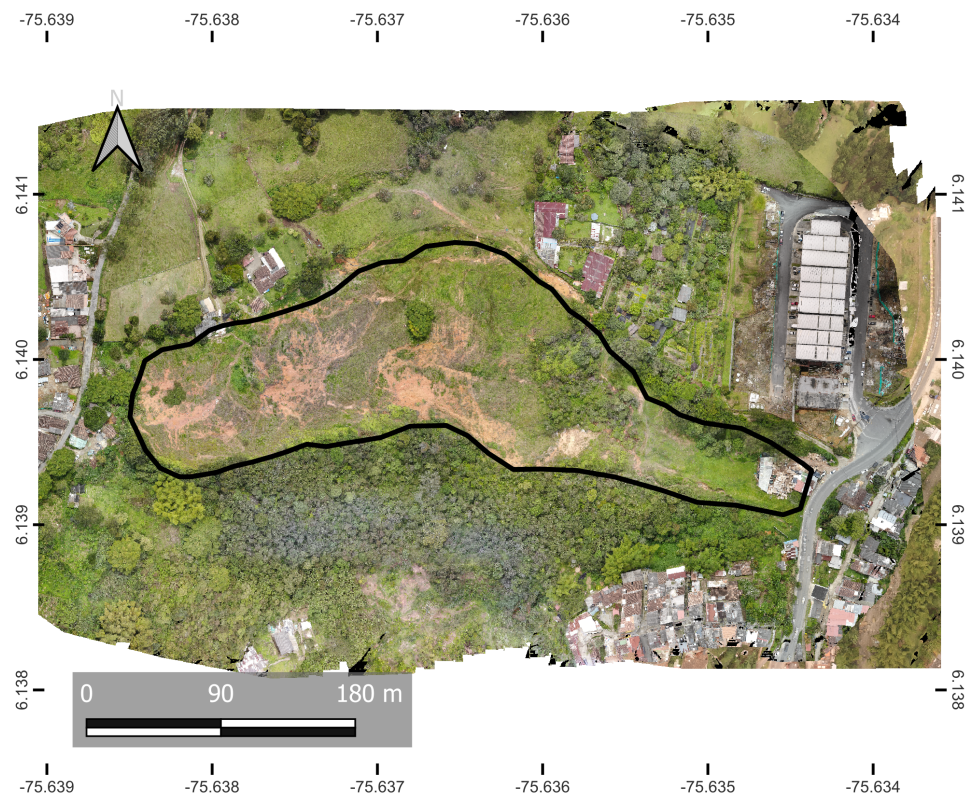


Figura 8: Ortomosaico de sobrevuelo realizado en mayo 31 de 2022 sobre el deslizamiento Pueblo Viejo.

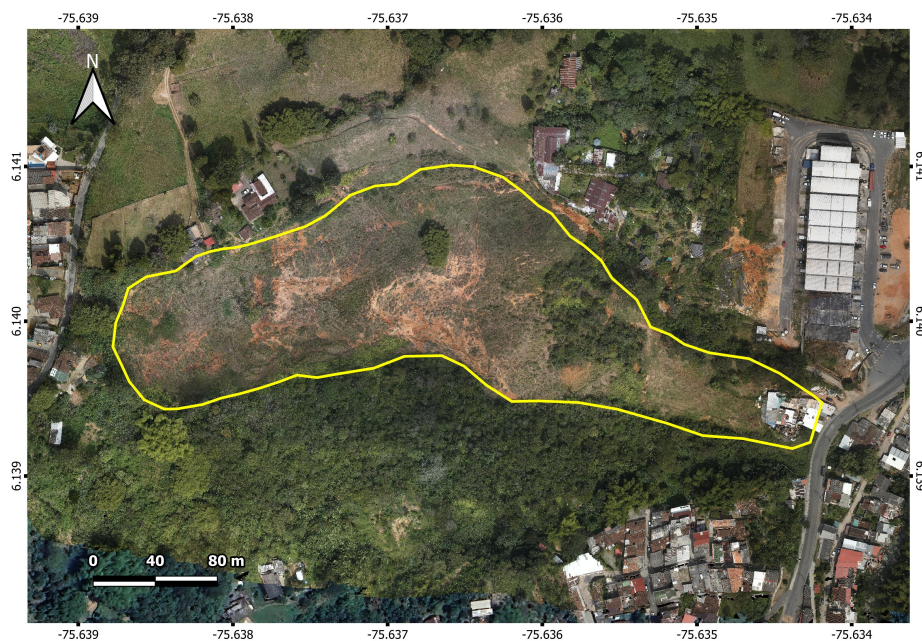


Figura 9: Ortomosaico de sobrevuelo realizado el 7 de diciembre de 2023 sobre el deslizamiento Pueblo Viejo.

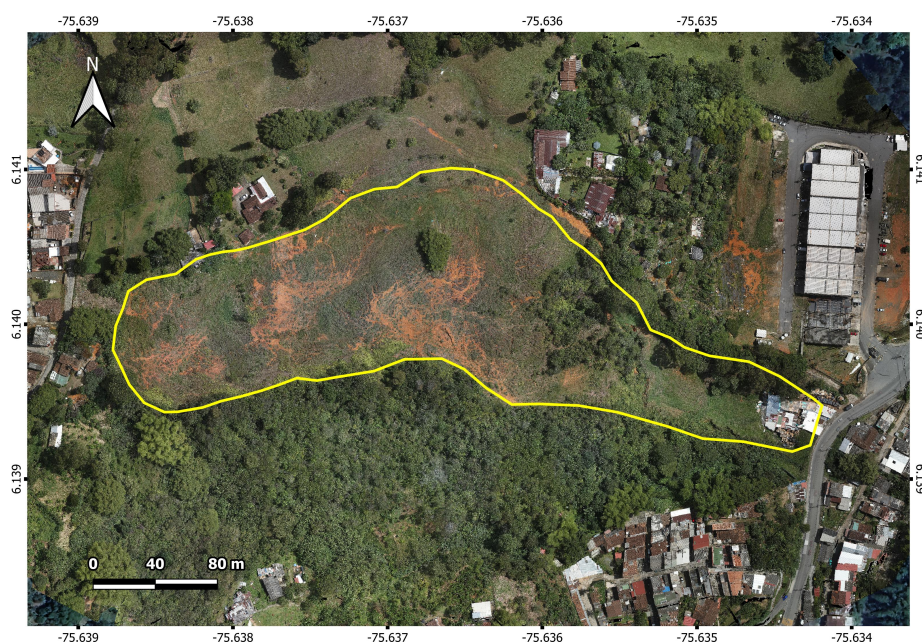


Figura 10: Ortomosaico de sobrevuelo realizado el 24 de abril del 2024 sobre el deslizamiento Pueblo Viejo.

Registro fotográfico

A continuación se muestran fotografías del sitio monitoreado.

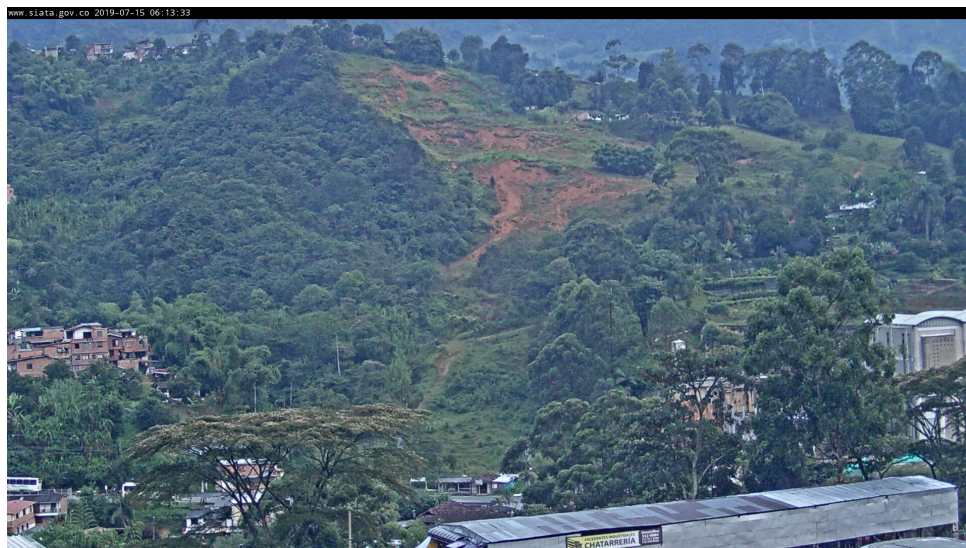


Figura 11: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio. Fotografía registrada el 15 de julio de 2019.



Figura 12: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio. Fotografía registrada el 1 de enero de 2020.



Figura 13: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio. Fotografía registrada el 16 de mayo del 2022.



Figura 14: Escarpes principal o corona del deslizamiento, fotografía tomada desde el flanco norte del deslizamiento el día 14 de septiembre de 2022.

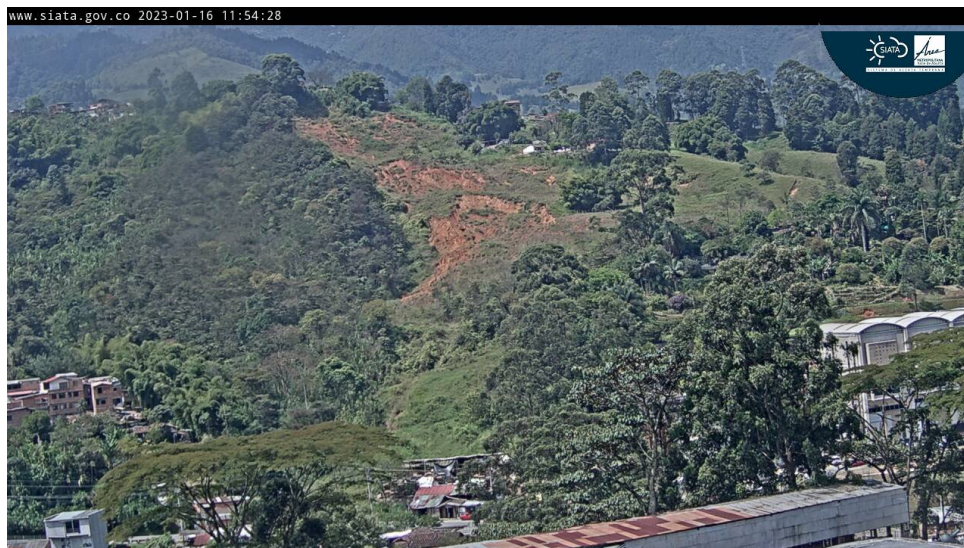


Figura 15: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio. Fotografía registrada el 16 de enero de 2023. Nótese la evolución de los procesos morfodinámicos en la ladera, aumento en el salto de los escarpes de deslizamiento, flujos de lodos en la parte baja del deslizamiento, degradación del suelo por pérdida de cobertura vegetal y procesos de erosión activos.



Figura 16: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio. Fotografía registrada el 16 de mayo del 2024. Se observa desprendimiento de material en la parte trasera de la edificación en la zona oriental del movimiento en masa.



Figura 17: Fotografía izquierda tomada desde el sector oriental del movimiento en masa en la zona de depósito. La dinámica natural de la quebrada, en el pie del movimiento en masa, arrastra el material de manera controlada. Fotografía derecha tomada desde la zona media del movimiento en masa. Se evidencia un terreno irregular con múltiples grietas de tracción y terrazas asociadas a los escarpes secundarios del movimiento en masa. Ambas fotografías fueron tomadas el 26 de junio de 2024.

Última revisión:

David Ortiz Bermúdez, Ingeniero Geólogo

Fecha: 20 de agosto de 2024