

## Ancón Norte, Copacabana

### Ubicación

**Municipio:** Copacabana

**Barrio/Vereda:** Ancón Norte o Ancón 2

**Latitud:** 6.377458

**Longitud:** -75.48222

**Dirección/ruta de acceso:** Vía Medellín-Girardota km 18, 300 m luego de la entrada de “Comfama Girardota”. Caminando se puede ingresar al sitio tomando la vía paralela a la vía Medellín-Girardota 50 m desde la estación de servicio Zeuss ubicada 200 m después de la entrada a Comfama Girardota. Para ingresar en vehículo se debe tomar la vía al oriente de la Vía Medellín-Girardota km 20 (sector Yamaha) hacia el sur al rededor de 2 km hasta el predio “Depobuses”.



**Figura 1:** Ubicación del deslizamiento Ancón Norte y localización de sensores instalados

## Descripción del sitio

### Características del movimiento en masa:

El proceso morfodinámico se caracteriza como un movimiento en masa complejo, con múltiples zonas de deformación y superficies de falla a diferentes profundidades de 11 m, 16 m y 22 m (esta última representa la principal zona de deformación), identificadas mediante la instrumentación instalada. Este proceso se ha caracterizado con base en los resultados del monitoreo parcial de instrumentación geotécnica y sobrevuelos realizados por SIATA, características observadas en superficie y estudios realizados por diferentes consultores y entidades (Ecopetrol, INTEINSA, EPM). El comportamiento del movimiento en masa es progresivo, pues el movimiento no ocurre en un único evento, sino que continuamente se desarrolla, siendo caracterizado como un movimiento en masa lento. También se ha registrado procesos de socavación lateral de orillas en la parte baja del movimiento en masa asociado a la erosión del río Medellín y de la quebrada Candó 1, la cual atraviesa el proceso morfodinámico. Este deslizamiento ha registrado deformaciones en el terreno en un área aproximada de 7 Ha, afectando bienes públicos y privados localizados en el barrio Ancón Norte.

### Elementos expuestos y afectaciones:

El movimiento en masa se encuentra en una zona residencial, comercial e industrial, con presencia de múltiples líneas de servicio. A continuación se listan los elementos expuestos en el escenario de riesgo, algunos de los cuales han registrado afectaciones totales o parciales.

- **Edificaciones residenciales, comerciales y productivas:** El movimiento en masa afecta gravemente a la mayoría de edificaciones ubicadas al entre la vía Medellín-Girardota y el río Medellín, desde la parte norte del predio Comfama hasta 200 m al norte (Entre 50 y 100 edificaciones). En algunas edificaciones se realizan o realizaron actividades productivas, comerciales (especialmente al costado de la vía Medellín - Girardota); sin embargo, la mayoría son de uso residencial. Estas edificaciones generalmente tienen estructuras en mampostería simple y mampostería reforzada. Muchas de las edificaciones han colapsado parcial o totalmente, otras han sido demolidas y algunas se encuentran en uso actualmente. En algunas edificaciones se realizan o realizaron actividades productivas, comerciales (especialmente al costado de la vía Medellín - Girardota); sin embargo, la mayoría son de uso residencial.
- **Vía vehicular:** Pérdida total del tránsito por agrietamientos y deformaciones de la calzada de la vía vehicular principal acceso al barrio Ancón 2, paralela a la vía Medellín-Girardota. No se descarta futuras afectaciones a la vía Medellín-Girardota calzada oriental por deformaciones en la calzada asociadas al movimiento en masa o al colapso del box culvert de la quebrada Candó 1.
- **Redes de servicio doméstico:** Redes de gas, acueducto y alcantarillado (primarias y secundarias), líneas de energía (postes y cableado). La mayoría de estas redes han sido afectadas, posteriormente reparadas, reubicadas y/o retiradas.
- **Poliducto Cisneros-Medellín:** Deformado por el movimiento en masa. Las afectaciones provocaron la suspensión de operaciones temporales, posteriormente fue reparado y se han realizado obras de mitigación a este elemento.
- **Estación de servicio de combustible:** Ubicada al lado del Comfama Girardota. Presenta agrietamientos losa de suelo.
- **Quebrada Candó 1:** El movimiento en masa genera graves afectaciones al canal tipo box culvert de la quebrada Candó 1, la cual atraviesa una sección del proceso morfodinámico. Este canal presenta afectaciones en los muros laterales y en la losa superior, sobre este canal se encuentran edificaciones

residenciales, comerciales y la vía Medellín-Girardota. No se descarta un posible colapso de esta estructura con obstrucción parcial o total del afluente.

- **Terreno:** El movimiento en masa generó deformaciones en el terreno, tales como grietas y escarpes con separaciones de hasta 1 m. La principal zona donde ocurrieron estas deformaciones del terreno se registraron en el parqueadero “Depobuses”, el barrio Ancón 2 y la parte nororiental de Comfama Girardota. También se observaron pérdida de verticalidad en elementos antrópicos y árboles, algunos de los cuales colapsaron. También se ha registrado la pérdida de suelo producto de la socavación lateral de orillas.
- **Personas:** En el sitio transitan, residen y laboran personas, no se descarta posibles afectaciones a la integridad de estas personas ante posibles colapsos de elementos ubicados en el terreno inestable (edificaciones, muros, árboles, postes, box culvert, etc).

### **Características geológicas-geomorfológicas:**

Según la microzonificación sísmica del AMVA (2016), la geología superficial del área se compone de depósitos de vertiente en la ladera occidental del río Medellín (flujos de lodos y/o escombros), rocas metamórficas que conforman la unidad anfibolita de Medellín localizadas en la ladera oriental del río Medellín, depósitos aluvio torrenciales asociados a la quebrada El Limonal y el río Medellín. En el “Estudio de la problemática en el sector del paraje Ancón II del municipio de Copacabana” desarrollado por la consultora INTEINSA (2019) se describe la geología estructural del sector, cómo la incidencia de varias fallas inferidas (Falla El Noral N80°E y otras asociadas a un sistema de fallas con dirección N-S, como lo son la Falla Ancón Norte N0°3E, Falla El Salto N07°E). Geomorfológicamente, el sitio de monitoreo se encuentra en la unidad de paisaje Valle Inferior, caracterizado por ser una zona estrecha y simétrica del valle de Aburrá, en la parte baja del río destacan las unidades de depósitos de vertiente suavizados, con varios grados de disección y lomos alineados con las direcciones de drenaje como lo es el lomo Ancón Norte.

La geología local según perforaciones de hasta 55 m de profundidad realizadas durante el estudio INTEINSA (2019), se conforma de un basamento metamórfico en profundidades superiores a 30 m, suprayacido por depósitos aluviales con espesores menores a 5 m, y sobre estos, depósitos de vertiente con espesores superiores a 50 m en algunas perforaciones realizadas. En superficie se encuentran suelos orgánicos, y llenos antrópicos. En el mismo estudio identificaron afloramientos de depósitos aluvio torrenciales asociados a las quebradas Los Aguacates y El Limonal, roca fresca metamórfica en la orilla derecha del río Medellín en el lomo conocido como Ancón Norte. Las pendientes en el lugar son bajas (0°-5°) y moderadas (5°-15°), con escarpes y saltos locales generalmente cercanos a los cauces de los afluentes o de origen antrópicos asociados a excavaciones, las cuales son comunes en el área de estudio.

### **Historia del escenario:**

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

- En el informe emitido por INTEINSA (2019) se realiza una compilación de estudios previos, en este se informa: estudio de inclinometría GE-135C realizado por EATIC entre marzo y diciembre de 2013 ante deformaciones registradas en la tubería de gas EPM en la zona.
- Se tienen registros de inspecciones técnicas y visuales realizadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá desde noviembre de 2018, esto a razón de agrietamientos en la estación de servicio, edificaciones residenciales y comerciales, deformaciones en estructuras rígidas del parqueadero “Depobuses”.
- El 25 de Abril de 2019 el CMGRD de Copacabana decreta calamidad pública, finalizando esta condición el 25 de abril de 2020.

- En abril del 2019 inicia el monitoreo por parte de SIATA. En general, el monitoreo ha registrado una tendencia de movimiento lenta, registrando deformaciones de manera constante
  - Abril 4 de 2019 se realiza el primer sobrevuelo con drones.
  - Mayo 2 y 3 de 2019 se realizaron recorridos de inspección técnica por parte de SIATA con el fin de evaluar el esquema del monitoreo, además, se realizaron reuniones con Comfama para iniciar la instalación de sensores.
  - Mayo 7 de 2019 se inicia la instalación de un acelerómetro, un extensómetro y GNSS en el predio Comfama, posteriormente se retiran estos instrumentos por solicitud de Comfama en junio de 2019.
  - Se instala acelerómetro en el parqueadero “Depobuses” el 5 de junio de 2019.
  - El 11 de julio se instala GNSS y extensómetro en la parte norte del deslizamiento.
  - El 27 de agosto y el 5 de septiembre se instalan los cables TDR 1 y 2 respectivamente.
- Se realiza “Estudio de la problemática en el sector del paraje Ancón II del municipio de Copacabana” por INTEINSA (2019).

## Visitas realizadas:

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

- 19/04/2019. Se realiza visita de reconocimiento por parte del equipo de drones.
- 02/05/2019. Se realiza visita de inspección técnica para evaluar el esquema de monitoreo geotécnico.
- 20/05/2019. Visita técnica para la instalación de cable TDR.
- 02/06/2023. Identificación puntos de control.
- 07/06/2019. Plan comunitario de gestión del riesgo en Ancón II.
- 03/07/2021. Visita técnica realizada con el fin de monitorear las afectaciones provocadas por el movimiento en masa.
- 21/10/2021. Campaña de monitoreo con georradar.
- 09/03/2022. Visita de reunión con Concejo Municipal de Gestión del Riesgo de Copacabana.
- 12/09/2022. Visita técnica de monitoreo al movimiento en masa.
- 29/03/2023. Visita técnica de monitoreo al movimiento en masa.
- 24/07/2023. Acompañamiento a la instalación de puntos de control para próximos sobrevuelos con drones.

## 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
31/05/2019	Reporte de esquema del monitoreo ubicado en el predio Comfama	AMVA
16/06/2019	Reporte de instrumentación remota	AMVA, Ecopetrol
26/06/2019	Respuesta a derecho de petición con radicado 00-020836 del 12 de junio de 2019	AMVA
29/11/2019	Reporte del esquema de monitoreo geotécnico instalado para monitorear el movimiento en masa Ancón Norte	Alcaldía de Copacabana, AMVA
6/07/2020	Reporte geotécnico del registro de TDR desde el momento de la instalación (septiembre de 2019)	Alcaldía de Copacabana, AMVA
10/07/2020	Reporte geotécnico del 2020 a la fecha y reporte de visita técnica realizada al sitio monitoreado	CMGDR, Alcaldía de Copacabana, AMVA
26/08/2020	Reporte del colapso del muro de edificación observado a través de la cámara instalada	CMGDR, Alcaldía de Copacabana, AMVA
12/03/2021	Reporte geotécnico por afectaciones en las estructuras registradas por la cámara instalada	Alcaldía de Copacabana, AMVA
22/10/2021	Reporte de monitoreo geotécnico realizado mediante georradar	Alcaldía de Copacabana, AMVA
06/01/2022	Registro geotécnico del 2021	Alcaldía de Copacabana, AMVA
14/02/2022	Registro geotécnico del 2022 a la fecha, solicitado por Alcaldía de Copacabana	Alcaldía de Copacabana, AMVA
13/06/2022	Registro geotécnico del 2022 a la fecha, solicitado por Alcaldía de Copacabana	Alcaldía de Copacabana, AMVA
22/06/2022	Informe histórico del monitoreo geotécnico en el sitio Ancón Norte	Alcaldía de Copacabana, 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	Estado
Cámara Estructuras	100302	6.378411	-75.482418	10/08/2020	25/11/2021	Inactivo
TDR 11	100269	6.377458	-75.482226	27/08/2019	Activo	Activo
TDR 12	100269	6.377782	-75.481827	5/09/2019	Activo	Activo
Cámara Deslizamiento	100245	6.37332	-75.48187	14/06/2019	12/02/2020	Inactivo
Humedad 436	436	6.377458	-75.482226	12/03/2020	20/06/2021	Inactivo

Continúa en la siguiente página



**Tabla 2 – continuación de la página anterior**

Sensores	Código	Longitud	Latitud	Instalación	Retiro	Estado
GNSS 386 F	386	6.377825	-75.482503	11/07/2019	26/08/2021	Activo
GNSS 386 M	386	6.377458	-75.482226	11/07/2019	26/08/2021	Activo
Extensómetro 385	385	6.378232	-75.48248	11/07/2019	8/07/2021	Inactivo
Acelerómetro 379	379	6.377458	-75.482226	5/06/2019	Activo	Activo
Acelerómetro 374	374	6.37647	-75.48282	6/05/2019	17/06/2019	Inactivo
Pluviómetro 373	373	6.377441	-75.482246	8/05/2019	Activo	Activo
Extensómetro 372	372	6.37659	-75.48344	3/05/2019	19/06/2019	Inactivo

El acelerómetro 379 a la fecha ha registrado aumentos constantes en la inclinación cercanos a 1.6° en el cabeceo y 3° en el balanceo desde julio de 2019 hasta agosto de 2023.

El cable TDR 11 ha registrado las siguientes superficies de deformación:

- Desde octubre de 2019 se registra el desarrollo de la principal zona de deformación, la cual inicia a 22 m de profundidad, con deformaciones hasta 27 m de profundidad.
- Desde octubre 2021 se registra deformaciones a 11 m y 16 m de profundidad.
- El Cable TDR dalló a 22 m de profundidad el 21 de junio de 2022, por lo que actualmente solo se tiene monitoreado hasta 22 m de profundidad.

El cable TDR 12 ha registrado deformaciones entre 22 m y 26 m de profundidad.

El extensómetro 385 registró desplazamientos de hasta 1.35 m; sin embargo, estos no son concluyentes, pues no concuerdan con la abertura de la grieta monitoreada en el terreno (aproximadamente 30 cm). La exageración puede darse producto de perturbaciones externas al sensor.

El sensor de humedad en su periodo de actividad registró múltiples variaciones en el contenido de humedad del suelo entre aproximadamente 50 % y 63 % a 1.36 m de profundidad.

El GNSS no registra información concluyente, muestra amplias y exageradas variaciones, además de no registrar una tendencia de desplazamiento consistente con la cinemática del movimiento registrada por los otros sensores y sobrevuelos de dron.

## Monitoreo mediante sobrevuelos con drones

El monitoreo periódico con drones permite identificar los cambios superficiales del relieve, 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 2 muestra el resultado del análisis de desplazamientos entre dos registros del sensor LIDAR.

**Tabla 3:** Sobrevuelos realizados al sitio monitoreado.

Fecha	Sensor	Propósito
23/04/2019	RGB	Primer sobrevuelo del movimiento en masa sector Ancón Norte
31/05/2019	RGB	Evaluar la evolución del movimiento en masa sector Ancón Norte
21/06/2019	RGB	Evaluar la evolución del movimiento en masa sector Ancón Norte
23/08/2019	RGB	Evaluar la evolución del movimiento en masa sector Ancón Norte
22/07/2020	RGB	Se realizó ortofoto de línea base de monitoreo, vídeo y fotografía 360 a zona para verificar su estado y riesgos latentes en la zona
31/08/2020	RGB	Realizar monitoreo de movimiento en masa que presenta este lugar
01/10/2020	RGB	Realizar registro audiovisual con video y fotografía de puntos representativos del municipio, haciendo énfasis sobre el río Aburrá
13/01/2021	RGB	Se realiza mosaico de la zona afectada con software UGCS a una altura máxima de 50 metros
31/03/2021	RGB	Verificación afectación a las viviendas de la zona por aparente inestabilidad de terreno. Se recolectó fotografías 360, panorámicas y videos
21/04/2021	LiDAR	Se realiza sobrevuelo en zona afectada por movimiento en masa
21/04/2021	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo en zona afectada por movimiento en masa
26/04/2021	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo en zona afectada por movimiento en masa
26/04/2021	LiDAR	Se realiza sobrevuelo en zona afectada por movimiento en masa
27/08/2021	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo a movimiento en masa con afectación a las viviendas y vías de la zona
10/12/2021	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo a movimiento en masa con afectación a las viviendas
10/12/2021	LiDAR	Se realiza sobrevuelo de monitoreo a movimiento en masa con afectación a las viviendas
21/01/2022	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo donde se evidencia afectación a viviendas y vía de acceso a la zona
03/02/2022	LiDAR	Se realiza sobrevuelo de monitoreo donde se evidencia afectaciones a casas y vía de acceso por movimiento en masa
13/04/2022	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo donde se evidencia afectación a viviendas y vía de acceso a la zona
29/06/2022	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo donde se evidencia afectación a viviendas y vía de acceso a la zona
08/07/2022	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo donde se evidencia afectación a viviendas y vía de acceso a la zona
13/01/2023	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo
01/08/2023	RGB	Se realiza sobrevuelo para monitoreo donde se evidencia que las afectaciones a viviendas, vías y margen del río continúan respecto al monitoreo anterior

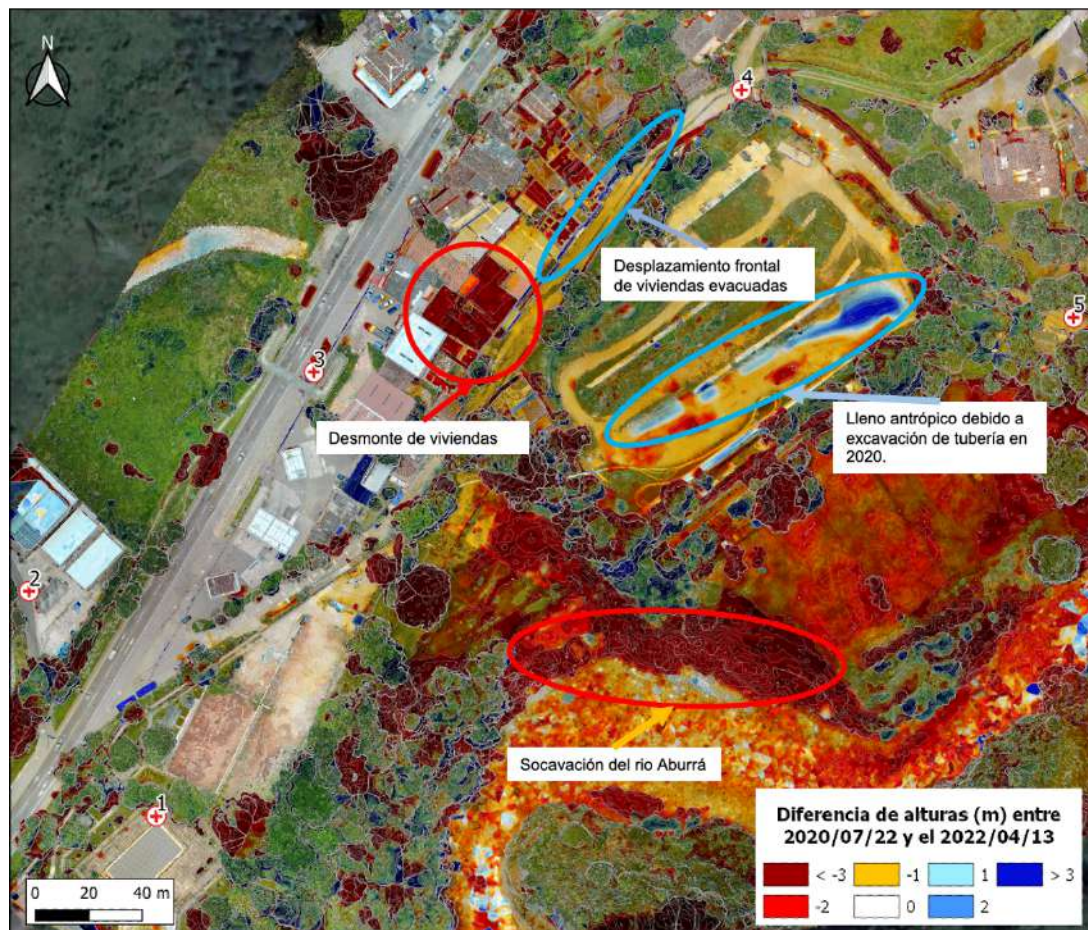
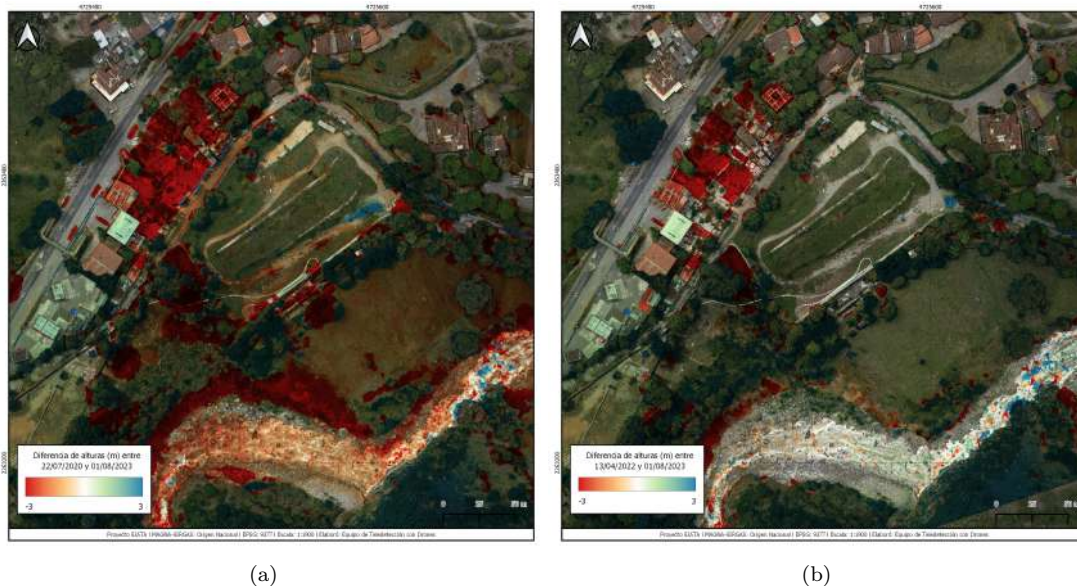


Figura 2: Diferencias de altura entre los registros LIDAR del 22 de julio de 2020 y el 04 de 13 de 2022.





**Figura 3:** Mapa de desplazamientos obtenido a partir de la comparación de sobrevuelos realizados en julio de 2020, abril de 2022 y agosto de 2023. Entre el 2020 y el 2023 (Panel a) se observa socavación en una de las márgenes del río Aburrá-Medellín, el desmonte de algunas viviendas y una zona utilizada para lleno antrópico. Entre el 2022 y 2023 (Panel b), continúa la socavación en el río y el desmonte de viviendas.

## Registro fotográfico

A continuación se muestran fotografías del estado antecedente y actual del sitio monitoreado.



**Figura 4:** Fotografía izquierda tomada en agosto de 2019 a las edificaciones residenciales y vía principal del barrio Ancón Norte. Fotografía derecha tomada en septiembre de 2022 a las edificaciones residenciales colapsadas o demolidas y vía vehicular deformada en el barrio Ancón Norte.

**Elaboró:**

Alejandro Ospina Urán, Geólogo

Fecha: 2 de agosto de 2023

**Revisó:**

Juliana Alvarez Zapata, Geotecnista

Fecha: 4 de agosto de 2023