

El movimiento en masa en la vereda Manga Arriba, Girardota, ha sido monitoreado desde el año 2020. En el lugar, se instalaron varios sensores, pero algunos están inactivos. La Figura 1 muestra la ubicación de los sensores que han estado operativos en los últimos meses: un pluviómetro, un sensor de humedad, un acelerómetro y dos extensómetros.

Recientemente, se han observado cambios significativos en la forma de las laderas debido a las obras de construcción que se han realizado. Estas obras han causado la desconexión del acelerómetro y uno de los extensómetros en la parte superior del deslizamiento, por lo que se retiraron el 14 de marzo de este año. En la actualidad, solo están en funcionamiento el pluviómetro, el sensor de humedad y un extensómetro ubicado en la finca del señor Sergio.

A continuación, se presentan los datos recopilados por los sensores instalados en la zona desde noviembre de 2022 hasta abril del presente año. Es importante tener en cuenta que debido a las obras en curso, la fiabilidad de los datos puede verse afectada. Por lo tanto, se recomienda tener precaución al interpretar los datos recopilados en los últimos meses.

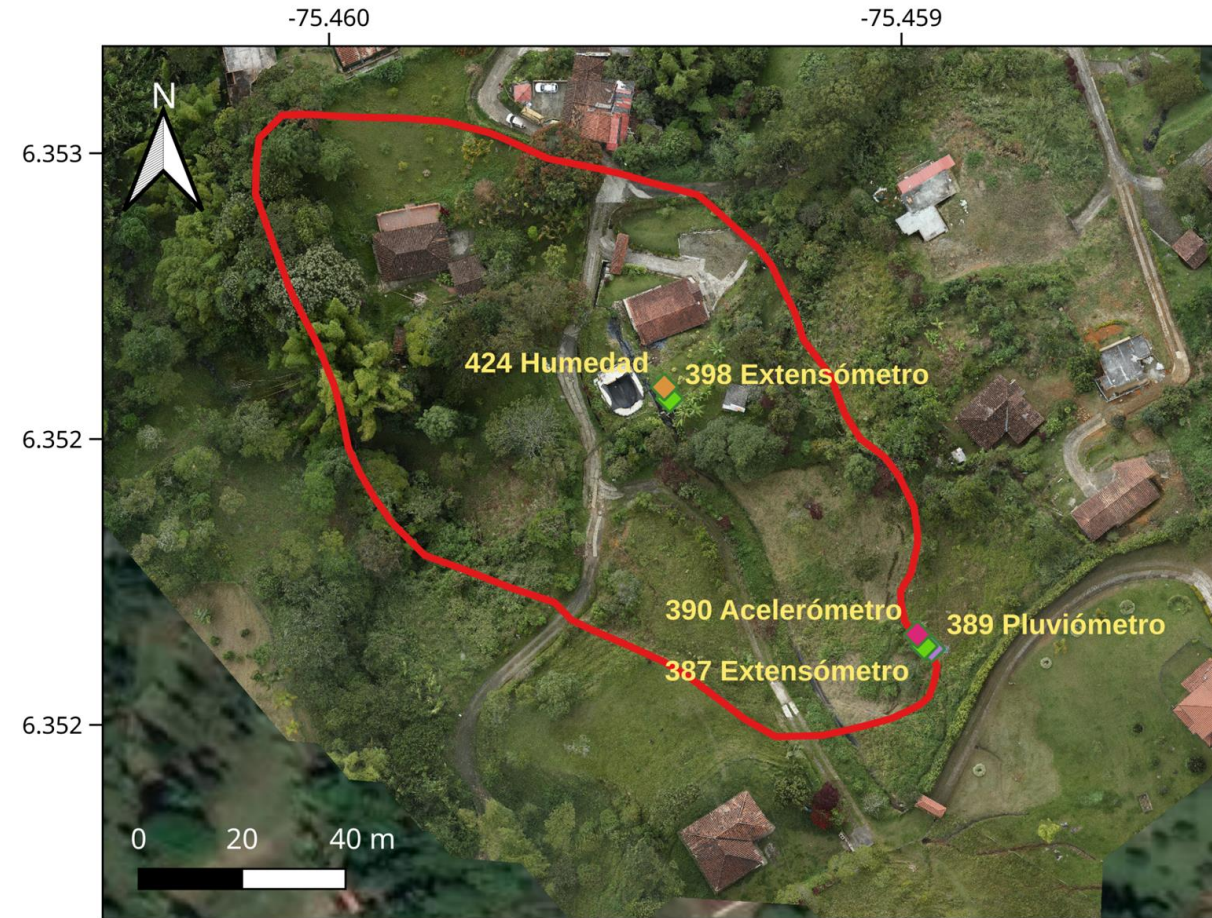


Figura 1. Localización de la zona de estudio y los sensores de monitoreo.

Acelerómetro

El acelerómetro es un instrumento capaz de medir la inclinación respecto al eje gravitacional. Estos instrumentos son instalados en el terreno y son capaces de medir cambios en la inclinación de este, los cuales representan movimientos en el terreno. El instrumento mide la inclinación en dos direcciones perpendiculares, representadas en cabeceo y balanceo (Ver Figura 2).

En la Figura 3 se presentan los registros del acelerómetro ubicado sobre la parte alta del deslizamiento desde el mes de noviembre hasta diciembre de 2022. Se observa un cambio en la señal entre el 3 y 10 de diciembre, tanto en el Cabeceo como en el Balanceo. Sin embargo, ese cambio no es significativo comparado con el grado de incertidumbre del sensor que es mayor a los 0.5° .

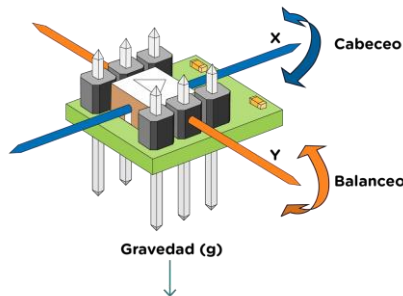


Figura 2. Esquema general de un acelerómetro.

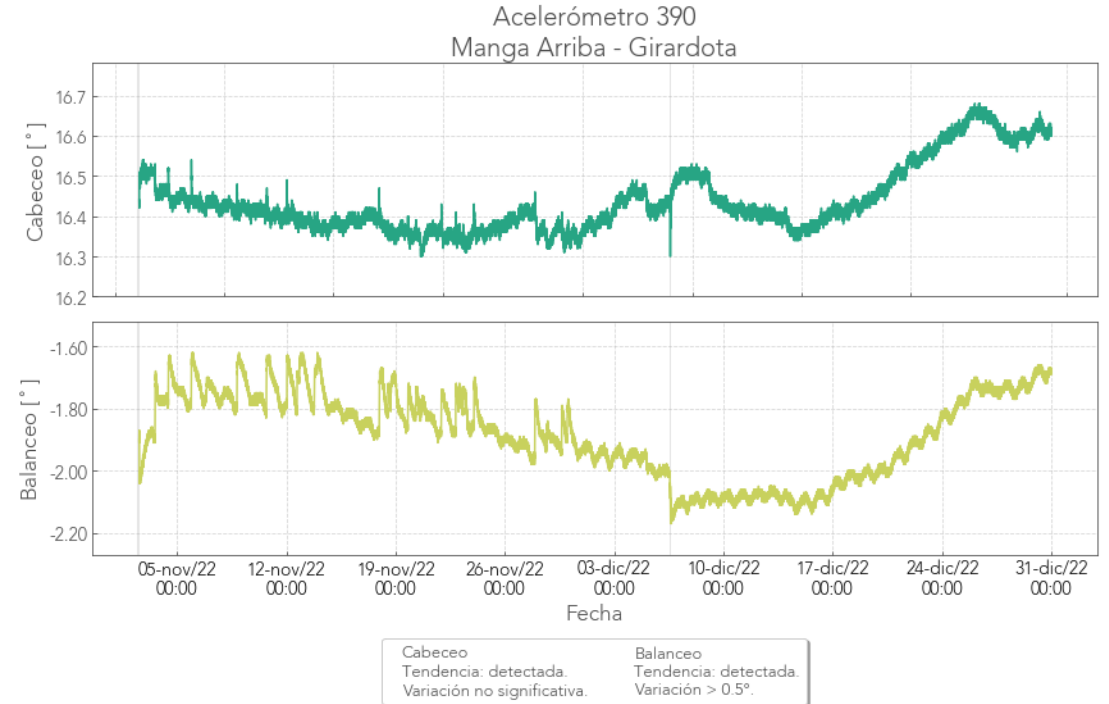


Figura 3. Registro del acelerómetro 390 durante los meses de noviembre y diciembre de 2022.

Acelerómetro

En la Figura 4 se presenta la gráfica del acelerómetro desde el mes de enero hasta los primeros días de marzo cuando el sensor dejó de recibir datos debidos a las obras que se llevan a cabo en la zona (franja gris en la gráfica).

Desde finales de enero hasta febrero se observaron cambios significativos especialmente en el Cabeceo, sin embargo, probablemente esto también se deba a la maquinaria que se encontraba presente en la zona.

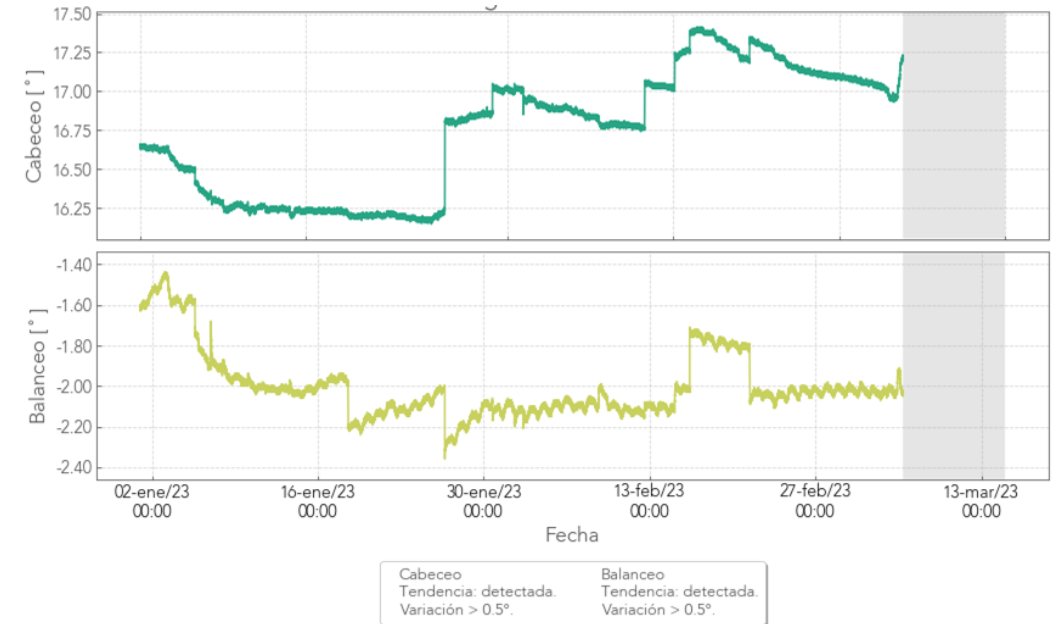


Figura 4. Registro del acelerómetro durante los meses enero y marzo de 2023.

Extensómetros

Un extensómetro es un dispositivo que se utiliza para medir la deformación superficial del terreno, mediante un cable que cuando se estira o se comprime, lo cual puede ser interpretada como la cantidad de deformación del terreno en un determinado punto.

En la Figura 5 se presenta el registro del extensómetro 387 que se encontraba ubicado sobre la parte alta del deslizamiento. Se observa una deformación entre los días 16 y 23 de noviembre, asociados al aumento del acumulado de precipitación durante el mes. Mientras que durante el mes de diciembre no se observaron desplazamientos.

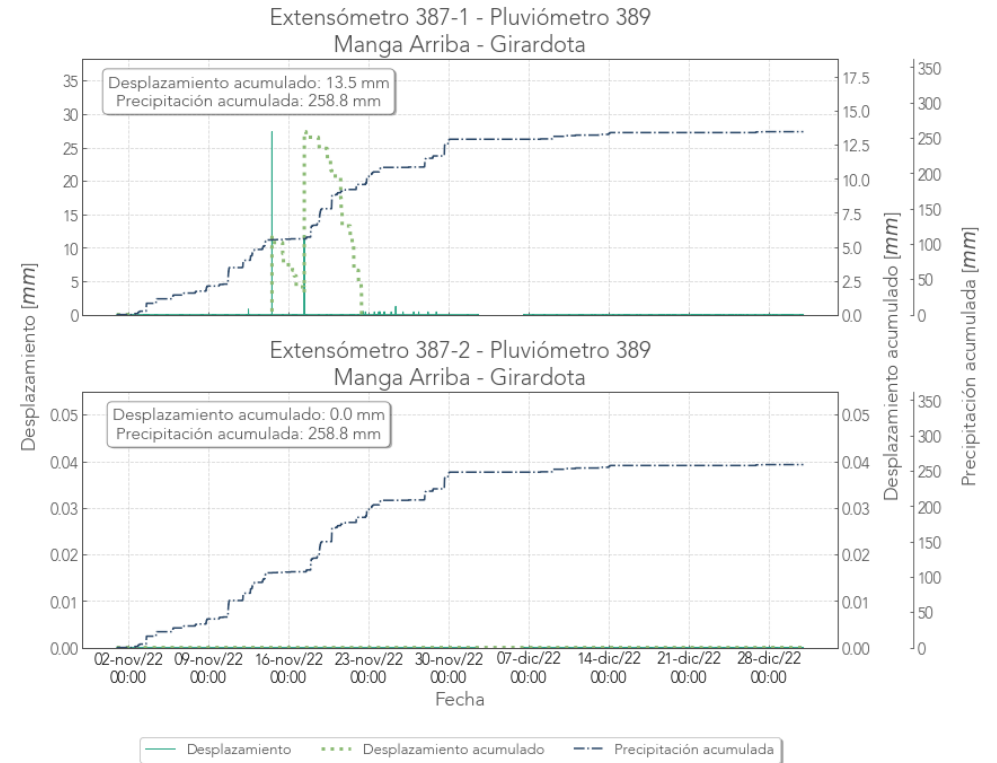


Figura 5. Registro extensómetro 387 durante los meses de noviembre y diciembre de 2022.

Extensómetros

En la Figura 6 se presenta la gráfica de los datos desde enero hasta marzo del presente año del extensómetro ubicado en la parte alta del movimiento en masa. No se registraron desplazamientos significativos solo hasta finales de febrero e inicios de marzo y esto posiblemente se deba a las intervenciones con maquinaria que se han realizado en la zona.

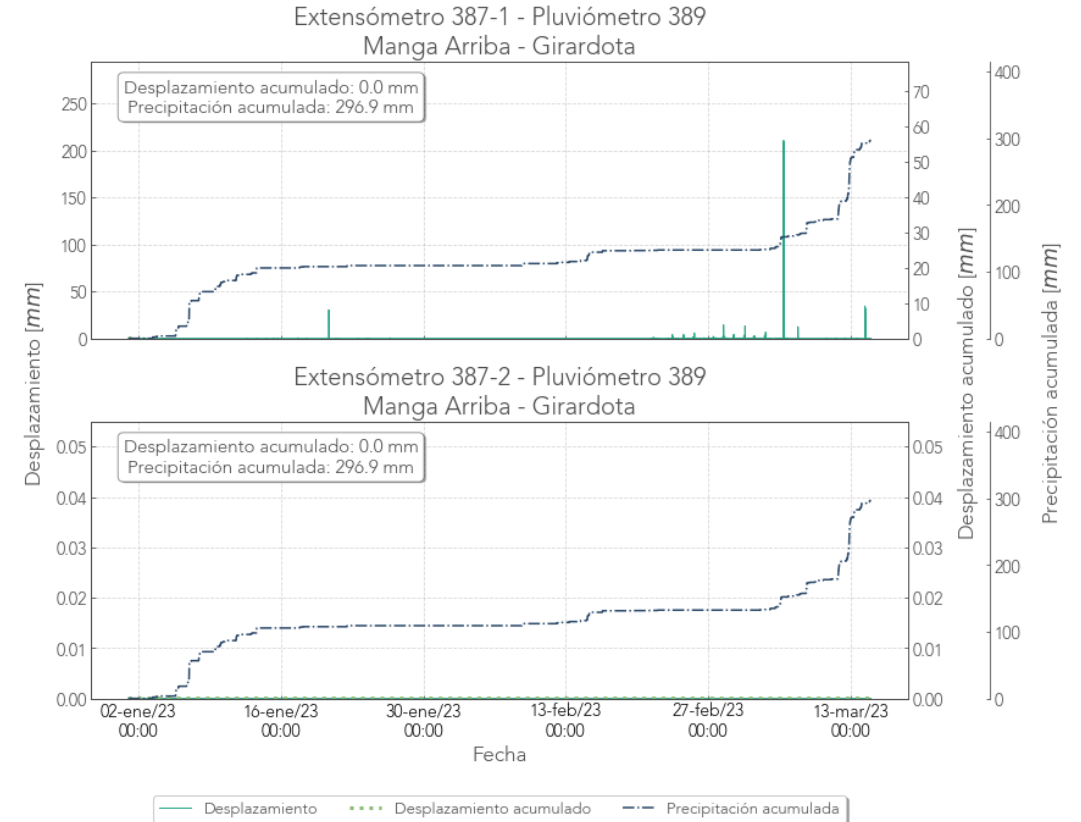


Figura 6. Registro extensómetro 387 durante los meses de enero a marzo de 2023.

Extensómetros

En la Figura 7 se presentan los datos de graficados entre los meses de noviembre y diciembre de 2022 para el extensómetro ubicado sobre la parte media del deslizamiento específicamente en la finca del señor Sergio. Como se observa en la gráfica no se presenta ningún desplazamiento durante estos dos meses.

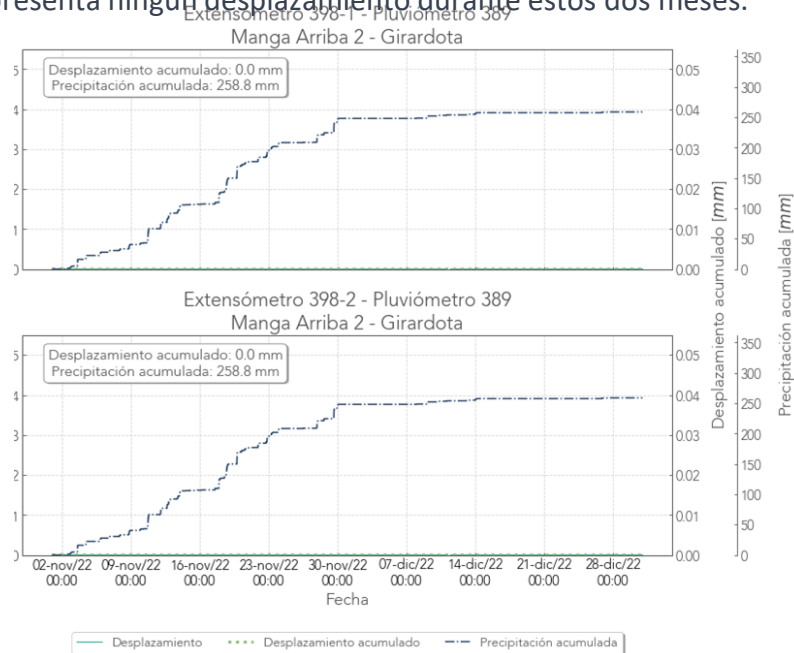


Figura 7. Registro extensómetro 389 durante los meses de noviembre y diciembre de 2022.

En la Figura 8 se presentan los datos recolectados desde el mes de enero hasta finales de abril de este año. Se observa un pico de desplazamientos entre el 14 y 28 de marzo y esto se debe a las visitas por parte del grupo de mantenimiento a la zona. Por lo tanto, no se consideran datos representativos de movimiento.

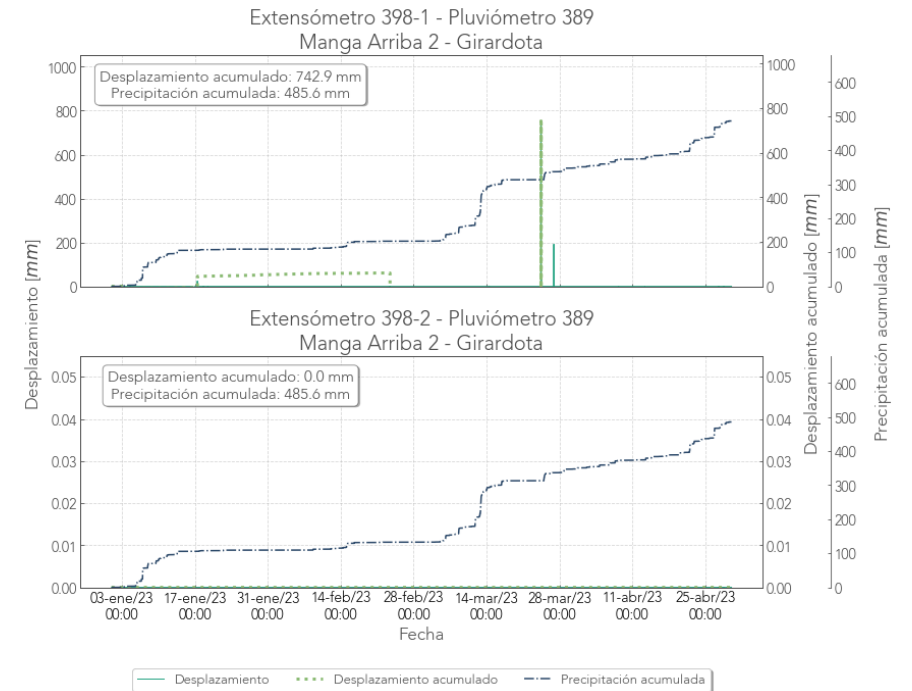


Figura 8. Registro extensómetro 389 durante los meses de enero a abril de 2023.

Pluviómetro

En las Figuras 9 y 10 se presenta el comportamiento de la lluvia registrado por el pluviómetro instalado en el lugar entre los meses de noviembre- diciembre y de enero - abril respectivamente. Se observa que para noviembre se registraron eventos de lluvia con intensidades significativas superando los 100 mm/h en intensidad, mientras que para el mes de diciembre los eventos de lluvia disminuyeron. Para los meses entre enero y abril del presente año se observaron eventos de lluvias de intensidades significativas durante los primeros días de enero. Además, el acumulado de lluvia presenta un aumento significativo durante los primeros días de marzo hasta finales de abril.

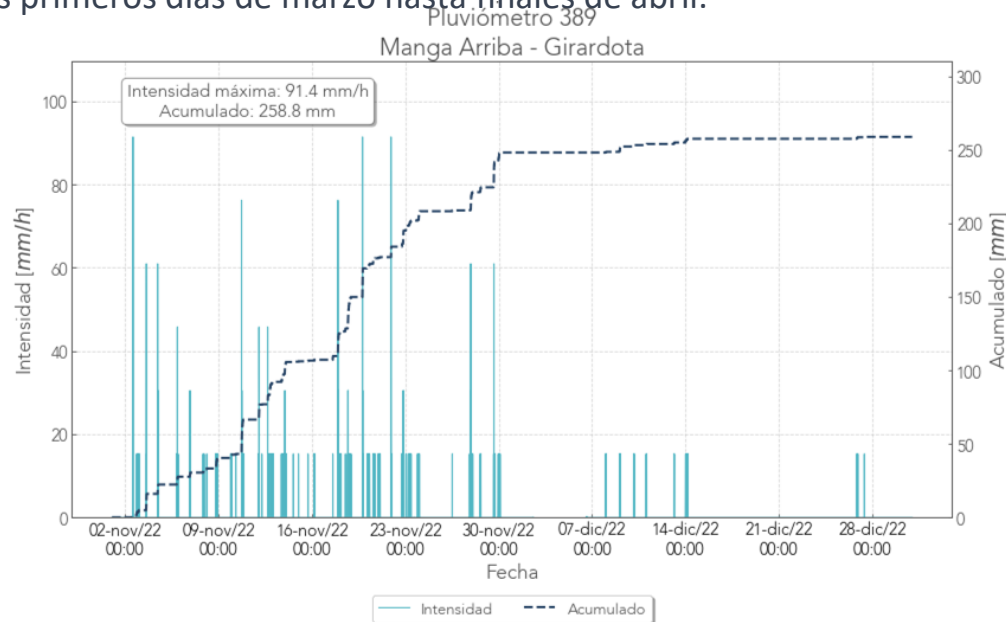


Figura 9. Registro pluviométrico durante los meses de noviembre y diciembre de 2022.

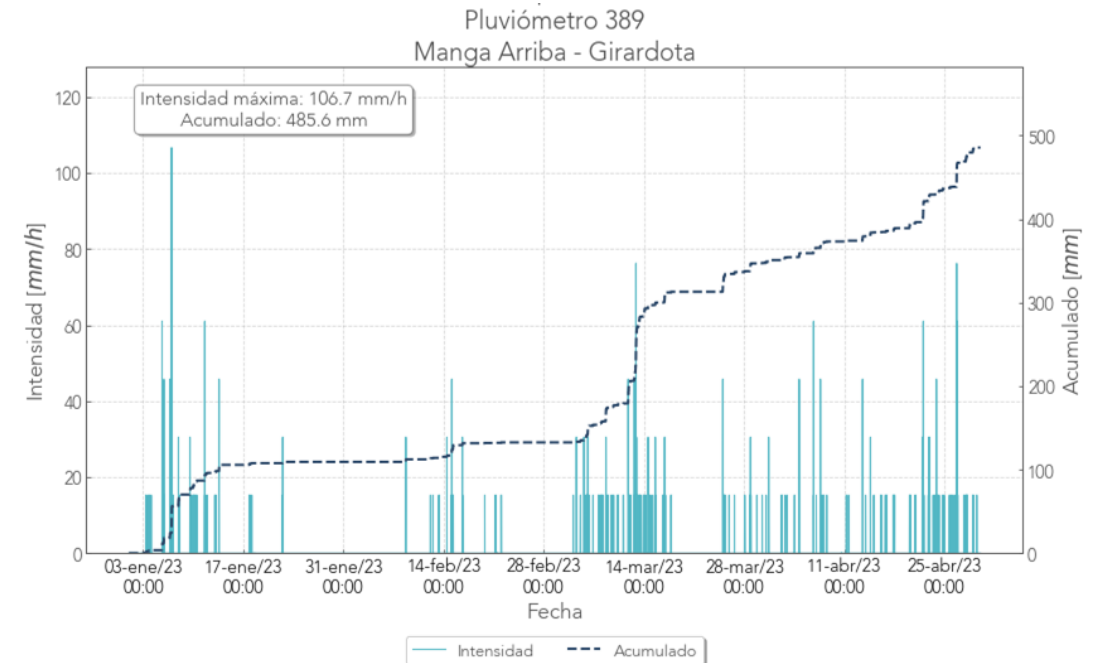


Figura 10. Registro pluviométrico durante los meses de enero a abril de 2023.

Sensor de humedad

El sensor de humedad se encuentra ubicado sobre la parte media del movimiento en masa. En las Figuras 11 y 12 se presenta el comportamiento de la humedad durante los meses de noviembre-diciembre y de enero-abril respectivamente. Durante los meses de noviembre y diciembre del año 2022 el sensor presenta intermitencias en la toma de datos debido a un posible problema con la comunicación del lugar. Mientras que para los meses de enero hasta abril (Ver figura 12) el sensor mostró un descenso significativo en la humedad desde enero hasta inicios de marzo. Durante los primeros días de marzo la humedad aumentó significativamente asociado a los eventos de lluvias presentando en los días previos.

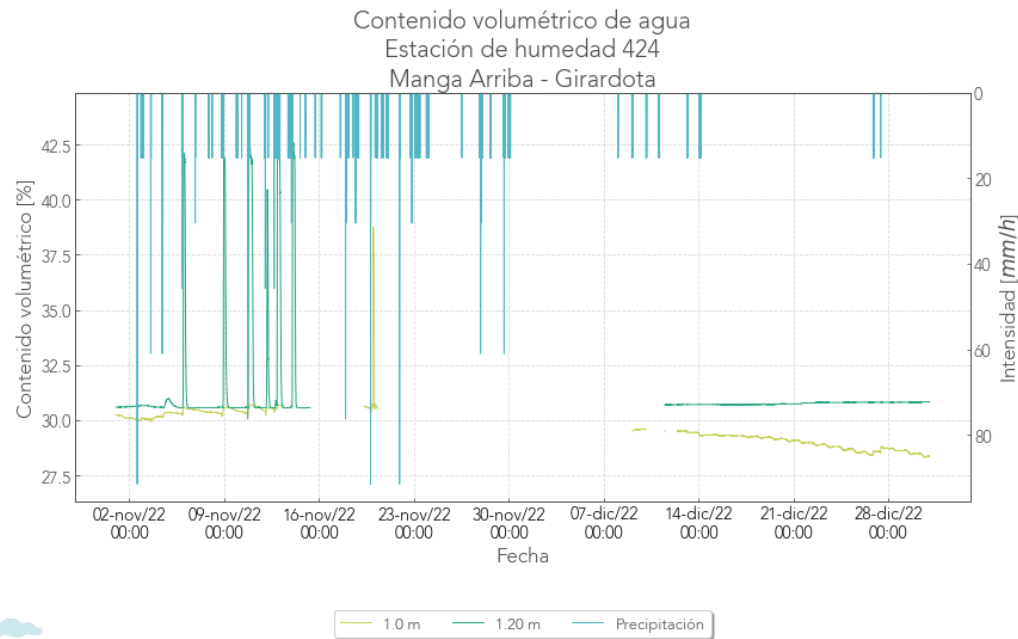


Figura 11. Registro del sensor de humedad durante los meses de noviembre y diciembre de 2022.

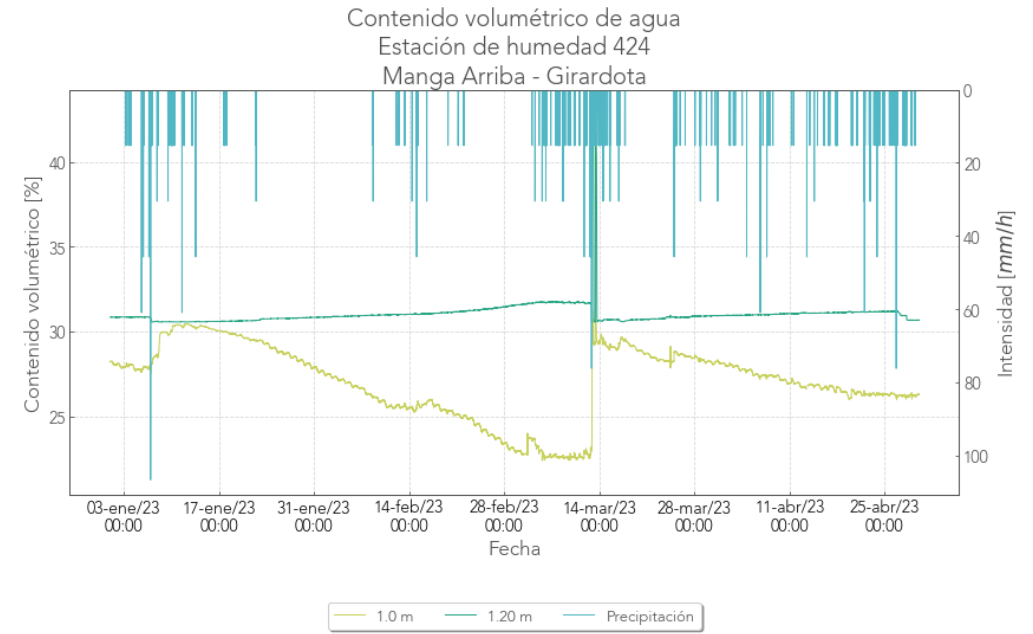


Figura 12. Registro del sensor de humedad durante los meses de enero a abril de 2023.

Análisis de ortofotos tomadas a partir de sobrevuelos con dron

El área de interés y la zona de afectación se pueden visualizar en la Figura 13, enmarcadas a través del polígono rojo. La evolución del terreno durante los últimos 6 meses se presenta con más detalle en las Figuras 14 y 15, donde se realiza un análisis comparativo.

Específicamente, las Figuras 14 y 15 corresponden a imágenes de sobrevuelos realizados los días 20 de septiembre de 2022 y 11 de abril del presente año. En ellas se puede evidenciar el cambio de las laderas del terreno producto de las intervenciones realizadas durante los últimos meses.



Figura 13. Ortofotografía producto del procesamiento de imágenes de dron, tomadas el día 11 de abril de 2023.

Análisis de ortofotos tomadas a partir de sobrevuelos con dron

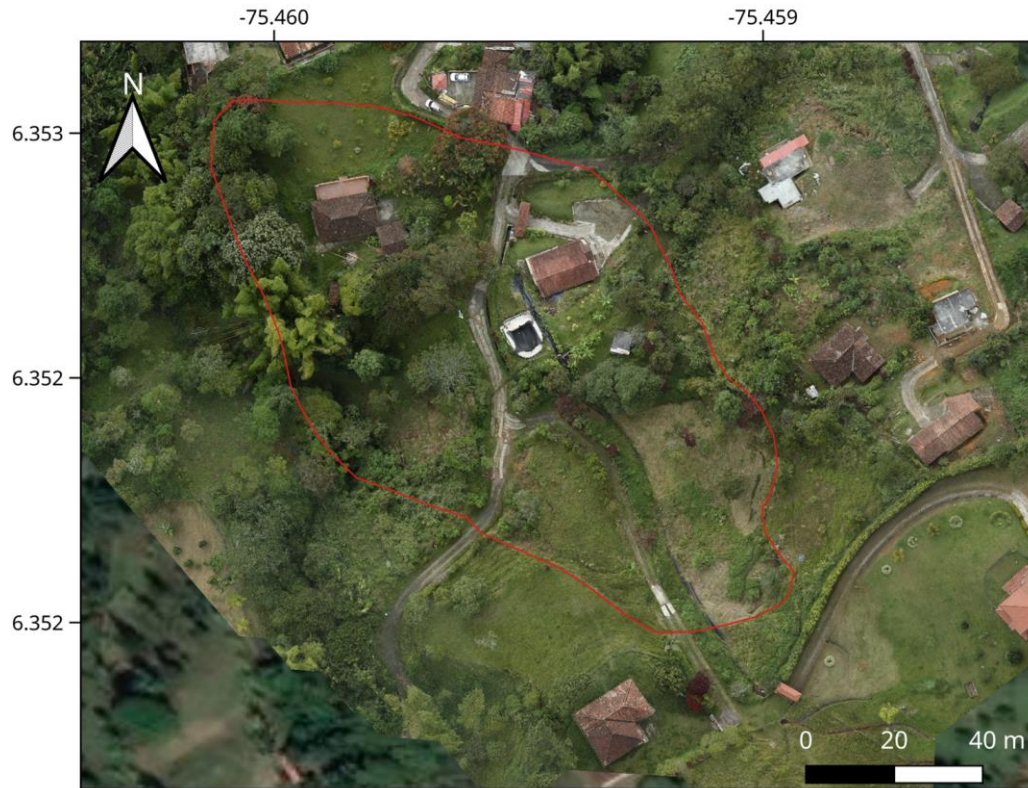


Figura 14. Ortofoto de la zona tomada el día 20 de septiembre de 2022.



Figura 15. Ortofoto de la zona tomada el día 11 de abril de 2023.

Conclusiones

- Se presenta un resumen de los datos recogidos por los sensores instalados en el movimiento en masa en la vereda Manga Arriba desde el mes de noviembre de 2022 hasta abril del presente año. Se debe tener especial cuidado en la interpretación de los datos registrados ya que debido a la obras en curso en la zona, la operación y recolección de los datos de los sensores se vieron afectadas.
- Actualmente, en la zona solo se encuentran de manera activa los siguientes sensores: Pluviómetro, Extensómetro y Sensor de humedad. Estos dos últimos se encuentran en la parte media del deslizamiento específicamente en la finca del señor Sergio.

Monitoreo movimiento en masa Manga Arriba - Girardota

Fecha de elaboración	Elaboró	Cargo	Firma
10 de mayo de 2023	Oscar Sanchez	Geólogo	Oscar I. Sanchez
Fecha de revisión	Elaboró	Cargo	Firma
11 de mayo de 2023	Juliana Alvarez Zapata	Líder de geotecnia	Juliana Alvarez Z.