



Figura 1. Ubicación de los inclinómetros convencionales monitoreados en el sector Olaya Herrera.

Los instrumentos de la instrumentación convencional están nombrados como: OH INC-01, OH INC-02, OH INC-03 y OH INC-04. El monitoreo geotécnico ha registrado desplazamientos significativos en el inclinómetro OH INC-04 desde el registro de la lectura base el día 18 de abril de 2022. Los otros tres inclinómetros no han registrado desplazamientos significativos, al igual que el acelerómetro instalado cerca del inclinómetro OH INC-02.

El inclinómetro OH INC-01 tiene una profundidad funcional de 19 m y dirección acimutal de 280° del eje A+. En el eje A se registraron desplazamientos máximos en dirección A- de 1.9 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 11 de mayo de 2022. En el eje B se registraron desplazamientos máximos en dirección B- de 2.76 mm a 8.0 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 11 de mayo de 2022 (Figuras 2 y 3). El desplazamiento máximo resultante se da a 8.0 m de profundidad con desplazamientos de 3.18 mm hacia el sureste. Estos desplazamientos superan levemente el rango de incertidumbre del equipo (2 mm), sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo geotécnico con el fin de conocer en mayor detalle el comportamiento del terreno a lo largo del tiempo.

El sitio monitoreado se encuentra en el barrio Olaya Herrera, occidente de Medellín. El monitoreo geotécnico se realiza a través de instrumentación remota por medio de un acelerómetro y un pluviómetro, adicionalmente se realizan lecturas periódicas mediante inclinometría convencional en 4 perforaciones y sobrevuelos programados.

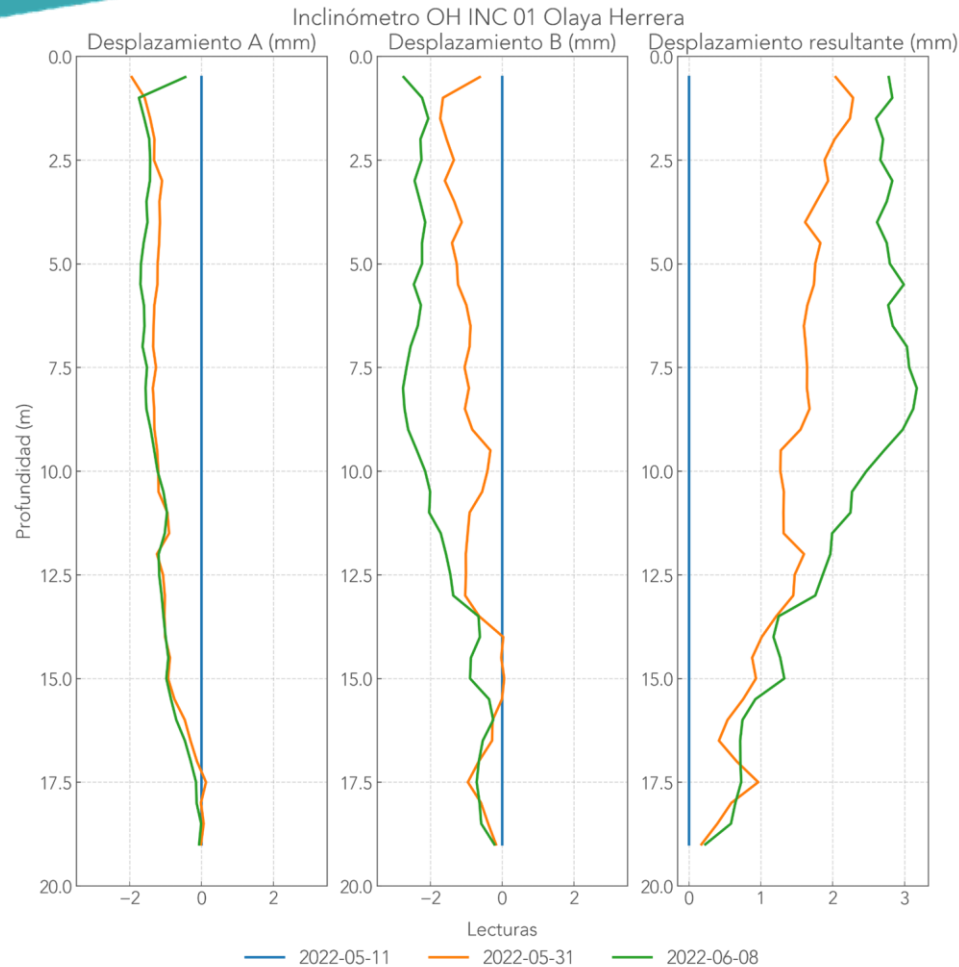


Figura 2. Registro del inclinómetro OH INC-01.

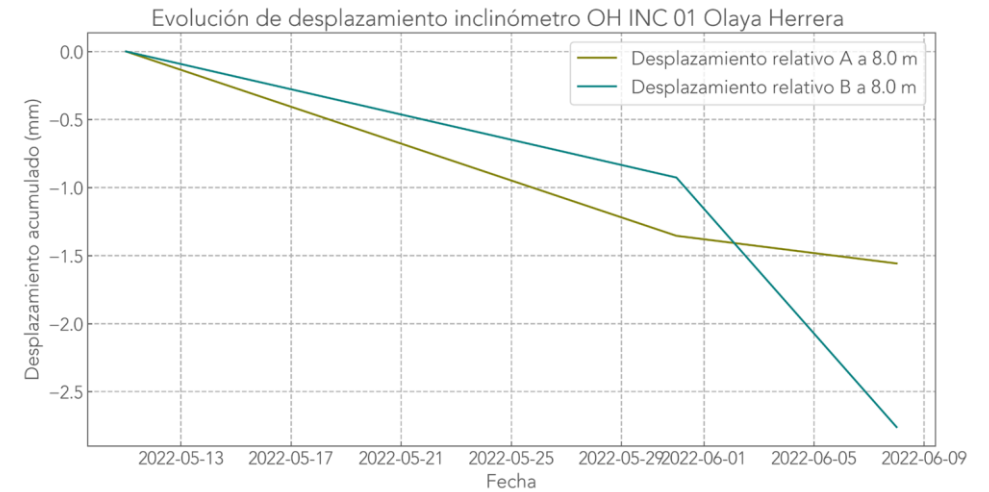


Figura 3. Evolución del desplazamiento en la zona de máxima deformación del inclinómetro OH INC-01.

El inclinómetro OH INC-02 tiene una profundidad funcional de 19.5 m y dirección acimutal de 354° del eje A+. En el eje A se registraron desplazamientos máximos en dirección A+ de 1.5 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022. En el eje B se registraron desplazamientos máximos en dirección B+ de 1.51 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022 (Figuras 4 y 5). El desplazamiento máximo resultante se da a 0.5 m de profundidad con desplazamientos de 1.54 mm hacia el noreste. Estos desplazamientos son inferiores al rango de incertidumbre del equipo (2 mm), sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo geotécnico con el fin de conocer en mayor detalle el comportamiento del terreno a lo largo del tiempo.

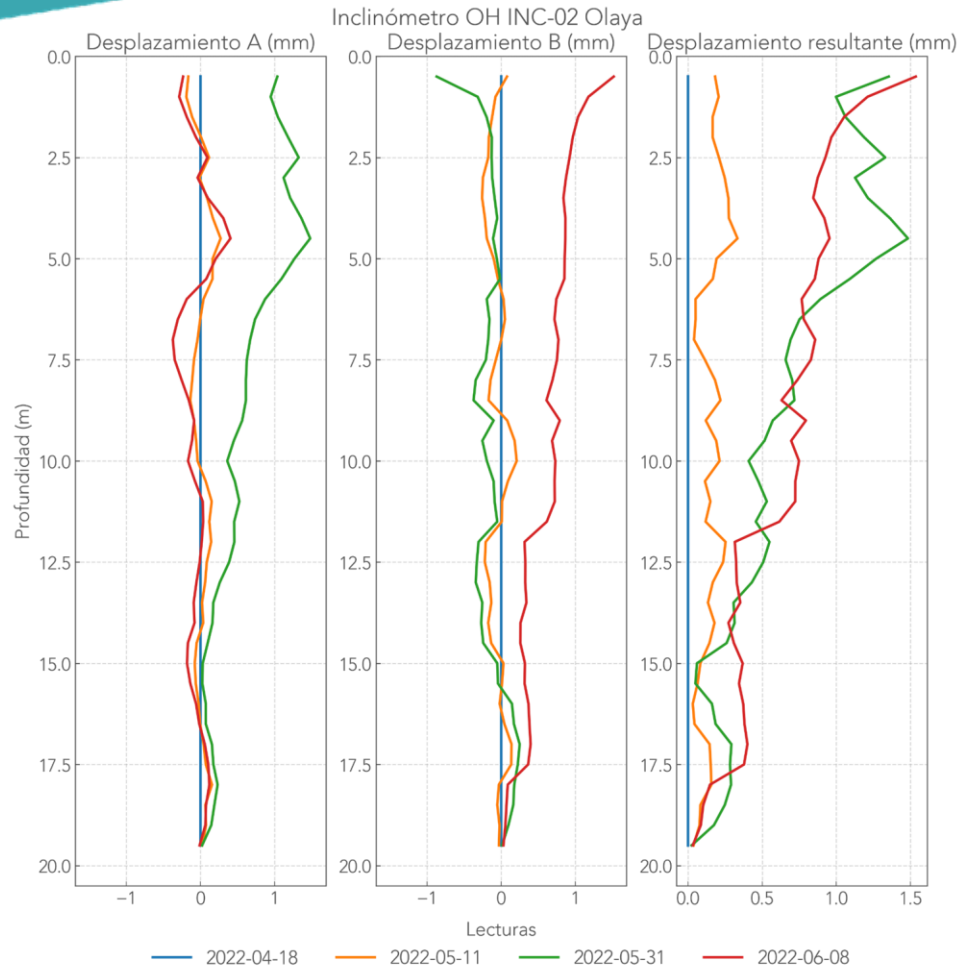


Figura 4. Registro del inclinómetro OH INC-02.

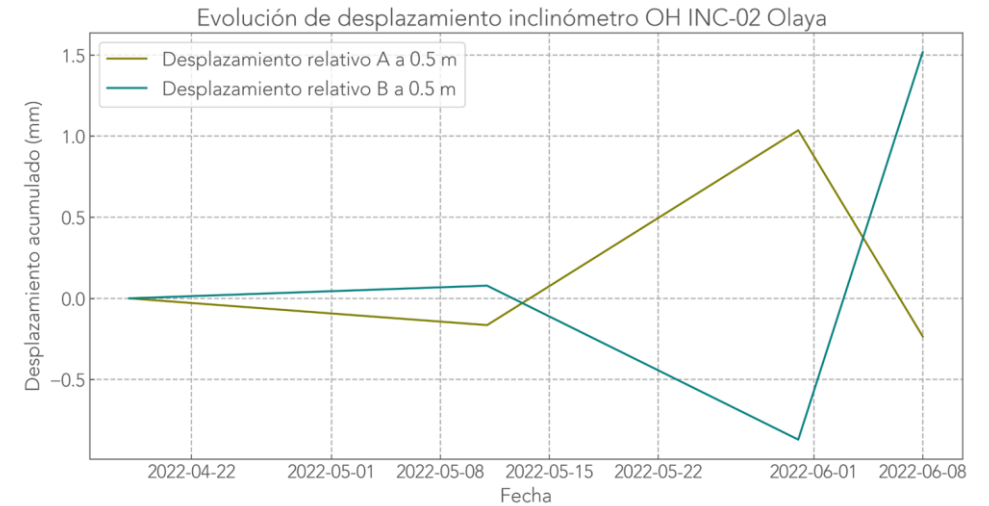


Figura 5. Evolución del desplazamiento en la zona de máxima deformación del inclinómetro OH INC-02.

El inclinómetro OH INC-03 tiene una profundidad funcional de 19.5 m y dirección acimutal de 0° del eje A+. En el eje A se registraron desplazamientos máximos en dirección A+ de 0.76 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022. En el eje B se registraron desplazamientos máximos en dirección B+ de 1.34 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022 (Figuras 6 y 7). El desplazamiento máximo resultante se da a 14.5 m de profundidad con desplazamientos de 1.38 mm hacia el este. Estos desplazamientos son inferiores al rango de incertidumbre del equipo (2 mm), sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo geotécnico con el fin de conocer en mayor detalle el comportamiento del terreno a lo largo del tiempo.

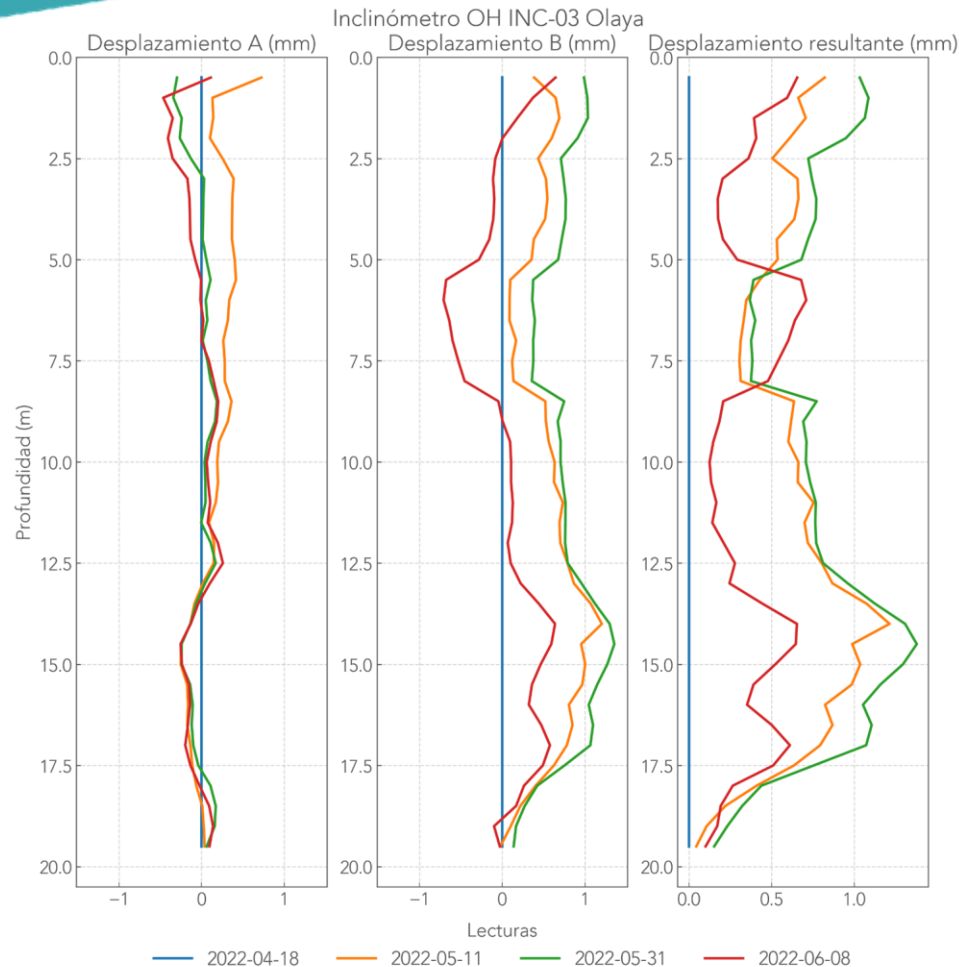


Figura 6. Registro del inclinómetro OH INC-03.

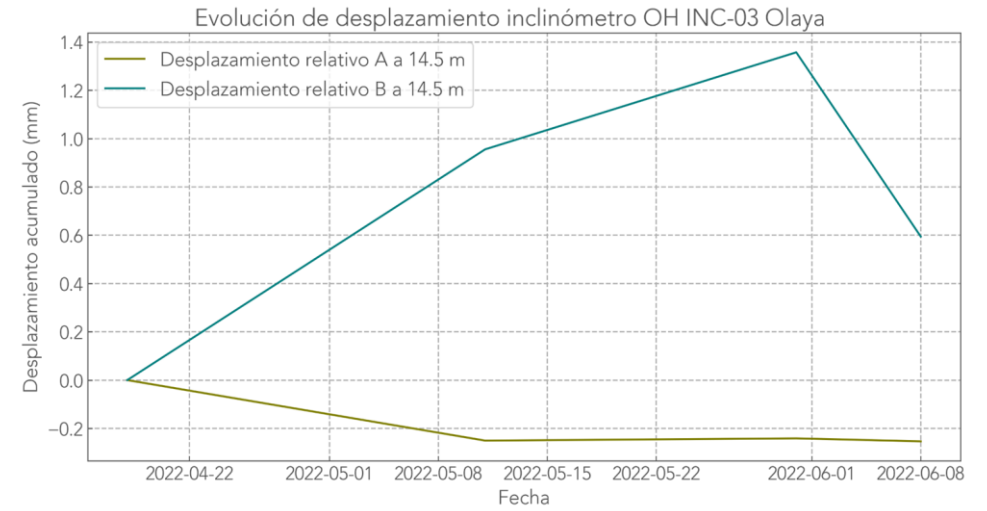


Figura 7. Evolución del desplazamiento en la zona de máxima deformación del inclinómetro OH INC-03.

El inclinómetro OH INC-04 con profundidad funcional de 18.5 m y una dirección acimutal de 0° del eje A+. En el eje A se registraron desplazamientos máximos en dirección A+ de 25.8 mm a 0.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022. En el eje B se registraron desplazamientos máximos en dirección B+ de 3.6 mm a 3.5 m de profundidad, respecto a la línea base tomada el 18 de abril de 2022 (Figuras 8 y 9). En el registro se puede identificar una superficie de falla a 4.5 m de profundidad (Figura 8). El desplazamiento máximo resultante se da a 0.5 m de profundidad con desplazamientos de 25.85 mm hacia el norte. Estos desplazamientos se consideran significativos, además la tendencia en el aumento de desplazamiento se mantiene desde el inicio del monitoreo (Figura 9).

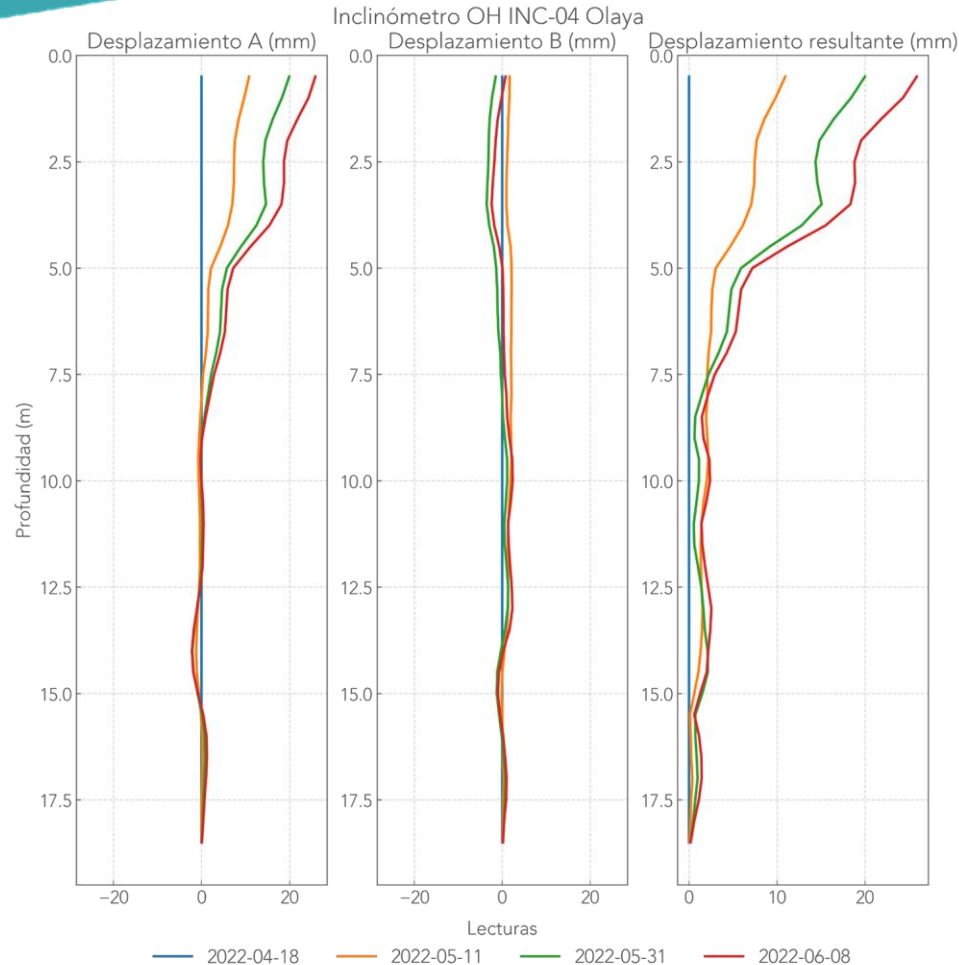


Figura 8. Registro del inclinómetro OH INC-04.

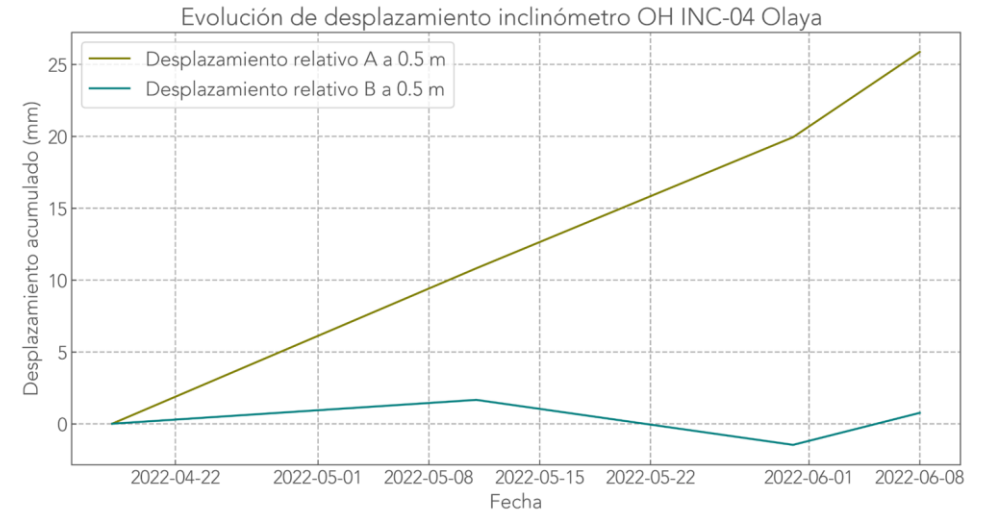


Figura 9. Evolución del desplazamiento en la zona de máxima deformación del inclinómetro OH INC-04.

Como se observa en las figuras 8 y 9, el inclinómetro OH INC-04 registra desplazamientos significativos en dirección A+ (norte). Los otros inclinómetros no registraron desplazamientos significativos. Se identifica el desarrollo de una superficie de falla a 4.5 m de profundidad. Alrededor de este instrumento se observó flujos de agua, aparentemente residuales del asentamiento urbano en cotas superiores, además, se observó un suelo saturado y procesos de erosión activos.

El acelerómetro o sensor de movimiento inercial 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. El registro del acelerómetro instalado en el sitio (564), se muestra en la Figura 10, donde se observó una variación mayor a 0.5° en el balanceo; sin embargo, no se observa una tendencia constante en el tiempo monitoreado, mientras que en el cabeceo no se observó ningún cambio significativo ($<0.5^\circ$). La mayor variación se dio en el balanceo durante el mes de mayo, sin embargo, al 9 de junio no se registraron variaciones en comparación con el 18 de abril de 2022. Este instrumento se ubica cerca al inclinómetro OH INC-02 (Figura 1).

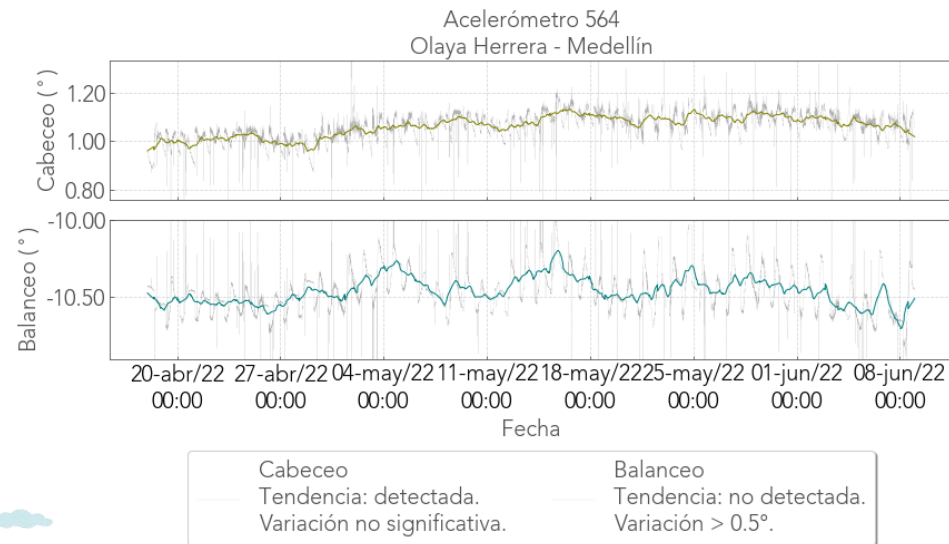


Figura 10. Registro del acelerómetro instalado en el sector Olaya Herrera del 18 de abril al 9 de junio de 2022.

A continuación se muestra el registro del pluviómetro 456 desde el 1 de abril hasta el 10 de junio de 2022. El pluviómetro 456 registró una precipitación acumulada superior a los 400 mm durante este periodo de tiempo. Se observaron diferentes eventos de alta precipitación en este registro. Los picos más altos se registraron durante la primera semana del mes de abril y en el mes de mayo, con numerosos eventos con intensidades máximas cercanas a los 70 mm/h como se observa en la Figura 11.

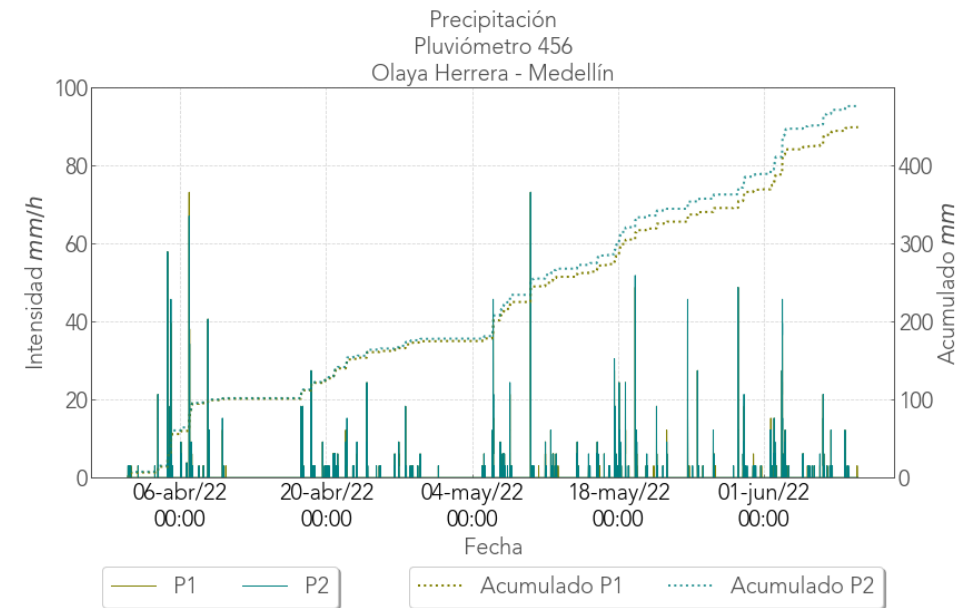


Figura 11. Registro pluviométrico entre el 1 de abril y 10 de junio de 2022 en el sector.

Según el monitoreo geotécnico, se identificaron desplazamientos en la parte media-inferior de la ladera representados en el registro de inclinómetro del instrumento OH INC-04. En esta zona se observaron flujos de agua y procesos de erosión, además, deformación del terreno alrededor del instrumento, pérdida de verticalidad de árboles, como se observa en la Figura 12. Los otros instrumentos no registraron desplazamientos significativos; sin embargo, se recomienda continuar con el monitoreo en el sector. Se recomienda visitar el lugar, teniendo en cuenta los resultados parciales del monitoreo geotécnico, además las características del terreno y del asentamiento urbano, especialmente alrededor del instrumento OH INC-04.



Figura 12. Fotografía alrededor del inclinómetro OH INC-04.