

**SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELO**

Informe Tecnico No. 06486, 30 de diciembre del 2021

**INFORME DEL ESTADO AMBIENTAL DE LOS ACUÍFEROS CON INFLUENCIA
EN EL PERÍMETRO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL**

CONTENIDO

1. Introducción.
2. Objetivos.
 - 2.1. Objetivo General.
 - 2.2. Objetivos específicos.
3. Marco Metodológico.
4. Procesamiento y análisis de la red de monitoreo de aguas subterráneas del distrito capital.
 - 4.1. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de los 25 pozos de monitoreo.
 - 4.2. Análisis de los resultados del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de los 19 pozos de monitoreo.
5. Procesamiento y análisis de las brigadas de niveles realizadas en el distrito capital.
 - 5.1. Interpretación de nivel brigadas - Zona Sur.
 - 5.2. Interpretación de nivel brigadas - Zona Norte.
 - 5.3. Análisis del resultado brigadas de nivel - Zona norte y sur del distrito capital
6. Conclusiones y Recomendaciones.

1. INTRODUCCIÓN.

A partir de la formulación del modelo hidrogeológico conceptual a través del Concepto Técnico No. 17047 del 20 de diciembre del 2018, con el cual se presenta el programa de monitoreo de aguas subterráneas del Distrito Capital, se definen los puntos de agua que harán parte de la red más los lineamientos del sistema de recolección, transmisión y almacenamiento de los datos complemento de la Resolución 760 de 2017 *“Por la cual se declara una Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas en el Distrito Capital y se adoptan otras determinaciones”*.

Como complemento a lo anterior, la SDA en compañía de la Empresa INGENIERÍA CONSULTORÍA CONSTRUCCIÓN COMERCIO E INVERSIONES INGECOM & C LTDA, instala dispositivos de medición automática y transmisión remota en 27 pozos inactivos (5 puntos (plan piloto año 2016) y 22 nuevos (21 sellamiento temporal y 1 pozo de observación en zona franca año 2020)), garantizando que la variación del nivel piezométrico (natural o interferencia con otros pozos de explotación) no supere la profundidad de ubicación del sensor y genere errores en los datos. Además, estos dispositivos toman información continua de datos de temperatura y conductividad eléctrica.

De otra parte, desde el año 2017 se realizan campañas de medición de niveles estáticos en dos zonas de interés de la ciudad (zona industrial – Fontibón y Zona Norte) con el objetivo de evaluar el estado actual del recurso hídrico subterráneo posterior a regímenes de bombeo. Esa actividad se realiza en pozos activos que tienen concesión de aguas subterráneas.

En este sentido, el monitoreo continuo de los niveles del agua subterránea permite establecer una línea base sobre las condiciones actuales las siguientes unidades hidrogeológicas: Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuífero Formación Regadera, Acuitardo Formación Guaduas y Acuífero Formación Labor Tierna del Grupo Guadalupe. Esta información tiene la funcionalidad de generar alertas tempranas sobre la necesidad de implementar o no medidas de manejo y seguimiento al recurso hídrico subterráneo. En ese orden de ideas, al encontrar condiciones especiales en relación a las unidades hidrogeológicas ubicadas en el distrito capital, se deben generar herramientas enfocadas al estudio, gestión y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar la hidrodinámica de flujo de las unidades hidrogeológicas Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuífero Formación Regadera, Acuitardo Formación Guaduas, Acuífero Formación Labor Tierna y Acuitardo Formación Plaeners como una herramienta de gestión para la toma de decisiones sobre el recurso hídrico subterráneo.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de las unidades hidrogeológicas Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuífero Formación Regadera, Acuífero Formación Labor-Tierna y Acuitardo Formación Plaeners.
- Evaluar a partir del año 2016 el comportamiento de los niveles según la información recopilada en las brigadas de monitoreo realizadas en la zona norte y sur del distrito capital.
- Generar alertas tempranas sobre la oferta y demanda del recurso hídrico para la toma de decisiones sobre la concesión, prorroga y manejo del agua subterránea en el Distrito Capital.

3. MARCO METODOLÓGICO.

El presente informe se estructura a partir del análisis de la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS que tiene la finalidad de recopilar y analizar la información de nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica registrada en 25 transductores de presión que están instalados en pozos inactivos. La serie de datos va desde noviembre de 2016 para los pozos de monitoreo más antiguos hasta julio de 2021.

Posterior al capítulo de la RMAS, se realiza el análisis de los niveles registrados en las brigadas que realiza la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA desde el año 2017 a 58 pozos, donde se suspende el bombeo de agua subterránea durante 3 días seguidos para realizar las respectivas mediciones.

Finalmente, el resultado del análisis de la RMAS y las brigadas se sintetiza en las conclusiones y recomendaciones, donde se da una primera aproximación a medidas de manejo y seguimiento, así como la ubicación de posibles puntos de agua para abastecimiento del recurso hídrico subterránea en dado caso que se presente una calamidad en el distrito capital.

4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO CAPITAL.

4.1 Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de los 25 pozos de monitoreo.

Antes de analizar la dinámica hídrica de los puntos de monitoreo registrada a partir de los transductores de presión es importante mencionar que los pozos captan de las unidades hidrogeológicas Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuífero Formación Regadera y Acuífero Formación Labor Tierna del Grupo Guadalupe. En la siguiente tabla se resumen las principales características de los 25 pozos que hacen parte de la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS, de los cuales 10 captan solo de los paquetes arenosos ubicados en la Formación Sabana, 3 de la Formación Tilatá, 3 de las formaciones Labor-Tierna y Plaeners, 1 de la Formación Usme y Regadera, 2 de las formaciones

Sabana y Tilatá, 1 de las formaciones Sabana y Labor-Tierna, 1 de las formaciones Subachoque y Tilatá, 3 de las formaciones Labor-Tierna y 1 de las formaciones Sabana y Bogotá.

Cabe aclarar que esta red de monitoreo es dinámica en el tiempo y es objeto de mejora constante, ya que depende de la solicitud de concesión de aguas subterráneas, disposición y cuidado de los propietarios donde están instalados los equipos, y del permiso para el ingreso a la toma de verificación de niveles y descarga de datos (temporalidad trimestral).

Tabla 1. Características de los puntos que hacen parte de la RMAS.

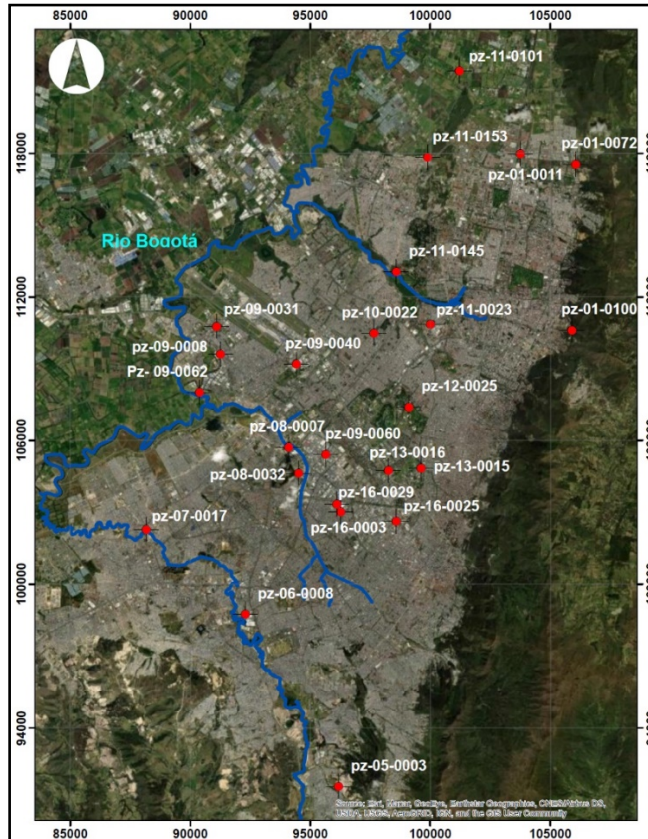
No.	Código	Captación	Prof. (m)	Acuífero	Prof. de instalación (m)	Profundidad de nivel estático (m)	OBS
1	pz-01-0011	PARMALAT	80	FM. LABOR TIERNA	8.90	4.05	-
2	pz-01-0072	LA SALLE - EAAB	266	FM. LABOR TIERNA-FM. PLAENERS	10.60	5.16	-
3	pz-01-0100	LA AGUADORA - EAAB	300	FM. LABOR TIERNA-FM. PLAENERS	12.78	8.00	-
4	pz-05-0003	LADRILLERA HELIOS S.A	113	FM. USME-FM. REGADERA	4.50	0.00	Saltante
5	pz-06-0008	GENERAL MOTORS	255	FM. TILATÁ	17.00	11.50	-
6	pz-07-0017	CLARA FEY No. 2	155	FM. SABANA	16.50	11.50	Falla en la transmisión de datos.
7	pz-08-0007	AUTO BOYACA	454	FM. SABANA-FM. TILATA	60.00	53.95	-
8	pz-08-0032	CLINICA NUESTRA SEÑORA DE LA PAZ No. 1	126	FM. SABANA	28.92	23.92	Falla en la transmisión de datos.
9	pz-09-0008	SERVICENTRO EL TESORO	126	FM. SABANA	21.00	16.00	-
10	pz-09-0031	IMAL	483	FM. SABANA-FM. TILATÁ	24.80	24.50	Falla en la transmisión de datos.
11	pz-09-0040	INDEGA PANAMCO PLANTA NORTE	532	FM. SUBACHOQUE-FM. TILATÁ	40.00	35.50	-
12	pz-09-0060	MANUFACTURAS ELIOT No. 3	391	FM. TILATÁ	42.64	37.55	-
13	Pz- 09-0062	ZONA FRANCA	417	FM. TILATÁ	60.00	54.00	-
14	pz-10-0022	AUTOLAVADO BETO	102	FM. SABANA	21.00	16.00	Cambio de Arrendatarios

15	pz-11-0023	MEALS	173	FM. SABANA- FM. LABOR TIERNA	16.50	11.5	Falla en la transmisión de datos.
16	pz-11-0101	UNICERVANTES	144.6	FM. LABOR TIERNA	22.30	17.3	-
17	pz-11-0145	CLUB LOS LAGARTOS No. 4	60	FM. LABOR TIERNA	4.50	0.00	Saltante
18	pz-11-0153	SUBA - EAAB	411	FM. LABOR TIERNA- FM. PLAENERS	24.30	19.30	-
19	pz-12-0025	ARTESANÍAS DE COLOMBIA	200	FM. SABANA	24.00	19.00	Falla en la transmisión de datos.
20	pz-13-0015	INGEOMINAS No 1	67	FM. SABANA	22.25	18.50	-
21	pz-13-0016	INGEOMINAS No 2	264	FM. SABANA- FM. BOGOTÁ	17.70	14.30	-
22	pz-16-0003	GASEOSAS LUX No. 1	193	FM. SABANA	35.50	30.50	-
23	pz-16-0025	SCHERING COLOMBIANA S.A.	167	FM. SABANA	40.10	35.10	-
24	pz-16-0029	COLORTEX- TEXTRAMA	276	FM. SABANA	34.55	29.55	-
25	pz-07-0007	JARDINES DEL APOGEO No. 1	60.6	FM. SABANA	6.80	13.75	Falla en la transmisión de datos.

Fuente: SDA, 2021

La ubicación de los puntos de monitoreo que hacen parte de la RMAS se observa a continuación.

Figura 1. Localización Pozos Red de Monitoreo Agua Subterráneas – RMAS.



Fuente: SDA, 2021.

Es relevante mencionar que los pozos pz-07-0007 (Jardines del Apogeo), pz-07-0017 (Clara Fey), pz-08-0032 (clínica nuestra Señora de La Paz), pz-11-0023 (MEAL) y pz-12-0025 (Artesanías de Colombia), no presentaron información constante debido a inconsistencias en la transmisión de datos, permitiendo que la información del año 2021 no se pueda procesar debido a la cantidad de baches (falta de información). Estos puntos de monitoreo serán incluidos en el cronograma 2022 para su reubicación o ajuste.

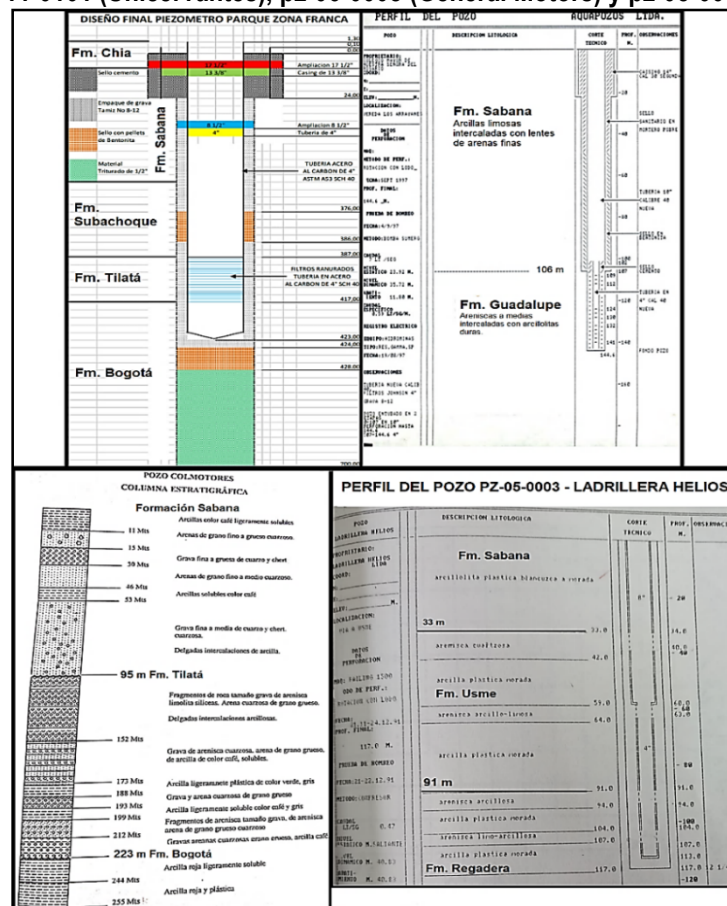
Otro punto que no fue posible verificar su condición y nivel estático debido al desalojo del predio es pozo pz-10-0022 (Autolavado Beto), para el cual se evaluará su reubicación en el cronograma programado para el año 2022.

Finalmente es importante resaltar que existen 2 equipos adicionales a los ya instalados (27 equipos en total) los cuales se encuentran en las instalaciones de la SDA. Estos dispositivos fueron retirados debido a la solicitud de concesión de aguas subterráneas.

En síntesis, y teniendo en cuenta lo anterior se procesan 19 puntos de los 25 instalados. Los 2 equipos que se encuentran en las oficinas de la SDA serán ubicados en nuevos pozos como se expone en las recomendaciones del presente informe.

Ahora bien, un ejemplo del estado mecánico y distribución de las unidades hidrogeológicas en profundidad se observa en la siguiente figura.

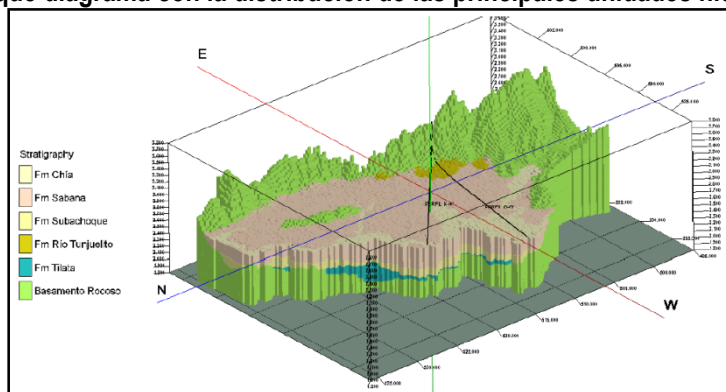
Figura 2. Estado mecánico y espesor de los acuíferos que captan los pozos PZ- 09-0062 (Parque metropolitano), PZ-11-0101 (Unicervantes), pz-06-0008 (General Motors) y pz-05-0003 (Ladrillera Helios).



Fuente: SDA, 2021.

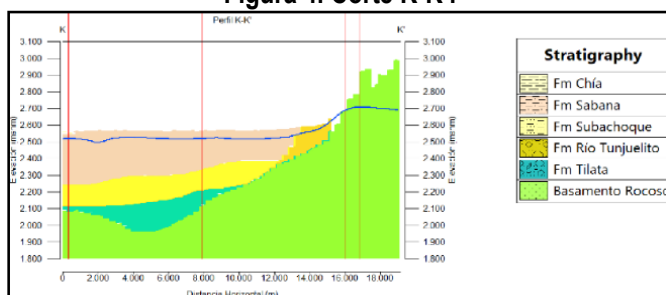
Como complemento a lo anterior, a continuación, se observa un bloque diagrama y 2 secciones en sentido Este-Oeste que resumen la geometría de las unidades hidrogeológicas objeto de monitoreo en el RMAS.

Figura 3. Bloque diagrama con la distribución de las principales unidades hidrogeológicas.



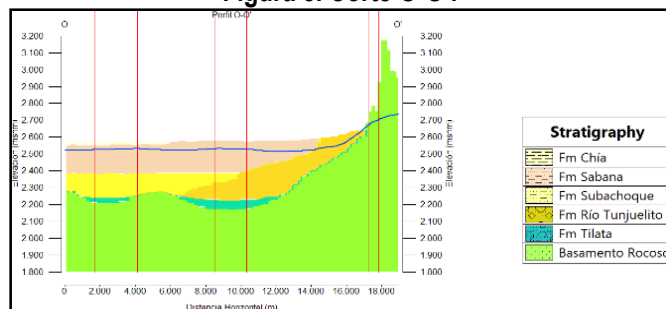
Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

Figura 4. Corte K-K'.



Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

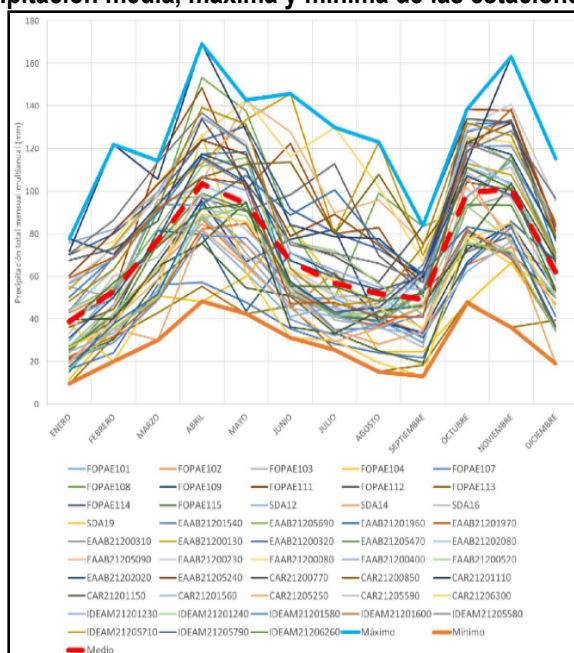
Figura 5. Corte O-O'.



Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

Otro aspecto importante en la interpretación de la dinámica subterránea de la RMAS es la variable precipitación, ya que esta es una condición que aporta a partir de la recarga agua al sistema subterráneo somero. En esta medida, la precipitación en la ciudad de Bogotá (SDA, 2018) presenta un comportamiento bimodal, donde el intervalo de tiempo que presenta la mayor precipitación es en abril-mayo y octubre-noviembre. En la siguiente figura se observa la precipitación media, máxima y mínima para la ciudad de Bogotá.

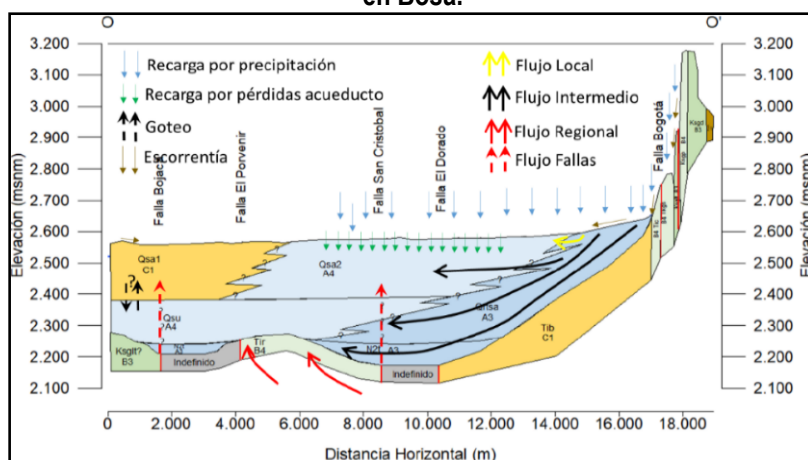
Figura 6. Precipitación media, máxima y mínima de las estaciones en el distrito.



Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

En este contexto, la dinámica subterránea del Acuífero Formación Regadera y Grupo Guadalupe se fundamenta en la recarga generada en el pie de monte producto de la precipitación directa y escorrentía-infiltración en sectores no urbanizados; esto sucede principalmente el Acuífero Formación Labor-Tierna y Acuitardo con niveles acuíferos de la Formación Plaeners que afloran en los cerros orientales. De otra parte, las unidades hidrogeológicas que no afloran (acuíferos confinados-Fm. Sabana), se recargan por goteos verticales y flujos laterales que están en contacto con unidades hidrogeológicas como el Acuífero Formación Río Tunjuelito, Acuífero Formación Regadera y Grupo Guadalupe. Una representación del modelo conceptual en un corte longitudinal se observa en la siguiente figura.

Figura 7. Perfil que relaciona las condiciones de flujo de las unidades hidrogeológicas que atraviesan desde los cerros orientales a la altura del cerro de Monserrate hasta el occidente a San Bernardino XII-río Bogotá en Bosa.



Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

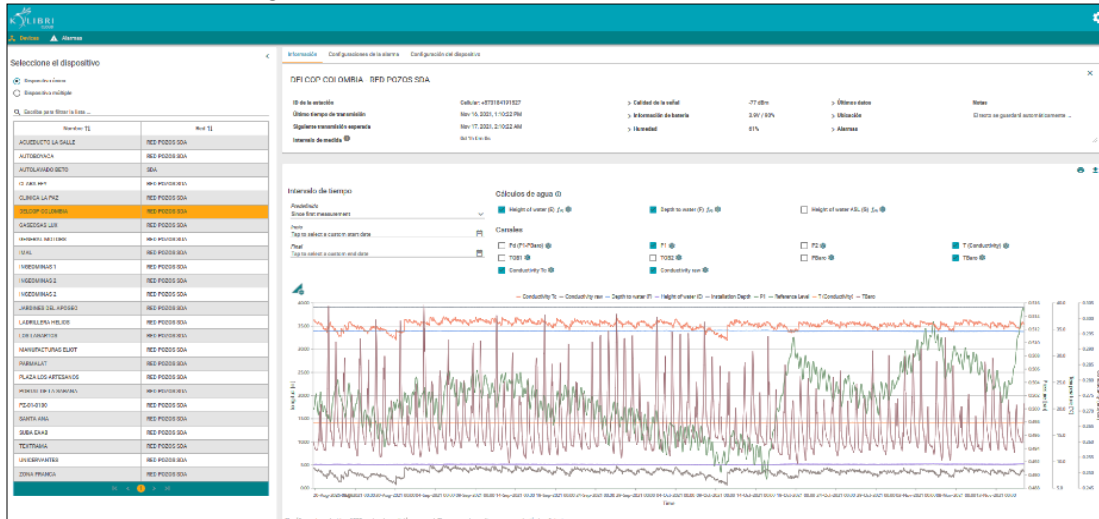
De otra parte, cabe aclarar que el Acuífero Formación Sabana presenta diferentes depositaciones de material (máxima profundidad registrada de 230 m en el sector de Funza), las cuales generan una anisotropía muy marcada en el sentido vertical y esto se ve reflejado en la presencia de los diferentes estratos que presentan variaciones en permeabilidades de varios órdenes de magnitud. Otro aspecto relevante de esta unidad hidrogeológica y que corrobora su medio de recarga, es la zona no saturada, la cual supera una profundidad de mínimo de 50 m hasta llegar al primer paquete arenoso evitando de esta manera una conexión directa con fuentes superficiales y precipitación. Finalmente, cabe aclarar que de este acuífero captan la mayoría de pozos en el distrito, motivo por el cual la SDA aumenta la prioridad en su monitoreo.

En relación a la temporalidad de medición, se debe aclarar que el registro de datos con mayor trayectoria es el pz-16-0003 (Gaseosas Lux), el cual inicia en noviembre de 2016, en cambio el de los pozos pz-09-0060 (Manufacturas ELIOT), pz-13-0016 (Ingeominas-2), pz-11-0145 (Club Los Lagartos) y pz-12-0005 (Plaza los Artesanos) inician en abril de 2017. Los demás puntos de monitoreo, inician el registro del nivel estático en septiembre de 2020.

La temporalidad de medición de los transductores de presión es diaria donde la transmisión de los datos se realiza de forma remota al sistema Kolibri Cloud.

En la siguiente figura se observa un ejemplo de la configuración y vistas que proporciona el visor.

Figura 8. Vista del pozo pz-001-0011 en Kolibri Cloud.



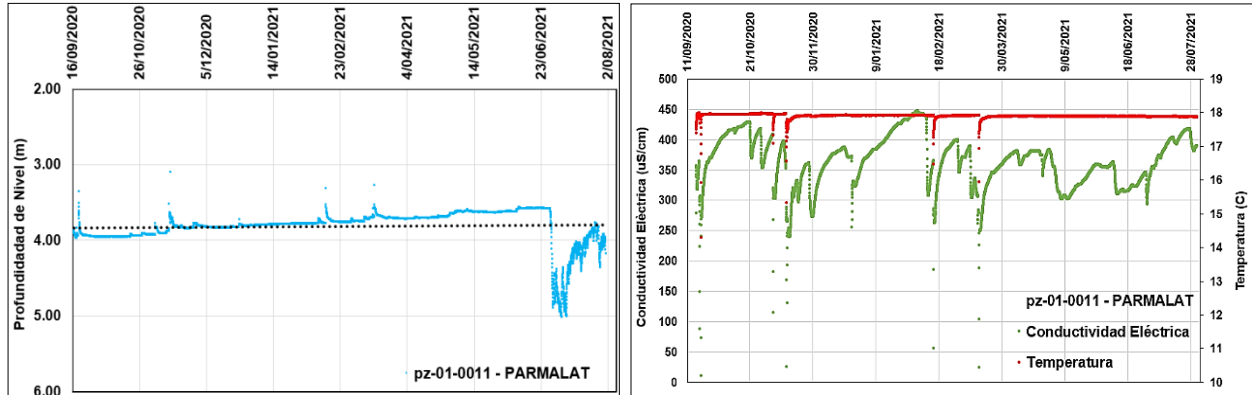
Fuente: SDA, 2021.

Cabe aclarar que la configuración del Kolibri Cloud se encuentra en construcción, por este motivo se realiza el análisis de los datos en Excel para 19 puntos hasta el 31 de julio de 2021 como se describe a continuación.

Pozo pz-01-0011. PARMALAT. Este punto de monitoreo con una profundidad de 80 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.41 m, sin embargo, de junio de 2021 al 31 de julio de 2021 existe un decaimiento de aproximadamente 1.0 m. En síntesis, la tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la del ascenso del nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 17.91 C y la conductividad eléctrica promedio de 374 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 447 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y mínima de 11 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

La variación del nivel estático, así como las fluctuaciones de la conductividad eléctrica deben ser objeto de verificación por parte de la SDA para la toma de decisiones sobre el recurso hídrico subterráneo en el cronograma programado para el año 2022. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-01-0011.

Figura 9. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0011- Acuífero Formación Labor-Tierna.

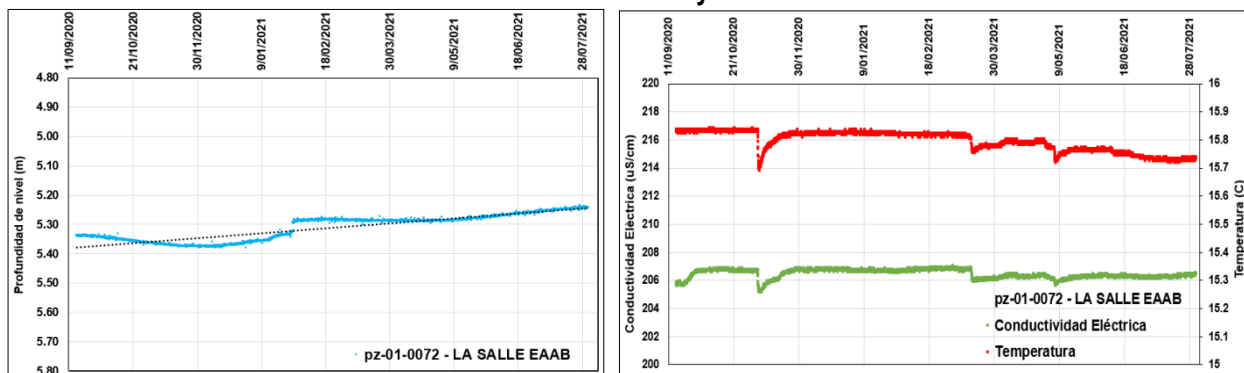


Fuente: SDA, 2021.

Pozo pz-01-0072. La Salle EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad de 266 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.10 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones descensos abruptos; esto se debe a que monitorea unidades hidrogeológicas poco intervenidas por otros pozos de agua subterránea en esta zona Nor-Este del distrito capital. Cabe aclarar que el acuífero captado es de tipo libre a semi-confinado y no se registra cambios asociados a la recarga por precipitación debido a la extensión del Grupo Guadalupe que aflora en los cerros orientales y forma una carga constante. La tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la del ascenso del nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 15.79 °C y la conductividad eléctrica promedio de 206 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 447 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-01-0072.

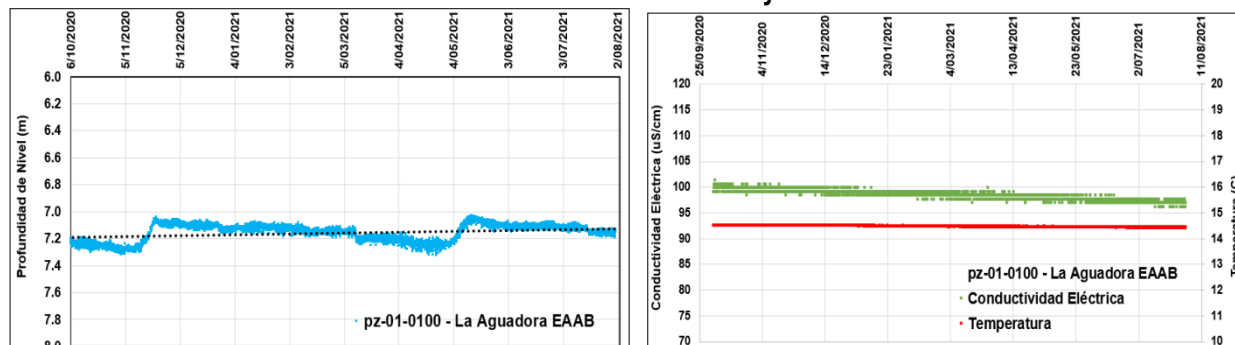
Figura 10. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0072- Acuífero Labor-Tierna y Plaeners.



Fuente: SDA, 2021.

Pozo pz-01-0100. La Aguadora EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad de 300 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.05 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones descensos abruptos; esto se debe a que monitorea unidades hidrogeológicas poco intervenidas en esta zona Nor-Este del distrito capital. Cabe aclarar que el acuífero captado es de tipo libre a semi-confinado, sin embargo, no se registra cambios asociados a la recarga por precipitación debido a que la extensión de estas unidades forma una carga constante. La tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la del ascenso del nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 14.46 °C y la conductividad eléctrica promedio de 98 µS/cm (Cond. máxima de 101 µS/cm y mínima de 95.39 µS/cm). En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo.

Figura 11. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0100- Acuífero Formación Labor-Tierna y Plaeners.



Fuente: SDA, 2021.

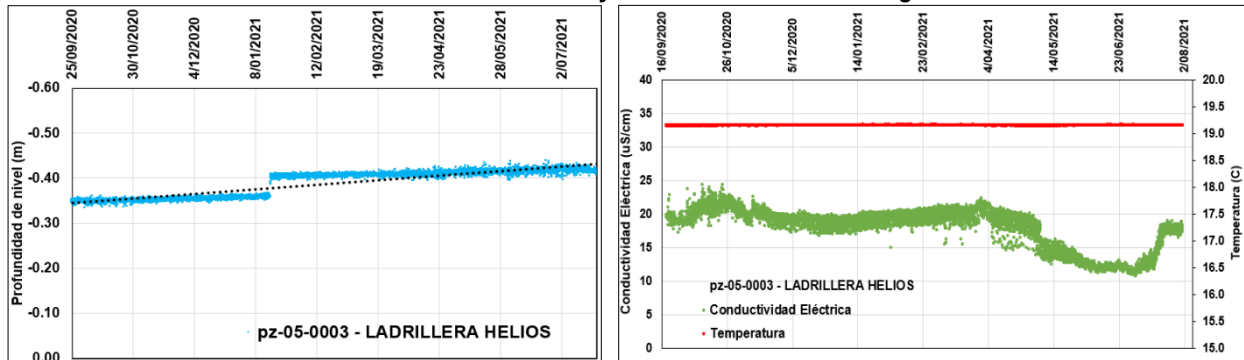
La conductividad eléctrica en este punto de monitoreo es una de más bajas, lo cual indica que el agua subterránea captada por el pozo se encuentra en la zona de recarga ubicada en los cerros orientales (recarga promedio para esta zona del distrito capital es de 55 mm/año).

Pozo pz-05-0003. Ladrillera Helios. Este punto de monitoreo con una profundidad de 113 m es saltante, ya que la carga hidráulica supera la topografía en un promedio de 0.39 m, condición formada debido a que capta principalmente de un acuífero semi-confinado (Formación Regadera). Ahora bien, desde la instalación del equipo hasta el 31 de junio de 2021 el nivel asciende en aproximadamente 7.0 cm, verificando de esta manera que la tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la aumentar el nivel piezométrico.

De igual forma se evidencia que la temperatura promedio es de 19.16 °C y la conductividad eléctrica promedio de 17.94 µS/cm (Cond. máxima de 24 µS/cm y mínima de 10 µS/cm). Esta última variable indica que el pozo hace parte de una zona de recarga debido a la baja disolución de los minerales e intercambio catiónico. La recarga promedio donde aflora el acuífero Formación Regadera a una longitud de 500 m del pozo es de 35 mm/año.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-05-0003.

Figura 12. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-05-0003- Acuitardo Formación Usme y Acuitardo Formación Regadera.



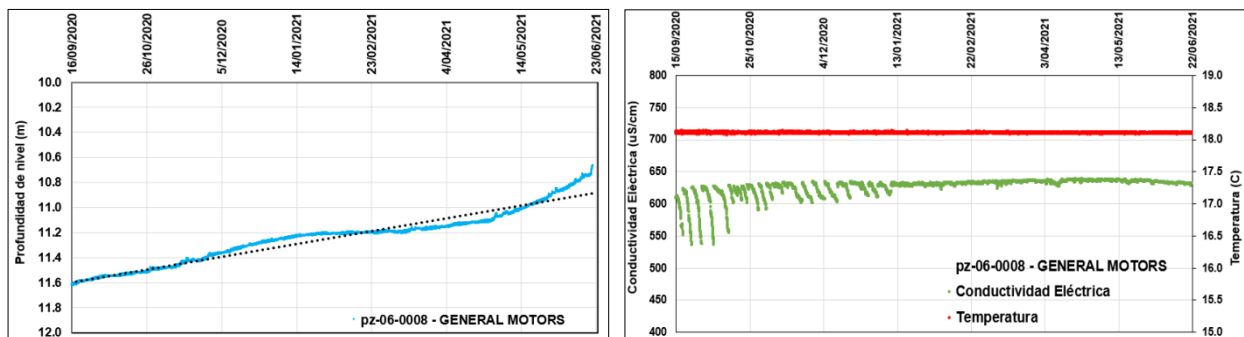
Fuente: SDA, 2021.

Finalmente, es relevante mencionar que este punto de monitoreo es fundamental para definir y conservar la hidrodinámica del acuífero Formación Regadera.

Pozo pz-06-0008. General Motors. Este punto de monitoreo con una profundidad de 255 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.95 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones cambios drásticos; esto se debe a que capta paquetes arenosos del acuífero Formación Tilatá, los cuales en esta zona del distrito capital son poco explotados. La tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la del ascenso del nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 18.11 C y la conductividad eléctrica promedio de 626 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 639 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-06-0008.

Figura 13. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-06-0008- Acuífero Formación Tilatá.



Fuente: SDA, 2021.

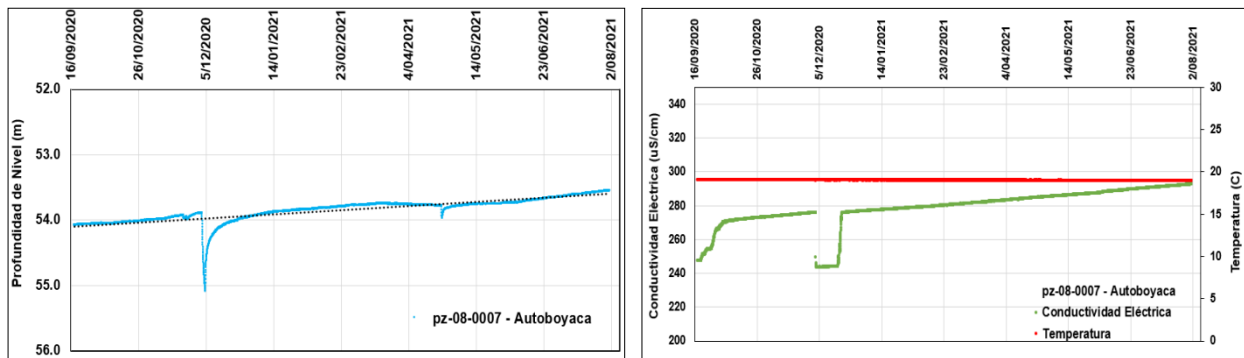
Pozo pz-07-0017. Clara Fey. Como se menciona con anterioridad, los datos de este punto de monitoreo son intermitentes y no permiten el análisis de una serie de datos constante. El transmisor de datos será ajustado en el cronograma proyectado para el año 2022.

Pozo pz-08-0007. Auto Boyacá. Este pozo con una profundidad de 454 m capta de las formaciones Sabana y Tilatá, donde el nivel estático según los registros asciende 0.60 m, sin embargo, existe un cambio drástico del nivel el 2 de diciembre de 2020 de casi -1.0 m de profundidad, recuperando la tendencia positiva un mes después.

En línea con lo anterior, la SDA determina que el cambio del nivel estático y conductividad eléctrica es generado por el bombeo del pozo pz-08-0023 (LAFAYETTE No. 1) que capta de la misma unidad hidrogeológica y está ubicado a una longitud de 258 m, es decir existe conexión hidráulica entre los dos pozos profundos. Debido al confinamiento de este acuífero, a su alta capacidad de específica y a la baja demanda la tendencia del nivel estático se mantiene positiva.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-08-0007.

**Figura 14. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-08-0007-
Acuífero Formación Sabana-Tilatá.**



Fuente: SDA, 2021.

Finalmente, la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 19 °C y la conductividad eléctrica promedio de 279 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 293 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 243 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Pozo pz-08-0032. Clínica Nuestra Señora de la Paz. Como se menciona con anterioridad, los datos de este punto de monitoreo son intermitentes y no permiten el análisis de una serie de datos constante. El transmisor de datos de este equipo será ajustado en el cronograma proyectado para el año 2022.

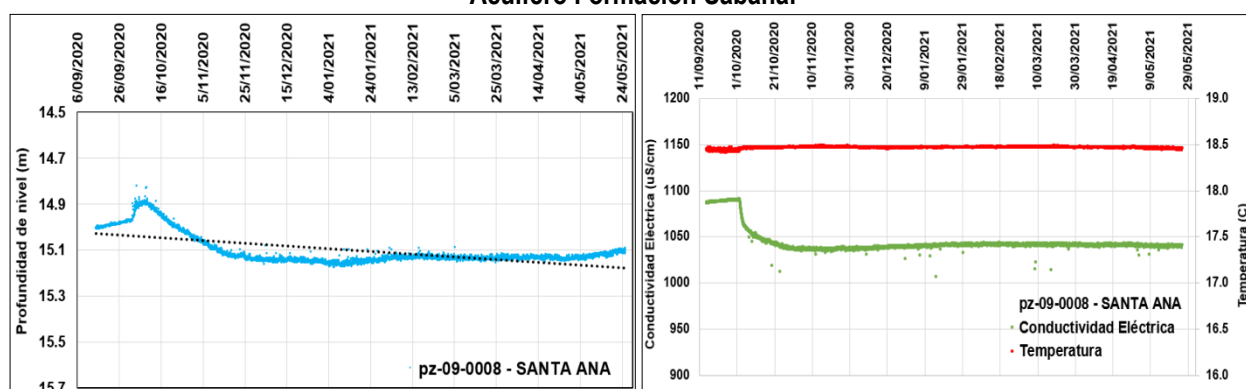
Pozo pz-09-0008. Servicentro el Tesoro-Santa Ana. Este punto de monitoreo presenta un descenso del nivel estático de -0.11 m a partir de octubre de 2020 sin presentar recuperación en relación con el nivel mínimo. En este sentido la

Página 15 de 54

tendencia de este pozo en aproximadamente 1 año de monitoreo es la de disminuir el nivel piezométrico, donde la temperatura promedio del agua subterránea es de 18.47 °C y la conductividad eléctrica promedio de 1044 µS/cm (Cond. máxima de 1091 µS/cm y mínima de 1030 µS/cm). Esta última variable presenta correlación con el nivel estático indicando que la dinámica de flujo subterránea en esta zona del distrito capital presenta flujo intermedio a regional.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-09-0008.

**Figura 15. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0008-
Acuífero Formación Sabana.**



Fuente: SDA, 2021.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta la dinámica de flujo observada en el pozo, se evidencia que en menos de 1.0 Km de longitud existen pozos que captan de la misma unidad hidrogeológica (acuífero Formación Sabana), condición que debe ser verificada por la SDA con el objetivo de contemplar acciones de manejo y seguimiento en el cronograma programado para el año 2022.

En la siguiente figura se observa la distribución de otros pozos que rodean el punto de monitoreo.

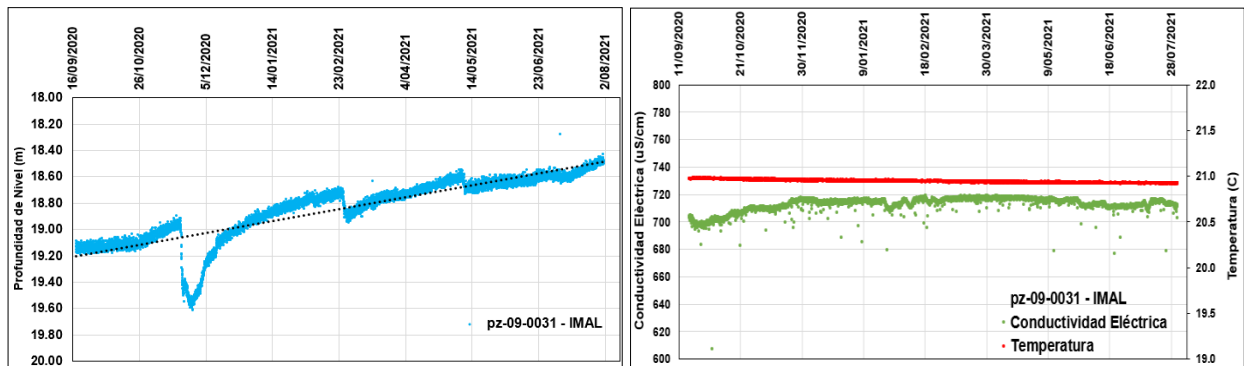
Figura 16. Puntos de agua ubicados en un radio de 1.0 Km sobre el pozo pz-09-0008.



Fuente: SDA, 2021.

Pozo pz-09-0031. IMAL. El nivel estático de este pozo con una profundidad de 483 m asciende 0.73 m, sin embargo, como se observa en la siguiente figura existen 3 cambios drásticos, el primero se da el 19 de noviembre de 2020 (descenso de -0.64 m), el segundo el 25 de febrero de 2021 (descenso de -0.18 m) y el tercero el 7 de mayo de 2021 (descenso de -0.11 m), descensos que se recuperan manteniendo la tendencia positiva del nivel estático, condición que debe ser verificada por la SDA con el objetivo de contemplar acciones de manejo y seguimiento en el cronograma programado para el año 2022.

Figura 17. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0031- Acuífero Formación Sabana-Tilatá.



Fuente: SDA, 2021.

De la anterior figura se puede determinar que la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 20.94 C y la conductividad eléctrica promedio de 712 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 719 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 607 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En la siguiente figura se observan los pozos en un radio no mayor a 1.0 Km que se encuentran en estado de sellamiento temporal y rodean el punto de observación ubicado en IMAL.

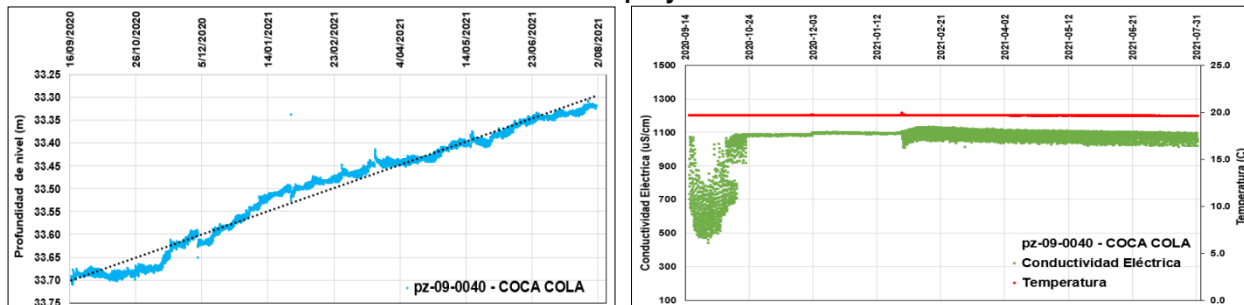
Figura 18. Puntos de agua ubicados en un radio de 1.0 Km sobre el pozo pz-09-0008.



Fuente: SDA, 2021.

Pozo pz-09-0040. INDEGEA S.A. Este pozo con una profundidad de 532 m capta principalmente Acuífero Formación Tilatá, el cual presenta un ascenso del nivel estático de 0.39 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones cambios drásticos. En esta medida, y teniendo en cuenta la profundidad de la unidad hidrogeológica (profundidad superior a los 200 m), los caudales de explotación (10 l/s a 20 l/s) y el número de pozos que capta, es fundamental aumentar el monitoreo del recurso hídrico subterráneo de esta unidad hidrogeológica, ya que todos los puntos que hacen parte de la RMAS presentan una tendencia positiva del nivel estático. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables registradas en el pozo pz-09-0040.

Figura 19. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0040- Acuitarfo Formación Subchoque y Acuífero Formación Tilatá.



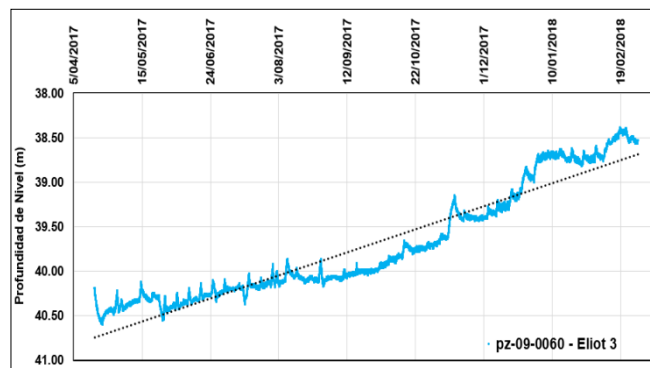
Fuente: SDA, 2021.

De la anterior figura se puede determinar que la temperatura promedio del agua subterránea en el pozo es de 19.62 °C y la conductividad eléctrica promedio de 1049.58 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 1131 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 438 $\mu\text{S}/\text{cm}$). De igual forma se puede evidenciar que durante el mes de septiembre y octubre de 2020 existe un cambio drástico de la conductividad eléctrica, condición que se estabiliza hasta el final del registro. Este comportamiento que difiere de los puntos de agua que captan de la misma unidad hidrogeológica serán monitoreados por parte de la SDA en el cronograma proyectado para el año 2022.

Pozo pz-09-0060. ELIOT. Este pozo con una profundidad de 391 m es uno de los 25 puntos de monitoreo con mayor antigüedad en el registro de datos, por este motivo se grafica el nivel estático en 2 intervalos de tiempo, el primero va de abril de 2017 a marzo de 2018 y el segundo de octubre de 2020 a julio de 2021. Posteriormente se analiza la serie completa que va de abril de 2017 a julio de 2021. En esta medida, en el primer intervalo de tiempo se presenta un ascenso del nivel estático de 1.66 m, en el segundo intervalo de 0.30 m y en toda la serie de datos de 2.87 m; esto indica en general que la tendencia de este punto que capta los paquetes arenosos del acuífero Formación Sabana es la de aumentar la carga hidráulica.

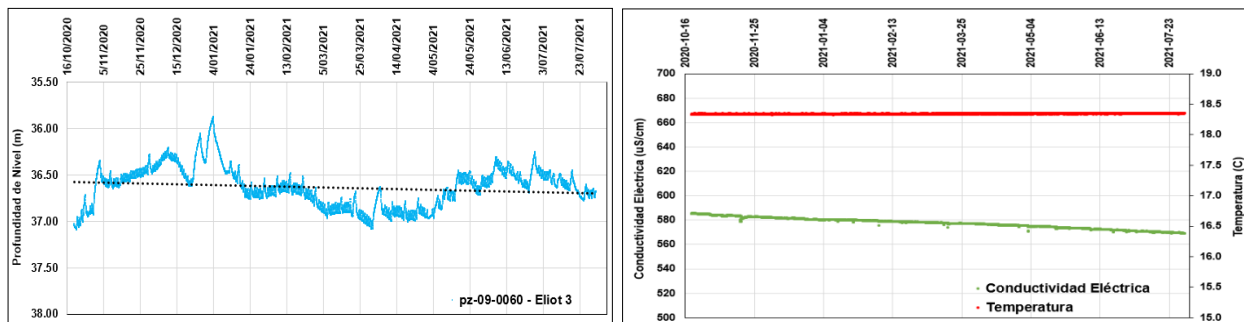
En las siguientes figuras se puede observar el comportamiento del nivel estático, conductividad eléctrica y temperatura para los diferentes intervalos de tiempo.

Figura 20. Comportamiento del nivel estático pozo pz-09-0060 (abril de 2017 a marzo de 2018)-Acuífero Formación Tiltá.



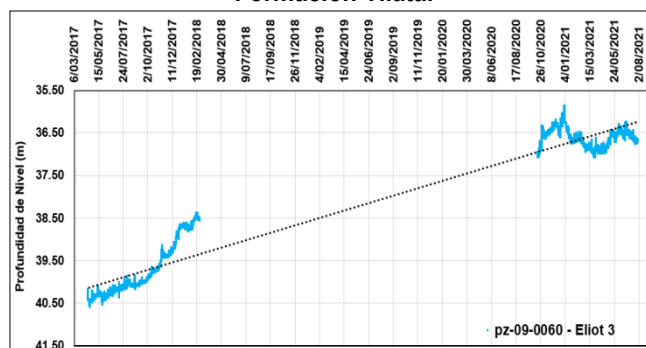
Fuente: SDA, 2021.

Figura 21. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0060 (octubre de 2020 a julio de 2021)-Acuífero Formación Tiltá.



Fuente: SDA, 2021.

Figura 22. Comportamiento del nivel estático pozo pz-09-0060 (abril de 2017 a julio de 2021)-Acuífero Formación Tilitá.



Fuente: SDA, 2021.

Es importante mencionar que la interrupción de datos de marzo de 2018 a octubre de 2020 se da debido a que el dispositivo instalado finaliza su vida útil en relación con la capacidad de la batería.

En línea con lo anterior, la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 18.33 °C y la conductividad eléctrica promedio de 576.62 µS/cm (Cond. máxima de 585 µS/cm y mínima de 565 µS/cm).

Es importante resaltar que el nivel estático en este pozo no presenta un comportamiento estable en comparación con los anteriores puntos de monitoreo, ya que en un radio no mayor a 1.0 km del pozo, existen 14 puntos de explotación de agua subterránea que captan de la misma unidad hidrogeológica ocasionando estos cambios. En la siguiente figura se observa la ubicación de los pozos que rodean el punto de monitoreo pz-09-0060.

Figura 23. Puntos de agua ubicados en un radio de 1.0 Km sobre el pozo pz-09-0060.



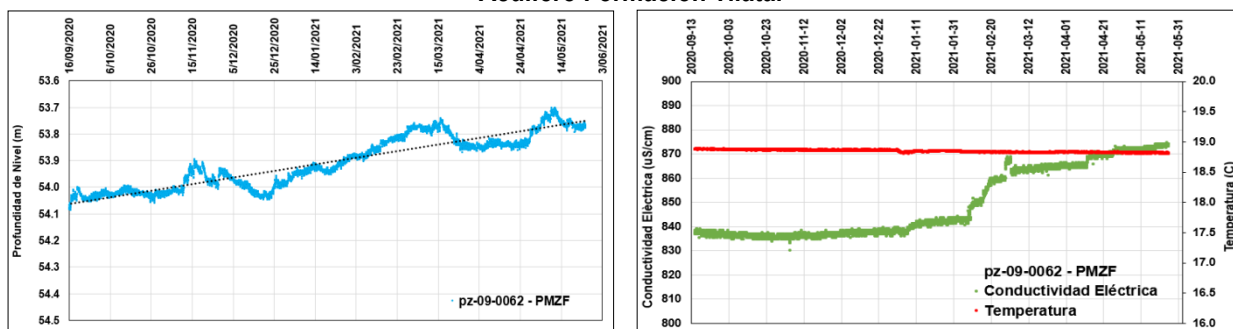
Fuente: SDA, 2021.

En conclusión, la tendencia del nivel estático es positiva, sin embargo, debido a su disminución en el año 2021, la SDA en el cronograma proyectado para el año 2022 contemplara acciones de manejo o seguimiento.

Pozo pz-09-0062. Parque Metropolitano Zona Franca. Este pozo con una profundidad de 417 m capta de la Formación Tilatá y presenta un ascenso del nivel estático de 0.30 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones cambios drásticos. En esta medida, y teniendo en cuenta la profundidad de la unidad hidrogeológica (profundidad superior a los 200 m), los caudales de explotación (10 l/s a 20 l/s) y el número de pozos que capta, es fundamental aumentar el monitoreo del recurso hídrico subterráneo de esta unidad hidrogeológica, ya que todos los pozos que hacen parte de la RMAS presentan una tendencia positiva del nivel estático.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables del punto de monitoreo.

**Figura 24. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0062-
Acuífero Formación Tilatá.**



Fuente: SDA, 2021.

De la anterior figura se puede determinar que la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 18.84 °C y la conductividad eléctrica promedio de 849.47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 874.62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 830.11565 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

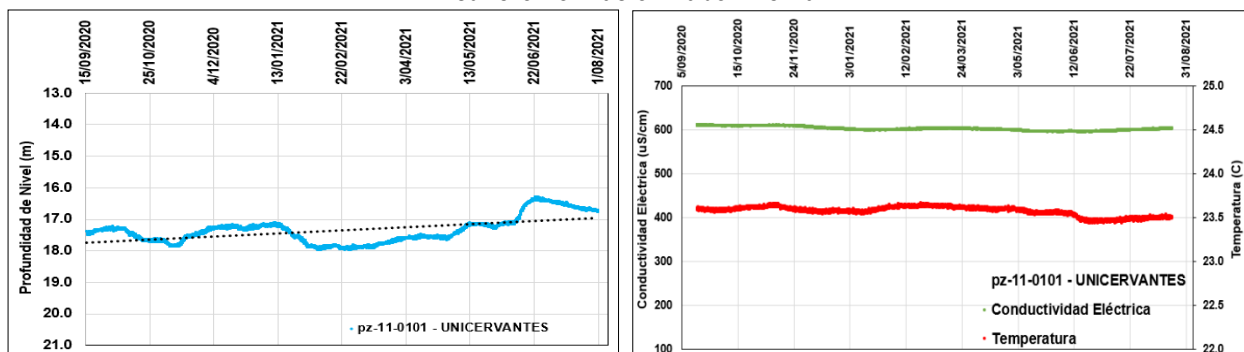
Pozo pz-10-0022. Autolavado Beto. En este punto de monitoreo no es posible verificar la información de los transductores de presión y definir si el nivel estático calculado es igual al observado. Esto se debe a que el predio se encuentra desmantelado y se presenta dificultad para programar con el propietario una visita de campo y medir el nivel estático.

Pozo pz-11-0023. MEALS. Como se menciona con anterioridad, los datos de este punto de monitoreo son intermitentes y no permiten el análisis de una serie de datos constante. El transmisor de datos de este equipo será ajustado en el cronograma proyectado para el año 2022.

Pozo pz-11-0101. UNICERVANTES. Este punto de observación con una profundidad de 144 m capta de la Formación Labor-Tierna a una profundidad de 109 m a 112 m, presenta un ascenso del nivel estático de 0.53 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones cambios drásticos del nivel. La tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la de aumentar el nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 23.57 °C y la conductividad eléctrica promedio de 602.06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 611 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 594 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-11-0101.

Figura 25. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-11-0101- Acuífero Formación Labor-Tierna.

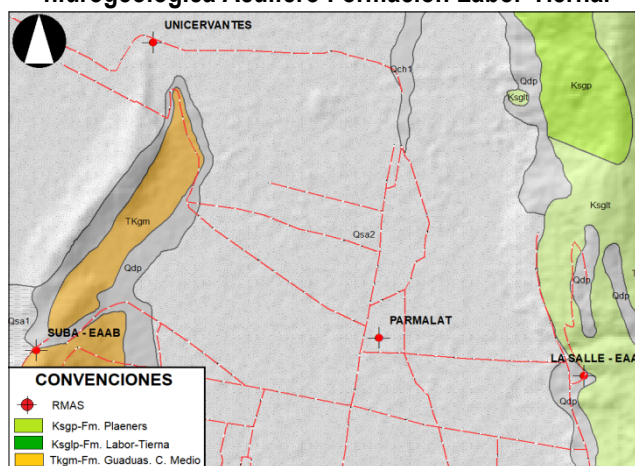


Fuente: SDA, 2021.

Es relevante mencionar que los valores de conductividad eléctrica aumentan en aproximadamente 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, debido a que el recorrido del agua subterránea es mayor en comparación con el pozo de monitoreo pz-01-0011 (PARMALAT).

que capta de la misma unidad hidrogeológica. Esto demuestra que existe en menos de 4.3 km tanto de la zona de recarga como el pozo pz-01-001 un cambio en la dinámica hídrica subterránea ya que aumenta la temperatura y la disolución de los minerales e intercambio catiónico. En la siguiente figura se puede observar una vista en planta de la ubicación de los puntos de monitoreo y su relación con el Grupo Guadalupe (Fm. Labor-Tierna y Plaeners).

Figura 26. Relación de los pozos pz-11-0101 (Unicervantes) y pz-01-0011 (Parmalat) con la unidad hidrogeológica Acuífero Formación Labor-Tierna.



Fuente: SDA, 2021.

Finalmente, es importante resaltar que el acuífero Formación Sabana en la zona donde se encuentra el pozo pz-11-0101 presenta una profundidad que no supera los 100 m, esta disminución en la profundidad del acuífero se presenta debido a que el Grupo Guadalupe asciende debido al sistema de fallas el Boquerón del Carbón, Usaquén y Usaquén – Juan Amarillo.

Pozo pz-11-0145. CLUB LOS LAGARTOS. Este pozo de monitoreo con una profundidad de 60 m es uno de los 25 puntos con mayor antigüedad en el registro de datos (del 17 de octubre de 2017 al 31 de julio de 2021), donde el pozo captado es de tipo saltante, ya que la carga hidráulica supera la topografía en un promedio de 0.54 m. Esta condición es generada debido a que el pozo está perforado a 40 m de profundidad capta el acuífero Formación Labor-Tierna, el cual es confinado por depósitos coluviales provenientes de la parte alta donde está ubicado el acuitardo Formación Guaduas. Adicionalmente, este punto de monitoreo presenta una condición particular que ayuda a aumentar la carga hidráulica, y es que, a una distancia aproximada de 200 m se encuentra la falla San Jorge que se comporta como una zona de recarga.

En la siguiente figura se resume a partir de un perfil NE-SW la dinámica de flujo en esta zona del distrito capital.

Figura 27. Perfil longitudinal que explica la dinámica de flujo subterránea del pozo pz-11-0145 (Club los Lagartos).

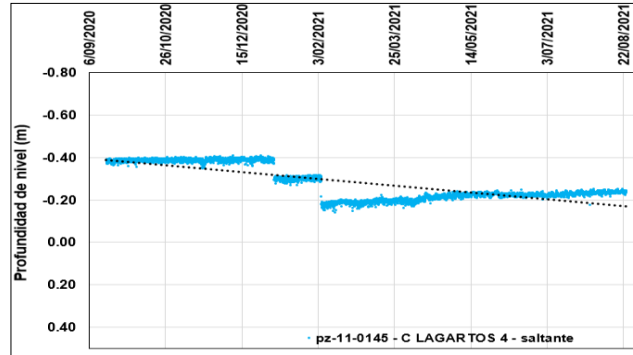
Página 23 de 54



Figura 28. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-11-0145 (Club los Lagartos)-Acuífero Formación Labor-Tierna.



Página 24 de 54

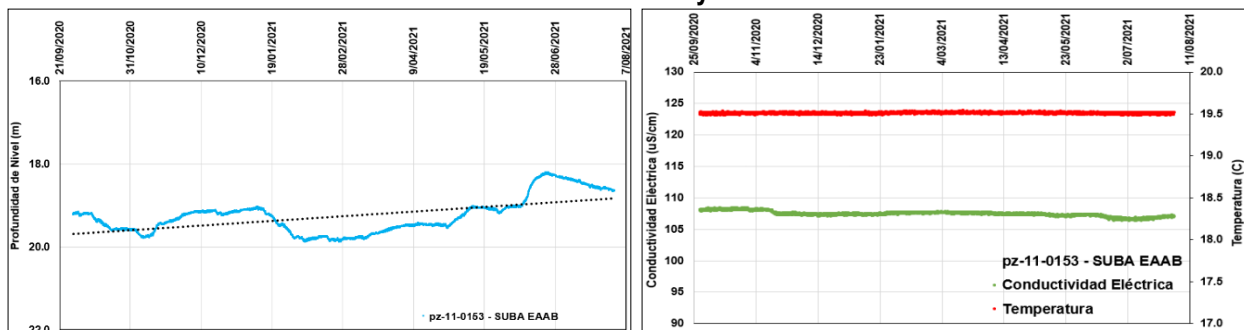


Fuente: SDA, 2021.

Finalmente, es importante mencionar que la temperatura promedio es de 21.02 °C y la conductividad eléctrica promedio de 187.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 191 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 167 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Esta última variable en comparación con los pozos que captan de la misma unidad hidrogeológica es inferior, generando una primera hipótesis sobre la presencia de una zona de recarga que puede aumentar por la conexión hidráulica con el humedal Córdoba.

Pozo pz-11-0153. Suba EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad de 411 m capta del acuífero Formación Labor-Tierna y del Acuitardo (niveles acuíferos locales) de la Formación Plaeners, que presenta el mismo comportamiento y tendencia del pozo pz-11-0101 (UNICERVANTES) que capta solo del acuífero Formación Labor-Tierna. En esta medida, la única diferencia es que el pozo pz-11-0153 capta de un acuífero libre donde el nivel estático es en promedio 2.0 m más profundo. En este contexto, el punto de monitoreo presenta un ascenso del nivel estático de 0.40 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones descensos abruptos. Por este motivo, la tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es la de aumentar el nivel piezométrico, donde su temperatura promedio es de 19.50 °C y la conductividad eléctrica promedio de 107.42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cond. máxima de 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínima de 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-11-0153.

Figura 30. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-11-0153- Acuífero Labor-Tierna y Plaeners.



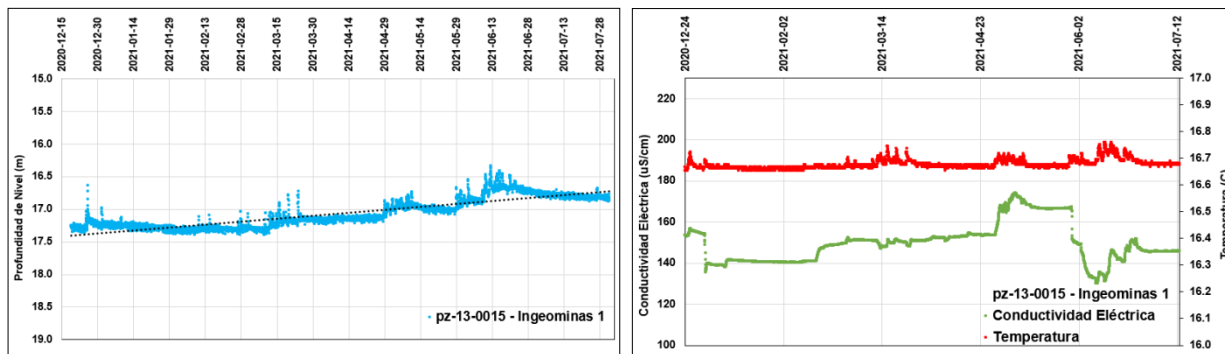
Fuente: SDA, 2021.

Pozo pz-12-0025. Artesanías de Colombia. Como se menciona con anterioridad, los datos de este punto de monitoreo son intermitentes y no permiten el análisis de una serie de datos constante. El transmisor de datos será ajustado en el cronograma proyectado para el año 2022.

Pozo pz-13-0015. INGEOMINAS 1. Este punto de monitoreo con una profundidad de 67 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.70 m, sin registrar desde el inicio de las mediciones cambios drásticos. En síntesis, la tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es positiva, donde su temperatura promedio es de 16.68 °C y la conductividad eléctrica promedio de 149.33 $\mu\text{S/cm}$ (Cond. máxima de 173 $\mu\text{S/cm}$ y mínima de 129 $\mu\text{S/cm}$).

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-13-0015.

**Figura 31. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-13-0015-
Acuífero Formación Sabana.**



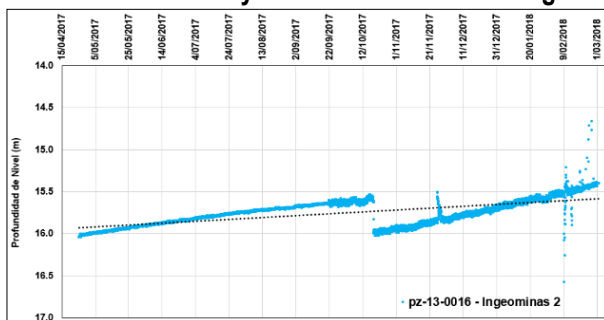
Fuente: SDA, 2021.

Es importante resaltar que el nivel estático en este pozo no presenta un comportamiento estable como en los anteriores puntos de monitoreo, condición que es generada debido a la presencia de 4 pozos en el sector oriental que captan agua subterránea de paquetes arenosos de la misma unidad hidrogeológica. De otra parte, se puede evidenciar que la conductividad eléctrica varía en el tiempo, lo cual demuestra una alta conectividad con la zona de recarga próxima.

Pozo pz-13-0016. INGEOMINAS 2. Este pozo con una profundidad de 264 m es uno de los 25 puntos de monitoreo con mayor antigüedad en el registro de datos, por este motivo se grafica el nivel estático en 2 intervalos de tiempo, el primero va de abril de 2017 a marzo de 2018 y el segundo de diciembre de 2020 a julio de 2021. Posteriormente se analiza la serie completa que va de abril de 2017 a julio de 2021. En esta medida, para el primer intervalo se presenta un ascenso del nivel estático de 0.64 m, en el segundo intervalo de 0.38 m y en toda la serie de datos de 2.88 m; estos valores indican que la tendencia de este punto que capta principalmente de los paquetes arenosos del acuífero Formación Sabana es la de aumentar la carga hidráulica.

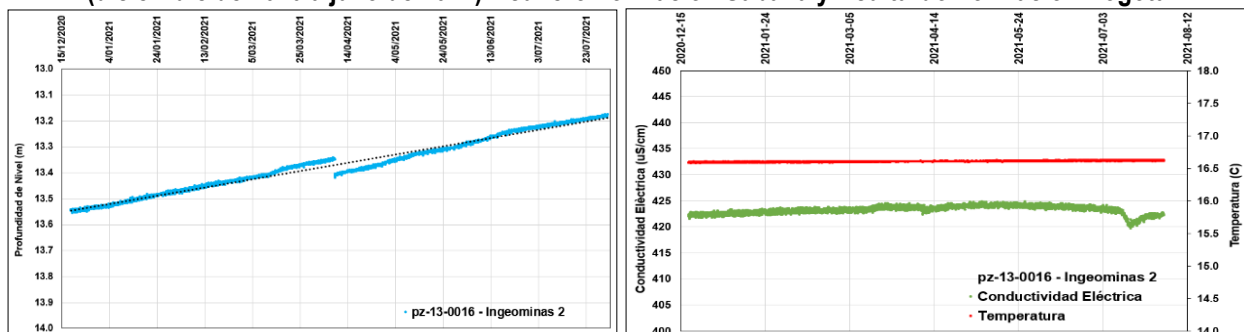
En las siguientes figuras se puede observar el comportamiento del nivel estático, conductividad eléctrica y temperatura para los diferentes intervalos de tiempo.

Figura 32. Comportamiento del nivel estático pozo pz-13-0016 (abril de 2017 a marzo de 2018)-Acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Bogotá.



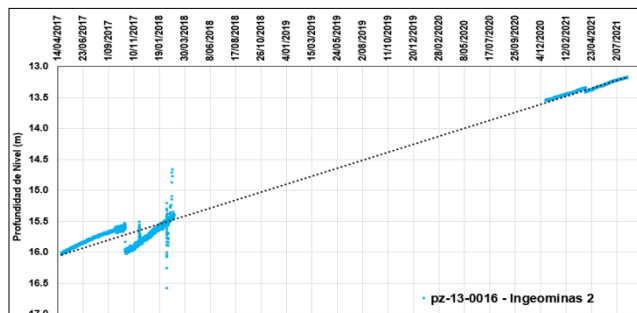
Fuente: SDA, 2021.

Figura 33. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-13-0016 (diciembre de 2020 a julio de 2021)-Acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Bogotá.



Fuente: SDA, 2021.

Figura 34. Comportamiento del nivel estático pozo pz-09-0060 (abril de 2017 a julio de 2021)-Acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Bogotá.



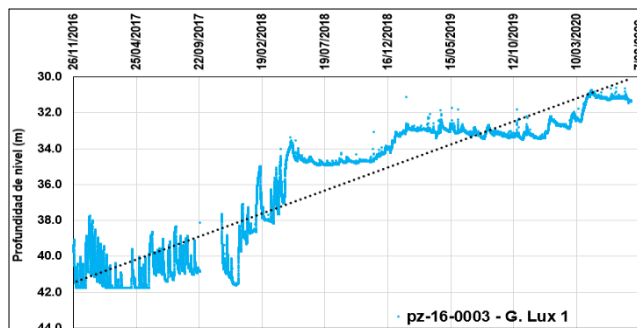
Fuente: SDA, 2021.

Es importante resaltar que la ausencia de datos de marzo de 2018 a diciembre de 2020 se da debido a que el dispositivo instalado finaliza su vida útil en relación con la capacidad de la batería.

Finalmente, se determina que la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 16.60 °C y la conductividad eléctrica promedio de 423.17 $\mu\text{S/cm}$ (Cond. máxima de 424 $\mu\text{S/cm}$ y mínima de 419 $\mu\text{S/cm}$).

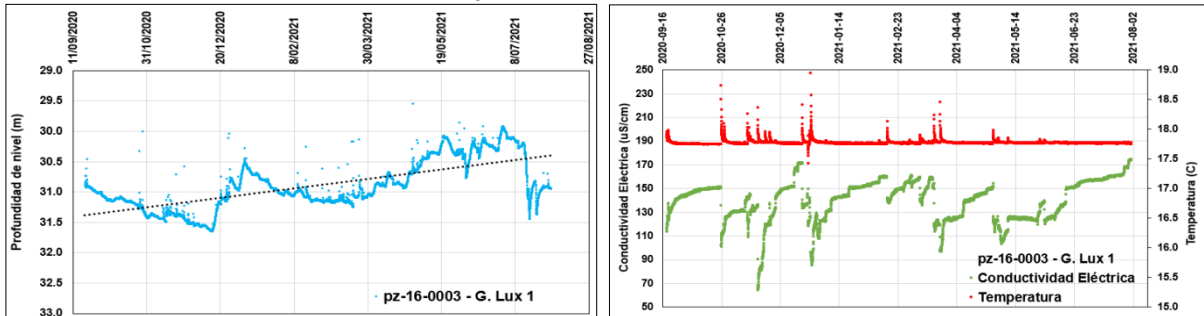
Pozo pz-16-0003. GASEOSAS LUX. Este pozo con una profundidad de 193 m es uno de los 25 puntos de monitoreo con mayor antigüedad en el registro de datos, por este motivo se grafica el nivel estático en 2 intervalos de tiempo, el primero va de noviembre de 2016 a julio de 2020 y el segundo de septiembre de 2020 a julio de 2021. Posteriormente se analiza la serie completa que va de noviembre de 2016 a julio de 2021. En esta medida, en el primer intervalo de tiempo se presenta un ascenso del nivel estático de 8.12 m, en el segundo intervalo de 0.19 m y en toda la serie de datos de 8.52 m; esto indica en general que la tendencia de este punto que capta los paquetes arenosos del acuífero Formación Sabana es la de aumentar la carga hidráulica. En las siguientes figuras se puede observar el comportamiento del nivel estático, conductividad eléctrica y temperatura para los diferentes intervalos de tiempo.

Figura 35. Comportamiento del nivel estático pozo pz-16-0003 (noviembre de 2016 a julio de 2020)-Acuífero Formación Sabana.



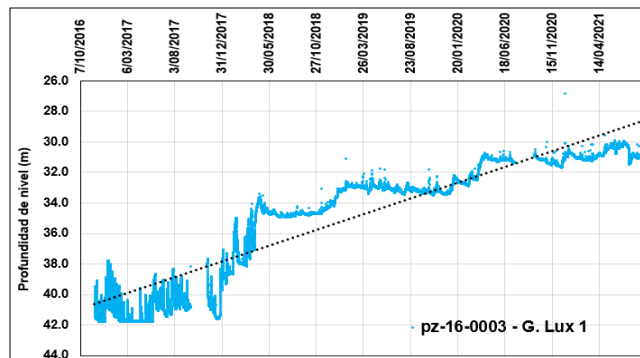
Fuente: SDA, 2021.

Figura 36. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0003 (septiembre de 2020 a julio de 2021)-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2021.

Figura 37. Comportamiento del nivel estático pozo pz-16-0003 (abril de 2017 a julio de 2021)-Acuífero Fm. Sabana.

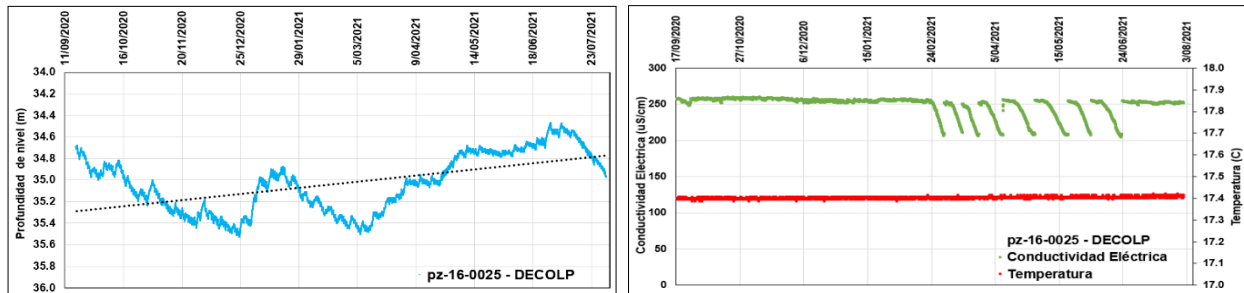


Fuente: SDA, 2021.

Como complemento a lo anterior, la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 18.33 C y la conductividad eléctrica promedio de 576.62 µs/cm (Cond. máxima de 585 µs/cm y mínima de 565 µs/cm).

Pozo pz-16-0025. DELCOP. Este punto de monitoreo con una profundidad de 167 m presenta un ascenso del nivel estático de 0.31 m, registrando descensos cíclicos con una temporalidad trimestral el 25 de diciembre de 2020, el 5 de marzo de 2021 y el 31 de julio de 2021; estos cambios se generan por la explotación de agua subterránea en pozos que captan de la misma unidad hidrogeológica (7 pozos en menos de 1.0 Km). En síntesis, la tendencia de este pozo en casi 1 año de monitoreo es positiva, donde su temperatura promedio es de 17.40 C y la conductividad eléctrica promedio de 248.34 µs/cm (Cond. máxima de 259 µs/cm y mínima de 204 µs/cm). En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-16-0025.

**Figura 38. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0025-
Acuífero Formación Sabana.**

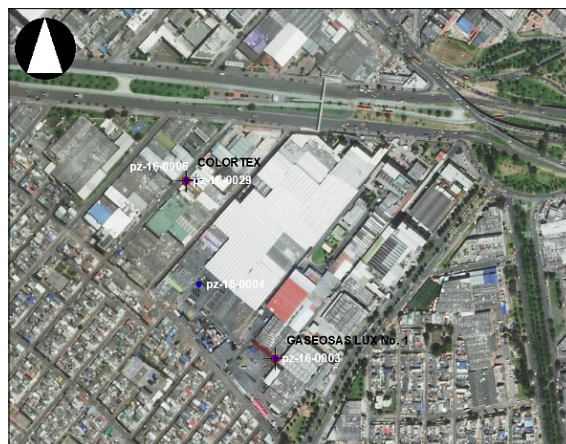


Fuente: SDA, 2021.

En síntesis, las variaciones del nivel estático serán objeto de seguimiento por parte de la SDA con el objetivo de verificar la necesidad de contemplar acciones de manejo y seguimiento en el cronograma programado para el año 2022.

Pozo pz-16-0029. TEXTRAMA. Este punto de monitoreo con una profundidad de 276 m presenta un ascenso del nivel estático de 4.46 m, registrando cambios drásticos que son generados por pozos que explotan el agua subterránea de la misma unidad hidrogeológica, un ejemplo de esto, es el pozo ubicado al sur en Grasosas Lux, el cual está ubicado a una longitud de 192 m y genera las alteraciones registradas tanto en el pozo de análisis como en el pozo de monitoreo pz-16-0003. En la siguiente figura se observa la ubicación de los pozos pz-16-0029, pz-16-0003 y pz-16-0004.

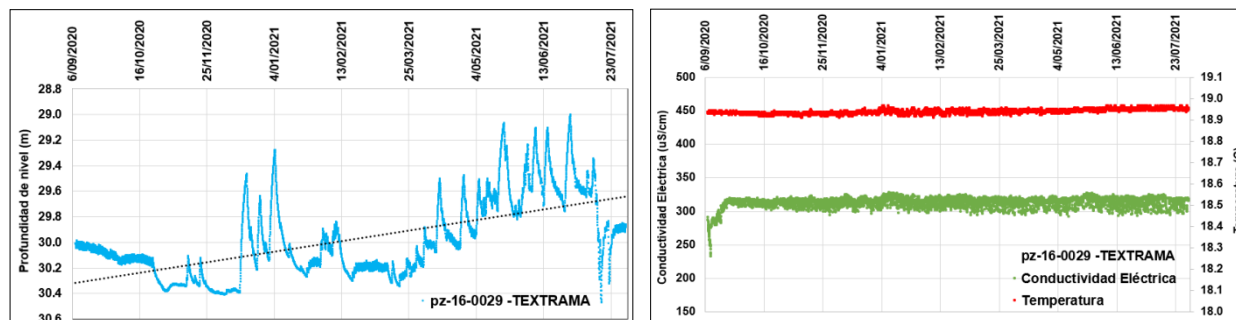
**Figura 39. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0029-
Acuífero Formación Sabana.**



Fuente: SDA, 2021.

Cabe aclarar, que, aun así, se presenten descensos en el nivel estático por la explotación de agua subterránea en la misma unidad hidrogeológica, la tendencia en casi 1 año de monitoreo es positiva. A continuación, se observa el comportamiento de las variables en el pozo pz-16-0029

**Figura 40. Comportamiento del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0029-
Acuífero Formación Sabana.**



Fuente: SDA, 2021.

De la anterior figura se puede determinar que la temperatura promedio del agua subterránea en este pozo es de 18.94 °C y la conductividad eléctrica promedio de 313.18 µS/cm (Cond. máxima de 328 µS/cm y mínima de 233 µS/cm).

Finalmente, es relevante mencionar que las variaciones del nivel estático serán objeto de seguimiento por parte de la SDA, esto con el objetivo de verificar la necesidad de contemplar acciones de manejo y seguimiento en el cronograma programado para el año 2022.

Pozo pz-07-0007. Jardines del Apogeo. Como se menciona con anterioridad, los datos de este punto de monitoreo son intermitentes y no permiten el análisis de una serie de datos constante. El transmisor de datos será ajustado en el cronograma proyectado para el año 2022.

4.2 Análisis de los resultados del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de los 19 pozos de monitoreo.

Para resumir el comportamiento de las anteriores variables se realiza un análisis geoespacial implementado los polígonos de VORONOI, los cuales son desarrollados como una herramienta para definir como es el comportamiento local de la variable analizada en el espacio (colindancia). En este contexto, se observa a continuación los polígonos de VORONOI para las variables promedio del cambio en el nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica.

The figure consists of three maps of the Cordillera Occidental region in Colombia, showing the spatial distribution of different variables across the region. The maps are overlaid on a topographic background and include a coordinate grid (Longitude: 85000 to 105000; Latitude: 88000 to 124000).

Map 1: Ascenso-Desnivel Nivel Estático (m)

This map displays the static level difference (Ascenso-Desnivel Nivel Estático) in meters. The legend shows a color scale from 0.53 (dark green) to -0.11 (dark red). The map includes labels for various locations: BOGA, ENGATIVA, FONTIBON, KENNEDY, TEJASQUELO, CHAPIN, SAN CRISTOBAL, USME, and USAGUEN. Specific points are marked with red stars and labeled with codes like pz-11-0101, pz-01-0011, pz-11-0153, pz-11-0145, pz-01-0105, pz-08-0031, pz-09-0008, pz-09-0040, pz-08-0060, pz-08-0007, pz-13-0016, pz-13-0015, pz-16-0025, pz-16-0003, pz-16-0025, pz-08-0008, pz-05-0003, and pz-01-0009.

Map 2: Conductividad Eléctrica (µs/cm)

This map displays the electrical conductivity (Conductividad Eléctrica) in µs/cm. The legend shows a color scale from 17.94 (dark green) to 1040 (dark red). The map includes the same labels and point markers as Map 1.

Map 3: Temperatura (°C)

This map displays the temperature (Temperatura) in degrees Celsius. The legend shows a color scale from 14.46 (dark green) to 23.57 (dark red). The map includes the same labels and point markers as Map 1.

Source: Google Earth, SRTM, and other geospatial data. The maps are part of a larger study on the Cordillera Occidental region.

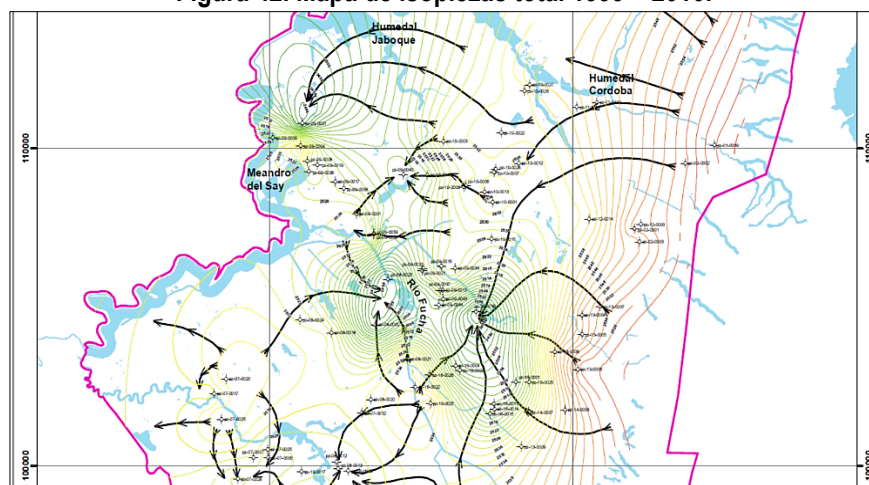
Según lo anterior, la única zona que presenta descensos del nivel estático es la ubicada en el sector occidental de la localidad de Fontibón, más específicamente en el pozo pz-09-0008 que capta de la unidad hidrogeológica acuífero Formación Sabana. De otra parte, localidades como Puente Aranda y Teusaquillo presentan los ascensos de nivel más representativos, con valores que llegan hasta 8.52 m como es el caso del pozo pz-16-0003. Este resultado, demuestra que la medida de manejo encaminada a no otorgar más concesiones de agua subterránea ha sido efectiva, ya que en el informe “*Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá, 2013*”, el comportamiento de la zona industrial indica lo siguiente:

En el sector de Puente Aranda desde 1999 hasta el año 2000 no se presentaba ninguna evolución favorable o desfavorable en el comportamiento de los niveles piezométricos; del año 2001 al 2010 se han venido reflejando descensos del orden de 5 a 10 metros aproximadamente esto debido a que las captaciones han aumentado; las fluctuaciones en las zonas más próximas al complejo industrial de Bogotá se han visto afectadas como sucede en el sector de Kennedy que desde 1999 a 2010 se han presentado descensos del orden de 20 metros y en el sector de Fontibón descensos del orden de 12 metros con algunos ascensos en los últimos años. El sector norte de Bogotá no presenta mayores fluctuaciones y se evidencian comportamientos estables, cabe notar que entre la calle

127 y la calle 180 se encuentran pozos artesianos con alturas del orden de 2 metros que captan el acuífero cautivo del Cretácico.
(...)"

En la figura que se expone a continuación, se puede observar cómo era la distribución de los niveles en la zona industrial del año 1999 al 2010.

Figura 42. Mapa de isopiezas total 1999 – 2010.



Fuente: SDA, 2013.

Para corroborar lo anterior, la SDA en el año 2012 se realiza una brigada de medición de niveles para verificar los descensos en la zona industrial, encontrando como resultado la siguiente información:

“(...)"

Se programo una campaña de niveles estáticos en el mes de noviembre y diciembre de 2012, en los sectores de Puente Aranda, Kennedy y Fontibón, para verificar las condiciones de movimiento, dirección y descensos de niveles del agua subterránea del acuífero de la formación Sabana, para lo cual se ha desarrollado el mapa de isopiezas del área en mención (Figura 41); se observa una dirección de flujo preferencial hacia el sector donde se ubican los pozos con mayor extracción de agua subterránea en la zona industrial de la ciudad, de tal manera que en esta área no es recomendable otorgar nuevas concesiones de aguas subterráneas.

“(...)"

En la siguiente figura se evidencia el mapa de isopiezas realizada para la zona industrial del distrito capital para los registros de nivel tomados en el año 2012.

- b) Al Nor-Este de la localidad de Usme existe una zona apta para la recarga de la unidad hidrogeológica acuífero Formación Regadera. Esta zona es recargada principalmente por la precipitación y flujos laterales provenientes del acuífero Formación Marichuela y Acuitardo (niveles acuíferos locales) de la Formación Usme.
- c) Debido a que existen zonas donde se presentan abatimientos o donde los ascensos del nivel estático son bajos, es necesario implementar planes de manejo y seguimiento del recurso hídrico subterráneo.

En conclusión, y con el fin de verificar las hipótesis planteadas en el procesamiento y análisis de la información obtenida a partir de la RMAS, se deben ejecutar estudios complementarios como pruebas hidráulicas para calcular radios de influencia, perforaciones exploratorias, hidrogeoquímica e isotopía para refinar el modelo hidrogeológico conceptual del distrito capital.

5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS BRIGADAS DE NIVELES REALIZADAS EN EL DISTRITO CAPITAL.

Para dar inicio a las brigadas de medición de niveles se informa previamente mediante oficios a los propietarios de los pozos concesionados, esto con el objetivo de verificar 24 horas antes de la actividad que los medidores no presenten consumo. Para este informe, la brigada de niveles recopila toda la serie de datos a partir del año 2017 más los registros adquiridos el 20 de junio y 15 de octubre de 2021.

El registro de los datos se realiza durante 3 días seguidos en la zona norte y sur, implementando para ello una sonda de nivel calibrada al milímetro como se observa en las siguientes fotografías. Es importante mencionar que la cantidad de puntos es dinámica en el tiempo, ya que depende del estado mecánico del pozo, y que el propietario atienda las recomendaciones por parte del equipo técnico de la SDA (no bombear durante 3 días).

Fotografía 1. Medición del nivel estático del pozo pz-11-0222 (Club campestre Guaymaral).



Fotografía 2. Medición del nivel estático del pozo pz-19-0005 (Frigorífico Guadalupe no. 1)-



Fuente: SDA, 2013.

Las principales características de los 58 pozos se evidencian en la siguiente tabla, donde los primeros 24 puntos de la tabla que están resaltados en color azul son los pozos ubicados el sector norte del distrito capital.

Tabla 2. Características de los pozos que hacen parte de las brigadas de niveles.

ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	OBSERVACIONES
1	pz-01-0026	FINCA LA GLORIA No. 1	78	Fm. Sabana	122965.68	104553.40	-
2	PZ-01-0031	JARDINES DE PAZ	80	Fm. Sabana-Fm. Labor-Tierna	120435.62	104199.90	-
3	PZ-01-0069	MONASTERIO BENEDICTINO DE TIBATI	100	Fm. Sabana-Fm. Labor-Tierna	118929.67	104551.67	-
4	pz-01-0076	SEDE SOCIAL Y DEPORTIVA Nimajay No. 1	89	Fm. Labor-Tierna	123401.11	104973.08	Saltante
5	pz-11-0028	CLUB EL RANCHO No. 1	127	Fm. Sabana	119568.90	103759.21	Fue encendido de 8:00 am a 6:30 pm el día 10/10/2021
6	pz-11-0030	TENNIS CLUB No. 2	88.50	Fm. Sabana	124890.76	104461.24	-
7	pz-11-0045	MEGAOUTLET	120	Fm. Sabana	120252.79	103808.53	-
8	PZ-11-0051	COLEGIO SAN VIATOR No. 2	140.18	Fm. Sabana	121424.26	104019.79	-
9	PZ-11-0052	GIMNASIO DE LOS ANDES No. 1	120	Fm. Sabana	121323.65	103584.23	-
10	PZ-11-0080	CAFAM No. 2	176	Fm. Sabana	121530.17	103703.20	-
11	pz-11-0096	LA ENSEÑANZA No. 2	110	Fm. Sabana	120712.29	102773.76	-
12	pz-11-0112	HYUNDAI No. 1	70	Fm. Sabana	123695.18	104359.94	-
13	PZ-11-0140	JARDINES DEL RECUERDO	110	Fm. Sabana	120875.89	103986.77	-
14	pz-11-0214	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIARIA	221	Fm. Sabana-Fm. Guaduas	120621.66	103775.96	-
15	pz-11-0222	CLUB CAMPESTRE GUAYMARAL	250	Fm. Sabana-Fm. Guaduas	125297.08	103754.58	-
16	pz-11-0144	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA	109.3	Fm. Sabana	120726.86	103630.55	-

ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	OBSERVACIONES
17	pz-11-0147	CONGREGACION SRA DEL SANTISIMO No. 1	70	Fm. Sabana	119385.794	103454.37	-
18	pz-11-0221	COLSUBSIDIO No. 2	147	Fm. Sabana	125089.26	104446.13	-
19	pz-11-0223	SAN ANGELO No. 2	97	Fm. Sabana	122572.17	103620.01	-
20	pz-11-0047	CAFAM No. 1	177	Fm. Sabana	121519.17	103737.47	-
21	pz-11-0195	COLEGIO SAN VIATOR No. 3	153.80	Fm. Sabana	121418.38	104032.70	-
22	pz-11-0190	CEMEX	179	Fm. Sabana	124443.22	104498.78	-
23	pz-11-0108	CLUB EL RANCHO No. 2	134	Fm. Sabana	119736.71	103670.77	Fue encendido de 8:00 am a 6:30 pm el día 10/10/2021
24	pz-11-0217	COLEGIO SANTA MARIANA DE JESUS No. 2	80	Fm. Sabana	119411.03	103545.02	
25	Pz-07-0033	Carboquimica	325	Fm. Sabana Fm. Labor-Tierna	100422.49	90009.55	-
26	pz-08-0023	Textiles Lafayette No. 1	513	Fm. Sabana- Fm. Tilatá	105871.01	93901.46	-
27	pz-09-0037	Almacenes Éxito	454	Fm. Sabana- Fm. Tilatá	105674.78	95702.56	-
28	pz-07-0005	Carboquimica	106	Fm. Sabana	100509.08	89945.27	-
29	pz-08-0012	Gaseosas Colombiana 2	180	Fm. Sabana	100125.37	92213.90	-
30	pz-08-0013	Gaseosas Colombianas 3	142	Fm. Sabana	99911.63	92267.43	-
31	pz-09-0017	Duquesa SA	210	Fm. Sabana	108952.44	92173.68	-
32	pz-09-0019	Flota La Macarena	140	Fm. Sabana	109464.10	91579.84	-
33	pz-09-0043	Manufacturas Eliot SA No.1	214	Fm. Sabana	105240.19	95724.14	-
34	pz-09-0044	Manufacturas Eliot SA No. 2	239	Fm. Sabana	105058.01	95591.92	-
35	pz-10-0015	Compensar No. 1	201	Fm. Sabana	107136.85	97326.21	El pozo esta con sellamiento temporal, la boca del pozo está cubierta por un tapón.
36	pz-13-0010	IDRD Parque Simón Bolívar	216.11	Fm. Sabana	107223.70	98141.60	-

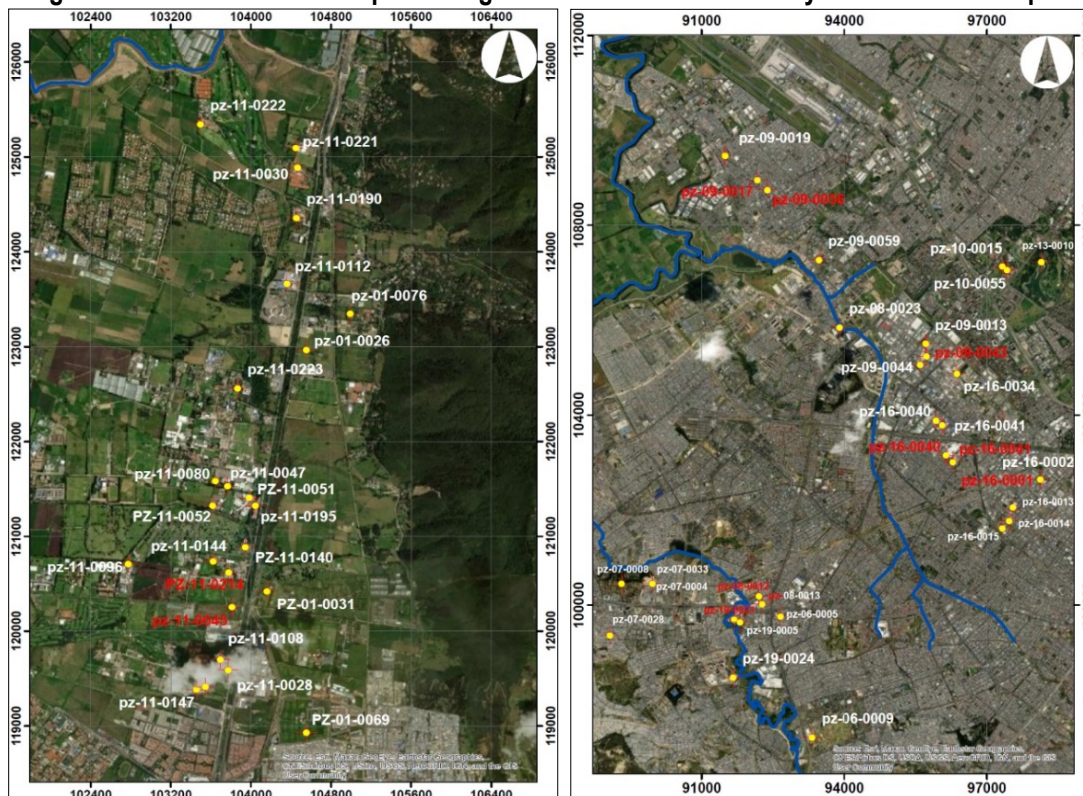
ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	OBSERVACIONES
37	pz-14-0003	Centro CAR 19 Ltda	140	Fm. Sabana	101755.60	99746.74	-
38	pz-16-0001	Gaseosas Colombiana SAS No. 2-Planta de agua cristal	233	Fm. Sabana	102638.20	98131.58	-
39	pz-16-0002	Gaseosas Colombiana SAS No. 4	280	Fm. Sabana	102641.92	98123.07	-
40	pz-16-0003	Gaseosas Lux No.1	193	Fm. Sabana	103013.05	96279.69	-
41	pz-16-0004	Gaseosas Lux No.2	199	Fm. Sabana	103150.34	96139.52	-
42	pz-16-0013	Grasco	120	Fm. Sabana	101950.95	97411.52	-
43	pz-16-0014	Grasco	126.50	Fm. Sabana	101787.17	97417.80	-
44	pz-16-0015	Grasco	80	Fm. Sabana	101634.51	97277.04	-
45	pz-16-0034	Tintoreria Asitex	238	Fm. Sabana	104823.17	96381.40	-
46	pz-19-0005	FRIGORIFICO GUADALUPE No. 1	134	Fm. Sabana	99645.78	91804.46	-
47	pz-19-0021	FRIGORIFICO GUADALUPE No. 2	115.90	Fm. Sabana	99696.22	91689.27	Datos tomados del Dispositivo.
48	pz-19-0024	PETCO	115	Fm. Sabana	98505.00	91661.00	
49	pz-06-0009	PARQUE EL TUNAL	150.74	Fm. Sabana Fm. Tilatá	97241.20	93327.49	
50	pz-07-0008	JARDINES DEL APOGEO No. 2	89	Fm. Sabana	100451.56	89308.41	
51	pz-06-0005	ACEGRASAS No. 2	106	Fm. Sabana	99831.69	92599.49	No presenta tubería para medición de niveles
52	pz-07-0028	HECTOR JOSE LEON-Soluciones Liquidas	130	Fm. Labor-Tierna Fm. Plaeners	99495.36	88872.92	-
53	pz-09-0056	Hogar Santa Teresa del Jomet No. 2	200	Fm. Sabana	108733.92	92451.27	-
54	pz-09-0059	COLTANQUES No. 2	262	Fm. Sabana	107296.29	93461.61	-
55	pz-10-0055	COMPENSAR No. 2	399	Fm. Tilatá	107053.10	97422.10	-
56	pz-09-0013	TEXTILES ROMANOS	80.8	Fm. Sabana	105524.09	95709.97	-
57	pz-16-0040	TEXTILIA No. 2	340	Fm. Tilatá	103884.52	95924.57	-

ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	OBSERVACIONES
58	pz-16-0041	TEXTILIA No. 1	230	Fm. Sabana	103780.37	96057.50	-

Fuente: SDA, 2013.

Como complemento a la anterior tabla en las siguientes figuras se observa la distribución en planta de los puntos ubicados en el sector norte y sur del distrito capital.

Figura 44. Distribución de los pozos brigadas de nivel – Zona Norte y Sur del distrito capital.



Fuente: SDA, 2021.

5.1. INTERPRETACIÓN DE NIVEL BRIGADAS - ZONA SUR.

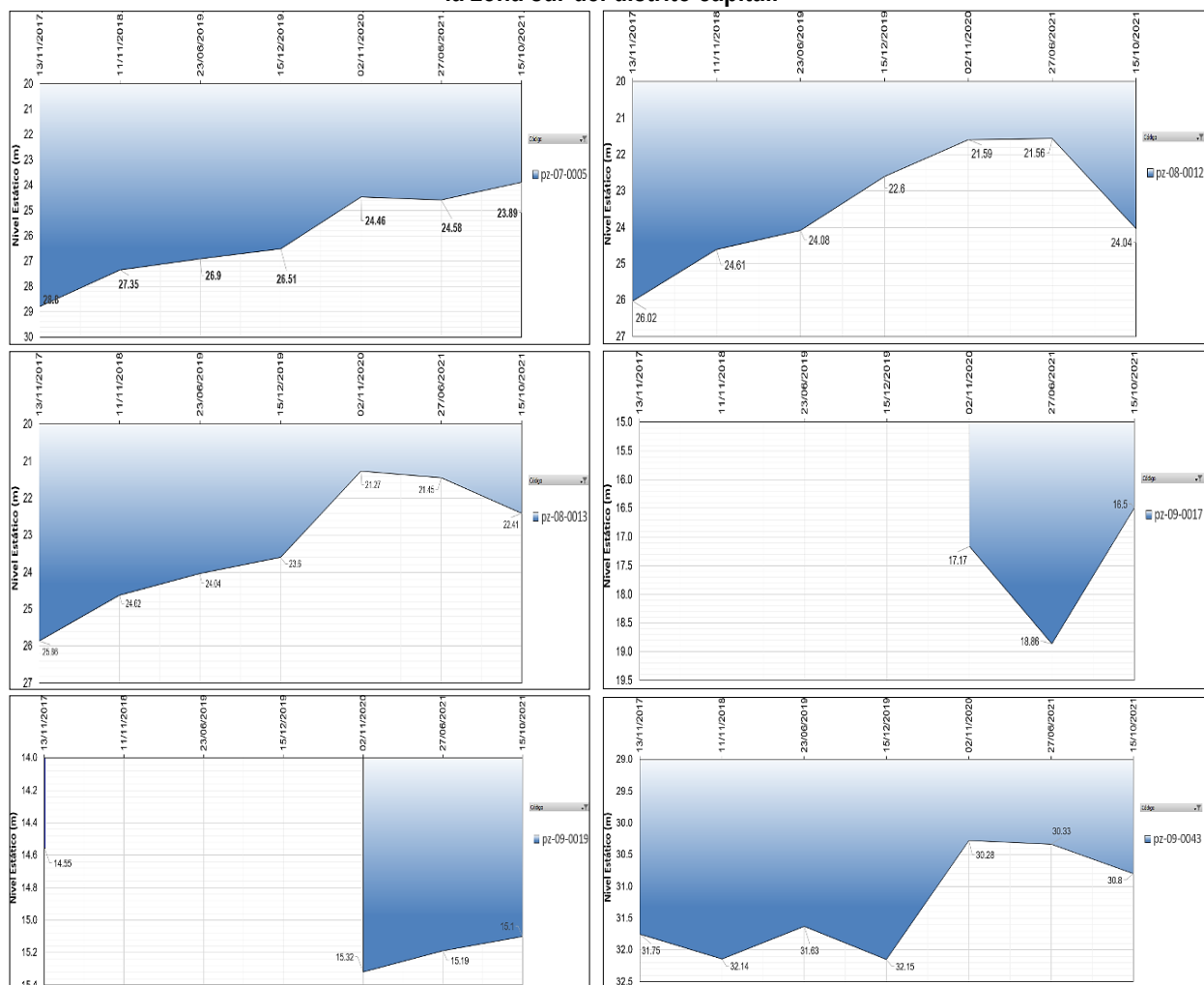
La información registrada en los 32 pozos se procesa teniendo en cuenta el tipo de unidad hidrogeológica que capta. Por este motivo a continuación se realiza el análisis de los niveles por acuífero.

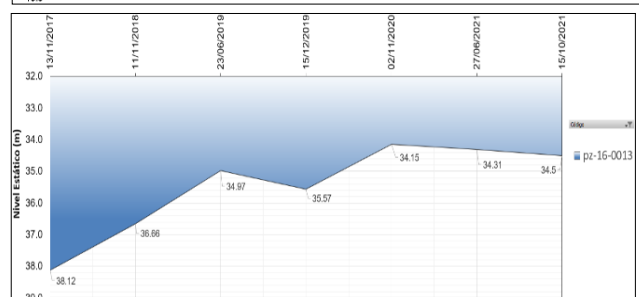
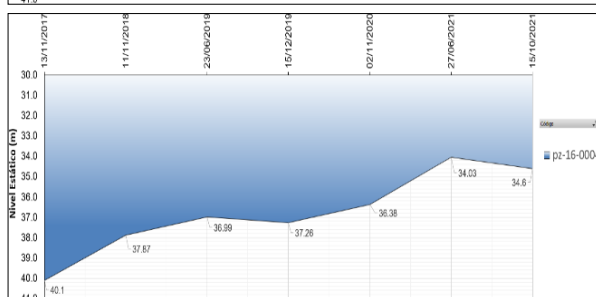
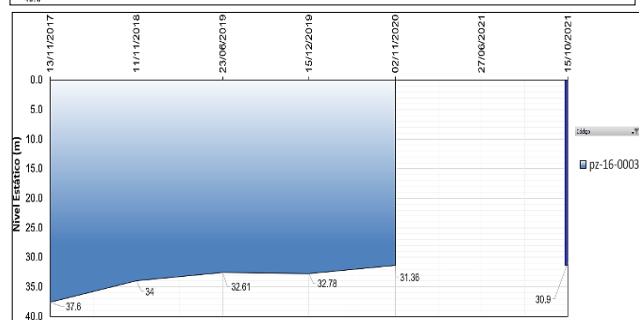
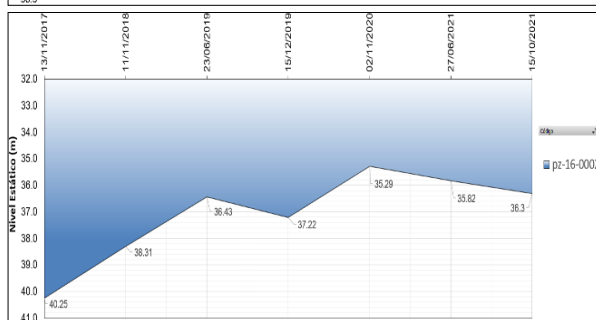
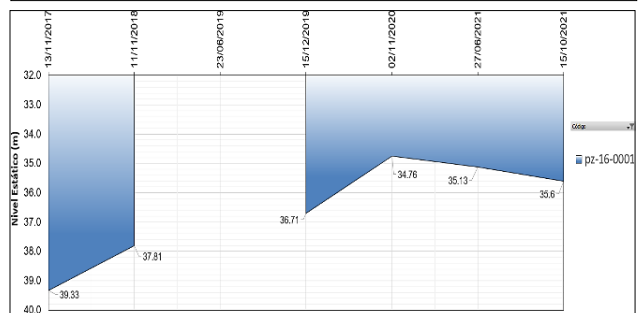
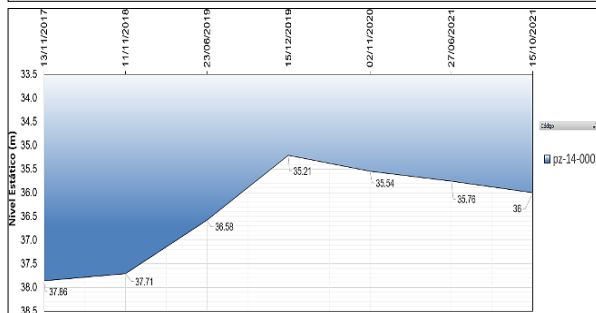
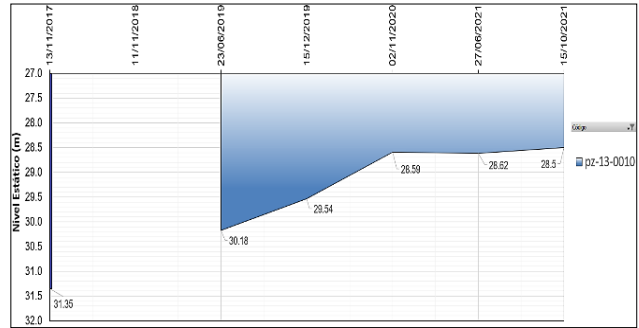
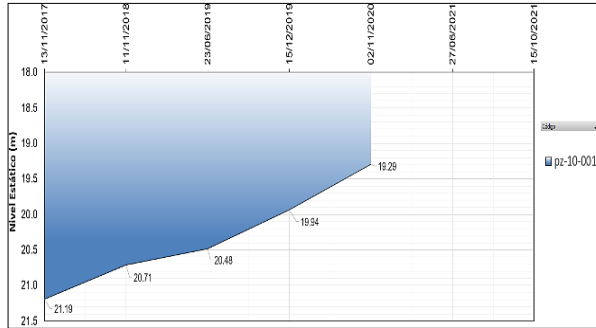
Página 39 de 54

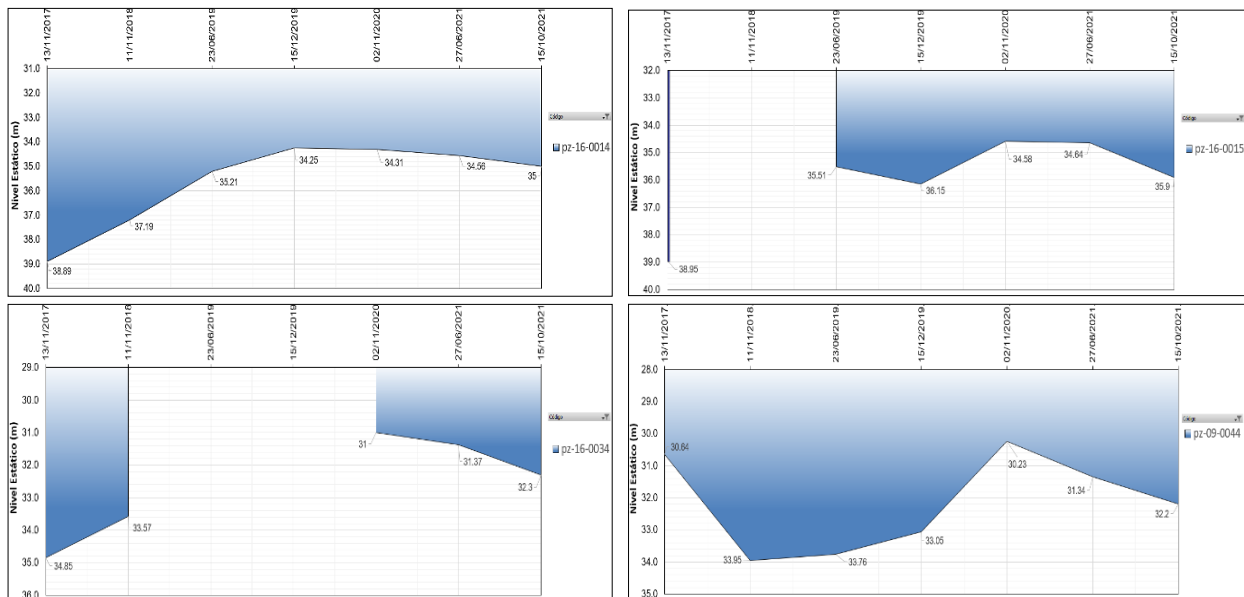
➤ **Análisis de los niveles registrados en los puntos que captan del Acuífero Formación Sabana.**

El comportamiento del nivel estático en los pozos que captan solo de los paquetes arenosos del acuífero Formación Sanana es el siguiente.

Figura 45. Comportamiento del nivel estático de los pozos que captan solo el acuífero Formación Sabana en la zona sur del distrito capital.







Fuente: SDA, 2021.

Las anteriores figuras indican para toda la serie de datos un ascenso del nivel estático de los pozos que captan el acuífero Formación Sabana, sin embargo, los niveles registrados en el año 2021 para 12 de los 18 puntos de monitoreo es negativa. Esta tendencia, será verificada en posteriores brigadas de nivel, ya que no cambia la tendencia positiva registrada hasta el año 2020.

Adicionalmente se puede concluir que los pozos con mayor recuperación son el pz-07-0005 (Carboquímica) con 4.91 m, el pozo pz-16-0003 y pz-16-0004 (Gaseosa Lux) con 6.70 m y 5.50 m, resultados que coinciden con los ascensos registrados en los puntos de monitoreo de la RMAS ubicados entre las localidades de Puente Aranda y Teusaquillo.

Por otra parte, a continuación, se analizan 6 pozos que captan también del acuífero Formación Sabana, pero tienen solo 2 datos registrados para el año 2021.

Tabla 3. Características y niveles de los pozos que hacen parte de las brigadas en la zona sur y tiene solo 2 registros.

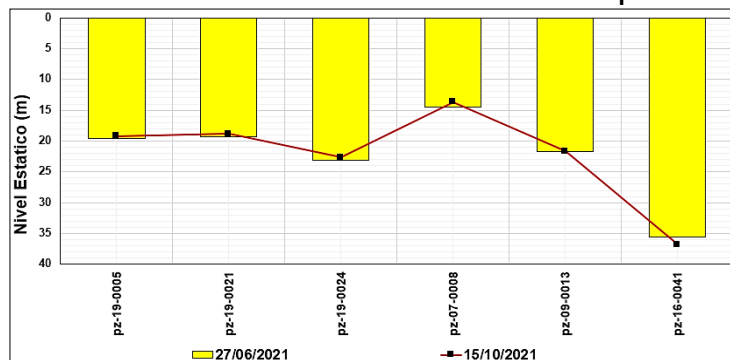
ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	Nivel (m) 27/06/2021	Nivel (m) 15/10/2021	Diferencia Nivel (m)
1	pz-19-0005	FRIGORIFICO GUADALUPE No. 1	134	Fm. Sabana	99645.78	91804.46	19.59	19.19	0.40

ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	Nivel (m) 27/06/2021	Nivel (m) 15/10/2021	Diferencia Nivel (m)
2	pz-19-0021	FRIGORIFICO GUADALUPE No. 2	115.9	Fm. Sabana	99696.22	91689.27	19.33	18.81	0.52
3	pz-19-0024	PETCO	115	Fm. Sabana	98505.00	91661.00	23.16	22.64	0.52
4	pz-07-0008	JARDINES DEL APOGEO No. 2	89	Fm. Sabana	100451.56	89308.41	14.49	13.64	0.85
5	pz-09-0013	TEXTILES ROMANOS	80.8	Fm. Sabana	105524.09	95709.97	21.68	21.70	-0.02
6	pz-16-0041	TEXTILIA No. 1	230	Fm. Sabana	103780.37	96057.50	35.52	36.80	-1.28

Fuente: SDA, 2021.

Según la anterior tabla, el comportamiento del nivel estático de estos pozos es ascendente en comparación con las mediciones realizadas en junio de 2021, donde, por ejemplo, el pozo pz-07-0008 (Jardines del Apogeo) presenta el mayor ascenso del nivel con 0.85 m. Los pozos pz-09-0013 (Textiles Romanos) y pz-16-0041 (Textilia No. 1) tienen descensos del nivel estático, condición que debe ser verificada por parte de la SDA en las futuras brigadas. En la siguiente figura se resume lo anterior, donde es evidente el descenso en para el segundo semestre de 2021 en el pozo pz-16-0041.

Figura 46. Comportamiento de los pozos que presentan 2 datos de nivel estático y captan solo el acuífero Formación Sabana en la zona sur del distrito capital.



Fuente: SDA, 2021.

Finalmente, en la siguiente tabla se encuentra el nivel estático de 2 pozos que captan del acuífero Formación Sabana y tienen solo un registro. Esta información da inicio a la serie de datos para posteriores brigadas de nivel.

Tabla 4. Características y niveles de los pozos pz-09-0056 y pz-09-0059.

ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	Nivel (m) 15/10/2021
1	pz-09-0056	HOGAR SANTA TERESA DEL JORNET No. 2	200	Fm. Sabana	108733.92	92451.27	19.50
2	pz-09-0059	COLTANQUES No. 2	262	Fm. Sabana	107296.29	93461.61	23.90

Fuente: SDA, 2021.

En conclusión, el acuífero Formación Sabana de donde captan 26 pozos al sur del distrito capital (según esta última versión de las brigadas de niveles), presenta generalmente una tendencia positiva al ascenso del nivel estático, con cambios en la carga hidráulica desde el inicio de las mediciones hasta de máximo 6.70 m (pozo pz-16-0003 (Gaseosa Lux)). A modo general, se puede determinar que el sistema de recarga lateral a partir de las unidades hidrogeológicas que están en contacto con los paquetes arenosos del acuífero Formación Sabana se encuentra activo y favorece la dinámica de flujo en la sabana de Bogotá.

➤ **Análisis de los niveles registrados en los puntos que captan del Acuífero Formación Sabana y Tilatá.**

Los pozos que hacen parte de la brigada de niveles que captan de la unidad hidrogeológica acuífero Formación Tilatá solo tienen 2 registros relacionados al año 2021, esto se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 5. Características y niveles de los pozos pz-10-0055 y pz-16-0040.

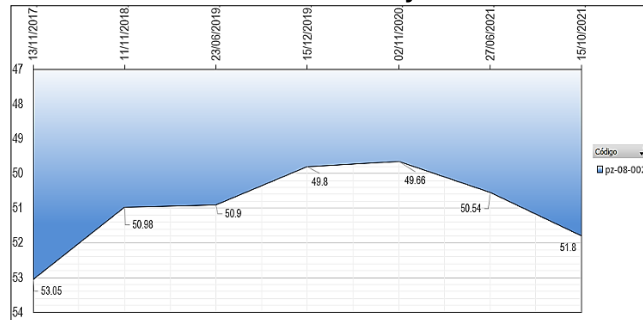
ID	CÓDIGO	NOMBRE CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	Nivel (m) 27/06/2021	Nivel (m) 15/10/2021	Diferencia Nivel (m)
1	pz-10-0055	COMPENSAR No. 2	399	Fm. Tilatá	107053.10	97422.10	108.02	112.30	-4.28
2	pz-16-0040	TEXTILIA No. 2	340	Fm. Tilatá	103884.52	95924.57	58.91	60.20	-1.29

Fuente: SDA, 2021.

De acuerdo con la anterior tabla se puede determinar que existe un descenso del nivel estático, situación que debe ser verificada por parte de la SDA en las próximas brigadas de nivel, y si es el caso, definir medidas de manejo y seguimiento de las unidades hidrogeológicas captadas en esta zona del distrito capital. Cabe aclarar que, según los resultados de la RMAS, esta unidad hidrogeológica presenta una recuperación del nivel estático hasta de 2.97 m al sur de la localidad de Fontibón.

Por otra parte, existen 2 pozos que captan de las unidades hidrogeológicas Formación Sabana y Formación Tilatá, las cuales presentan el siguiente comportamiento.

Figura 47. Comportamiento del nivel estático del pozo pz-08-0023 (Textiles Lafayette No. 1) que capta del acuífero Formación y Tilatá.



Fuente: SDA, 2021.

De la anterior figura se evidencia que existe un comportamiento similar al registrado en los pozos que captan solo de del acuífero Formación Sabana, donde las mediciones realizadas en el año 2021 decaen, disminuyendo la tendencia positiva de aumentar la carga hidráulica de estas unidades hidrogeológicas.

Finalmente, el nivel estático del pozo pz-06-0009 (Parque el Tunal) registrado el 15 de octubre de 2021 es de 23.66 m, nivel que es similar al registrado en el pozo pz-191-0024 (PETCO) ubicado a aproximadamente 2.0 Km al Nor-Oeste. Esta información da inicio a la serie de datos para posteriores brigadas de nivel.

➤ **Análisis del nivel registrado en el pozo que capta del Acuífero Formación Labor-Tierna y Acuitardo Formación Plaeners.**

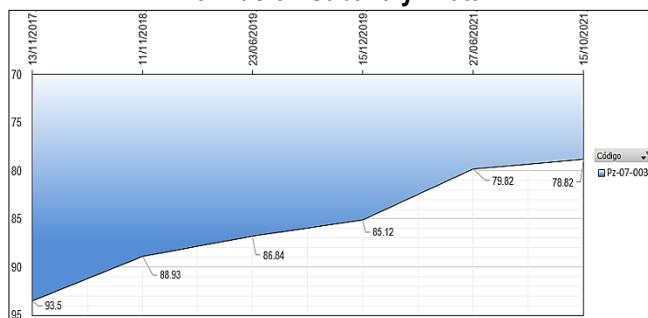
El único pozo de las brigadas de niveles al sur de Bogotá que capta del Grupo Guadalupe (Fm Labor-Tierna y Plaeners) es el pz-08-0028 (Soluciones Liquiditas), el cual registro un nivel estático de 19.17 m (27-06-2021) y 16.32 m (15-10-2021). Este comportamiento demuestra que nivel asciende 2.85 m en esta zona norte de la localidad de Ciudad Bolívar. Lo anterior demuestra que el Grupo Guadalupe se encuentra en permanente recarga en las zonas donde aflora, condición que debe generar restricciones para evitar actividades sobre esta unidad hidrogeológica que aporta agua subterránea a los acuíferos que se encuentran en contacto como la Formación Sabana y Tilatá.

El comportamiento del nivel estático de este pozo permite que la SDA evalúe la inclusión de un punto de monitoreo en la RMAS para esta zona del distrito capital.

➤ **Análisis del nivel registrado en el pozo que capta del Acuífero Formación Sabana y Formación Labor-Tierna.**

El único pozo de las brigadas de niveles al sur de Bogotá que capta del acuífero Formación Sabana y acuífero Formación Labor-Tierna es el pz-07-0033 (Carboquímica), el cual presenta el siguiente comportamiento.

Figura 48. Comportamiento del nivel estático del pozo pz-07-0033 (Carboquímica) que capta del acuífero Formación Sabana y Tilatá.



Fuente: SDA, 2021.

El comportamiento del nivel estático de este pozo es ascendente, donde la recuperación desde el inicio de las mediciones en el año 2017 es de 14.68 m. Esta tendencia se favorece debido a que los pozos que captan tanto del acuífero Formación Sabana como Tilatá en este predio (pz-07-0033 y pz-07-0004) se encuentran inactivos, condición que, sumada a la baja explotación en profundidad de estos niveles, favorece la recuperación del recurso hídrico subterráneo en esta zona del distrito capital.

En resumen, existen 26 pozos que captan del acuífero Formación Sabana, 2 del acuífero Formación Tilatá, 1 del acuífero Formación Labor-Tierna y Formación Plaeners, 2 que combinan el acuífero Formación Sabana y Tilatá y 1 del acuífero Formación Sabana y Formación Labor-Tierna para un total de 32 puntos de monitoreo. Estos pozos generalmente presentan una tendencia positiva a recuperar el nivel estático, sin embargo, en el año 2021 los niveles descienden manteniendo la tendencia positiva, situación que la SDA debe analizar en las próximas brigadas con el objetivo de implementar medidas de manejo y seguimiento que permitan generar alertas tempranas en relación con la conservación recuperación del recurso hídrico subterráneo. Un ejemplo de la recuperación positiva del nivel estático en las unidades hidrogeológicas monitoreadas es el ascenso de 14.68 m en el pozo pz-07-0033 (Carboquímica) ubicado al oriente de la localidad de Bosa y el ascenso de 6.70 m en el pozo pz-16-0003 (Gaseosa Lux) ubicado entre las localidades de Puente Aranda y Teusaquillo.

Como complemento a lo anterior, es relevante mencionar que el nivel estático promedio del acuífero Formación Sabana es de 30 m, el del acuífero Formación Tilatá de 50 m, el del Grupo Guadalupe (Fm Labor-Tierna y Plaeners) de 17 m y el de los acuíferos Formación Sabana y Tilatá de 85 m.

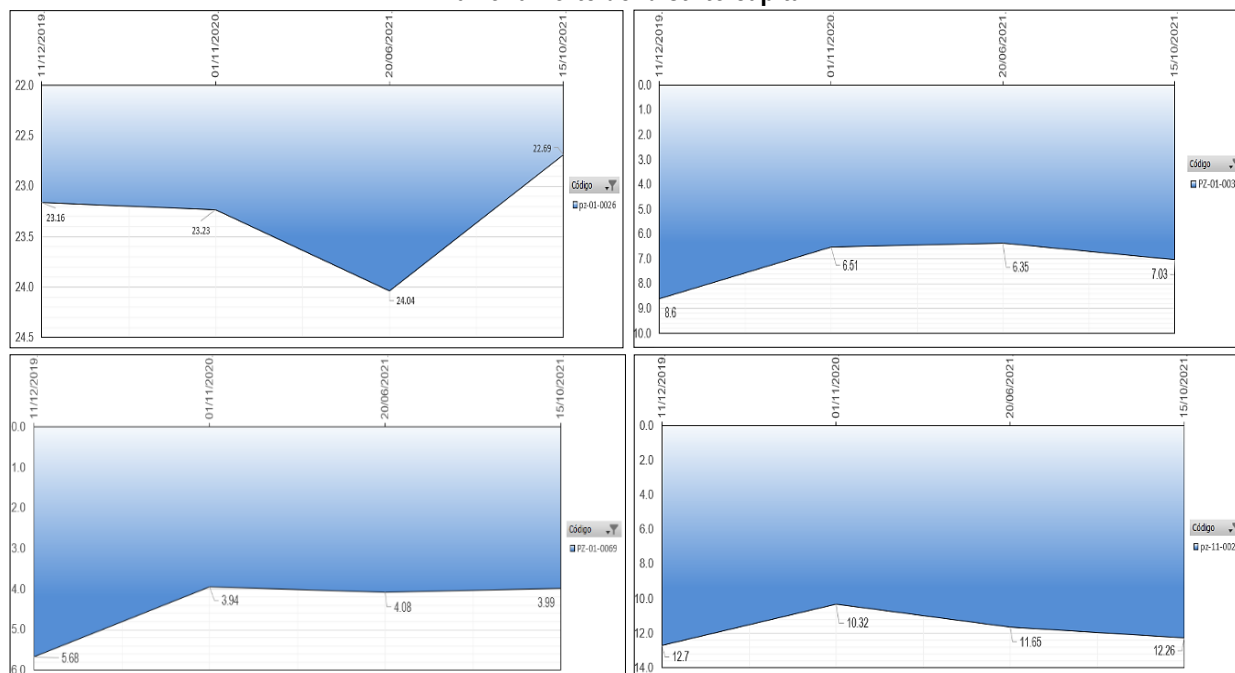
5.2. INTERPRETACIÓN DE NIVEL BRIGADAS - ZONA NORTE.

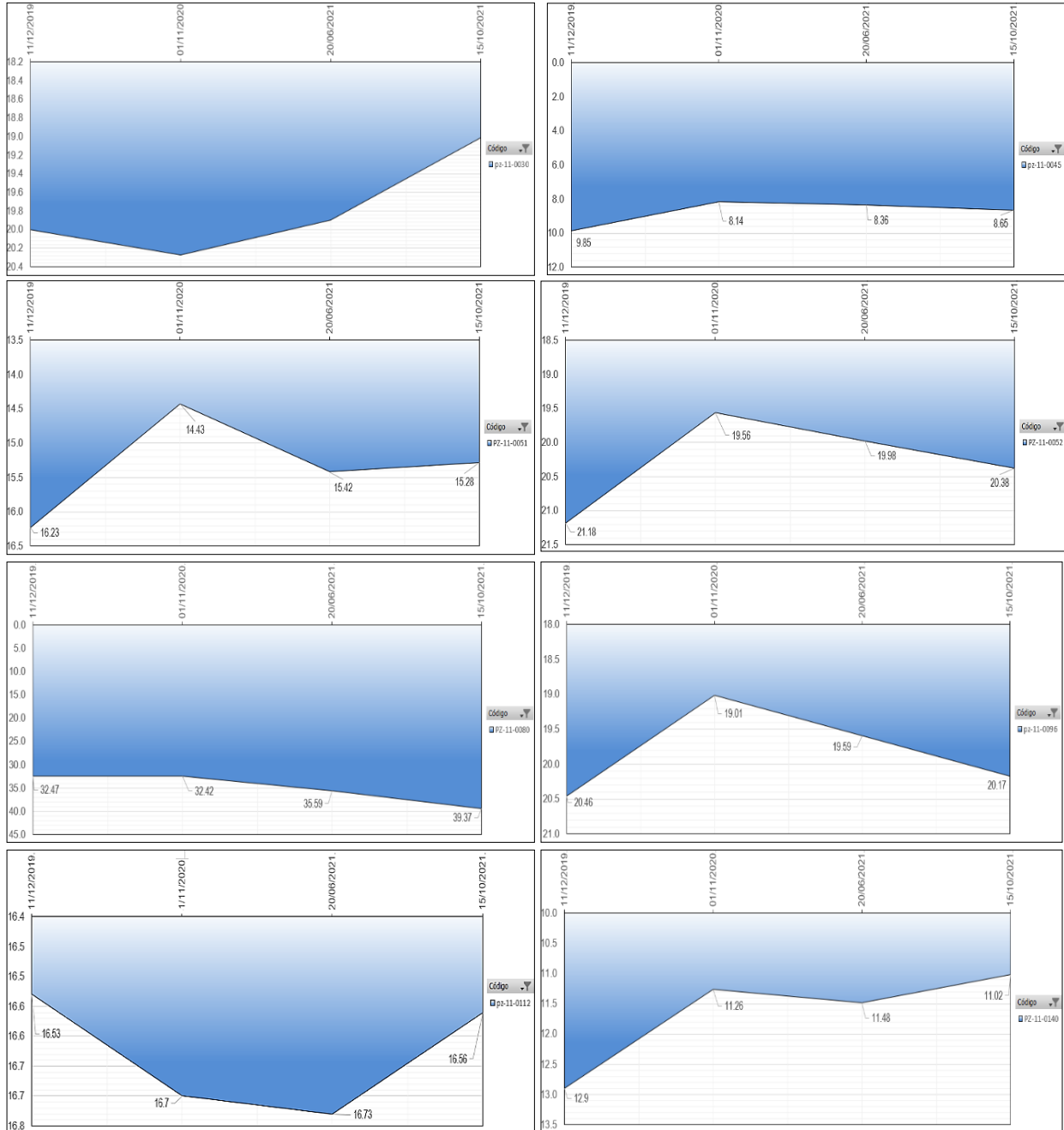
Así como en la zona sur del distrito capital, la información registrada en los 24 pozos se procesa teniendo en cuenta el tipo de unidad hidrogeológica que capta. Por este motivo a continuación se realiza el análisis de los niveles por acuífero.

➤ **Análisis de los niveles registrados en los puntos que captan solo del Acuífero Formación Sabana.**

El comportamiento del nivel estático en los pozos que captan solo de los paquetes arenosos del acuífero Formación Sanana es el siguiente.

Figura 49. Comportamiento del nivel estático de los pozos que captan solo el acuífero Formación Sabana en la zona norte del distrito capital.





Fuente: SDA, 2021.

La tendencia del nivel estático en 11 de los 12 pozos que captan del acuífero Formación Sabana en la zona norte del distrito capital es positiva, con ascensos del nivel de máximo 1.88 m para el caso del pozo pz-11-0140 (Jardines del Apogeo). Ahora bien, el punto de monitoreo que presenta una tendencia negativa es el pozo pz-11-0080 (CAFAM No. 2), el cual, desde el inicio de las brigadas en el año 2019 al último registro realizado ha descendido su nivel -6.90 m, posiblemente debido a que los niveles acuíferos captados corresponden a otra unidad geológica.

En línea con lo anterior, existen 5 pozos donde el nivel desciende en las 2 mediciones realizadas en el año 2021, comportamiento que también se presenta en la zona sur del distrito capital, y debe ser verificado por parte de la SDA en posteriores brigadas de nivel.

Por otra parte, a continuación, se analiza el comportamiento de 9 pozos que captan también del acuífero Formación Sabana, pero tienen solo 1 a 2 datos registrados para el año 2021.

Tabla 6. Características y niveles de los pozos que hacen parte de las brigadas en la zona norte y tiene solo 1 a 2 registros.

I D	Código	Nombre Captación	Profundidad (m)	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Y	X	Nivel (m) 27/06/2021	Nivel (m) 15/10/2021	Diferencia a Nivel (m)
1	pz-11-0144	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA	109.30	Fm. Sabana	120726.86	103630.55	14.17	14.28	-0.11
2	pz-11-0147	CONGREGACION SRA DEL SANTISIMO No. 1	70	Fm. Sabana	119385.79	103454.37	10.73	10.65	0.08
3	pz-11-0221	COLSUBSIDIO No. 2	147	Fm. Sabana	125089.26	104446.13	-	18.87	-
4	pz-11-0223	SAN ANGELO No. 2	97	Fm. Sabana	122572.17	103620.01	-	23.71	-
5	pz-11-0047	CAFAM No. 1	177	Fm. Sabana	121519.17	103737.47	-	22.32	-
6	pz-11-0195	COLEGIO SAN VIATOR No. 3	153.80	Fm. Sabana	121418.38	104032.70	-	16.19	-
7	pz-11-0190	CEMEX	179	Fm. Sabana	124443.24	104498.35	-	23.96	-
8	pz-11-0108	CLUB EL RANCHO No. 2	134	Fm. Sabana	119736.71	103670.77	-	15.57	-
9	pz-11-0217	COLEGIO SANTA MARIANA DE JESUS No. 2	80	Fm. Sabana	119411.03	103545.02	-	10.02	-

Fuente: SDA, 2021.

De la anterior tabla se resume que los pozos que registran en 2 ocasiones el nivel estático se mantienen sin presentar cambios drásticos, como sucede con pozos cercanos como el pz-11-0045 (MegaOutlet) y el pz-01-0031 (Jardines de Paz).

Adicionalmente se registra en nivel estático de 7 pozos nuevos que dan inicio a la serie de datos para posteriores brigadas de nivel.

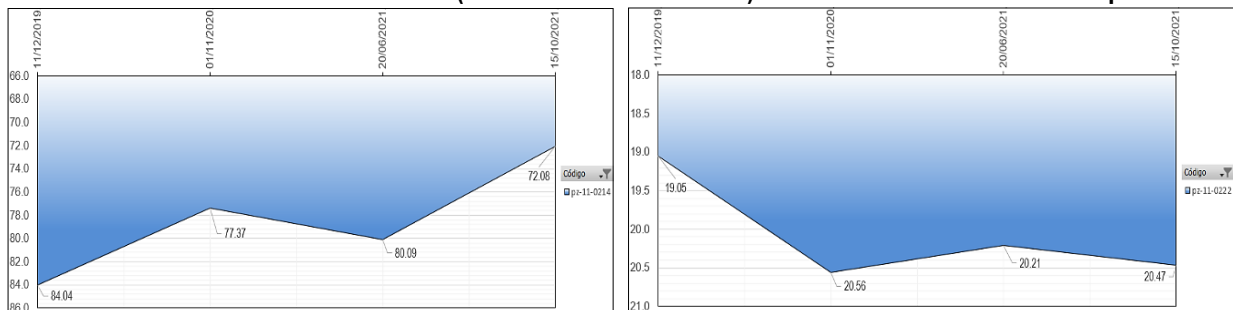
En conclusión, el comportamiento del nivel estático del acuífero Formación Sabana en la zona norte del distrito capital es positiva, sin embargo, la recuperación es inferior a la registrada en la zona sur, situación que debe investigada para definir la necesidad de implementar medidas de manejo y seguimiento sobre el recurso hídrico subterráneo.

Finalmente, es importante mencionar que el máximo descenso del nivel estático registrado en el pozo pz-11-0080, permite evaluar la necesidad por parte de la SDA de incluir un punto de monitoreo en la RMAS para esta zona del distrito capital.

➤ **Análisis de los niveles registrados en los puntos que captan del Acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Guaduas (niveles acuíferos locales).**

En la siguiente figura se observa el comportamiento del nivel estático registrado en los pozos que captan del Acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Guaduas (niveles acuíferos locales). Estos pozos presentan gas, lo que crea fluctuaciones de forma drástica el nivel estático.

Figura 50. Comportamiento del nivel estático de los pozos que captan el acuífero Formación Sabana y Acuitardo Formación Guaduas (niveles acuíferos locales) en la zona norte del distrito capital.



Fuente: SDA, 2021.

En relación al pozo pz-11-0214 (Escuela Colombiana de Ingeniería) se evidencia una tendencia positiva al ascenso del nivel estático de 11.96 m en comparación con el primer registro. Esta condición es favorable, ya que la dinámica

de flujo es activa, generando recarga proveniente de flujos laterales a las unidades hidrogeológicas captadas. Cabe aclarar que este punto de monitoreo presenta el nivel más profundo en la zona norte del distrito, con un promedio de 78.40 m, lo cual se puede dar debido a que los filtros captan principalmente de los niveles acuíferos locales del Acuitardo Formación Guaduas, la cual es de muy baja productividad.

De otra parte, el pozo pz-11-0222 ubicado en el Club Campestre Guaymaral que capta de las mismas unidades hidrogeológicas presenta un nivel estático menos profundo, esto se debe a que presenta mayor cantidad de filtros en los paquetes del acuífero Formación Sabana. En este contexto, se evidencia que la tendencia del nivel estático es negativa en comparación con el registro de nivel realizado en el año 2019, donde el descenso en comparación con el primer registro es de -1.42 m. esta condición permite evaluar la necesidad por parte de la SDA de incluir un punto de monitoreo en la RMAS para esta zona del distrito capital.

En síntesis, estos puntos de monitoreo son fundamentales para analizar la dinámica del Acuitardo Formación Guaduas o sus niveles acuíferos locales como unidad hidrogeológica de baja producción.

5.3. Análisis de los resultados brigadas de nivel - Zona norte y sur del distrito capital.

Según las brigadas de niveles realizadas tanto en la zona sur como en la norte se puede determinar que el nivel estático generalmente se encuentra en ascenso para todas las unidades hidrogeológicas analizadas, donde los valores en la zona sur ascienden hasta máximo 6.70 m (pz-16-0003) y en la zona norte 11.96 m (pz-11-0214). Del mismo modo, existen algunas excepciones donde el nivel decae máximo -4.28 m en la zona sur (pz-10-0055) y -6.90 m en la zona norte (pz-11-0080).

Uno de los resultados obtenidos de las brigadas de niveles es determinar que en las mediciones realizadas en el año 2021 los niveles estáticos decaen tanto en la zona norte como en la zona sur, condición que en las futuras brigadas debe ser verificada para la toma de decisiones sobre el recurso hídrico subterráneo en el distrito capital.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RMAS.

De los 25 dispositivos de presión instalados en los pozos de la RMAS, no se procesaron 6 puntos debido a que, 5 presentaron fallas en la transmisión de datos (pz-07-0007, pz-11-0023, pz-08-0032, pz-07-0017 y pz-12-0025) y 1 no fue posible verificar y descargar la información (pz-10-0022).

Los equipos instalados en los pozos pz-11-0023, pz-08-0032, pz-07-0017 y pz-12-0025 que hacen parte de la RMAS deben ser ajustados para que la transmisión de datos sea continua.

En la localidad de suba (cerros de Suba) existe una zona apta para la recarga de la unidad hidrogeológica acuífero Formación Labor-Tierna. Esta zona es recargada principalmente por la precipitación y los flujos de agua que ascienden de zonas fracturadas debido a la influencia de las fallas Boquerón del Carbón, Usaquén y Usaquén – Juan Amarillo.

Al Nor-Este de la localidad de Usme existe una zona apta para la recarga del acuífero Formación Regadera. Esta zona es recargada principalmente por la precipitación y flujos laterales provenientes del acuífero Formación Marichuela y Acuitardo Formación Usme.

Al occidente de la localidad de Fontibón, más específicamente donde está ubicado el punto de monitoreo pz-09-0031, existe descensos progresivos del nivel estático y un radio no mayor a 1.0 Km se encuentran pozos que actualmente están sellados, por lo tanto, será motivo de análisis en campañas futuras.

La zona industrial que comprende las localidades Puente Aranda y Teusaquillo, según los niveles registrados en la RMAS presenta recuperación en comparación con los descensos registrados en el informe *“Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá, 2013”*.

Los descensos reportados en el año 2013 en el informe *“Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá, 2013”*., que están ubicados al occidente de la localidad de Fontibón se mantienen en comparación con los descensos registrados en la RMAS.

Brigadas de nivel.

En el año 2021 los niveles presentan un descenso mínimo, sin embargo, hay una tendencia positiva de toda la serie de datos, siendo esta condición objeto de seguimiento por parte de la SDA en las próximas brigadas.

El acuífero Formación Sabana de donde captan 26 pozos al sur del distrito capital presentan una tendencia positiva al ascenso del nivel estático, con cambios en la carga hidráulica desde el inicio de las mediciones en el año 2017 hasta de máximo 6.70 m como sucede en el pozo pz-16-0003 (Gaseosa Lux) y 14.68 m en el pozo pz-07-0033 (Carboquímica).

El sistema de recarga lateral a partir de las unidades hidrogeológicas que están en contacto con los paquetes arenosos del acuífero Formación Sabana, se encuentra activo y favorece la dinámica de flujo en la sabana de Bogotá.

El comportamiento del nivel estático del acuífero Formación Sabana en la zona norte del distrito capital es positiva, sin embargo, la recuperación de la carga hidráulica es inferior a la registrada en la zona sur.

Recomendaciones.

- a) Complementar la RMAS con transductores de presión para la medición de niveles en los siguientes pozos:

Zona Sur: pz-07-0033 (Carboquímica).
pz-19-0021 (Frigorífico Guadalupe).
pz-11-0058 (Club Guaymaral).

- b) En lo posible para futuras concesiones de agua subterránea el tramo de filtros debe estar en una sola unidad hidrogeológica.
- c) Verificar con sonda de nivel si la carga hidráulica en los pozos de monitoreo es igual al nivel calculado con los transductores de presión. Esta verificación se debe ejecutar con una temporalidad trimestral.
- d) Priorizar la instalación de transductores de presión en pozos saltantes con el objetivo de identificar el comportamiento de la zona de recarga.
- e) Actualizar la unidad hidrogeológica de la cual capta los diferentes pozos del distrito capital.
- f) Teniendo en cuenta el descenso de niveles del agua subterránea en la localidad de Fontibón, es necesario que se priorice el seguimiento de los pozos pz-09-0008, pz-09-0060 y pz-09-0031. Para esto es necesario que aumente la temporalidad en la medición del nivel estático (se propone una frecuencia mensual).
- g) Verificar las hipótesis planteadas en el procesamiento y análisis de la información obtenida a partir de la RMAS, desarrollando para ello modelos hidrogeológico puntuales que incluyan estudios complementarios como perforaciones exploratorias, hidrogeoquímica e isotopía y pruebas hidráulicas para calcular radios de influencia. Estos modelos puntuales se deben desarrollar en la zona donde aflora el acuífero formación Regadera al norte de la localidad de Usme y en los cerros de Suba donde está ubicado el Pozo pz-11-0145 (Club Los Lagartos).
- h) El máximo descenso del nivel estático registrado en el pozo pz-11-0080-CAFAM No. 2 (-6.90 m), permite evaluar la necesidad por parte de la SDA de incluir un punto de monitoreo en la RMAS para esta zona del distrito capital o implementar una medida de manejo en relación al tiempo de explotación.
- i) Es necesario por parte de la SDA, Implementar medidas de manejo y seguimiento que permitan generar alertas tempranas en relación con la conservación y recuperación del recurso hídrico subterráneo.
- j) Aumentar la temporalidad de medición, para la verificación del nivel estático con sonda de nivel en los pozos pz-09-0008 (Servicentro el Tesoro-Santa Ana), pz-09-0031 (IMAL) y pz-09-0060 (ELIOT).
- k) Verificar con una temporalidad trimestral el nivel estático de los pozos pz-10-0055 (Compensar No. 2) y pz-11-0047 (CAFAM No.1). Esto debido a que presentan los mayores descensos del nivel según el resultado de las brigadas.

- l) Garantizar la transmisión remota de la información registrada en los dispositivos a la SDA, dando así cumplimiento a la meta plan de desarrollo No. 274 programa de monitoreo, evaluación, control y seguimiento ambiental al recurso hídrico y sus factores de impacto en el distrito capital.
- m) Aumentar la temporalidad de medición para la verificación del nivel estático en los pozos pz-09-0008 (Servicentro el Tesoro-Santa Ana), pz-09-0031 (IMAL) y pz-09-0060 (ELIOT).



REINALDO GELVEZ GUTIERREZ
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO Y DEL SUELO

(Anexos):

Elaboró:

YAMILETH CAMPOS VARGAS	CPS:	CONTRATO 20211125 DE 2021	FECHA EJECUCION:	24/12/2021
------------------------	------	---------------------------	------------------	------------

Revisó:

JUAN GABRIEL ALVARADO CARDENAS	CPS:	CONTRATO SDA-CPS-20210766 DE 2021	FECHA EJECUCION:	29/12/2021
--------------------------------	------	-----------------------------------	------------------	------------

Aprobó:

Firmó:

REINALDO GELVEZ GUTIERREZ	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCION:	30/12/2021
---------------------------	------	-------------	------------------	------------