



**Alcaldía de Medellín**  
Distrito de  
**Ciencia, Tecnología e Innovación**

# PREPARACIÓN FRENTE AL FENÓMENO DE EL NIÑO EN MEDELLÍN

Notas para un plan de Ciudad  
Una contribución a la seguridad hídrica integral de  
Medellín  
Distrito de Medellín - CuencaVerde

**2026**

# TABLA DE CONTENIDO

Introducción al Fenómeno de Variabilidad Climática ..... Pág 1.

Vulnerabilidades y Amenazas para Medellín ..... Pág 4.

Principales Fuentes Abastecedoras ..... Pág 7.

Estrategia de Preparación y Seguridad Hídrica Integral ..... Pág 7.

Refugios Climáticos y Cuidado Animal ..... Pág 10.

Anexos ..... Pág 13.

# 1

## Introducción al Fenómeno de Variabilidad Climática

El fenómeno de El Niño - Oscilación del Sur (ENSO) es un evento de variabilidad climática natural que altera las condiciones oceánicas y atmosféricas.

### ¿En qué consiste?

Se caracteriza por el calentamiento anómalo de las aguas superficiales del Océano Pacífico ecuatorial (principalmente en la región Niño 3.4), asociado al debilitamiento de los vientos alisios que normalmente empujan esas aguas cálidas hacia el oeste. Este desequilibrio desplaza la Zona de Convergencia Intertropical y altera los patrones de circulación de humedad a nivel global. En nuestra región andina, el efecto más directo es el desplazamiento de la actividad lluviosa hacia el Pacífico oriental, lo que se traduce en una drástica reducción de las precipitaciones sobre la cordillera y, en consecuencia, en los caudales que alimentan los embalses y quebradas abastecedoras de Medellín.



*Dinámica global de El Niño. Fuente: Hafid Firman Syarif / Getty Images*

## Periodicidad y duración:

Suele presentarse en intervalos irregulares de 2 a 7 años. Su duración máxima oscila generalmente entre los 9 y 12 meses, aunque en ocasiones prolongadas puede extenderse hasta los 18 meses.

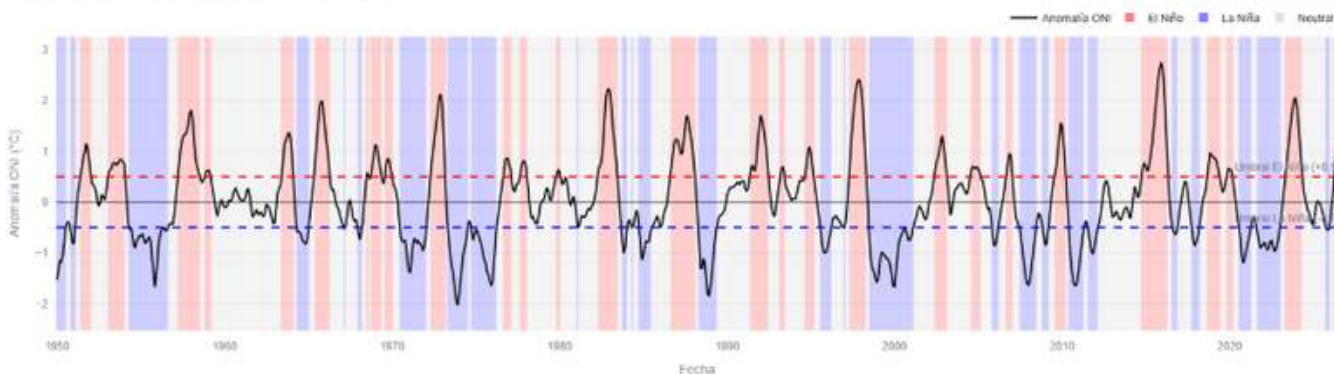
## Años críticos:

Históricamente, eventos como los de 1992-1993, 1997-1998 y 2015-2016 han sido particularmente severos, dejando lecciones importantes sobre la vulnerabilidad hídrica, alimentaria, energética y socio-ecosistémica.

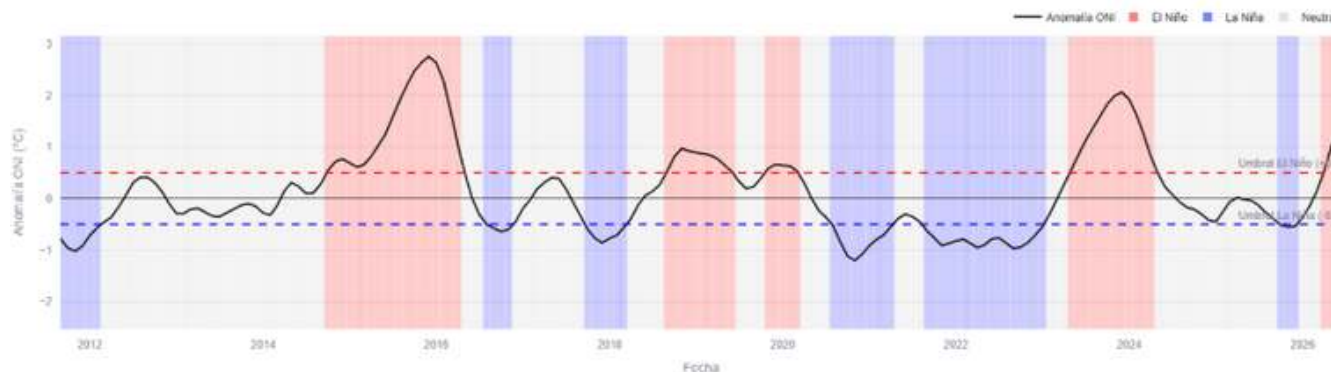
## Consecuencias principales:

Déficit hídrico prolongado en fuentes superficiales y subterráneas, aumento sostenido de las temperaturas medias y máximas, y alteraciones drásticas en los ecosistemas de provisión (páramos, bosques altoandinos y zonas de recarga hídrica). A esto se suma un incremento significativo en la frecuencia e intensidad de los incendios de cobertura vegetal, favorecido por la desecación del suelo y la biomasa vegetal. A escala regional, el fenómeno presiona además la seguridad alimentaria y energética, al reducir la disponibilidad de agua para la generación hidroeléctrica y las actividades agropecuarias.

Fases del Fenómeno ENSO y Anomalia ONI (Histórico)



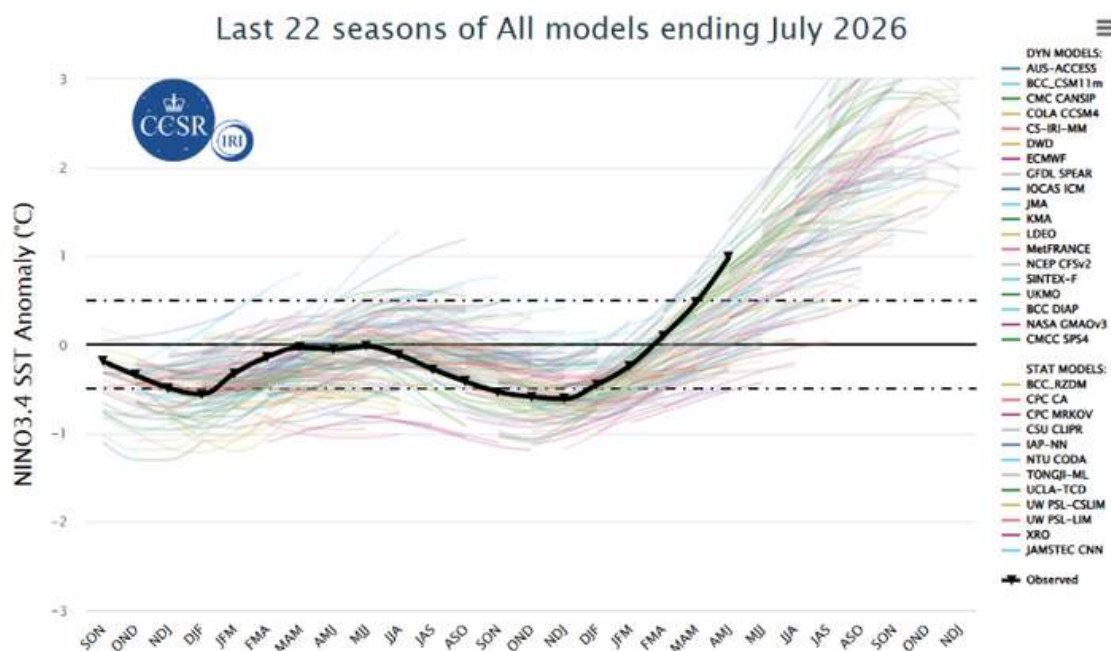
## Preparación frente al Fenómeno de El Niño en Medellín Notas para un plan de Ciudad



Fases del fenómeno ENSO y anomalía del Índice Oceánico El Niño (ONI), 1950–2026. La serie histórica evidencia la alternancia recurrente entre episodios El Niño (rojo) y La Niña (azul); los picos de 1997-98, 2015-16 y el que se proyecta para el segundo semestre de 2026 se ubican entre los de mayor magnitud del registro. Fuente: NOAA/CPC, Índice ONI.

### Emisor Climático: Multiverso Probabilístico (IRI)

Este componente integra el pronóstico atmosférico en vivo con la realidad hídrica del territorio, contrastando los distintos escenarios probabilísticos frente a la oferta real de los embalses. Bajo el escenario dominante —Universo Niño, con un 98% de probabilidad de consolidarse— la oferta hídrica proyectada para el sistema de embalses se ubica en el 65% de su condición normal (un déficit del 35%), lo que se traduce en un impacto real proyectado de -34.3% sobre los caudales disponibles para el abastecimiento.



*Este gráfico integra las proyecciones de más de veinte modelos climáticos dinámicos y estadísticos (líneas de color) junto con el dato observado (línea negra), con corte a julio de 2026. El consenso de los modelos muestra una trayectoria ascendente sostenida: la anomalía observada ya cruzó el umbral de El Niño ( $+0.5^{\circ}\text{C}$ ) y las proyecciones para los próximos meses (ago-oct, sep-nov, oct-dic 2026) convergen por encima de  $+1^{\circ}\text{C}$ , en línea con las alertas recientes sobre un posible evento histórico. Para Medellín y Antioquia, esto implica una alta probabilidad de déficit hídrico sostenido durante el segundo semestre de 2026 y el primer trimestre de 2027.*

## 2 | Vulnerabilidades y Amenazas para Medellín

El distrito y sus ecosistemas circundantes enfrentan presiones específicas durante este período:

### 💧 Contexto Demográfico y Geográfico:

Contexto Demográfico y Geográfico: La posición geográfica de Medellín, asentada en el fondo del estrecho cañón del Valle de Aburrá, junto con el tamaño de su población, concentra grandes presiones ambientales. Esta configuración topográfica limita la circulación natural de los vientos y propicia la retención de calor extremo.

### 💧 Inversión Térmica y Tráfico Automotor:

La alta carga de emisiones derivada del tráfico automotor interactúa de manera crítica con la ocurrencia de episodios de inversión térmica. Durante El Niño, la ausencia prolongada de precipitaciones que habitualmente "lavan" la atmósfera agudiza estos eventos, deteriorando severamente la calidad del aire.

### 💧 Dependencia de Hidro-ecosistemas Externos:

El abastecimiento de la ciudad depende del buen funcionamiento de ecosistemas de provisión ubicados fuera del valle. Es fundamental reconocer en la lectura del territorio que los ríos Medellín y Cauca corren por valles distintos, lo que determina dinámicas de humedad diferentes. Asimismo, las dimensiones relativas de embalses como La Fe y Piedras Blancas exigen análisis específicos de vulnerabilidad ante las altas tasas de evaporación.

## 💧 Temperatura e Incendios:

Aumentos sostenidos de temperatura que desecan la cobertura vegetal, disparando el riesgo de incendios de cobertura vegetal y dificultando enormemente su control operativo. Los modelos regionales evidencian zonas de extrema anomalía de humedad y un alto índice de propagación de fuego asociado a la sequedad del combustible vegetal.

## 💧 Sequía, Calidad del Agua y Diagnóstico Hidrológico Integral:

La disminución de los caudales aumenta la concentración de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales, complicando su potabilización. Los tableros del Diagnóstico Hidrológico Integral para Medellín (cubriendo un área de 371.77 km<sup>2</sup>) cuantifican la magnitud de este déficit. Al modelar caídas sucesivas en la precipitación (pasando de un escenario de 3119 mm a 2887 mm), se evidencia un deterioro directo en el balance hídrico:

La esorrentía superficial **se reduce de 1128 mm a 1059 mm.**

La infiltración en el suelo **cae de 1185 mm a 1047 mm.**

El caudal mínimo (flujo base) desciende de manera crítica, pasando **de 4.19 m<sup>3</sup>/s a 3.70 m<sup>3</sup>/s.**

La recarga real de los acuíferos se contrae, bajando de 355 mm a 314 mm, lo que compromete significativamente las reservas estratégicas de aguas subterráneas.

## 💧 Salud Pública y Biodiversidad:

El calor extremo afecta la disponibilidad de oxígeno atmosférico a nivel local, genera estrés térmico en humanos (especialmente poblaciones vulnerables), altera la salud animal y la biodiversidad urbana.

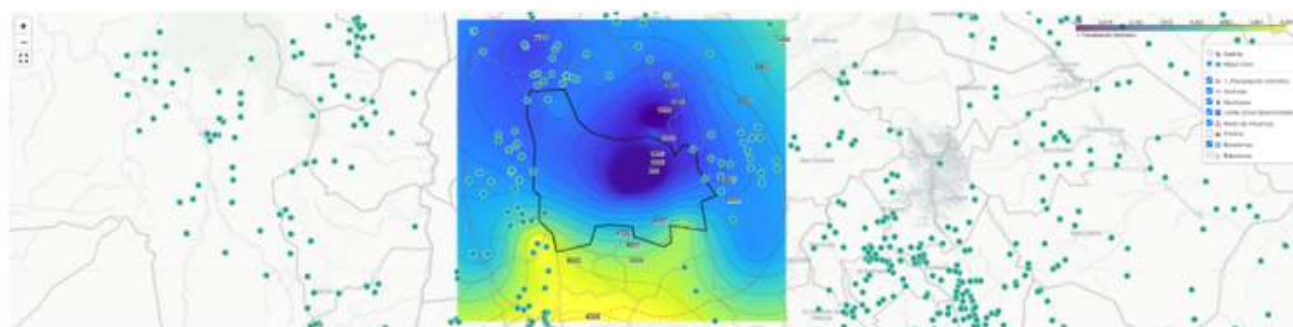
## 🔹 Efectos Multisectoriales:

Impactos directos en el sector económico, riesgo de desabastecimiento en acueductos veredales y urbanos, presiones sobre la generación de energía y afectaciones severas en la producción agrícola y pecuaria de los corregimientos.

## 🔹 El factor de los vientos (Agosto):

En esta época, los vientos juegan un papel dual. Son refrescantes para el ambiente y permiten el tradicional vuelo de cometas, pero actúan como rápidos propagadores de incendios forestales e incrementan la evapotranspiración, disminuyendo aceleradamente el agua superficial disponible.

## Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026 en Medellín



### Diagnóstico Hidrológico Integral: Medellín

#### Morfometría

Área: 371.77 km<sup>2</sup>  
Perímetro: 96.0 km  
Índice de forma: 1.40  
Índice de compactación: 19

#### Balance (mm)

Precipitación: 2955 mm  
Evapotranspiración: 798 mm  
Exceso: 1068 mm  
Deficiencia: 1089 mm

#### Caudales (m<sup>3</sup>/s)

Caudal medio: 16.44  
Caudal mínimo: 3.85  
Caudal máximo: 41.11  
Caudal de inundación: 4.11

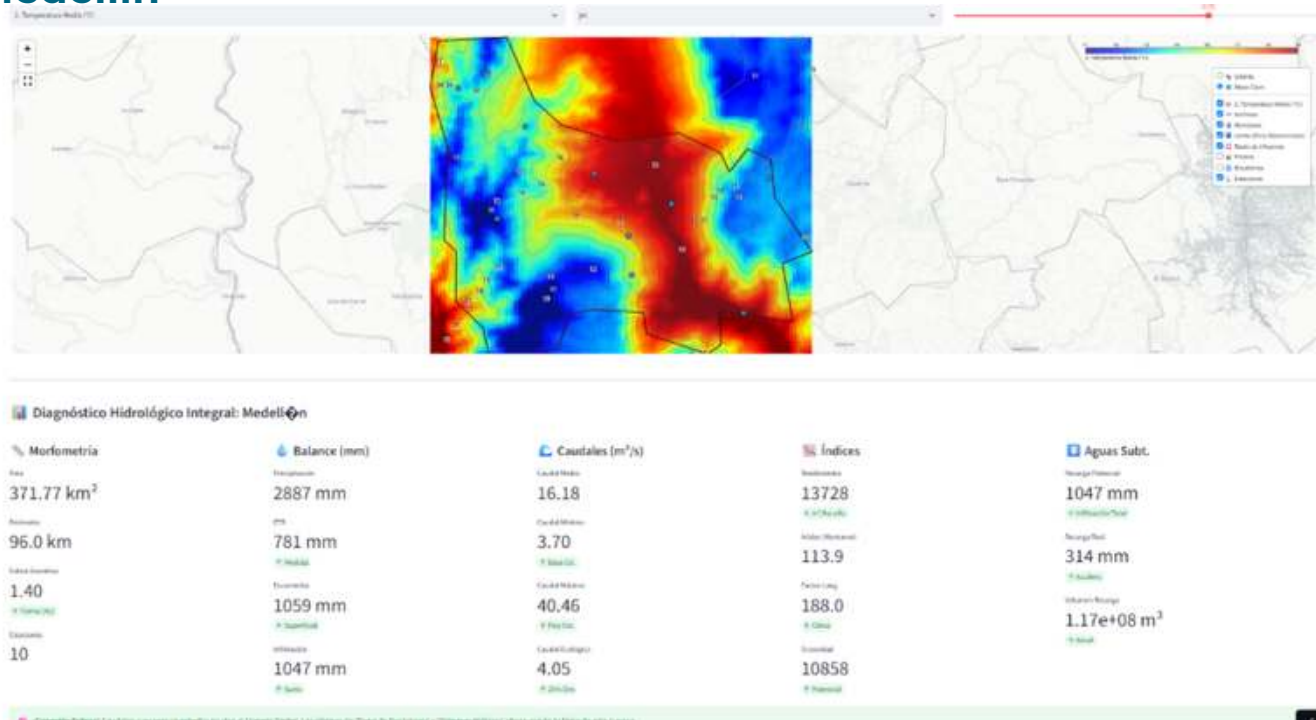
#### Índices

Índice de aridez: 13948  
Índice de humedad: 116.6  
Índice de riesgo: 192.5  
Índice de riesgo: 11245

#### Agua Subt.

Reserva hídrica: 1089 mm  
Reserva hídrica: 327 mm  
Volumen de agua: 1.22e+08 m<sup>3</sup>

## Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026 en Medellín



## 3 | Principales Fuentes Abastecedoras

El sistema de abastecimiento de la ciudad depende de una red de embalses y cuencas. Es vital realizar una correcta lectura del territorio para esta planificación:

### 🔹 Fuentes Críticas Externas:

Embalses como Río Grande, La Fe y Piedras Blancas. Es importante recordar en la cartografía y el monitoreo que los ríos Medellín y Cauca corren por valles distintos, lo que define dinámicas de humedad diferentes. Asimismo, las dimensiones relativas de almacenamiento entre La Fe y Piedras Blancas requieren protocolos de racionamiento distintos por su capacidad de respuesta ante la evaporación.

### 💧 Fuentes Críticas Internas (Acueductos Veredales):

Las microcuencas de los corregimientos (Santa Elena, San Antonio de Prado, San Cristóbal) suelen ser las primeras en reportar estrés hídrico al carecer de grandes infraestructuras de regulación.



Embalse La Fe, Antioquia. Fuente: Wirestock / Getty Images



Embalse Riogrande II, Antioquia. Fuente: Cuencaverde

Revisar anexos para ver el detalle de los corregimientos.

## 4 | Estrategia de Preparación y Seguridad Hídrica Integral

Medellín debe pasar de responder a la escasez cuando ya es visible a gestionar el riesgo antes de que se convierta en crisis. La Seguridad Hídrica Integral conecta las fuentes internas y externas, los ecosistemas, el abastecimiento, la demanda y la respuesta institucional para anticipar decisiones, sostener el acceso al agua y reducir los impactos de El Niño.

### 💧 Anticipación basada en información.

Integrar pronósticos, precipitación, caudales, embalses, demanda y riesgo de incendios en un semáforo de seguridad hídrica. Cada alerta debe activar una medida, un responsable y un tiempo de respuesta.

### 💧 **Proteger el agua donde se produce.**

Concentrar la inversión en las áreas que más estratégicas en regulación caudales, articulando las cerca de 3.300 hectáreas adquiridas con acuerdos de conservación, restauración, protección de nacimientos e infraestructura verde y gris que ha adquirido el distrito.

### 💧 **Diversificar y hacer más resiliente el abastecimiento.**

Definir protocolos para embalses y fuentes superficiales; fortalecer acueductos veredales y reducir pérdidas; promover aguas lluvias y reúso no potable; y caracterizar las aguas subterráneas antes de considerarlas como reserva estratégica.

### 💧 **Adaptar la ciudad al calor y a la sequía.**

Tratar el arbolado, las quebradas, los cerros, los parques y los corredores verdes como infraestructura hídrica y térmica, priorizando vegetación ribereña, arbolado joven y refugios climáticos.

### 💧 **Gobernanza y articulación territorial.**

Consolidar una coordinación permanente entre el Distrito, las autoridades ambientales, EPM, los acueductos, las comunidades, la academia y las empresas, con responsabilidades definidas, protocolos de actuación y mecanismos de seguimiento para responder de manera anticipada y diferenciada en cada territorio.

### 💧 **Comunicación que moviliza.**

Explicar qué ocurre, qué implica para cada territorio y qué deben hacer hogares, instituciones y empresas, mediante un reporte semanal en Telemedellín, tableros públicos y alertas territoriales.

### 💧 **Incorporar la variabilidad climática en el PBOT y la planificación territorial:**

Reconocer que la variabilidad climática, cada vez más extrema e intensificada por el cambio climático, ya hace parte de la realidad del territorio y debe ser considerada en la toma de decisiones sobre uso del suelo, gestión del agua, infraestructura y conservación. Además, fortalecer la generación de conocimiento y sistematización de aprendizajes permitirá mejorar progresivamente las estrategias de adaptación y respuesta frente a futuros escenarios climáticos.

### 💧 **Fortalecer las inversiones de largo plazo en seguridad hídrica.**

como las lideradas por **CuencaVerde** – Fondo de Agua, que durante 13 años han promovido la restauración y conservación de ecosistemas estratégicos, la articulación interinstitucional, la gobernanza del agua y el trabajo con las comunidades, contribuyendo a incrementar la resiliencia y la seguridad hídrica del territorio frente a eventos climáticos extremos.

## 5 | Refugios Climáticos y Cuidado Animal

El espacio público verde efectivo constituye una de las principales estrategias para reducir los efectos del calor extremo sobre las personas y la biodiversidad:

### 💧 **Red de Parques, cerros y corredores verdes:**

El Cerro El Volador, el Cerro Nutibara, La Asomadera, el Jardín Botánico y la red de parques urbanos y corredores verdes hacen parte de los aproximadamente 13 millones de m<sup>2</sup> de zonas verdes (1.300 ha) con los que cuenta Medellín, equivalentes a 5,31 m<sup>2</sup> de espacio verde urbano por habitante.

Estos espacios funcionan como refugios climáticos al disminuir la temperatura, ofrecer sombra y conservar hábitats para la fauna, especialmente aves, mamíferos e insectos polinizadores. Además, contribuyen a mantener la conectividad ecológica y, cuando cuentan con cuerpos o fuentes de agua, brindan sitios de hidratación para la fauna silvestre.

### 💧 **Protección de la vegetación urbana:**

Fortalecer el mantenimiento y riego prioritario del arbolado urbano joven y de las áreas verdes estratégicas durante periodos prolongados de sequía para conservar los servicios ecosistémicos que brindan. Asimismo, mantener el suelo alrededor de los árboles cubierto con hojarasca u otros materiales orgánicos (p. ej., mulch o chips de coco) para conservar la humedad del suelo.

### 💧 **Protección de quebradas:** Evitar el vertimiento de residuos y la intervención de las rondas hídricas, y promover la conservación de la vegetación ribereña para mantener la calidad del agua y la función de las quebradas como corredores ecológicos y reguladores de temperatura.

### 💧 **Recomendaciones para Animales:**

**Domésticos:** Evitar paseos en asfalto caliente (riesgo de quemaduras), asegurar hidratación constante y proveer zonas de sombra ventiladas. Nunca dejar mascotas dentro de vehículos cerrados.

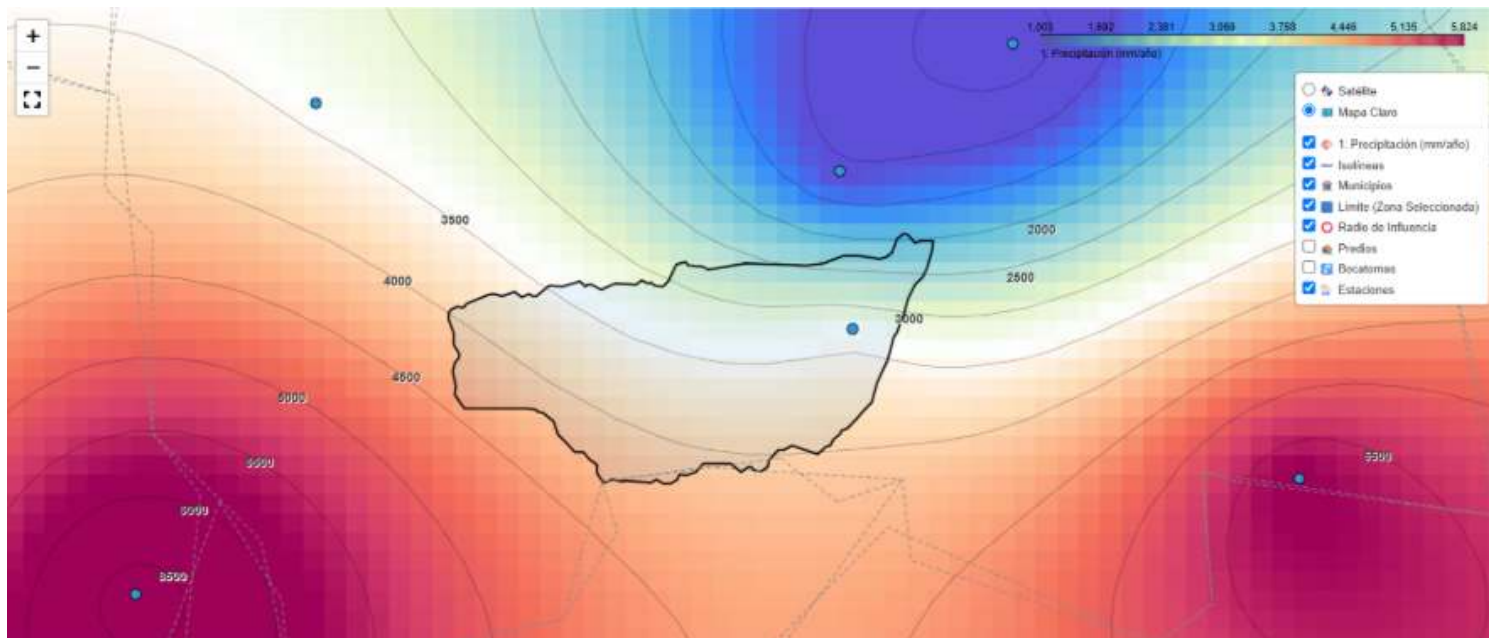
**Silvestres:** Dejar recipientes limpios con agua fresca en balcones, jardines y terrazas (cambiándolos a diario para evitar la proliferación de mosquitos) para ayudar a la fauna silvestre a superar la escasez de agua y el calor extremo. En caso de encontrar animales deshidratados o lesionados, reportarlos a las autoridades ambientales competentes.



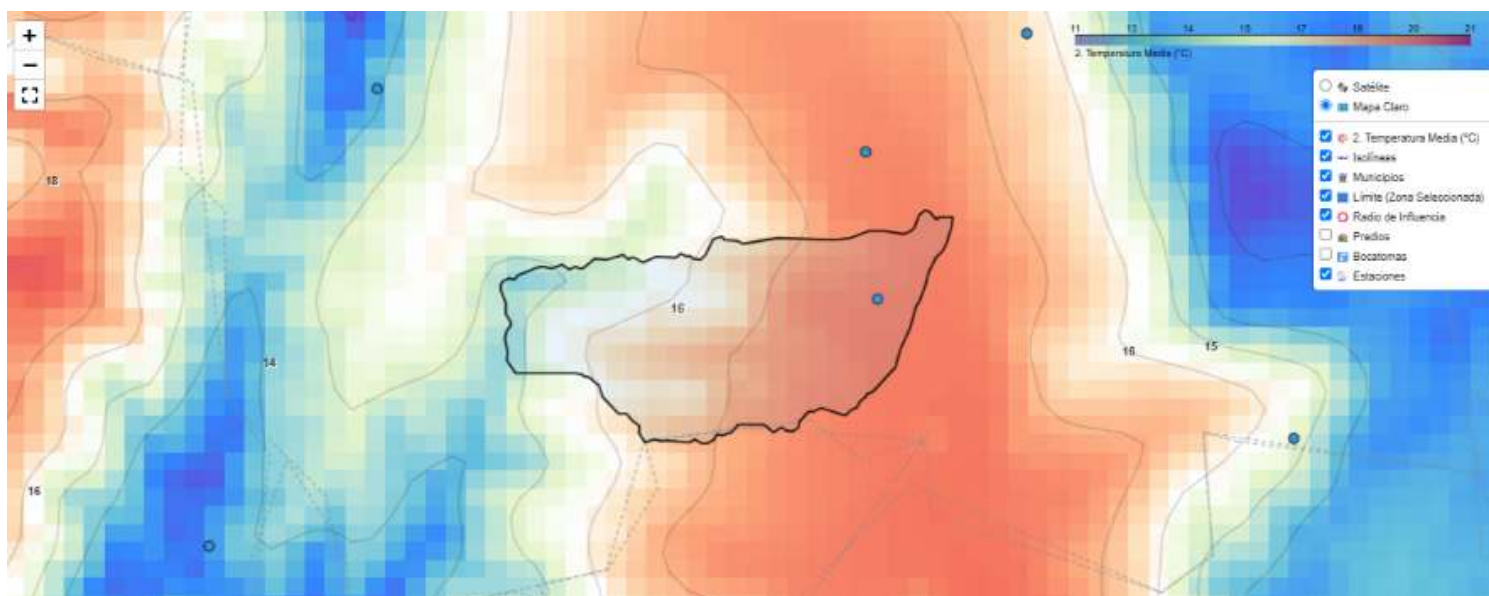
*Cerro Nutibara, Medellín. Fuente: Sebastiaan Kroes / Getty Images*

## Corregimiento de Altavista – Quebrada Altavista

### Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026



### Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026



 Diagnóstico Hidrológico Integral: Q. ALTAVISTA - (2701-01-079-00)

 Morfometría

Área  
**24.15 km<sup>2</sup>**

Perímetro  
**23.8 km**

Índice Gravelius  
**1.37**  
↑ Forma (Kc)

Estaciones  
**17**

 Balance (mm)

Precipitación  
**3563 mm**

ETR  
**970 mm**  
↑ Pérdida

Escurrentía  
**1242 mm**  
↑ Superficial

Infiltración  
**1351 mm**  
↑ Suelo

 Caudales (m<sup>3</sup>/s)

Caudal Medio  
**1.26**

Caudal Mínimo  
**0.31**  
↑ Base Est.

Caudal Máximo  
**3.15**  
↑ Pico Est.

Caudal Ecológico  
**0.32**  
↑ 25% Qm

 Índices

Rendimiento  
**16472**  
↑ m<sup>3</sup>/ha-año

Aridez (Martonné)  
**129.6**

Factor Lang  
**203.8**  
↑ Clima

Erosividad  
**14887**  
↑ Potencial

 Aguas Subt.

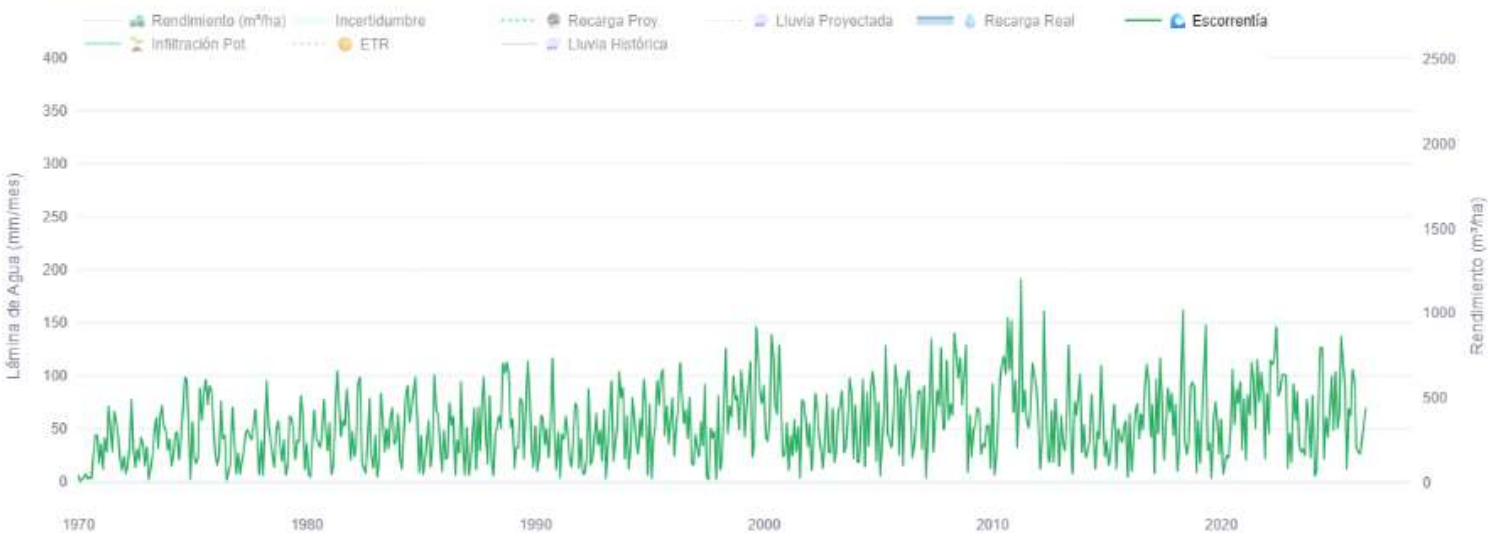
Recarga Potencial  
**1351 mm**  
↑ Infiltración Total

Recarga Real  
**405 mm**  
↑ Acuífero

Volumen Recarga  
**9.79e+06 m<sup>3</sup>**  
↑ Anual

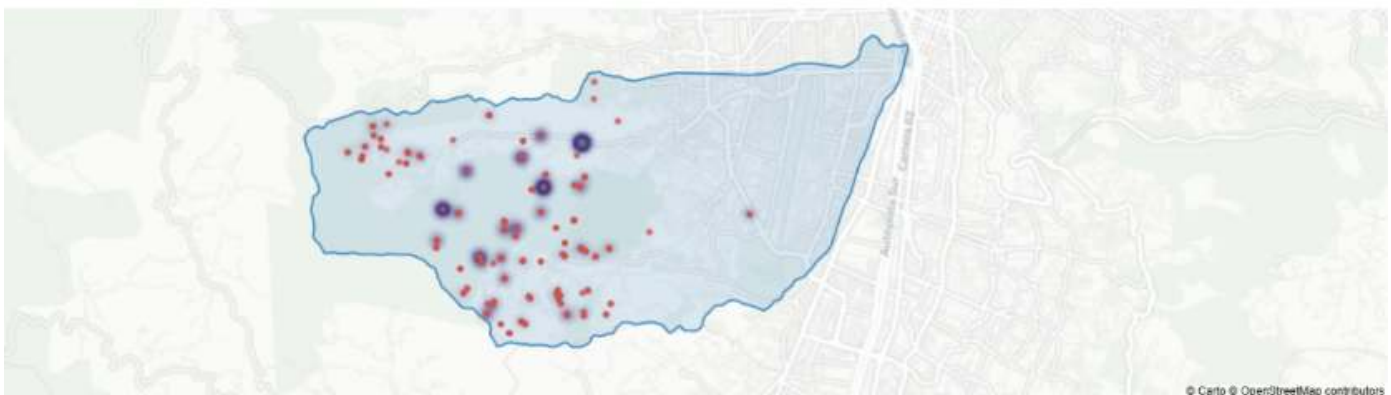
## Escurrentía media mensual (mm/mes)

Dinámica Hidrológica Completa: Q. ALTAVISTA - (2701-01-079-00)



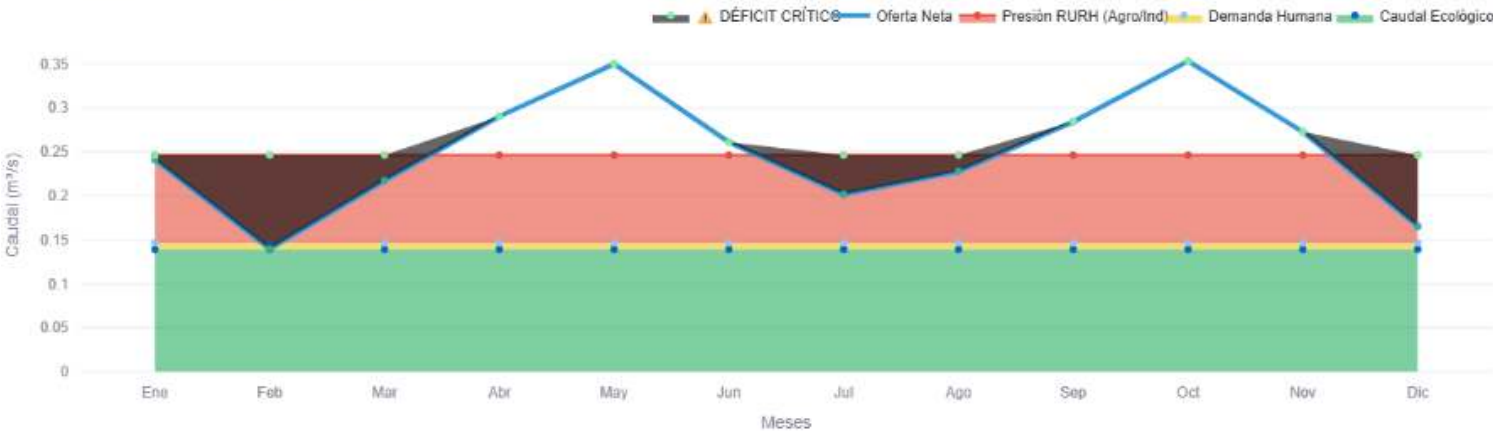
## Caudales concesionados en l/s

Distribución Espacial en Q. ALTAVISTA - (2701-01-079)



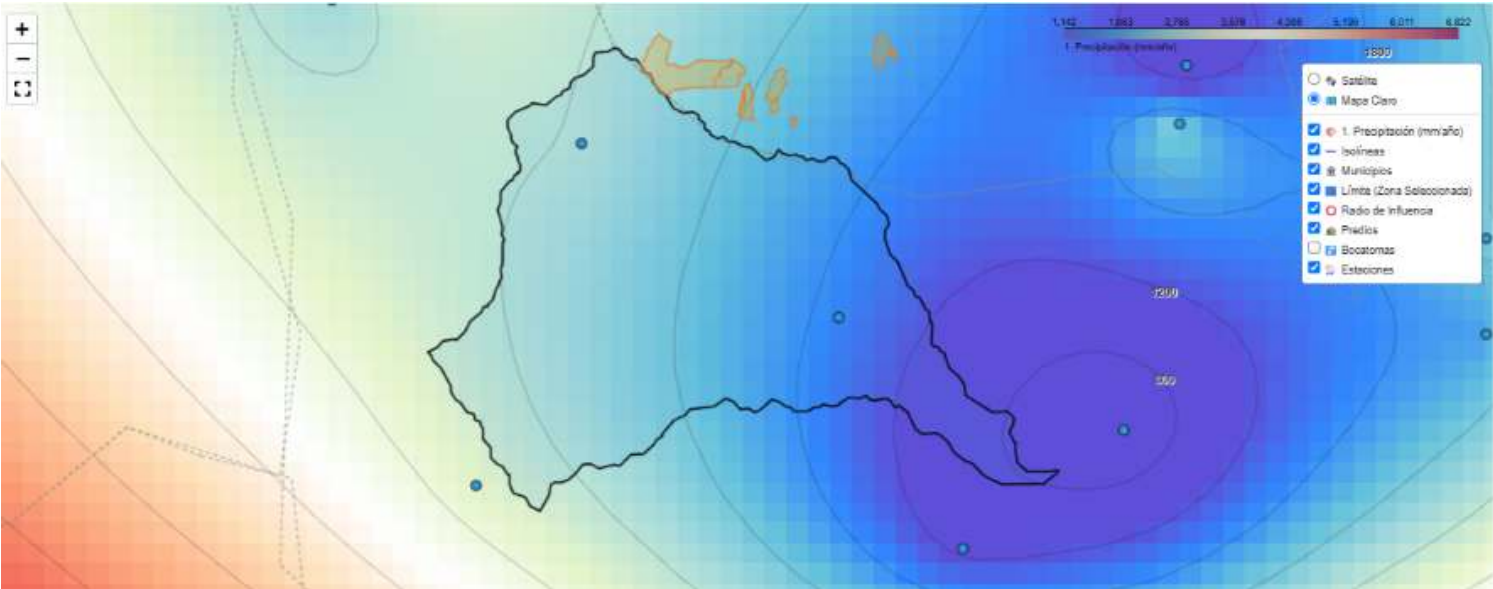
# Riesgo de déficit hídrico m3/s

Balance de Masas - Presiones Apiladas

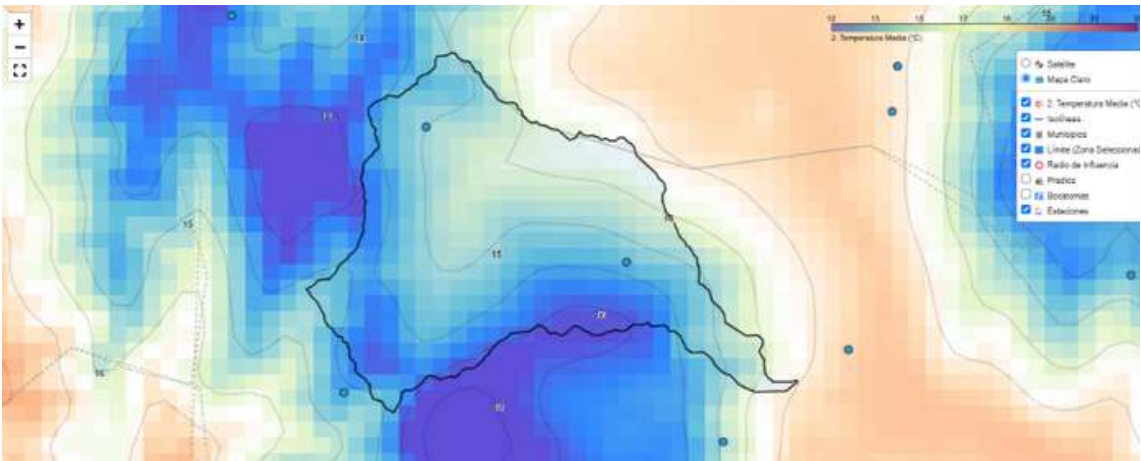


## Corregimiento de San Cristóbal – Quebrada La Iguaná

### Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026



### Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026



## Diagnóstico Hidrológico Integral: Q. LA IGUANA - (2701-01-076-00)

### Morfometría

Área  
50.88 km<sup>2</sup>

Perímetro  
39.1 km

Índice Gravelius  
1.54  
↑ Forma (Kc)

Estaciones  
16

### Balance (mm)

Precipitación  
2351 mm

ETR  
762 mm  
↑ Pérdida

Escurrentía  
788 mm  
↑ Superficial

Infiltración  
802 mm  
↑ Suelo

### Caudales (m<sup>3</sup>/s)

Caudal Medio  
1.66

Caudal Mínimo  
0.39  
↑ Base Est.

Caudal Máximo  
4.15  
↑ Pico Est.

Caudal Ecológico  
0.41  
↑ 25% Qm

### Índices

Rendimiento  
10285  
↑ m<sup>3</sup>/ha-año

Áridex (Martonne)  
95.8

Factor Lang  
161.7  
↑ Clima

Erosividad  
7980  
↑ Potencial

### Aguas Subt.

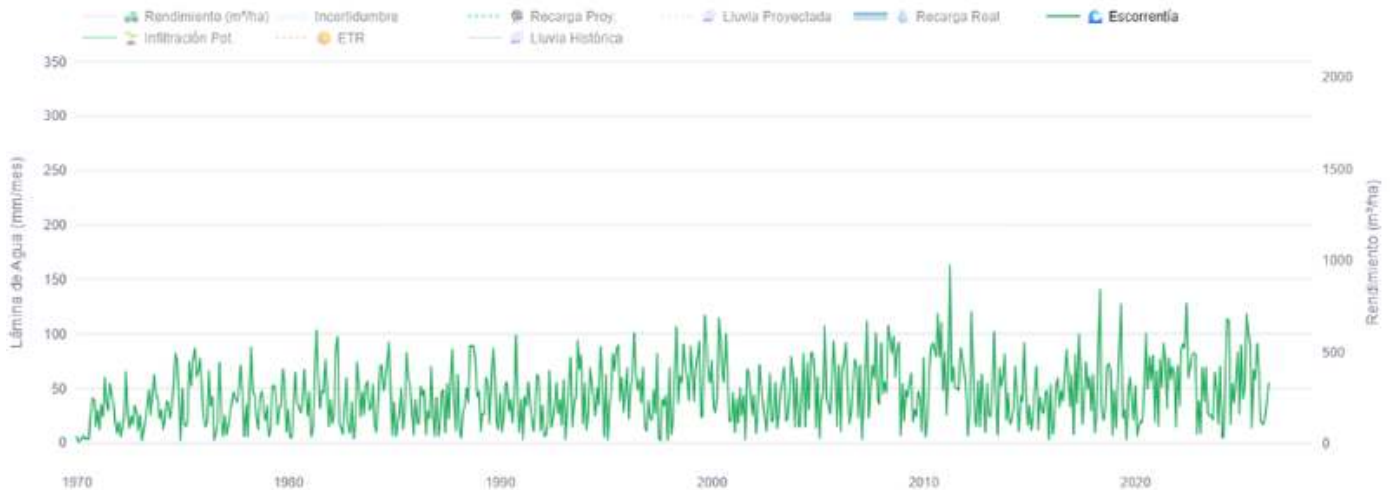
Recarga Potencial  
802 mm  
↑ Infiltración Total

Recarga Real  
240 mm  
↑ Acuífero

Volumen Recarga  
1.22e+07 m<sup>3</sup>  
↑ Anual

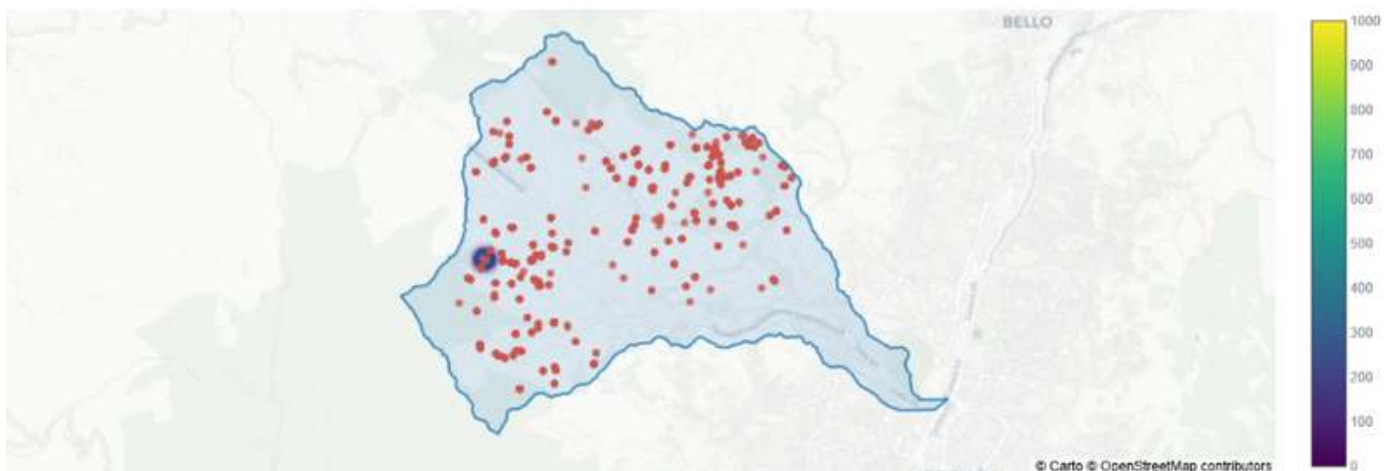
## Escurrentía media mensual (mm/mes)

### Dinámica Hidrológica Completa: Q. LA IGUANA - (2701-01-076-00)

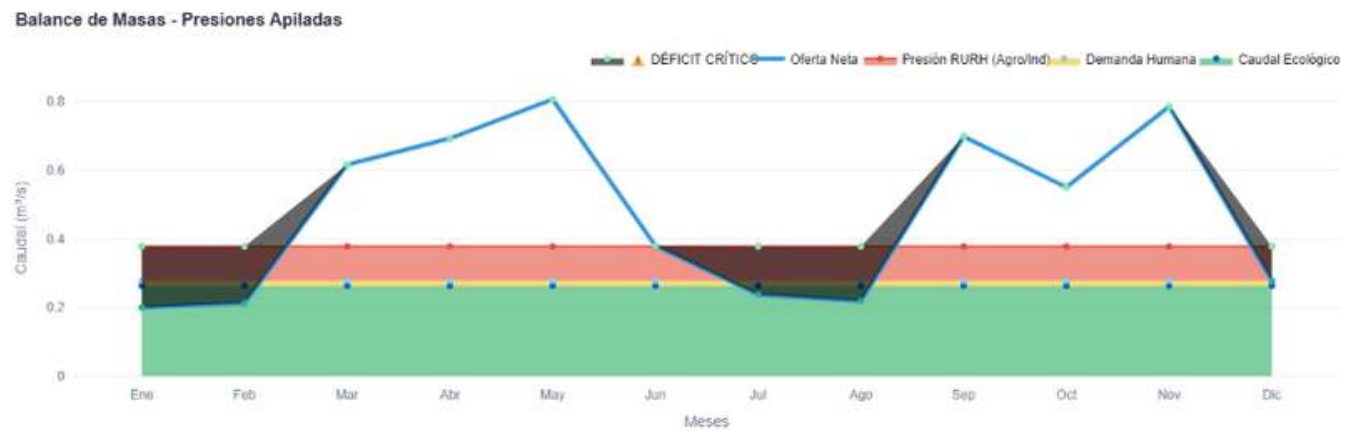


## Caudales concesionados en l/s

### Distribución Espacial en Q. LA IGUANA - (2701-01-076-00)

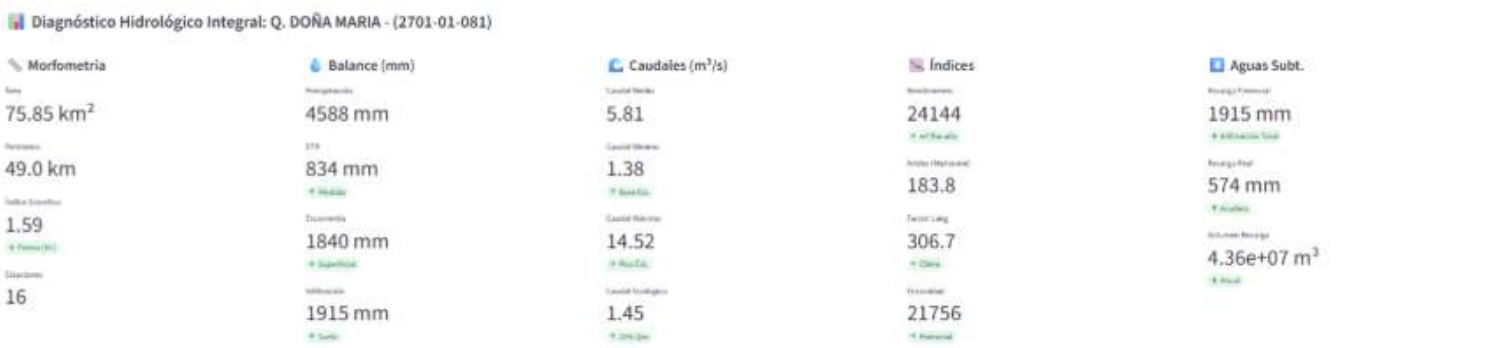
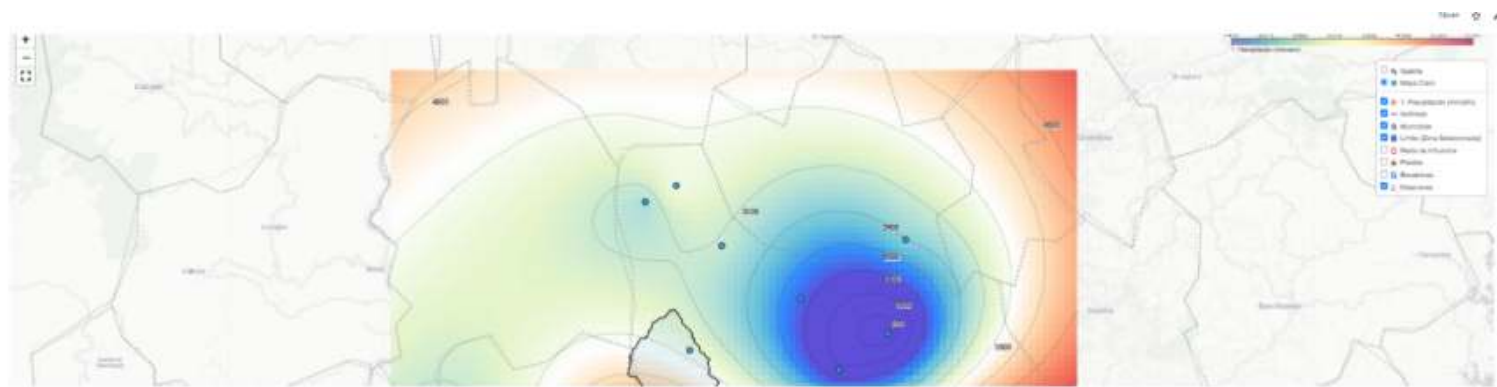


# Riesgo de déficit hídrico m3/s

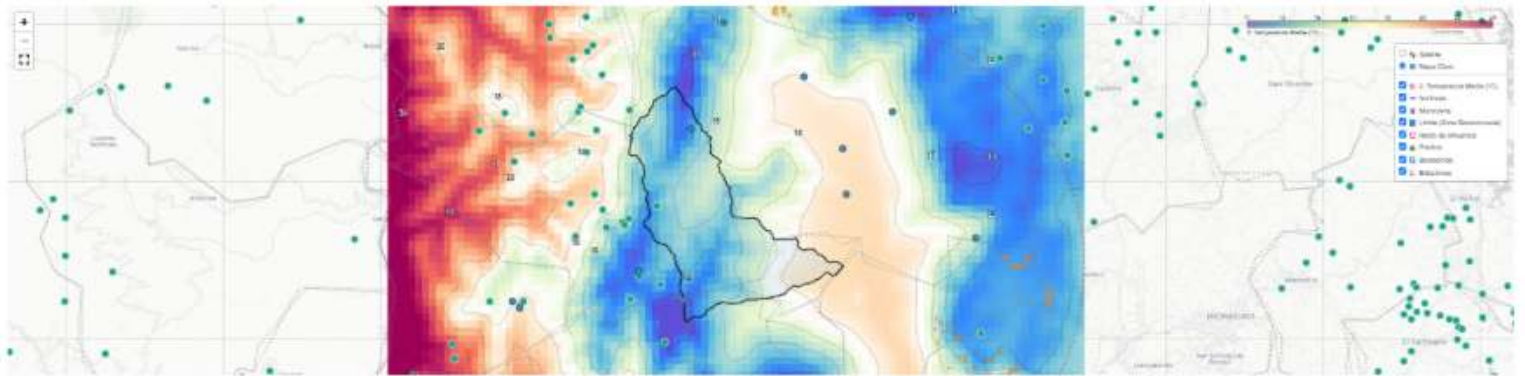


## Corregimiento San Antonio de Prado – Quebrada Doña María

### Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026



## Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026



Diagnóstico Hidrológico Integral: Q. DOÑA MARIA - (2701-01-081) -

### Escorrentía media mensual (mm/mes)



## Caudales concesionados en l/s

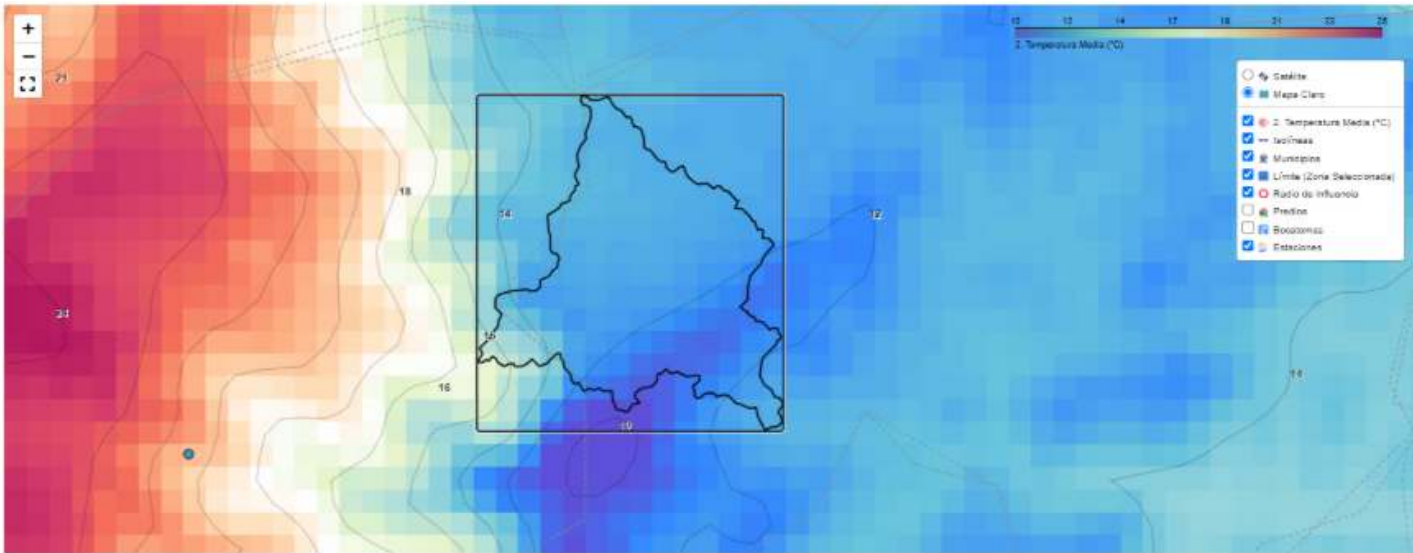


# Corregimiento San Sebastián de Palmitas- Cuenca de la Quebrada la Sucia

## Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026



## Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026



### Diagnóstico Hidrológico Integral: Q. La Sucia - (2620-02-02-10)

#### Morfometría

Área  
22.28 km<sup>2</sup>

Perímetro  
28.3 km

Índice Gravelius  
1.69  
↑ Forma (Kc)

Estaciones  
17

#### Balance (mm)

Precipitación  
3520 mm

ETR  
696 mm  
↑ Pérdida

Escurrimiento  
1339 mm  
↑ Superficial

Infiltración  
1485 mm  
↑ Suelo

#### Caudales (m<sup>3</sup>/s)

Caudal Medio  
1.26

Caudal Mínimo  
0.31  
↑ Base Est.

Caudal Máximo  
3.15  
↑ Pico Est.

Caudal Ecológico  
0.32  
↑ 25% Qm

#### Índices

Rendimiento  
17841  
↑ m<sup>3</sup>/ha-año

Aridez (Martonne)  
156.7

Factor Lang  
282.5  
↑ Clima

Erosividad  
14618  
↑ Potencial

#### Aguas Subt.

Recarga Potencial  
1485 mm  
↑ Infiltración Total

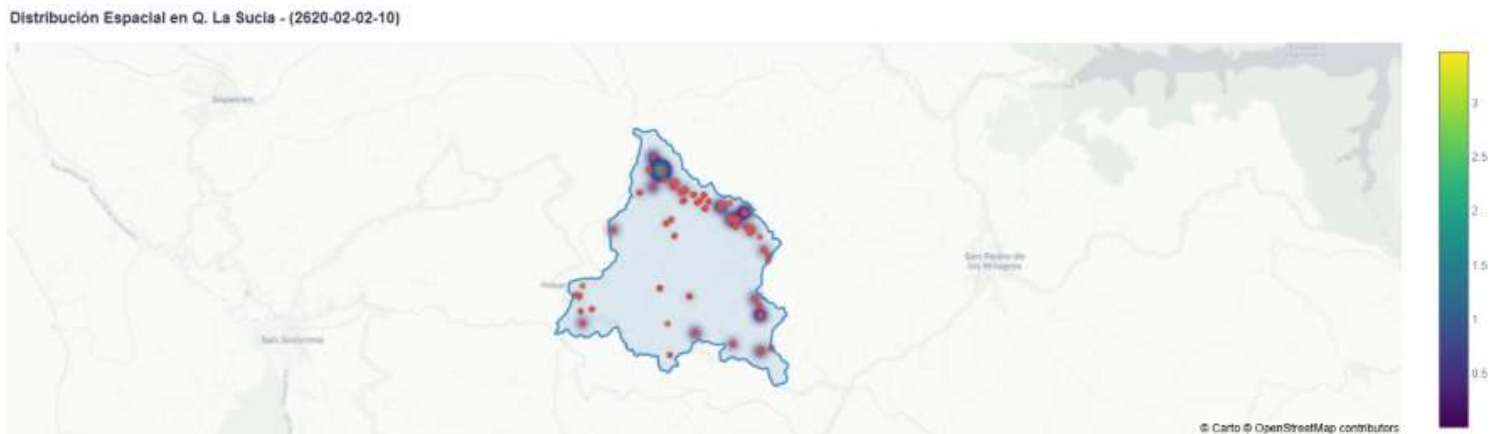
Recarga Real  
445 mm  
↑ Acuífero

Volumen Recarga  
9.92e+06 m<sup>3</sup>  
↑ Anual

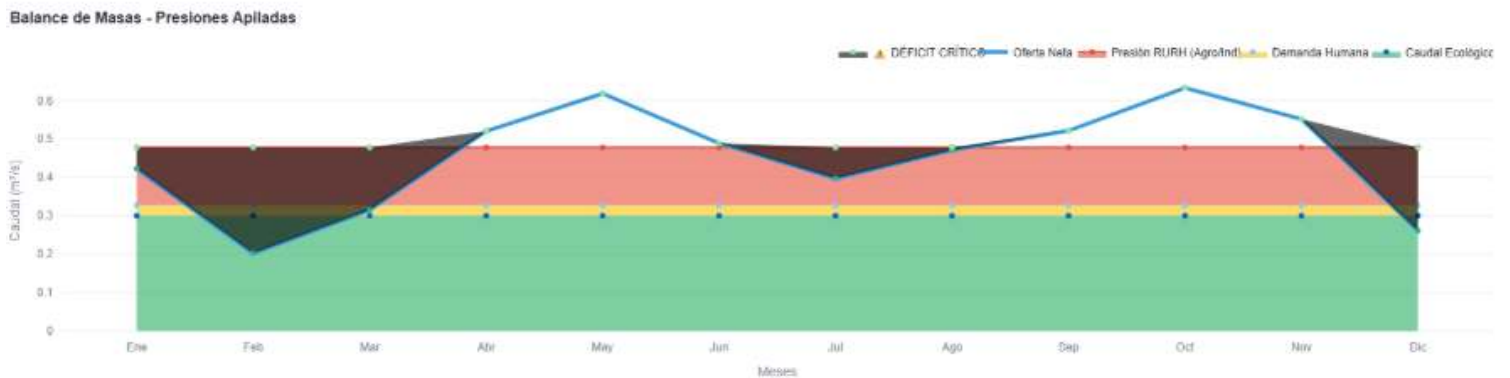
### Escorrentía media mensual (mm/mes)



## Caudales concesionados en l/s

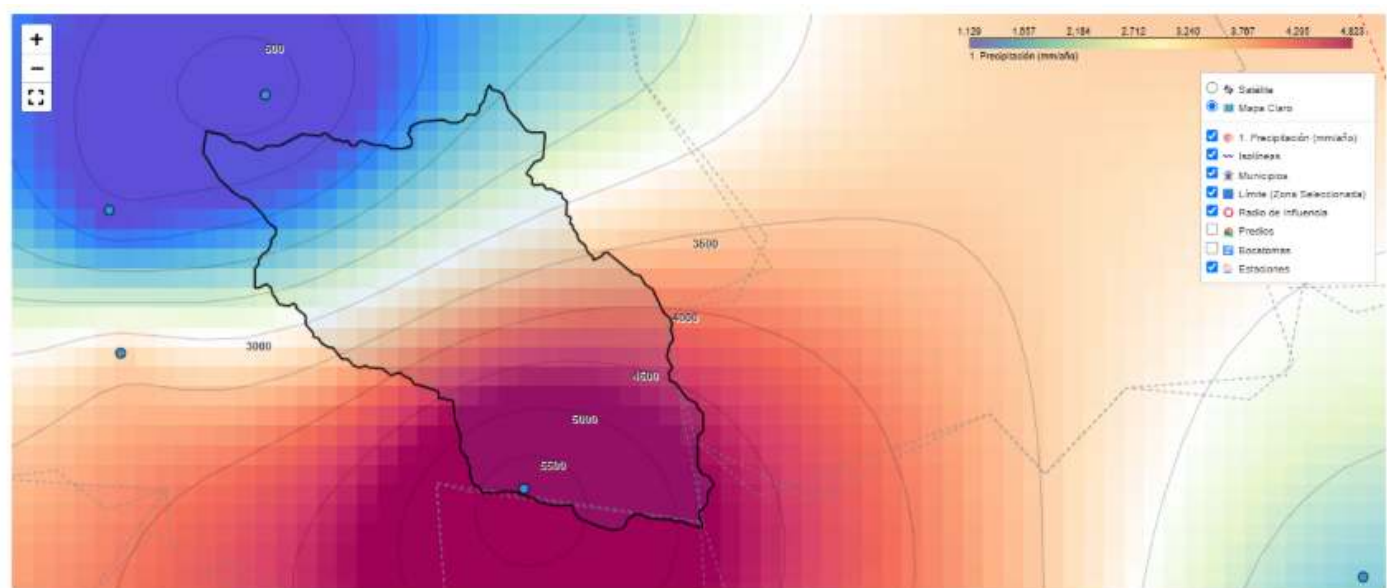


## Riesgo de déficit hídrico m3/s

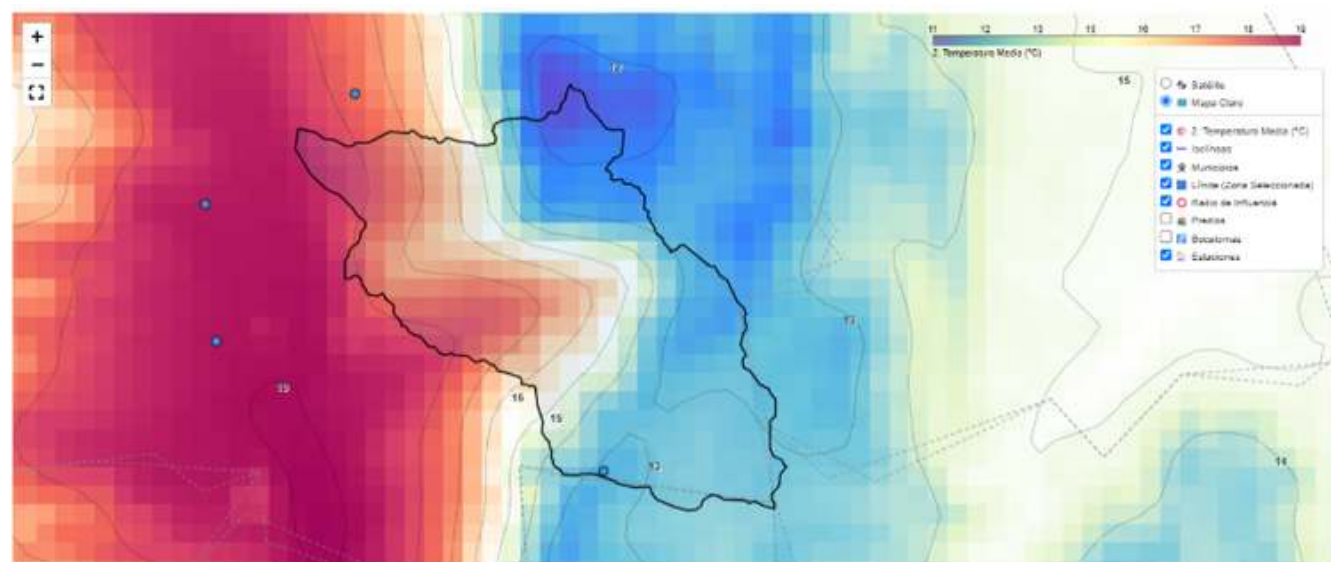


# Corregimiento de Santa Elena – Quebrada Santa Elena

## Precipitación media anual (mm/año) periodo 1970 - 2026



## Temperatura media anual (°C) periodo 1970 - 2026



### Diagnóstico Hidrológico Integral: Q. Santa Elena - (2701-01-136)

#### Morfometría

Área  
**44.74 km<sup>2</sup>**

Perímetro  
**35.4 km**

Índice Gravelico  
**1.49**  
↑ Forma (Rc)

Estaciones  
**17**

#### Balance (mm)

Precipitación  
**3503 mm**

ETR  
**791 mm**  
↑ Pérdida

Escurrimiento  
**1321 mm**  
↑ Superficial

Infiltración  
**1391 mm**  
↑ Suelo

#### Caudales (m<sup>3</sup>/s)

Caudal Medio  
**2.47**

Caudal Mínimo  
**0.59**  
↑ Base Est.

Caudal Máximo  
**6.17**  
↑ Pico Est.

Caudal Ecológico  
**0.62**  
↑ 25% Qm

#### Índices

Rendimiento  
**17383**  
↑ m<sup>3</sup>/ha-año

Ándice (Mantene)  
**141.5**

Factor Lang  
**237.5**  
↑ Clima

Erosividad  
**14515**  
↑ Potencial

#### Aguas Subt.

Recarga Potencial  
**1391 mm**  
↑ Infiltración Total

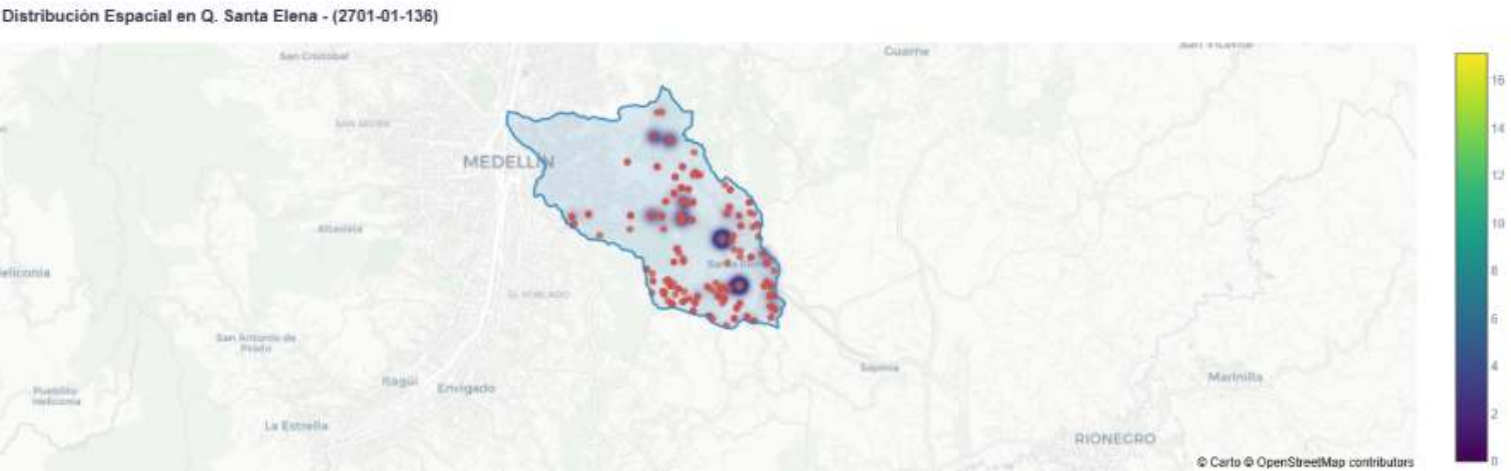
Recarga Real  
**417 mm**  
↑ Acuífero

Volumen Recarga  
**1.87e+07 m<sup>3</sup>**  
↑ Anual

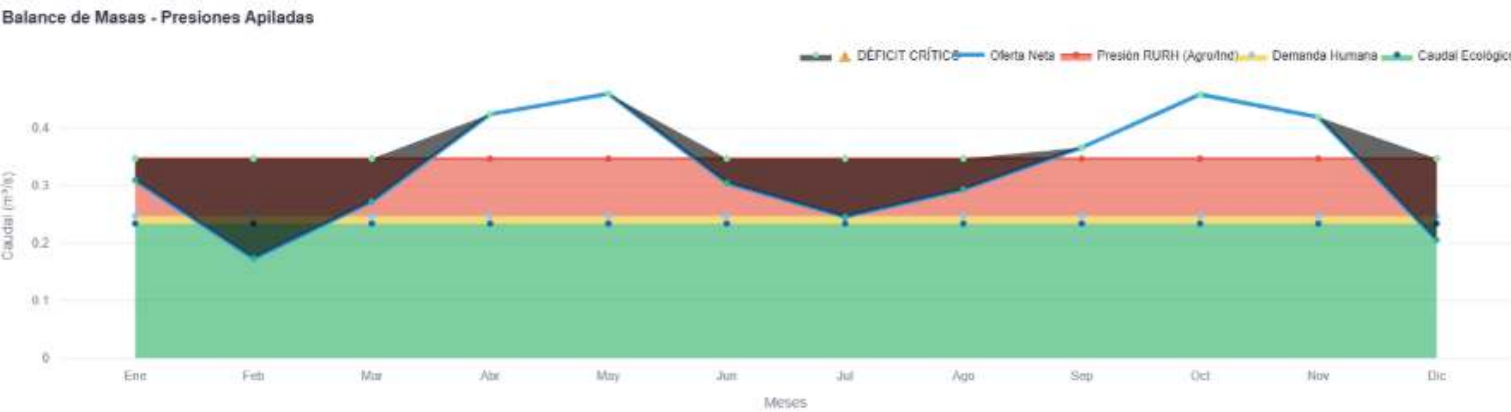
# Escorrentía media mensual (mm/mes)



# Caudales concesionados en l/s



# Riesgo de déficit hídrico m3/s



# PREPARACIÓN FRENTE AL FENÓMENO DE EL NIÑO EN MEDELLÍN

Notas para un plan de Ciudad  
Una contribución a la seguridad hídrica integral de  
Medellín  
Distrito de Medellín - CuencaVerde



**CuencaVerde**

Fondo de agua



**Alcaldía de Medellín**

Distrito de  
**Ciencia, Tecnología e Innovación**



@CuencaVerdeorg



@CuencaVerde



@CuencaVerde



@Cuenca.verde