

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

CONTRATO CPS2022-233

**PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN
"GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO
"APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE
ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL**

ALEJANDRO PÉREZ VEGA
Ing. Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

**INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS PARA EL ACUÍFERO DE TUNJA**

JULIO DE 2022

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

CLASE DE DOCUMENTO:	FECHA:
INFORME FINAL	29/07/2022

LISTA DE DESTINATARIOS

DESTINATARIO DEL INFORME	IDENTIFICACIÓN
Ing. Óscar Alexander Tróchez Montoya	

CONTROL DE MODIFICACIONES

ÍNDICE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES	APROBADO

CONTROL DE DOCUMENTOS

ELABORÓ:	FIRMA	APROBÓ:	FIRMA
Ing. Alejandro Pérez Vega		Ing. Óscar Alexander Tróchez Montoya	

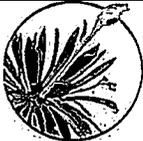
 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. PROPÓSITO DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	9
2.1. FUNCIÓN BÁSICA DEL PROGRAMA DE MONITOREO EN EL ACUÍFERO DE TUNJA.....	10
2.2. OBJETIVOS.....	10
2.2.1. OBJETIVO GENERAL DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	10
2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO DE TUNJA.	11
3. MARCO DE REFERENCIA.....	12
3.1. LOCALIZACIÓN	12
3.2. MARCO GEOLÓGICO.....	13
3.3. MARCO HIDROGEOLÓGICO	15
4. METODOLOGÍA.....	16
5. INFORMACIÓN SECUNDARIA	20
5.1. DOCUMENTOS CONSULTADOS.....	20
5.2. SÍNTESIS DEL APORTE DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA.....	21
6. TRATAMIENTO DE LA INFORMACION.....	23
6.1. MODELO BASE DE DATOS GENERAL	23
6.2. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS QUE CONFORMAR EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA.....	24
6.3. DILIGENCIAMIENTO BASE DE DATOS PARA MONITOREO	25
6.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	26
6.5. PRESELECCIÓN DE PUNTOS PARA DISEÑAR LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	30
7. SELECCIÓN DE PUNTOS PARA INTEGRAR LA RED DE MONITOREO.....	33
7.1. VISITA DE CAMPO	33
7.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	34
7.3. RESULTADOS DE LA MESA TÉCNICA	39
7.4. BASE DE DATOS DE PUNTOS SELECCIONADOS PARA INTEGRAR LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	43
7.5. SOLICITUD A PERMISIONARIOS	43
8. CONCLUSIONES.....	45
9. RECOMENDACIONES	47
10. BIBLIOGRAFÍA	49

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización Sistema acuífero de Tunja	12
Figura 2. Flujo grama para la preselección y selección de puntos de la red de monitoreo de aguas subterráneas	17
Figura 3. Localización de puntos de agua subterránea	24
Figura 4. Distribución de expedientes consultados	25
Figura 5. Distribución de pozos por año de construcción	28
Figura 6. Distribución de pozos para monitoreo por calidad	39
Figura 7. Distribución de pozos para monitoreo por nivel estático.....	40
Figura 8. Distribución de pozos para monitoreo mixto (calidad + nivel estático).....	41
Figura 9. Distribución de pozos saltantes en el sinclinal de Tunja.....	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades Geológicas presentes en el Sistema Acuífero de Tunja	13
Tabla 2. Relación de Unidades geológicas y la clasificación hidrogeológica en el Sistema Acuífero de Tunja.....	15
Tabla 3. Trabajos de entidades consultados	20
Tabla 4. Detalle de puntos por criterios de preselección	26
Tabla 5. Detalle de puntos por unidad de captación.....	27
Tabla 6. Número de lecturas de NE vs Número de pozos	29
Tabla 7. Detalle de puntos por uso de agua	30
Tabla 8. Lista de puntos preseleccionados	30
Tabla 9. Distribución de puntos por tipo de Monitoreo.....	34
Tabla 10. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo por calidad	35
Tabla 11. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo por nivel estático	36
Tabla 12. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo mixto	37
Tabla 13. Unidades geológicas a monitorear.....	42
Tabla 14. Relación de pozos saltantes.....	42



Corpoboyacá
Región Estratégica para la Sostenibilidad

REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 Base de datos general
- Anexo 2 Modelo de la notificación escrita a permisionario para ingreso a predio
- Anexo 3 Modelo de ficha técnica para evaluación de pozos preseleccionados
- Anexo 4 Base de datos de la red de monitoreo del sistema acuífero de Tunja
- Anexo 5 Notificación Inclusión punto a la red de monitoreo
- Anexo 6 Formato Columna Litológica – BNDH
- Anexo 7 Formato Información Diseño y construcción de pozo – BNDH
- Anexo 8 Parámetros abastecimiento Aguas Subterráneas

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

RESUMEN

En el marco del contrato de prestación de servicios PSC2022-233, se realiza el diseño de la red de monitoreo de aguas subterráneas de acuerdo a la implementación requerida en el PMAA del Sistema Acuífero de Tunja, como una actividad del Plan de Acción "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS", en el proyecto "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL.

El Sistema Acuífero de Tunja se localiza en la cuenca Alta del río Chicamocha y cubre un área de 626 km². Está definido en un polígono que comprende 14 municipios vecinos a la capital del departamento de Boyacá. Es así que la explotación de las aguas subterráneas en la región ha tenido un marcado desarrollo sobre acuíferos asociados principalmente a rocas sedimentarias del Cretácico (formaciones Arenisca Labor y Tierna y Plaeners), del Terciario (formaciones Cacho, Bogotá y Tilatá), y finalmente de depósitos Cuaternarios.

El estudio comprende el análisis de la información secundaria aportada de 212 expedientes, entre permisos de prospección, permisos de perforación, y licencias ambientales, de puntos que captan agua subterránea bajo un enfoque de la calidad y cantidad. La definición de los 5 criterios de tipo de pozo, unidad de captación, datos de construcción, registros históricos de nivel estático y uso, dieron origen a una base de datos que permitió la selección de 45 puntos para conformar la red de monitoreo.

De los registros de perforación se destaca que éstos no superan 300 m de profundidad, lo que evidencia el alto interés hidrogeológico en la zona para cubrir las necesidades de abastecimiento para consumo humano, y el uso en actividades agrícolas, pecuarias, industrial y recreacional.

Por tanto, el monitoreo del agua toma relevancia para Corpoboyacá, con miras a adelantar un seguimiento objetivo, a ampliar el conocimiento hidrogeológico, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos y de las variaciones de nivel estático que permitan establecer el aprovechamiento potencial del agua subterránea.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

1. INTRODUCCIÓN

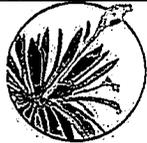
La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ - CORPOBOYACÁ- es un ente corporativo de carácter público, creado por la ley 99 DE 1993, con autonomía administrativa y financiera integrado por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotada de la personería jurídica, autonomía administrativa y financiera. (ASOCARS, s.f.)

En este sentido, CORPOBOYACÁ tiene por objeto propender por el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente en su jurisdicción a través de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La Corporación ha decidido implementar las acciones para conformar una red de monitoreo, bajo la línea estratégica "Gestión Integrada del recurso hídrico", por lo cual suscribió el contrato de prestación de servicios PSC2022-233, el cual tiene por objeto REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL.

En esencia, una red de monitoreo de aguas subterráneas es una herramienta que facilita el manejo de los recursos hídricos subterráneos a partir de un muestreo con una frecuencia establecida o programada, ya que permite la comprensión del funcionamiento de los acuíferos y su dinámica, así como establecer las variaciones en parámetros de calidad (características físicas o químicas), cantidad, y prever su eventual contaminación asociada a procesos naturales o antrópicos.

En este documento, se describe el proceso que se desarrolló para la selección de puntos que conforman la red para el monitoreo de aguas subterráneas del Sistema Acuífero de Tunja. Para ello, se emplearon métodos secuenciales que permitieron



Corpoboyacá
Región Estratégica para la Sostenibilidad

REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

la adquisición, evaluación y análisis de la información proveniente de los expedientes de permisionarios de aguas subterráneas suministrada por CORPOBOYACÁ.

Además, se consultaron documentos técnicos, estudios y trabajos de entidades públicas y privadas, y la verificación en campo de condiciones, todo enmarcado en la actividad de implementación de medidas de manejo de acuíferos priorizados señalado en la Formulación del PMMA.

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

2. PROPÓSITO DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Un punto de agua subterránea, es un lugar u obra civil que permite el acceso al agua que se encuentra almacenada en profundidad. La captación se puede realizar por medio de pozos, aljibes, surgencias naturales o manantiales que corresponden a descargas del acuífero.

Con respecto a los recursos hídricos subterráneos, la Política Nacional para la Gestión de Recursos Hídricos (PNGIRH) plantea como uno de sus objetivos la calidad, y dentro de este se encuentra la línea estratégica del "Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua", la cual está orientada a mejorar las prácticas y herramientas de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico.

Por lo anterior, se hace necesario implementar una red de monitoreo con el fin de establecer políticas, planes y programas para su aprovechamiento de manera sustentable en cabeza de las Corporaciones Autónomas Regionales CAR.

En consecuencia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM - elaboró el "Protocolo de monitoreo del agua", donde señala que una red de monitoreo busca evaluar el estado y la dinámica del recurso hídrico subterráneo, (IDEAM, INVEMAR, 2017), sin embargo, el documento no establece un mecanismo o procedimiento para definir o diseñar la red propiamente dicha.

Por lo anterior, en el presente trabajo se propone una metodología que permite la identificación, valoración y selección de los puntos que conformen la red de monitoreo, así como su distribución y densidad, para su posterior implementación de acuerdo a lo establecido en el plan de acción del PMAA del Sistema Acuífero de Tunja.

Igualmente, se espera que este documento sirva de consulta a profesionales que guarden relación con aguas subterránea y de recursos hídricos de Corpoboyacá, y que a futuro puedan desarrollar el procedimiento que facilite el rediseño de la red de manera técnica.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

2.1. FUNCIÓN BÁSICA DEL PROGRAMA DE MONITOREO EN EL ACUÍFERO DE TUNJA

En términos generales, el monitoreo ha sido definido como la observación continua del medio ambiente, con métodos estandarizados (UNESCO, 1978). De manera particular, Vargas (2004) refiere "el monitoreo del agua subterránea puede ser entendido como un programa de continua supervisión diseñado científicamente, que incluye observaciones, mediciones, muestreo y análisis estandarizado metodológica y técnicamente de variables físicas, químicas y biológicas seleccionadas".

El presente trabajo considerar como Función Primaria o de Referencia el diseño de la red de monitoreo de agua subterránea, que a futuro le permitirá a Corpoboyacá conocer el estado general del recurso hídrico, e identificar las variaciones o tendencias resultantes en el tiempo. Además, de evaluar los procesos de recarga, flujo y contaminación difusa. Por lo anterior es importante indicar que el monitoreo dependerá del propósito que requiera Corpoboyacá en determinado momento, el cual se podrá ajustar a medida que se incrementen los puntos de observación.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GENERAL DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Basados en la guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), y con miras a soportar la función básica del programa de monitoreo, se plantea como objetivo para la implementación del Plan Estratégico del PMAA de Tunja:

- Diseñar la red de monitoreo de agua subterránea, a partir del análisis de la información de los permisionarios de prospección de exploración de agua subterránea y concesión de agua subterránea, donde se indique la unidad hidrogeológica captante.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO DE TUNJA.

De acuerdo a las actividades contractuales se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Recopilar la información contenida en los expedientes de permiso de prospección exploración de agua subterránea, concesiones de agua subterránea, licencias ambientales y/o información secundaria teniendo en cuenta el límite del sistema Acuífero de Tunja y su vecindad.
- Realizar la revisión técnica de información secundaria (geológica, hidrogeológica, entre otros) de estudios como POMCA, Estudios Hidrogeológicos de la zona del Plan de Manejo del Acuífero emitidos por instituciones oficiales como (Corpoboyacá, IDEAM, Servicio Geológico Colombiano, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, entre otras).
- Generar un modelo de oficio de solicitud de ingreso a los previos donde se encuentra el punto de captación de agua subterránea, con el objetivo de realizar la visita de campo correspondiente a la implementación a la red de monitoreo.
- Crear una base de datos donde permita evidenciar las variaciones de niveles freáticos, piezométricos y caudales aflorantes por pozo de aprovechamiento de agua subterránea y unidades hidrogeológicas.
- Calcular el porcentaje del Error del Balance de Cargas (%EBC) a partir de la información recopilada de los reportes de ensayos físico químicos de muestras de agua.
- Elaborar el mapa de localización de los puntos seleccionados que conformen la red de monitoreo.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. LOCALIZACIÓN

Acorde con IDEAM (2020), desde el punto de vista hidrogeológico, el sinclinal de Tunja se localiza en el Área Hidrográfica del Magdalena Cauca, a la cual pertenece la Provincia Hidrogeológica denominada PM4-Cordillera Oriental, codificada como SAM4.3 que compone el Sistema Acuífero de Tunja. Este sistema hace parte de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ.

El área del sistema acuífero de Tunja cubre un área de 627 km², localizado en la cuenca alta del río Chicamocha, (CORPOBOYACÁ - HIDROBOYACA, 2016).

Los municipios que conforman el acuífero son: Samacá, Cucaita, Sora, Motavita, Cómbita, Oicatá, Chivatá, Soracá, Ventaquemada, Boyacá, Tunja, Siachoque, Sotaquirá, Paipa, Toca y Tuta, donde se estableció un polígono que se indica en la Figura 1.

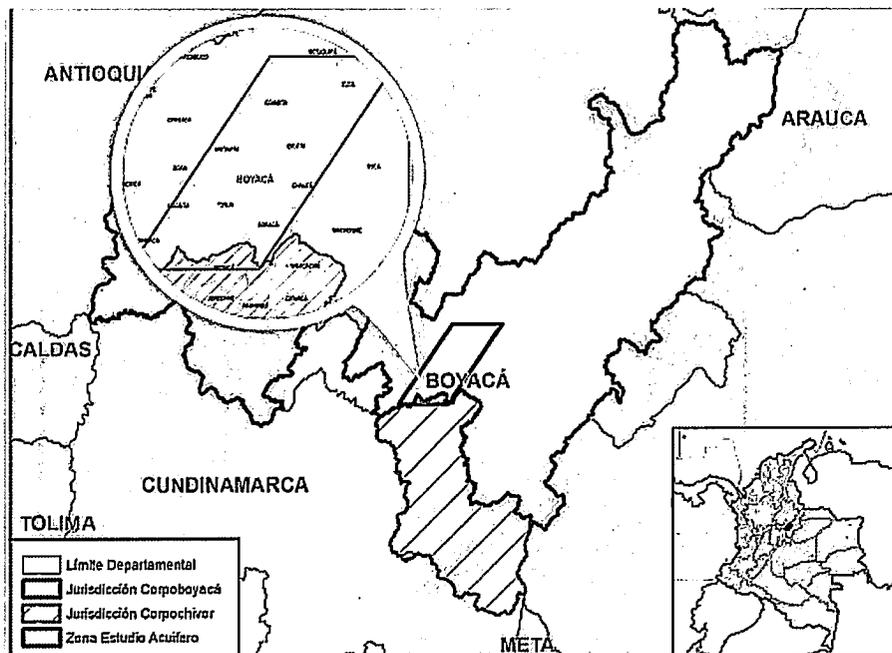


Figura 1. Localización Sistema acuífero de Tunja

Fuente: Corpoboyacá, 2016

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

3.2. MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio hace parte de la cuenca geológica localizada en la cordillera oriental, donde se depositaron sedimentos desde el paleozoico hasta el cuaternario, las cuales estuvieron sometidas a procesos tectónicos que originaron el levantamiento y plegamiento de la cordillera en sus diferentes fases orogénicas, con el emplazamiento de cuerpos ígneos, de erupción de volcanes y de intensos procesos de metamorfismo.

De acuerdo con (INGEOMINAS, 1976), en esta cuenca se formó una estructura mayor denominada Sinclinorio de Tunja, la cual se encuentra afectada por fallas que han variado los flancos de las formaciones aflorantes en diferentes sectores, incrementando o disminuyendo su buzamiento dando forma a bloques interrumpidos producto de la intensa actividad tectónica evidenciada en fallas transversales.

Hace parte de este sinclinorio un área denominada Sistema Acuífero de Tunja, el cual está definido por la Falla de Chivatá al oriente, mientras que al occidente el eje del anticlinal de Albarracín separa al sinclinal de Tunja de varios pliegues (anticlinales y sinclinales de menor amplitud) que se extienden hasta el anticlinal de Albarracín. El sinclinal de Tunja presenta sus cierres al sur del perímetro urbano de Tunja, y al norte en el sector de El Manzano, en el municipio de Paipa.

Las formaciones que aparecen en el sistema acuífero de Tunja son rocas sedimentarias de edad cretácica, terciaria y cuaternaria cuya descripción se aprecia en la Tabla 1. Los afloramientos de las rocas de las formaciones Paja y San Gil ocupan una franja limitada al sector noroccidental del polígono.

Tabla 1. Unidades Geológicas presentes en el Sistema Acuífero de Tunja

Formación	Símbolo	Litología
Paja	Kimp	Compuesta por shales negros con frecuentes nódulos piritosos. La parte inferior está constituida por arcillolitas negras y la supra yacen arcillolitas de color gris violeta, intercalados con cuarzoarenitas, gris oscuras, de grano muy fino, matriz arcillosa, micáceas, ocasionalmente areniscas



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Formación	Símbolo	Litología
		blancas de grano muy fino, bien seleccionadas.
San Gil Inferior	Kmsgi	La constituye una sucesión de shales y limolitas con intercalaciones de arenisca más o menos calcárea y de caliza.
San Gil Superior	Kmsgs	La componen arcillolitas arenosas, moscovitas, grises, abigarradas de rojo o amarillo por oxidación, y calizas arenosas fosilíferas con intercalaciones calcáreas y vetas de yeso.
Grupo Churuvita	Ksch	Constituido por areniscas de grano medio y arcillolitas de color gris – amarillento.
Conejo	Kscn	Está constituida por areniscas intercaladas con shales negros con delgados niveles de limolitas, calcáreos y arenisca. La secuencia superior puede ser correlacionable con la Formación Arenisca Dura que aparece en la Sabana de Bogotá.
Plaeners	Kg2	Conformada principalmente por porcelanitas y limolitas silíceas, grises claros, compactas, estratificada en capas delgadas y medias, cuya característica es la fractura en planos paralelos a manera de "panelitas".
Arenisca Labor y Tierna	Kg1	Compuesta por bancos de areniscas, intercalados con sales que presentan niveles de arenisca.
Guaduas	KTg	Se divide en miembros conformados por niveles de arcillolitas carbonáceas, pequeños bancos de areniscas y arcillas abigarradas, con presencia de mantos de carbón.
Cacho	Tc	Está constituida por areniscas cuarzosas de grano fino a medio en la parte superior de la sucesión, por niveles arcillolíticos en la parte media y por arena gruesa en los niveles inferiores.
Bogotá	Tb	Corresponde a una sucesión monótona de horizontes de arcillolitas abigarradas, separados por niveles de areniscas arcillosas.
Tilatá	Tst	Está conformada por areniscas y limolitas de color variable, con intercalaciones conglomeráticas.
Depósitos Recientes	Q	Representados por depósitos no consolidados de origen Fluvio lacustres, Coluvial y Aluvial constituidos por intercalaciones de arenas y arcillas producto de la desintegración física de las rocas circundantes.

Fuente: Tomado y modificado de PMAA, 2016

3.3.MARCO HIDROGEOLÓGICO

Desde el punto de vista de interés hidrogeológico, las unidades geológicas presentes en el Sistema Acuífero de Tunja que cuentan con características de permeabilidad y porosidad (primaria o secundaria), para almacenar, transmitir y ceder el agua están asociadas a las rocas de las formaciones las Areniscas de la Formación Labor y Tierna (Kg1), la Formación Plaeners (Kg2), (pertenecientes al Grupo Guadalupe), la Formación Cacho (Tc) y Tilatá (Tst). De la Formación Bogotá (Tb) resultan interesantes algunos niveles arenosos localizados próximos a la superficie del terreno.

En la Tabla 2 se presenta la relación existente entre las unidades geológicas y su comportamiento hidrogeológico.

Tabla 2. Relación de Unidades geológicas y la clasificación hidrogeológica en el Sistema Acuífero de Tunja

Formación	Símbolo	Clasificación hidrogeológica
Conejo	Kscn	Acuitardo a nivel regional. Localmente Acuífero en niveles arenosos por porosidad secundaria
Plaeners	Kg2	Acuífero por porosidad secundaria
Arenisca Labor y Tierna	Kg1	Acuitardo para el Miembro Labor. Acuífero para Miembro Arenisca Tierna
Guaduas	KTg	Acuitardo a nivel regional. Localmente Acuífero en niveles arenosos por porosidad secundaria
Cacho	Tc	Acuífero por porosidad secundaria
Bogotá	Tb	Acuitardo a nivel regional Acuífero en niveles arenosos por porosidad primaria y secundaria
Tilatá	Tst	Acuitardo a nivel regional Acuífero en niveles arenosos por porosidad primaria
Depósitos Recientes	Q	Depósitos Fluvio lacustres y coluviales se consideran acuíferos con porosidad primaria. Depósitos aluviales se consideran acuitardos.

Fuente: Tomado y modificado de PMAA, 2016

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

4. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para diseñar la red de monitoreo de aguas subterráneas en el acuífero de Tunja tomó como base las recomendaciones planteadas en la Guía Metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos donde se definen los objetivos de implementar la red, los criterios de representatividad espacial, la hidrogeología de la zona, las líneas de flujo de la zona de estudio (zonas de recarga, tránsito y descarga), las características de los pozos de monitoreo y/o piezómetros y la ubicación de los mismos con respecto a las fuentes potenciales de contaminación. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

La metodología adoptada en este trabajo permitió alcanzar el propósito del trabajo, la cual, partiendo de la adquisición, valoración y tratamiento de la información secundaria aportada por la Entidad sirvió como marco de referencia de los aspectos técnicos definidos el Modelo Hidrogeológico Conceptual del Sistema Acuífero de Tunja. (CORPOBOYACÁ - HIDROBOYACA, 2016)

Como actividades generales, se creó una base de datos a partir de la información obtenida de los diferentes expedientes de los permisionarios de prospección de exploración de agua subterránea y concesión de agua subterránea. Conjuntamente con la supervisión del contrato se definieron los criterios para la preselección de los puntos de agua, mientras que la valoración en campo de las condiciones físicas de los puntos fue realizada con el apoyo de profesionales designados por la Entidad.

A partir de la inspección en campo ocular se llevó a cabo una valoración en una mesa técnica los días 18 y 21 de julio de 2022, conformada por el supervisor del contrato y profesionales del área de recursos hídricos para cada punto. Esta valoración permitió identificar el listado de puntos que podrían ser incluidos en la red de monitoreo de aguas subterráneas, y que corresponden al resultado que se presentan en este trabajo.

En las siguientes figuras se presentan los flujogramas adoptados de la metodología, para las etapas de preselección y selección de puntos de agua que integrarán la red de monitoreo.



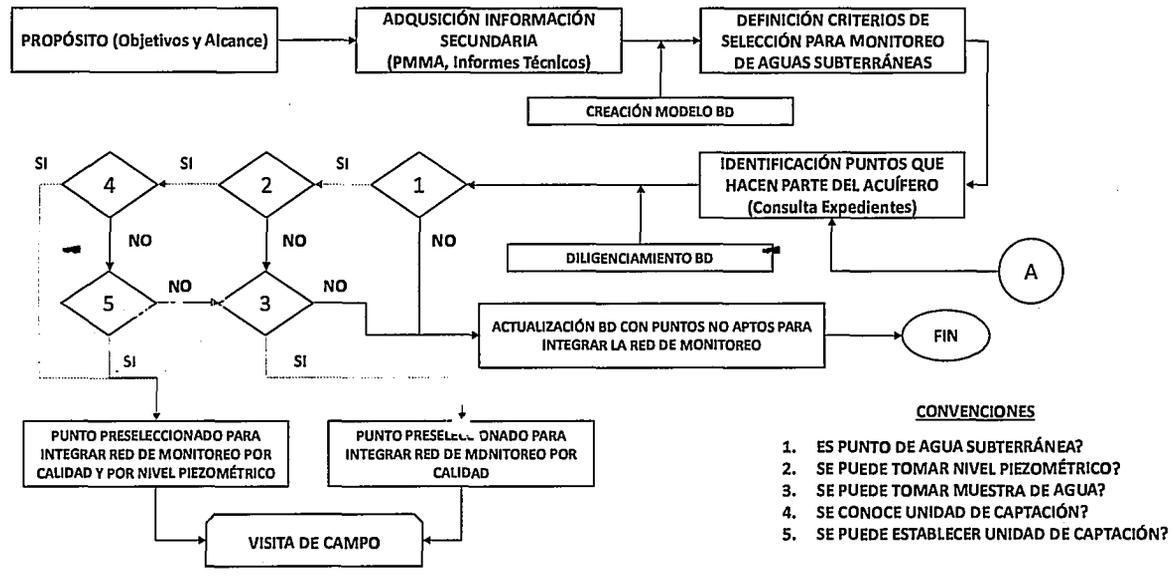
REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

FLUJOGRAMA DISEÑO DE RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (Pre selección)



FLUJOGRAMA DISEÑO DE RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (Selección)

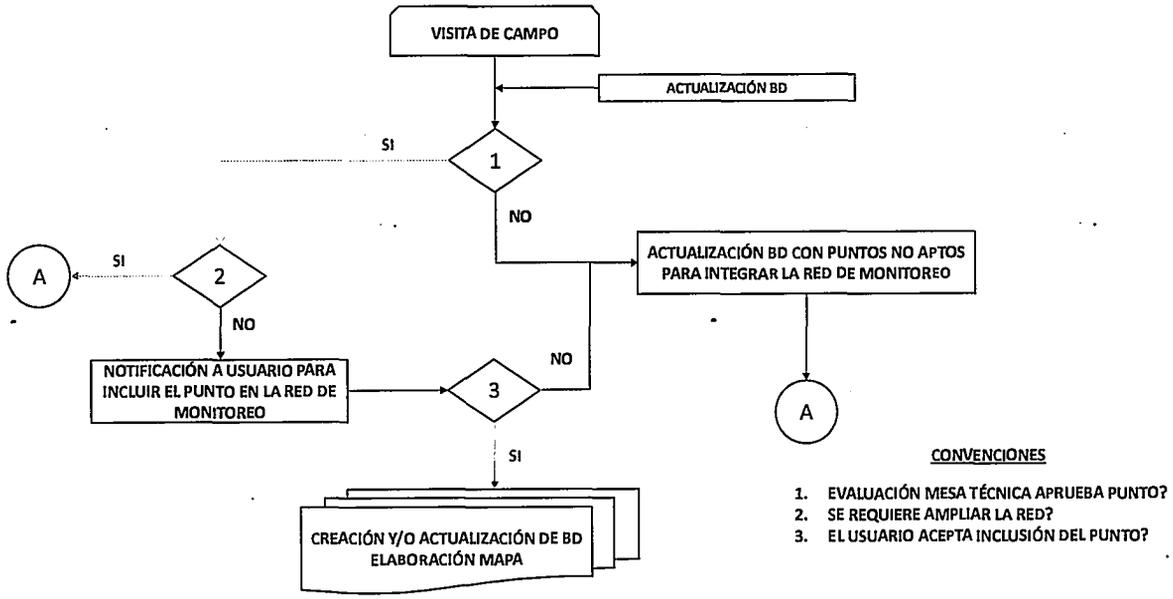
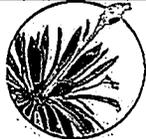


Figura 2. Flujo grama para la preselección y selección de puntos de la red de monitoreo de aguas subterráneas
Fuente: Autor, 2022



Corpoboyacá
Región Estratégica para la Sostenibilidad

REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Es necesario mencionar, que la información secundaria corresponde a documentos de permisionarios de CORPOBOYACÁ, estudios técnicos de carácter geológico, geofísico e hidrogeológico. No se consideró otro tipo de información debido a que el alcance del trabajo está direccionado exclusivamente hacia el diseño de la red de monitoreo de agua subterránea que permita evaluar y llevar a cabo el seguimiento en cuanto a variación del comportamiento de nivel estático y de calidad.

La compilación de la información corresponde a la elaboración de una base de datos general, y el vaciado en ella de los registros obtenidos en la fase de adquisición sobre las captaciones de agua subterránea en trámite o concesionadas.

La definición de los criterios de pre selección consiste en determinar la escala de trabajo para un área aproximada de 626 km² para el polígono definido en el PMAA de Tunja, por lo cual se considera como un trabajo de tipo regional de reconocimiento (escala 1:25.000).

Se establece en conjunto con la supervisión del contrato la densidad y distribución de puntos de agua que se requiere monitorear por:

- Tipo de punto según lo indicado en el Formulario Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas – FUNIAS
- Unidades hidrogeológicas de captación.
- Antigüedad del pozo - Diseño
- Si cuenta con registro histórico de toma de medición de niveles estático
- Uso del agua concesionado

A partir de la valoración de los criterios mencionados, se genera una segunda base de datos de puntos preseleccionados que sugieren condiciones para ser considerados como parte de la red de monitoreo, y a los cuales se les visita con el fin de verificar en campo su condición real.

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

La visita de campo aporta la información que permite a la mesa técnica aprobar o no determinado punto para incluirlo en la red. El punto será incluido en la base de la red de monitoreo una vez sea notificado el usuario o permisionario.

Finalmente, la información depurada se evalúa para generar y/o actualizar el mapa con la ubicación de los puntos que integran la red de monitoreo de aguas subterráneas en el Sistema Acuífero de Tunja.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

5. INFORMACIÓN SECUNDARIA

5.1. DOCUMENTOS CONSULTADOS

La adquisición de la información secundaria base incluyó los documentos que se relacionan en la Tabla 3, siendo textos de permanente consulta durante el desarrollo del trabajo que permitieron analizar e interpretar desde la perspectiva geológica, estratigráfica y estructural la geometría del sinclinal de Tunja, objeto de estudio.

Tabla 3. Trabajo de entidades consultados

Documento	Autor Principal	Año de publicación	Tipo de archivo	Observación
Geología de las planchas 171 Duitama, y 191 Tunja	Instituto Colombiano de Geología y Minería -INGEOMINAS	1976	.PDF	Memoria explicativa de la geología de la geología del cuadrángulo J-12. Incluye la cartografía y perfiles geológicos
Plancha 5-09 Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia	Instituto Colombiano de Geología y Minería -INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano - SGC	2002	.PDF	Presenta las características de las áreas de recarga de la Plancha 5-09 del Mapa Hidrogeológico a escala 1:500.000
Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	2010	.PDF	Establece directrices unificada para el manejo del agua en el país, con el fin de promover el uso eficiente del recurso.
Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	2014	.PDF	Se establecen directrices y orientaciones técnicas y metodológicas para la formulación de los planes de manejo ambiental de los sistemas acuíferos que sean priorizados por las autoridades ambientales competentes, en su jurisdicción
POMCA Alto Chicamocha Fase Diagnóstico Tomo 1	CORPOBOYACÁ	2018	.PDF	Fase de Diagnóstico, donde se actualiza el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río alto Chicamocha

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

Documento	Autor Principal	Año de publicación	Tipo de archivo	Observación
PMAA Sistema Acuífero de Tunja	CORPOBOYACÁ	2016	Varios	Presenta las diferentes actividades técnicas con las cuales se definió el Modelo Hidrogeológico Conceptual del Sistema Acuífero de Tunja.
Protocolo monitoreo agua	IDEAM	2017	.PDF	Versión actualizada de ediciones anteriores, donde se presentan nuevos procedimientos, dirigido a las entidades que tienen responsabilidades directas de monitoreo para la evaluación y seguimiento del recurso hídrico
Estudio Nacional del Agua - ENA	Ministerio de Medio Ambiente - IDEAM	2020	.PDF	Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años
Expedientes de permisionarios y concesionarios	CORPOBOYACÁ		Físico	Permiso de Exploración y Prospección – OOPE Concesión de Aguas Subterráneas – CAPP Concesión de Aguas Superficiales - OOCA

Fuente: Elaboración propia, 2022

Los documentos relacionados se pueden consultar en la carpeta compartida:

\\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233 ALEJANDRO PEREZ\ DISEÑO_RED_MONITOREO\Recopilación_inf_Secundaria.

5.2. SÍNTESIS DEL APORTE DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA

Las memorias de las planchas 171 y 191 correspondientes a la geología del cuadrángulo J – 12, elaborada por el Ingeominas, (actual Servicio Geológico Colombiano SGC) aporta la descripción de la geología regional que sirvió de base para la cartografía y descripción estratigráfica en este trabajo.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

De la plancha 5-09 del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia presenta la localización y características de las áreas de recarga a nivel regional. Se evidencia que el acuífero de Tunja se encuentra en una región con buenas posibilidades de explotación de agua subterránea, donde se destacan 3 zonas:

Zona conformada por Sedimentos con flujo intergranular asociadas a depósitos no consolidados.

Zonas de rocas con flujo intergranular asociadas a formaciones sedimentarias multicapa.

Zonas de rocas flujo intergranular y/o a través de fracturas y/o carstificación.

Los documentos del PNGIRH, la Guía metodológica, el Protocolo de monitoreo, el ENA, elaborados por el MASD e IDEAM, fueron material de consulta para establecer el alcance acorde a los objetivos planteados en el diseño de la red de monitoreo de aguas subterráneas del Sistema Acuífero de Tunja, que servirá para la implementación según lo indica el PMAA.

La información secundaria suministrada por CORPOBOYACÁ, incluyó el Plan de Manejo Ambiental del sistema acuífero de Tunja, que, en el Informe de Formulación, indica como plan estratégico en el programa 3, la necesidad de proteger zonas de recarga, mediante la instalación de pozos de monitoreo, dando sustento a la creación de una red que permita prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

Igualmente fueron suministradas las bases de datos con el inventario de puntos de agua en las etapas de permisos de exploración, permiso de perforación o con licencias ambientales, así como los resultados de laboratorio a muestras de agua tomadas en puntos de la cuenca del río Chicamocha que representan el insumo principal para el desarrollo de este trabajo.

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

6. TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

6.1. MODELO BASE DE DATOS GENERAL

La elaboración de esta base de datos general tiene como objetivo plasmar la información obtenida de los expedientes consultados, dentro de la cual se consideraron 7 aspectos básicos:

Información general de la concesión. Registra el número del expediente, datos del permisionario, Número, fechas de expedición y vencimiento de la resolución, Tipo, condición y detalle del punto, uso del agua, caudal concesionado (en m³/mes y l/seg).

Información del punto: Se registra datos de localización específica del punto (Departamento, Municipio, Vereda, Nombre del punto y coordenadas).

Datos de la construcción del pozo. Se registra datos de tope y espesor de las unidades geológicas perforadas, nombre del perforador, y, fecha, profundidad y localización de los filtros de la perforación, método de extracción, Tipo de energía, y métodos para medir nivel y caudal en el pozo.

Información de manantiales. En los casos que aplique, se registra el tipo, permanencia y medio de surgencia que se reporte en el expediente.

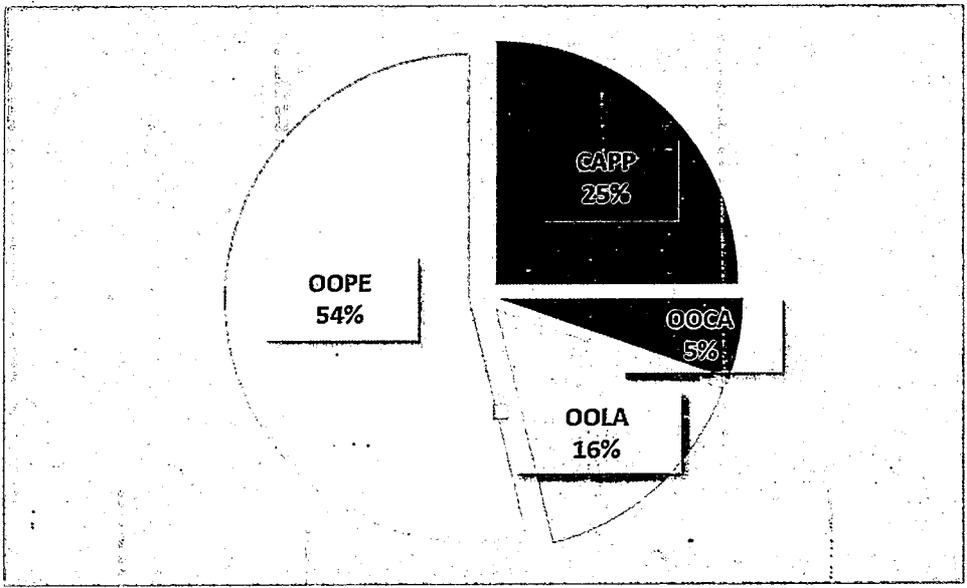
Pruebas de bombeo. En estas casillas se registra el tipo de prueba con la que se cuenta en el expediente (caudal constante o escalonada), así como los parámetros hidráulicos del acuífero a saber Trasmisividad (T), Capacidad específica (CE), Abatimiento (S), Coeficiente de almacenamiento (s), Conductividad hidráulica (K), Radio de influencia (r), y Ecuación de la curva. Finalmente, se plantea la clasificación por Trasmisividad, Capacidad específica o por su comportamiento hidráulico.

Parámetros fisicoquímicos del agua: Se relacionan los resultados de laboratorio que estén disponibles en el expediente. En total se registraron 54 diferentes parámetros, incluyendo 12 el reporte de concentraciones iónicas de Calcio (Ca²⁺),

De este inventario se registran 29 puntos que corresponden principalmente a concesiones de agua superficial, y 27 caen por fuera del polígono, por tanto, estos puntos no serán incluidos en el análisis para definir la red de monitoreo de agua subterránea. La información de los expedientes para los 184 puntos de aguas subterráneas restantes fue recopilada entre los meses de febrero a junio de 2022.

En resumen, se identificaron 46 puntos que corresponden a concesiones de aguas subterráneas (CAPP), 10 puntos que incluyen pozos profundos en concesiones de aguas superficiales (OOCA), 29 a Licencias ambientales (OOLA), 99 a permisos de exploración (OOPE). La distribución porcentual de los expedientes consultados se aprecia en la Figura 4.

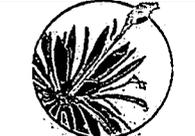
Figura 4. Distribución de expedientes consultados



Fuente: Elaboración propia, 2022

6.3. DILIGENCIAMIENTO BASE DE DATOS PARA MONITOREO

La información obtenida de los expedientes consultados fue registrada en la base de datos general que hace parte de la actividad 7 del contrato CPS2022233 que indica: "De acuerdo con la concertación de actividades entre el contratista y el supervisor, crear una base de datos donde permita evidenciar las variaciones de niveles freáticos, piezométricos y caudales aflorantes por pozo de aprovechamiento

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

de agua subterránea y unidades hidrogeológicas, además de identificar el uso del aprovechamiento del recurso hídrico". Ver Anexo 1.

Esta base de datos se puede evidenciar en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233 ALEJANDRO PEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\ANEXOS_INFORME\Anexo_1.

6.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

A partir de la base de datos general diligenciada, se realizó un filtrado de los criterios establecidos en la metodología para generar la base con los puntos preseleccionados que cumplen con los criterios establecidos para conformar la red de monitores de aguas subterráneas.

El primer criterio corresponde al tipo de punto según se presenta en el formulario FUNIAS. De este filtrado se obtuvo que 2 puntos corresponden a aljibe, seis (6) a manantiales, 10 piezómetros y 193 a pozos, tal como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Detalle de puntos por criterios de preselección

Tipo de Punto	No. De Expedientes	Unidad de Captación	Año de perforación de Pozo	Histórico Nivel Estático
ALJIBE	1	1		
MANANTIAL	6	6		
PIEZÓMETRO	10	10	5	5
POZO	167	115	62	56
Total general	184	132	67	61

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la tabla también se aprecia que, de los 184 puntos consultados, 132 cuentan con información de la unidad de captación, en 67 expedientes se registra el año de perforación o su diseño, y, en 61 puntos se cuenta con al menos un registro de nivel estático.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

Para el desarrollo de este trabajo, se tomó como criterio de preselección únicamente los 167 pozos profundos. Los aljibes, manantiales y piezómetros podrán ser revisados, valorados y eventualmente incluidos en un futuro rediseño de la red de monitoreo.

Otro criterio corresponde a la información que se registra por la unidad de captación de cada punto. En la Tabla 5 se aprecia que el 81.7% de los puntos realizan la captación de una sola unidad acuífera. El 18.3% restante capta de dos o más unidades geológicas. Así mismo, se aprecia que la captación de las Formaciones Arenisca Labor y Tierna, Tilatá y Bogotá representan el 66.1% sobre el universo de 167 pozos analizados.

Tabla 5. Detalle de puntos por unidad de captación

Etiquetas de fila	Cuenta de No. EXPEDIENTE	%
CUATERNARIO	3	2.6%
TILATÁ	31	27.0%
TILATÁ - BOGOTÁ	1	0.9%
TILATÁ - BOGOTÁ - CACHO	2	1.7%
BOGOTÁ	10	8.7%
CACHO	5	4.3%
BOGOTÁ - CACHO	13	11.3%
BOGOTÁ - CACHO - GUADUAS	1	0.9%
BOGOTÁ - GUADUAS	2	1.7%
GUADUAS	5	4.3%
ARENISCA LABOR Y TIERNA	35	30.4%
ARENISCA LABOR Y TIERNA - PLAENERS	2	1.7%
PLAENERS	2	1.7%
GUADALUPE	1	0.9%
UNE	2	1.7%
Total general	115	100%

Fuente: Elaboración propia, 2022

Esta condición de la captación según la unidad geológica, es importante al momento de definir el monitoreo de agua subterránea por calidad o por nivel estático, pues los pozos que captan agua de dos o más unidades geológicas generan incertidumbre respecto al registro piezométrico ocasionado por la mezcla

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

de aguas. Por lo anterior aquellos pozos que captan de una sola unidad geológica pueden ser considerados para monitoreo por nivel estático, y si las condiciones del punto lo permiten también por calidad.

También se evaluó la antigüedad del pozo y si éste cuenta con el diseño de construcción. De acuerdo con la información consultada, se registra que de los 115 pozos en 62 expedientes se registra el año de construcción, de los cuales 44 corresponden a pozos con menos de 20 años de construidos y 18 con más de 20 años. Ver Figura 5.

Respecto a la profundidad se tiene que 91 pozos registran el dato, y en 51 puntos se presenta el diseño del pozo.

Estos datos son relevantes, pues pozos con menos de 20 años pueden conservar buen estado, y por tanto se prevé que el punto podrá ofrecer información durante un periodo significativo. En cuanto al diseño del pozo, la información es importante en la medida que permitió verificar la unidad de captación de acuerdo a la geología establecida para el sistema acuífero de Tunja.

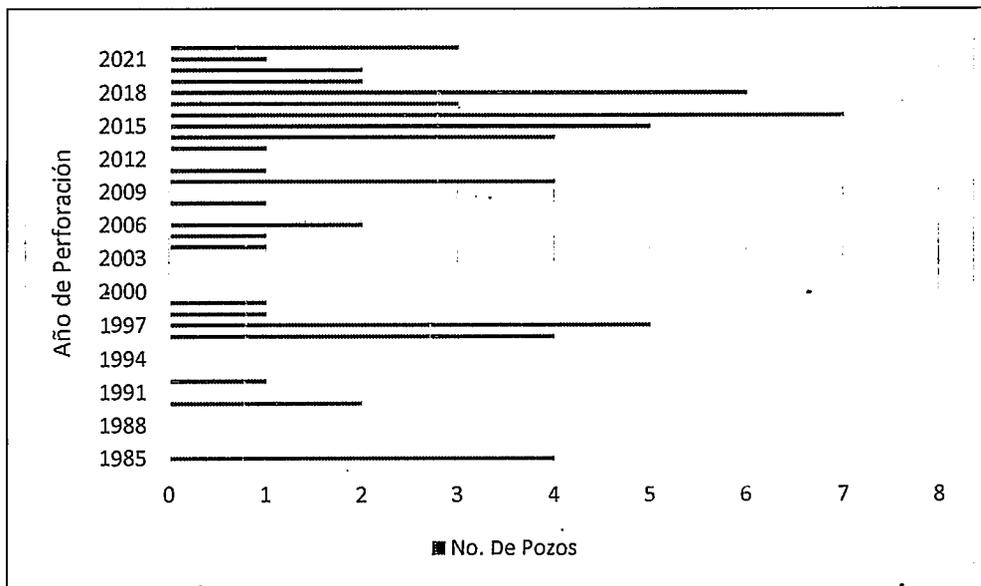


Figura 5. Distribución de pozos por año de construcción
Fuente: Elaboración propia, 2022

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

En la Tabla 6 se aprecia que 56 pozos presentan al menos 1 registro de nivel estático, para el periodo entre el año 1996 y 2022, lo que representan el 33.5% sobre el universo de 167 puntos. Los pozos que presenta tomas de nivel estático mayores a 10 registros están concesionados al municipio de Tunja y son operados por la empresa de servicios públicos Veolia.

Tabla 6. Número de lecturas de NE vs Número de pozos

No. De lecturas de Nivel Estático	No. De pozos con Histórico de Nivel Estático
1	31
2	6
3	4
Entre 4 y 10	0
Mayor a 10	15
Total general	56

Fuente: Elaboración propia, 2022

Por otra parte, si bien es cierto que los 6 manantiales cuentan con un registro del nivel freático, cuyo valor coincide con la cota topográfica a la que emanan, éstos no fueron considerados pues el criterio establecido para el presente trabajo es sólo para pozos profundos.

Respecto a los 2 aljibes consultados ninguno de ellos presentó registro o lectura de nivel estático. Finalmente, 5 piezómetros presentan 1 lectura cada uno, y en la actualidad no ofrecen información de nivel estático.

En cuanto al uso del agua, se les nombró como de uso "público" a los puntos que abastecen acueductos veredales o municipales, esto con el fin de diferenciarlos de aquellos puntos que son utilizados por particulares en labores domésticas. La distribución se puede apreciar en la Tabla 7, donde el 70.1% de los pozos está repartido entre usos asociados para abastecimiento público (56 puntos), y actividades agrícolas (52 puntos). El 19.5% está asociado a consumo combinado

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

(doméstico-pecuario-agrícola), el 3.9% a uso industrial y recreativo, y el 6.5% es utilizado en actividades pecuarias.

Tabla 7. Detalle de puntos por uso de agua

Uso del agua	No. De puntos
AGRÍCOLA	24
AGRÍCOLA - PECUARIO	26
AGRÍCOLA Y DE ACUAPONÍA	1
AGRO INDUSTRIAL	1
DOMÉSTICO	18
DOMÉSTICO - AGRÍCOLA	3
DOMÉSTICO - AGRÍCOLA - PECUARIO	4
DOMÉSTICO - PECUARIO	5
INDUSTRIAL	3
PECUARIO	10
PÚBLICO	56
RECREATIVO	3
Total general	154

Fuente: Elaboración propia, 2022

6.5. PRESELECCIÓN DE PUNTOS PARA DISEÑAR LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se realizó un filtrado en la base de datos teniendo en cuenta los criterios de selección (sin incluir el uso del agua), y del cual se obtuvo una preselección de 45 puntos que cumplen con ellas. Los pozos del municipio de Motavita que figuran como N/A se incluyeron por sugerencia del profesional del equipo técnico de Corpoboyacá. En la Tabla 8 se presenta la relación de estos puntos.

Tabla 8. Lista de puntos preseleccionados

Item	Expediente	Coordenadas		Unidad de Captación	Histórico de Nivel Estático	Año de construcción
		Longitud	Latitud			
1	CAPP - 00009-16	73°16'24.7"	5°34'31.4"	BOGOTÁ	Si	2017
2	CAPP - 00021-16	73°17'38.2"	5°33'40.2"	TILATÁ	Si	2010



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

CONTRATO CPS2022-233

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Item	Expediente	Coordenadas		Unidad de Captación	Histórico de Nivel Estático	Año de construcción
		Longitud	Latitud			
3	OCCA - 00047-19	73°17'2.26"	5°33'70.86"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2016
4	OCCA - 00047-19	73°16'46.04"	5°33'45.67"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2011
5	OOPE - 00016-19	73°21'4.96"	5°37'36.41"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2020
6	CAPP - 00015-17	73°17'28.5"	5°41'17.4"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2016
7	OOPE - 00010-18	73°18'55.8"	5°39'32.7"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2021
8	OCCA-0155-08 / OOPE-00007-16	73°19'49.4"	5°38'31.1"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2018
9	CAPP - 00027-16	73°18'43.5"	5°38'54.6"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2015
10	CAPP - 00004-21	73°19'18.5"	5°38'55.3"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2018
11	CAPP - 00018-16	73°19'44.94"	5°36'38.46"	CACHO	Si	2005
12	CAPP - 00002-17	73°17'43.9"	5°35'26.9"	CACHO	Si	2006
13	OOPE - 00013-16	73°16'39.8"	5°34'47.5"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2019
14	CAPP - 00003-16	73°15'48.6"	5°35'27.3"	BOGOTÁ	Si	2014
15	CAPP - 00024-16	73°22'19.5"	5°30'47.8"	CACHO	Si	2010
16	OOLA-0014-01	73°21'28.3"	5°32'51"	TILATÁ	Si	1992
17	OOLA-0014-01	73°21'14.62"	5°32'59.53"	TILATÁ	Si	1996
18	OOLA-0014-01	73°21'57.65"	5°30'10.87"	BOGOTÁ - CACHO - GUADUAS	Si	1997
19	OOLA-0014-01	73°21'46.6"	5°30'25.8"	BOGOTÁ	Si	1990
20	OOLA-0014-01	73°21'23.7"	5°30'53.3"	TILATÁ - BOGOTÁ - CACHO	Si	1997
21	OOLA-0014-01	73°21'40.96"	5°30'50.2"	BOGOTÁ	Si	1985
22	OOLA-0014-01	73°21'30.35"	5°31'28.18"	TILATÁ - BOGOTÁ - CACHO	Si	1997
23	OOLA-	73°21'3.98"	5°31'37.41"	BOGOTÁ - CACHO	Si	1997



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

CONTRATO CPS2022-233

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Ítem	Expediente	Coordenadas		Unidad de Captación	Histórico de Nivel Estático	Año de construcción
		Longitud	Latitud			
	0014-01					
24	OOLA-0014-01	73°21'18.82"	5°31'44.79"	BOGOTÁ - CACHO	Si	1996
25	OOLA-0014-01	73°21'18.82"	5°31'44.79"	BOGOTÁ	Si	1985
26	OOLA-0014-01	73°21'5.67"	5°32'2.15"	TILATÁ	Si	1985
27	OOLA-0014-01	73°21'5.78"	5°32'2.22"	BOGOTÁ - CACHO	Si	1996
28	OOLA-0014-01	73°21'19.31"	5°32'20.8"	TILATÁ	Si	1985
29	OOLA-0014-01	73°21'9.9"	5°32'34.3"	BOGOTÁ - CACHO	Si	1997
30	OOLA-0014-01	73°21'35.4"	5°32'44.7"	BOGOTÁ	Si	1990
31	OOLA-0014-01	73°21'35.53"	5°32'52.91"	CACHO	Si	1996
32	OOLA-0014-01	73°22'30.45"	5°29'55.6"	BOGOTÁ	Si	1998
33	CAPP - 00008-20	73°20'44.6"	5°32'56.38"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2007
34	OOPE-00017-20	73°16'58.95"	5°35'54.7"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2022
35	OOPE-00017-20	73°16'10.7"	5°35'43.2"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2022
36	CAPP - 00002-22	73°19'19.33"	5°39'22.04"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2017
37	CAPP - 00004-09	73°19'15.5"	5°38'24.2"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2018
38	OOPE-00002-15	73°22'41"	5°36'1.6"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2015
39	CAPP - 00019-13	73°23'3.15"	5°34'22.27"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2014
41	N.A.	73°21'26.7"	5°35'38"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2016
42	CAPP - 00010-19	73°19'4.14"	5°32'9.28"	BOGOTÁ Y GUADUAS	Si	2016
43	CAPP - 00008-18	73°19'21.7"	5°29'33"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2016
44	CAPP - 00010-10	73°12'59.1"	5°38'18.3"	ARENISCA LABOR Y TIERNA	Si	2014
45	N.A.	73°21'26.7"	5°35'38"	BOGOTÁ - CACHO	Si	2016

Fuente: Elaboración propia, 2022

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

7. SELECCIÓN DE PUNTOS PARA INTEGRAR LA RED DE MONITOREO

Una vez definidos los puntos preseleccionados en la etapa anterior, fue necesario programar una visita para evaluar mediante inspección ocular las condiciones físicas de cada uno.

Previo a la salida de campo se elaboraron las notificaciones, dirigidas a los permisionarios mediante la cual se solicitó la respectiva autorización para ingresar a sus predios. En el Anexo 2 se aprecia el modelo de la notificación escrita.

Esta ficha se puede evidenciar en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233_ALEJANDRO_PEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe\Anexo_2.

Además, se diseñó una ficha técnica cuyo fin es registrar la información obtenida en campo. En el Anexo 3 se presenta el modelo de la ficha, y el compilado de los puntos visitados.

Esta ficha se puede evidenciar en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233_ALEJANDRO_PEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe\Anexo_3.

Finalmente, se llevó a cabo la coordinación de la logística para el desplazamiento de los profesionales designados por la Corporación.

7.1. VISITA DE CAMPO

Las visitas de campo fueron realizadas los días 25 de mayo de 2022, 1 y 13 de junio de 2022 y el 25 de julio de 2022. Con ellas se dio cubrimiento a los 45 puntos preseleccionados para integrar la red de monitores de aguas subterráneas.

Además de realizar la inspección ocular de las condiciones en cada punto, se socializó con los permisionarios el objetivo de contar con una red de monitoreo en el sistema acuífero de Tunja. Se expuso la importancia de establecer las

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

variaciones del nivel estático a partir de la toma de registros periódicos, así como el procedimiento que se realiza durante el monitoreo.

Finalmente, se indicó que la Entidad cuenta con un equipo de profesionales que evalúa la conveniencia de incorporar el punto a la red y de salir seleccionado al permisionario se le presentará una solicitud para que autorice la incorporación del pozo a la red definitiva.

7.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A partir de la información consultada durante la etapa de preselección y de la información obtenida en la visita de campo se elaboró una base de datos con los 45 puntos en formato Excel para valorar los criterios establecidos en la metodología y establecer el tipo de monitoreo que se puede ejecutar en cada punto.

Dentro de estos aspectos analizados se analizó la facilidad de acceso al predio y al punto, encontrando que la totalidad de los puntos cuentan con condiciones para el ingreso. Otra condición evaluada fue el estado del pozo según la condición de operatividad, además, si este se encuentra colmatado o colapsado, o si cuenta con tubo piezométrico.

Respecto a la captación se tuvo en cuenta si del punto se extrae agua de 1 o varias unidades geológicas. Finalmente, se registraron algunas observaciones relevantes que permitieron establecer si el punto cumple para monitoreo por Calidad, Nivel estático o ambos (Mixto). Ver Tabla 9.

Tabla 9. Distribución de puntos por tipo de Monitoreo

Tipo de monitoreo	Chivatá	Cómbita	Motavita	Oicatá	Soracá	Tunja	Tuta	Total general
Calidad	2	2		1		9		14
Nivel Estático	1	1	1			2		5
Mixto	1	6	4	4	2	8	1	26
Total general	4	9	5	5	2	19	1	45

Fuente: Elaboración propia, 2022

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> Ingeniero Geólogo Msc. Hidrogeología Ambiental</p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

Los puntos calificados para Monitoreo por calidad, corresponden a aquellos que carecen de tubo piezométrico, o que no existió el espacio suficiente para introducir una sonda dentro del pozo por el espacio anular. El monitoreo por calidad se realiza en pozos cuya captación se realiza en 2 o más unidades geológicas. Como resultado se identificaron 14 pozos indicados en la Tabla 10.

Tabla 10. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo por calidad

Item	Expediente	Titular	Uso	Municipio	Vereda	Predio	Coordenadas	
							Longitud	Latitud
1	OOCA - 00047-19	Municipio de Chivatá	Público	Chivatá	Perímetro Urbano	Centro (Calle Carrera 5 Esquina)	73°17'2.26"	5°33'70.86"
2	OOCA - 00047-19	Municipio de Chivatá	Público	Chivatá	Perímetro Urbano	El Moral	73°16'46.04"	5°33'45.67"
3	CAPP - 00027-16	MEDIQBOY S.A.S.	Doméstico - Agrícola	Cómbita	San Isidro	El Llano	73°18'43.5"	5°38'54.6"
4	CAPP - 00004-21	Víctor Uriel Amézquita Ávila	Agrícola - Pecuario	Cómbita	San Isidro	La Melga - Finca Sarinata	73°19'18.5"	5°38'55.3"
5	CAPP - 00024-16	EDS Tisquesusa	Industrial	Tunja	Perímetro Urbano	Pozo El Triunfo	73°22'19.5"	5°30'47.8"
6	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Pensilvania	73°21'57.65"	5°30'10.87"
7	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	COOSERVICIO S 2	73°21'23.7"	5°30'53.3"
8	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	San Antonio	73°21'30.35"	5°31'28.18"
9	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Silvino Rodríguez	73°21'3.98"	5°31'37.41"
10	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Caminos Vecinales	73°21'18.82"	5°31'44.79"
11	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Batallón Bolívar II	73°21'5.78"	5°32'2.22"
12	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Estadio	73°21'9.9"	5°32'34.3"

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
	<p>CONTRATO CPS2022-233</p>	
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

Item	Expediente	Titular	Uso	Municipio	Vereda	Predio	Coordenadas	
							Longitud	Latitud
13	CAPP - 00008-20	Universidad Santo Tomás	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Campus USTA	73°20'44.6"	5°32'56.38"
14	OOPE-00017-20	Municipio de Oicatá	Público	Oicatá	Forantivá	Taneca	73°16'58.95"	5°35'54.7"

Fuente: Elaboración propia, 2022

Los puntos seleccionados para monitoreo por nivel estático, corresponden a aquellos que, estando operativos, inactivos o en estado abandonado presentan condiciones para ingresar una sonda eléctrica sin dificultad. Además, son pozos cuya captación se obtiene de una sola unidad geológica. La toma periódica de registros de nivel estático permitirá identificar el comportamiento de la tabla de agua subterránea en determinada zona mediante la construcción de líneas equipotenciales. En total se cuenta con 5 puntos que se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo por nivel estático

Item	Expediente	Titular	Uso	Municipio	Vereda	Predio	Coordenadas	
							Longitud	Latitud
1	CAPP - 00021-16	Leónidas Torres Gaona	Agrícola - Pecuario	Chivatá	Ricayá Sur	El Tesoro	73°17'38.2"	5°33'40.2"
2	CAPP - 00018-16	Asociación condominio campestre El Oasis	Público	Cómbita	San Onófre	El Oasis	73°19'44.94"	5°36'38.46"
3	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	COOSERVICIOS 2	73°21'40.96"	5°30'50.2"
4	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	Tunja	Perímetro Urbano	Caminos Vecinales I	73°21'18.82"	5°31'44.79"
5	OOPE-00063-16	Municipio de Motavita	Público	Motavita	Ristá	Ristá	73°23'44.79"	5°33'49.04"

Fuente: Elaboración propia, 2022

Finalmente, los puntos calificados como mixtos son aquellos que presentan condiciones para ser monitoreados tanto por calidad, como para toma de registro



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

CONTRATO CPS2022-233

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

de nivel estático. En la Tabla 12 se relacionan los 26 puntos que califican para monitoreo mixto (por calidad + nivel estático).

Tabla 12. Lista de puntos preseleccionados para monitoreo mixto

Item	Expediente	Titular	Uso	Municipio	Vereda	Predio	Coordenadas	
							Longitud	Latitud
1	CAPP - 00009-16	Luis Armando Lancheros Ramírez	Agrícola - pecuario	Chivatá	El Moral	Finca Las Mercedes	73°16'24.7"	5°34'31.4"
2	OOPE - 00016-19	Asociación de suscriptores del acueducto regional no. 1 de Cóbbita	Público	Cóbbita	La Concepción	La Pradera	73°21'4.96"	5°37'55.41"
3	CAPP - 00015-17	Orlando Monroy Pardo	Agrícola - acuaponía	Cóbbita	San Francisco	El Papayo	73°17'28.5"	5°41'17.4"
4	OOPE - 00010-18	Asociación de suscriptores del acueducto El Salitre y de La Loma	Público	Cóbbita	San Isidro	Santa Clara	73°18'55.8"	5°39'32.7"
5	OOCA- 0155-08 / OOPE- 00007-16	Municipio de Oicatá	Público	Cóbbita	San Isidro	El Llano	73°19'49.4"	5°38'31.1"
6	CAPP - 00002-17	Municipio de Oicatá	Público	Oicatá	Perímetro Urbano	El Pedregal	73°17'43.9"	5°35'26.9"
7	OOPE - 00013-16	Diva esperanza pinzón de castro	Pecuario	Oicatá	Forantivá	Gachiva	73°16'39.8"	5°34'47.5"
8	CAPP - 00003-16	Municipio de Oicatá	Público	Oicatá	Forantivá	El Recuerdo	73°15'48.6"	5°35'27.3"
9	OOLA- 0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	Recreacion al	73°21'28.3"	5°32'51"
10	OOLA- 0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	U.P.T.C	73°21'14.62"	5°32'59.53"
11	OOLA- 0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Runta	San Francisco	73°21'46.6"	5°30'25.8"
12	OOLA- 0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	Batallón Bolívar I	73°21'5.67"	5°32'2.15"



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental

CONTRATO CPS2022-233

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Item	Expediente	Titular	Uso	Municipio	Vereda	Predio	Coordenadas	
							Longitud	Latitud
13	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	Remonta	73°21'19.31"	5°32'29.83"
14	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	Belalcázar	73°21'35.4"	5°32'44.7"
15	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Perímetro Urbano	Fuente II	73°21'35.53"	5°32'52.91"
16	OOLA-0014-01	Municipio de Tunja	Público	TUNJA	Runta	Runta	73°22'30.45"	5°29'55.6"
17	OOPE-00017-20	Municipio de Oicatá	Público	OICATÁ	Forantivá	La Laguna	73°16'10.7"	5°35'43.2"
18	CAPP - 00002-22	Asociación acueducto pozo profundo Surquirá vereda san isidro Cómbita	Público	Cómbita	San Isidro	Surquirá	73°19'19.33"	5°39'22.04"
19	CAPP - 00004-09	Asociación de vivienda condominio refugio campestre	Público	Cómbita	San Isidro	Refugio Campestre	73°19'15,5"	5°38'24,2"
20	OOPE-00002-15	Municipio de Motavita	Público	Motavita	Carbonera	Pozo El Mico	73°22'41"	5°36'1.6"
21	CAPP - 00019-13	Juan Manuel Flórez zamorano	Pecuario	Motavita	Ristá	Granja Avícola Santa Cruz	73°23'3.15"	5°34'22.27"
22	N.A.	Municipio de Motavita	Público	Motavita	Salvial	Pozo Pacheco	73°21'26.7"	5°35'38"
23	CAPP - 00010-19	Eduardo Pimentel Murcia	Agrícola	Soracá	Puente Hamaca	El Naranja	73°19'4.14"	5°32'9.28"
24	CAPP - 00008-18	Asociación de suscriptores del acueducto La Roca	Público	Soracá	Salitre	Tierra Grata	73°19'21.7"	5°29'33"
25	CAPP - 00010-10	Pablo López corredor	Agrícola	Tuta	Leonera	Pozo Tierra Grata	73°12'59.1"	5°38'18.3"
26	N.A.	Municipio de Motavita	Público	Motavita	Salvial	Pozo Edgar Suárez	73°21'26.7"	5°35'38"

Fuente: Elaboración propia, 2022

7.3. RESULTADOS DE LA MESA TÉCNICA

El día 21 de julio de 2022 fueron presentados los resultados de los 45 puntos visitados a la mesa técnica conformada por profesionales del área de Recursos Hídricos, con el fin de validar la distribución espacial según el tipo de monitoreo asignado, (por calidad, por nivel estático o mixto).

Como resultado se obtuvo que 35 puntos son "uso público" que surten agua a acueductos veredales o municipales. Los 10 puntos restantes son aprovechados para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias e industriales.

La localización de los 14 puntos seleccionados para monitoreo por calidad se aprecia en la Figura 6. En zona rural se incluyen los puntos CAPP00027-16, CAPP00004-21 del municipio de Oicatá, y el OOPE00017-20 en el municipio de Cóbbita. Los 11 puntos restantes se encuentran en el perímetro urbano de los municipios de Chivatá y Tunja.

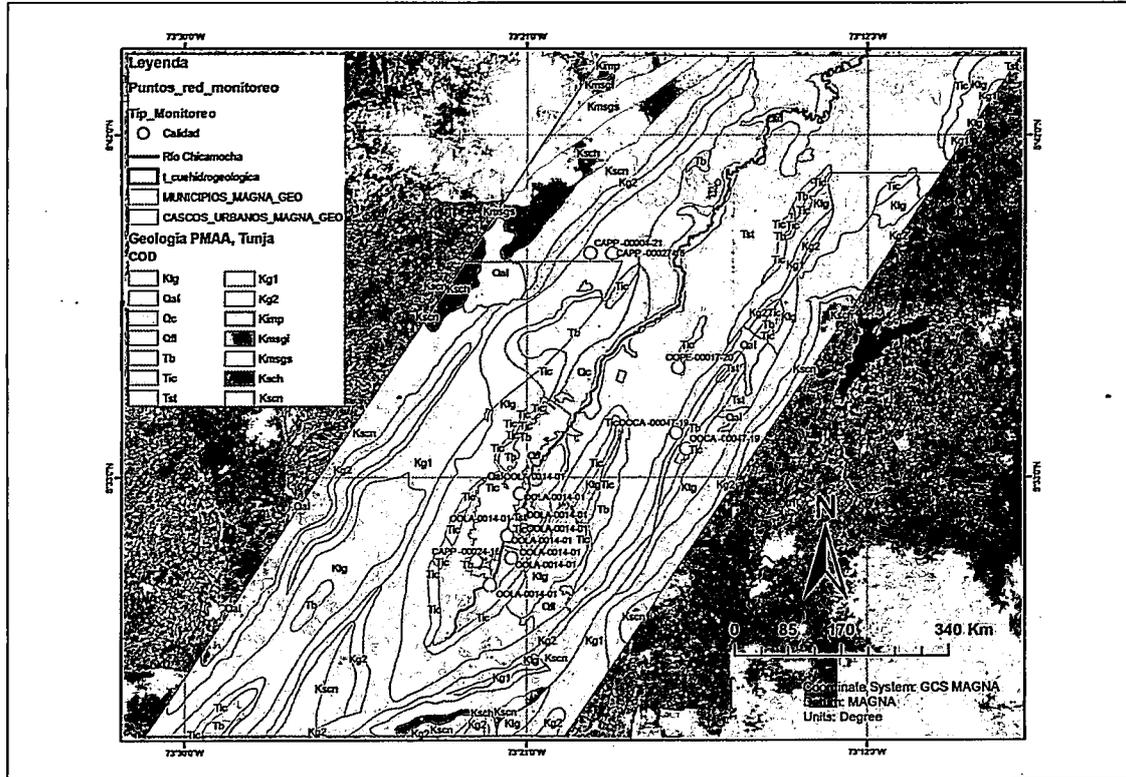


Figura 6. Distribución de pozos para monitoreo por calidad
Fuente: Elaboración propia, 2022

Es importante mencionar que, de estos puntos, 11 abastecen acueductos para consumo humano, en los municipios de Chivatá, Tunja y Oicatá.

Para el monitoreo por nivel estático se identificaron 3 puntos en el sector rural. El pozo CAPP00021-16 en el municipio de Chivatá, el CAPP00018-16 en el municipio de Cómbita y el OOPE-00063-16 en el municipio de Motavita. En el sector urbano se seleccionaron los puntos concesionados al municipio de Tunja nombrados como Caminos Vecinales 1 y Coorservicios 1. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

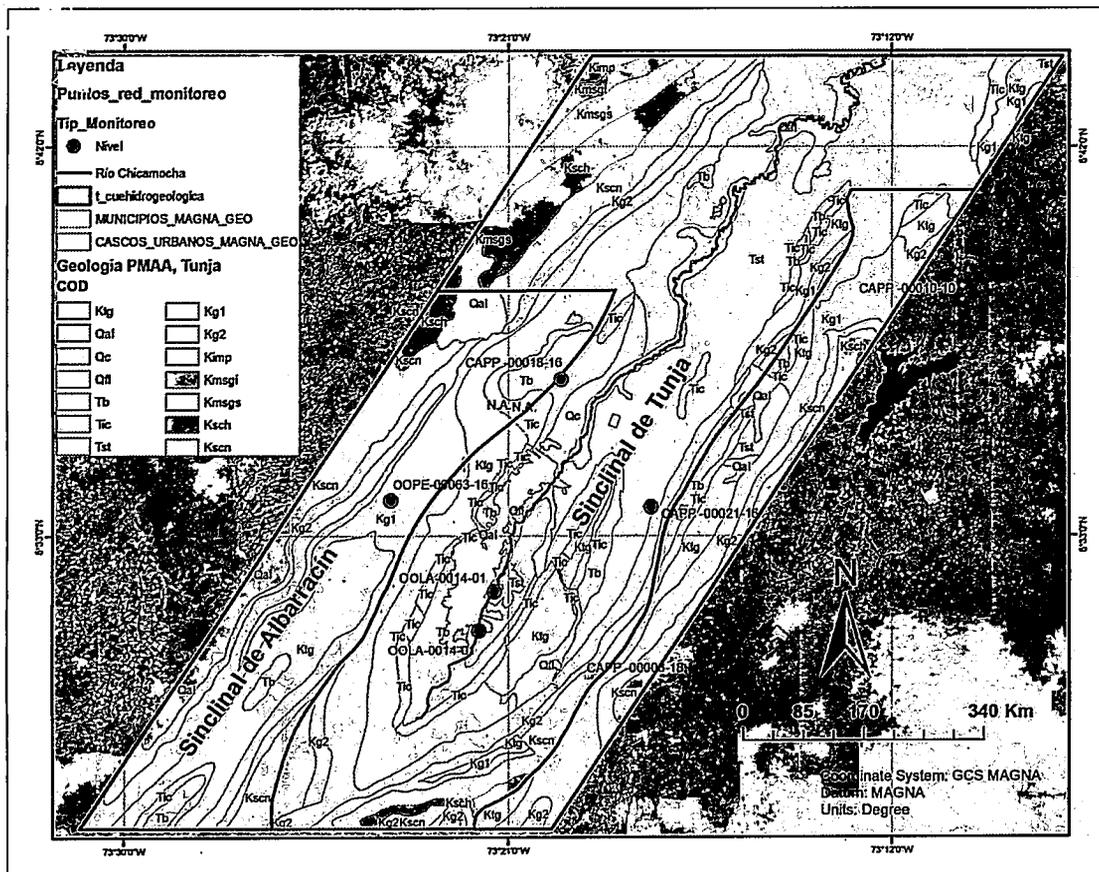


Figura 7. Distribución de pozos para monitoreo por nivel estático
Fuente: Elaboración propia, 2022

Finalmente, en la Figura 8 se localizan los 26 puntos seleccionados para integrar la red de monitoreo tanto por calidad como por nivel estático, que se denominó monitoreo "mixto". Dentro de estos puntos 7 se localizan en el perímetro urbano de

Oicatá y Tunja, y los 19 restantes se localizan en zona rural. Se resalta que 13 pozos se utilizan para abastecimiento público.

De manera general se puede prever que 18 puntos seleccionados servirán para monitorear el eje del sinclinal, mientras que los 27 puntos restantes localizados en los municipios aledaños servirán para monitorear los flancos, lo que resulta relevante dado que en estos sectores es donde se produce la recarga de los niveles acuíferos.

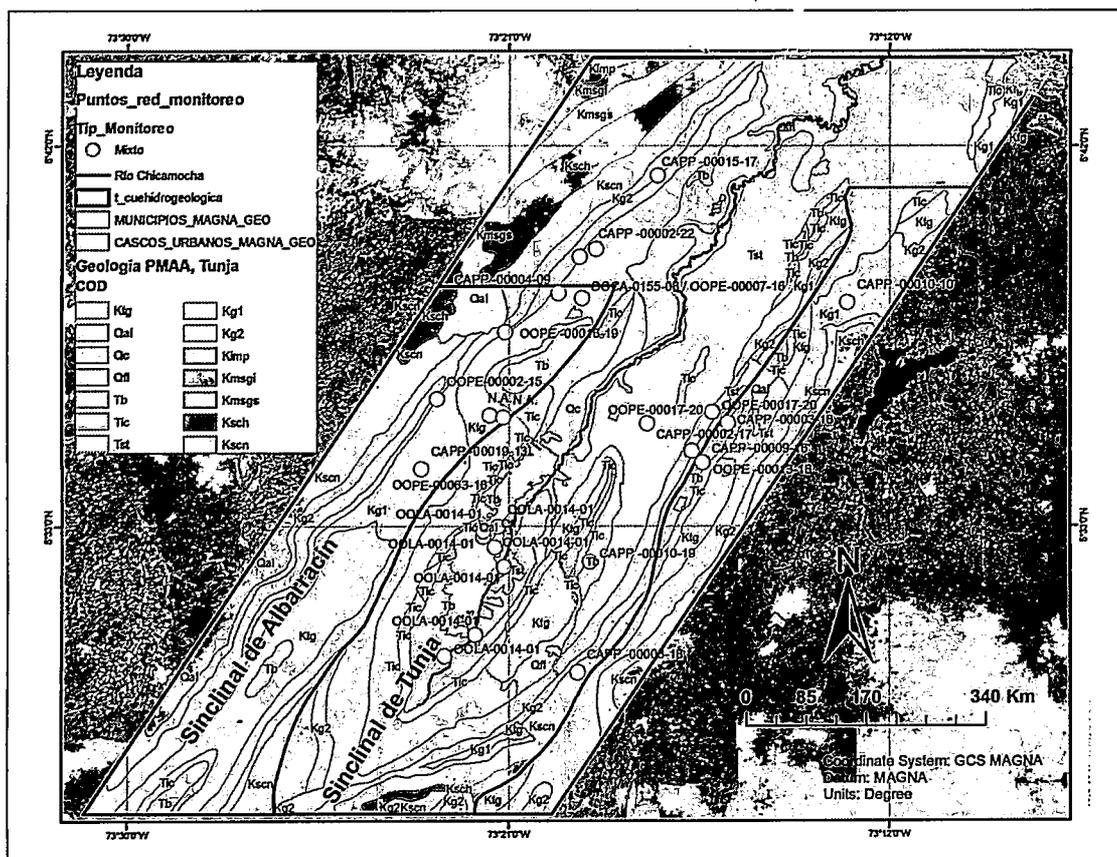


Figura 8. Distribución de pozos para monitoreo mixto (calidad + nivel estático)
Fuente: Elaboración propia, 2022

Las principales unidades de interés hidrogeológica están asociadas a las formaciones Arenisca Labor y Tierna, Bogotá, Tilatá y Cacho, y su distribución se presenta en la Tabla 13.

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

Tabla 13. Unidades geológicas a monitorear

Etiquetas de fila	Chivatá	Cómbita	Motavita	Oicatá	Soracá	Tunja	Tuta	Total general
TILATÁ	1					4		5
BOGOTÁ	1			1		5		7
CACHO		1		1		2		4
ARENISCA LABOR Y TIERNA		8	3	2	1		1	15
Total general	2	9	3	4	1	11	1	31

Fuente: Elaboración propia, 2022

Finalmente, en la Tabla 14 se presenta la relación de 10 pozos saltantes que fueron incluidos en la selección de puntos para integrar la red de monitoreo, de los cuales 1 punto está concesionado al municipio de Oicatá, 8 están concesionados al municipio de Tunja, operados por la empresa de servicios públicos Veolia, y 1 a la Universidad Santo Tomás de Aquino, también localizado en Tunja.

Estos puntos carecen de algún aditamento que permita tomar registros de nivel piezométrico, y el volumen de agua que emana del pozo genera un flujo superficial con descarga a la superficie del terreno que llega al sistema de alcantarillado.

Tabla 14. Relación de pozos saltantes

No_ Expediente	Municipio	Coordenadas		Predio	Estado	Unidad de captación
		Longitud	Longitud			
OOPE-00013-16	Oicatá	73°16'39.8"	5°34'47.5"	Gachiva	Operativo	Arenisca Labor Y Tierna
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'28.3"	5°32'51"	Recreacional	Operativo	Tilatá
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'14.62"	5°32'59.53"	U.P.T.C	Abandonado	Tilatá
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'5.67"	5°32'2.15"	Batallón Bolívar I	Inactivo	Tilatá
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'5.78"	5°32'2.22"	Batallón Bolívar II	Operativo	Bogotá - Cacho

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

No Expediente	Municipio	Coordenadas		Predio	Estado	Unidad de captación
		Longitud	Longitud			
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'19.31"	5°32'29.83"	Remonta	Abandonado	Tilatá
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'9.9"	5°32'34.3"	Estadio	Operativo	Bogotá - Cacho
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'35.4"	5°32'44.7"	Belalcázar	Operativo	Bogotá
OOLA-0014-01	Tunja	73°21'35.53"	5°32'52.91"	Fuente II	Operativo	Cacho
CAPP - 00008-20	Tunja	73°20'44.6"	5°32'56.38"	Campus USTA	Operativo	Bogotá - Cacho

Fuente: Elaboración propia, 2022

La distribución de los puntos se presenta en la Figura 9. En ella se evidencia que el pozo localizado en el municipio de Oicatá capta agua de la Formación Arenisca Labor y Tierna, lo cual resulta consecuente con la proximidad a la zona de recarga.

7.4. BASE DE DATOS DE PUNTOS SELECCIONADOS PARA INTEGRAR LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Finalmente, en el Anexo 4 se presenta la base de datos creada, la cual contiene la información de los 45 puntos evaluados y seleccionados por la mesa técnica para conformar la red de monitoreo del sistema acuífero de Tunja.

Esta base de datos se puede evidenciar en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233 ALEJANDRO PEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe\Anexo_4.

7.5. SOLICITUD A PERMISIONARIOS

Con el fin de formalizar la inclusión del punto en la red de monitoreo, se elaboró un documento de notificación a los permisionarios cuyos puntos fueron seleccionados por la mesa técnica. En el Anexo 5 se presenta el modelo de esta notificación.

Esta base de datos se puede evidenciar en la dirección:
 \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233 ALEJANDRO PEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe\Anexo_5

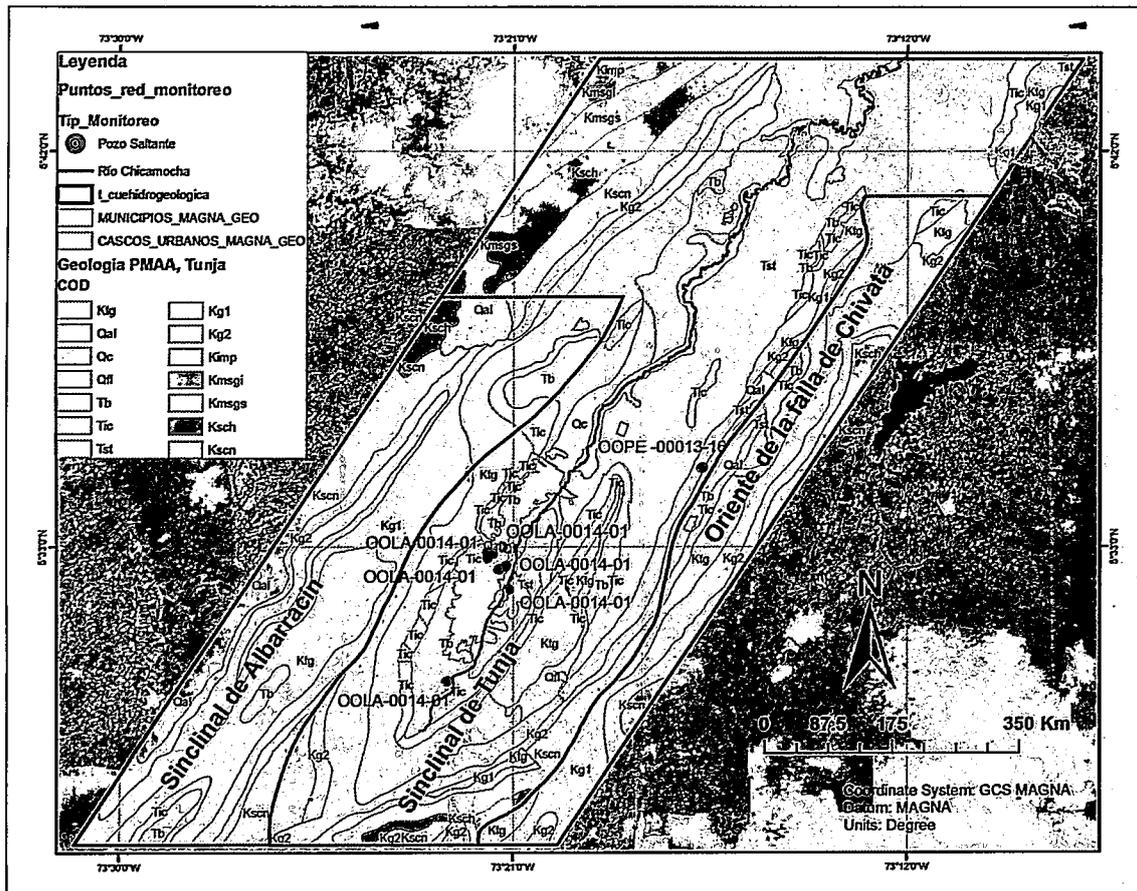


Figura 9. Distribución de pozos saltantes en el sinclinal de Tunja
 Fuente: Elaboración propia, 2022

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

8. CONCLUSIONES

El diseño de una red de monitoreo presentado se ajusta a lo que indica el Plan de Acción para el año 2022 "Gestión integral del recurso hídrico", para el proyecto "Aprovechamiento Sostenible del Agua" de la Subdirección de Ecosistemas y Gestión Ambiental, como medida de implementación del PMAA Sistema Acuífero de Tunja.

En este sentido, se cumplió con los objetivos específicos del trabajo respecto a la adquisición, ordenamiento, almacenamiento y análisis de la información secundaria disponible de entidades oficiales, así como de las captaciones de agua subterránea en el sinclinal de Tunja y su vecindad proveniente de los expedientes de permiso de prospección exploración de agua subterránea, concesiones de agua subterránea, o licencias ambientales. Esta base se puede visualizar en el Anexo 1.

La distribución de los puntos que hacen parte de la red de monitoreo permitirá ampliar el conocimiento de las unidades de alto interés hidrogeológico, asociadas principalmente a las formaciones Arenisca Labor y Tierna, Bogotá, Tilatá y Cacho, las cuales hacen parte del sistema acuífero de Tunja. Las perforaciones realizadas en estas unidades captan el agua a profundidades que no superan los 300 m. La base de datos que conforma la red de monitoreo se visualiza en el Anexo 4.

Aunque el diseño de la red de monitoreo presenta algunas deficiencias, principalmente asociadas a la densidad (16 km²/punto de monitoreo), y la concentración de 17 pozos en el perímetro urbano de Tunja. Esta red servirá como una herramienta para evaluar la disponibilidad del recurso subterráneo y generar una visión global de las características y comportamiento de las diferentes unidades geológicas potencialmente acuíferas, que permitirán establecer, entre otras, isólinas generadas para las unidades de captación, direcciones de flujo subterráneo, tanto a nivel local como regional, y zonas críticas detectadas a partir del análisis de la información.

De lo anterior se desprende una visión a futuro, pues es necesario incrementar el número puntos de observación de la red de monitoreo, incluyendo, además de pozos profundos, aljibes y/o manantiales, de tal forma que en el mediano y/o largo plazo el conjunto de registros históricos de niveles piezométricos y de evaluación de parámetros de calidad cuente con la información suficiente para planificar el

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

rediseño de la red de monitoreo mediante la aplicación de métodos geoestadísticos, como el Kriging, logrando interpolar espacialmente los puntos de la red, definiendo aquellas zonas donde se hace necesario intensificar el seguimiento.

Se desarrollaron actividades complementarias al diseño de la red como la elaboración de los oficios de solicitud de ingreso a predios para realizar visita ocular al punto preseleccionado (Anexo 2), la notificación escrita a los usuarios informando de la inclusión del punto (Anexo 3), y la creación de la base de datos donde se relacionan los puntos seleccionados para integrar la red de monitoreo (Anexo 4) en la cual se consigna la información del permisionario, las características de diseño del pozo y datos relevantes como la unidad de captación.

Al segmentar el tipo de monitoreo (por Calidad, Nivel estático o mixto) es necesario adoptar la toma de muestras para evaluar los parámetros físico químicos definidos en el decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), y/o establecer las concentraciones de iones mayoritarios. Para este último análisis se debe garantizar que el error del balance de carga (%EBC) no supere el 10%. La relación de parámetros sugerida para monitoreo y evaluación de parámetros fisicoquímicos se presenta en el Anexo 8.

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

9. RECOMENDACIONES

Durante la revisión de expedientes se hizo evidente que en algunos informes los profesionales que realizan los estudios de prospección geofísica no identifican la unidad geológica de interés hidrogeológico. Igualmente, en los informes de perforación se aprecia que algunas compañías de perforación no presentan el registro eléctrico de pozo, el diseño final, ni asocian la litología a la unidad de captación, lo cual dificulta la interpretación puntual dentro el acuífero. Por lo anterior se sugiere que los informes de prospección sean realizados por profesionales con idoneidad en geología, de tal forma que se evidencie el aporte de la exploración.

En el mismo sentido, los informes técnicos de perforación deben ser elaborados por personal idóneo que permita contar con información valiosa y ampliar el detalle del conocimiento del sistema acuífero de Tunja, para lo cual se puede recurrir al formato "Columna litológica" y el de "Información de diseño y construcción de pozos" del Banco Nacional de Datos Hidrogeológico -BNDH, diseñados por el Servicio Geológico Colombiano, los cuales se referencian como Anexo 6 y Anexo 7. Estos formatos se presentan en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233ALEJANDROPEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe.

Con el fin de establecer la cota real de monitoreo, se sugiere Instalar placas de nivelación en cada pozo que conforma la red. Deben estar debidamente georreferenciadas y niveladas, con el fin de disminuir la probabilidad de error durante la toma de registros de nivel estático en diferentes campañas.

Para realizar el monitoreo de niveles piezométricos se sugiere la adquisición de una sonda eléctrica con indicador sónico y lumínico, de extensión 300 m. En tanto, para la interpretación se recomienda la adquisición de un software especializado de hidrogeología que permita elaborar mapas de isopiezas y la consecuente dirección de flujo del agua subterránea para los diferentes acuíferos. El programa servirá para integrar de manera analítica el Modelo Hidrogeológico para las diferentes propiedades de las unidades de interés desde el punto de vista geológico, hidrológico, hidrodinámico e hidro geoquímico.

 <p>Corpoboyacá Región Estratégica para la Sostenibilidad</p>	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

9. RECOMENDACIONES

Durante la revisión de expedientes se hizo evidente que en algunos informes los profesionales que realizan los estudios de prospección geofísica no identifican la unidad geológica de interés hidrogeológico. Igualmente, en los informes de perforación se aprecia que algunas compañías de perforación no presentan el registro eléctrico de pozo, el diseño final, ni asocian la litología a la unidad de captación, lo cual dificulta la interpretación puntual dentro el acuífero. Por lo anterior se sugiere que los informes de prospección sean realizados por profesionales con idoneidad en geología, de tal forma que se evidencie el aporte de la exploración.

En el mismo sentido, los informes técnicos de perforación deben ser elaborados por personal idóneo que permita contar con información valiosa y ampliar el detalle del conocimiento del sistema acuífero de Tunja, para lo cual se puede recurrir al formato "Columna litológica" y el de "Información de diseño y construcción de pozos" del Banco Nacional de Datos Hidrogeológico -BNDH, diseñados por el Servicio Geológico Colombiano, los cuales se referencian como Anexo 6 y Anexo 7. Estos formatos se presentan en la dirección: \\Ecosistemas2\compartida\11019 CONTRATOS\1101905 CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS\GIRH 2022\CPS233ALEJANDROPEREZ\DISEÑO_RED_MONITOREO\Anexos_Informe.

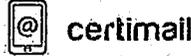
Con el fin de establecer la cota real de monitoreo, se sugiere Instalar placas de nivelación en cada pozo que conforma la red. Deben estar debidamente georreferenciadas y niveladas, con el fin de disminuir la probabilidad de error durante la toma de registros de nivel estático en diferentes campañas.

Para realizar el monitoreo de niveles piezométricos se sugiere la adquisición de una sonda eléctrica con indicador sónico y lumínico, de extensión 300 m. En tanto, para la interpretación se recomienda la adquisición de un software especializado de hidrogeología que permita elaborar mapas de isopiezas y la consecuente dirección de flujo del agua subterránea para los diferentes acuíferos. El programa servirá para integrar de manera analítica el Modelo Hidrogeológico para las diferentes propiedades de las unidades de interés desde el punto de vista geológico, hidrológico, hidrodinámico e hidro geoquímico.

Pat, Info <info.tunja@veolia.com>

Responder a: info.tunja@veolia.com

Para: Aloncion Usuario Corpoboyaca <ousuario@corpoboyaca.gov.co>, corpoboyaca@corpoboyaca.gov.co, notificaciones2020@corpoboyaca.gov.co



Un servicio de Certimail™. Validez y seguridad de todos los mensajes.
Este es un Email Certificado™ enviado por Pat, Info.

Forwarded message

De: Rodríguez, Gina Ibetto <gina.ibetto.rodriguez@veolia.com>

Date: mié, 13 Jul 2022 a la(s) 14:32

Subject: 20222210018672

To: Info Pat <info.tunja@veolia.com>

ousuario@corpoboyaca.gov.co
corpoboyaca@corpoboyaca.gov.co
notificaciones2020@corpoboyaca.gov.co

Regards

Gina Ibetto Rodríguez Ramírez

Auxiliar de oficina

Gerencia de Planeación y Construcciones

Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P

Tel.: +57 87 440088

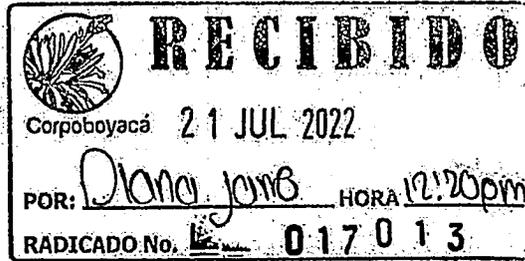
Dirección postal / Cra. 3 este No. 11 - 20

Tunja/Boyaca/Colombia

www.veolia.com.co/tunja-yopal

gina-ibetto.rodriguez@veolia.com

<http://www.veolia.com/plcs/linkedin-icon-5mm.jpg> <http://www.veolia.com/plcs/twitter-icon-5mm.jpg> <http://www.veolia.com/plcs/youtube-icon-5mm.jpg>



Cordial Saludo,



VAT INFO

Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P

Tel.: +57 87 440088 Ext. 141 Fax +57 87 440 088

Dirección postal / Cra. 3 este No. 11 - 20 Tunja/ Colombia

Antes de imprimir este mensaje, asegúrese de que es realmente necesario

Uso del correo electrónico de Veolia

Este correo electrónico y, en su caso, cualquier fichero anexo al mismo, contiene información de carácter confidencial exclusivamente dirigida a su destinatario o destinatarios y propiedad de Veolia y filiales. Queda prohibida su divulgación, copia o distribución a terceros sin la previa autorización escrita de Veolia, en virtud de la legislación vigente. En el caso de haber recibido este correo electrónico por error, se ruega notificar inmediatamente esta circunstancia mediante reenvío a la dirección electrónica del remitente y la destrucción del mismo.

Afin de contribuer au respect de l'environnement, merci de n'imprimer ce mail qu'en cas de nécessité.

Usage du courrier de Veolia

Ce message électronique et ses fichiers attachés sont strictement confidentiels et peuvent contenir des éléments dont Veolia et/ou l'une de ses entités affiliées sont propriétaires. L'utilisation, la divulgation, la publication, la distribution, ou la reproduction non expressément autorisées par Veolia de ce message et de ses pièces attachées sont interdites. Si vous avez reçu ce message par erreur, merci de le retourner immédiatement à son émetteur et de le détruire ainsi que toutes les pièces attachées.

Please consider the environment before printing this email

Veolia Internet Mail Use

The information in this e-mail and any attachment is classified as Veolia and subsidiaries Confidential and Proprietary Information and solely for the attention and use of the named addressee(s). You are hereby notified that any dissemination, distribution or copy of this communication is prohibited without the prior written consent of Veolia and is strictly prohibited by law. If you have received this communication in error, please, notify the sender by reply e-mail.



Al contestar por favor cite estos datos

Radicado No: 20225000144151

Tunja, 08-07-2022

Sonia Natalia Vásquez Díaz
Subdirectora de Ecosistemas y
Gestión Ambiental
Corpoboyacá
corpoboyaca@corpoboyaca.gov.co
ousuario@corpoboyaca.gov.co
Antigua Vía Paipa No. 53-70
Tunja, Boyacá, Colombia

William Ricardo Hernández Sanabria
Gerente General (E)
Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P.

Vigilado por la superintendencia de servicios públicos domiciliarios

Asunto: Su Respuesta a oficio con radicado de Corpoboyacá 160- 006905 y radicado interno de Veolia 20222210018672 del 24 de mayo de 2022.

Respetada Ingeniera Sonia Natalia,

En atención al oficio radicado con código interno 20222210018672 el día 24 de mayo de 2022 en el cual se solicita visita técnica a los Pozos profundos localizados en el Casco Urbano y vereda Runta del municipio de Tunja, de la manera mas atenta la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P se permite informar lo siguiente:

Durante la visita técnica programada para el día 13 de junio de 2022 a partir de las 8:00 am, se contó con el acompañamiento de funcionarios de: *Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P* y *CORPOBOYACÁ* en los pozos: Recreacional, UPTC, Pensilvania, COOSERVICIOS 2, COOSERVICIOS 1, San Antonio, Silvino Rodríguez, Caminos Vecinales, Batallón Bolívar I, La Remonta, Estadio, Belalcázar, Fuente II, y San Francisco. Para la visita técnica del pozo Runta, localizado en la vereda Runta del municipio de Tunja, hubo un acompañamiento de la *Secretaría de Desarrollo Municipal* y un miembro de la *Asociación de suscriptores del acueducto El Origen Malmo Arrayanes y Agua Blanca vereda Runta del municipio de Tunja Boyacá*, teniendo en cuenta que dicho pozo no es de jurisdicción de la empresa.

Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P

NIT.820.000.671-7

Carrera 3 este N°11-20 Tunja - Colombia

Telefono. (+57-8) 7 440 088 Ext.142 -fax (+57-8) 7 440 088 Ext. 110

www.Veolia.com.co/tunja

Anexo 1. Características técnicas de Pozos Profundos

SECTOR	N°	NOMBRE DEL POZO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	POSICIÓN DE FILTROS			PROFUNDIDAD TOTAL DEL POZO	PROFUNDIDAD DE LA BOMBA (m)	NIVEL DINÁMICO (m)	FECHA DE TOMA	NIVEL ESTÁTICO (m)	FECHA DE TOMA	UNIDAD GEOLÓGICA DE CAPTACIÓN							
				# Filtros	Cota inicial	Cota Final														
SECTOR SUR-ORIENTE	1	RUNTA	1997	Filtro 1	34.50	49.5	150	27.5	7.6	2021	13.36	2021	N.E							
				Filtro 2	79.40	96.30														
				Filtro 3	131	137														
	2	PENSILVANIA	1997	Filtro 1	55.2	61.22	246	69.58	20.4	2022	18	2019	Fm Tilata, Bogotá y Cacho							
				Filtro 2	74.02	80.02														
				Filtro 3	137.00	145.20														
				Filtro 4	155	161														
				Filtro 5	168.54	174.54														
				Filtro 6	186.98	192.98														
				Filtro 7	206.80	208.80														
	3	SAN FRANCISCO	1990	N.E			205	74	40	2019	15	2019	Fm Bogotá y Cacho							
				Filtro 1	127.5	144								267	88	82	2022	46	2022	Fm Bogotá
				Filtro 2	156	177														
	Filtro 3	245	257																	
	Filtro 4	260	265																	
	5	COOSERVICIO S.I	1985	Filtro 1	99.1	101.1	225	86	10	2022	14	2022	Fm Bogotá							
				Filtro 2	102.3	108.5														
				Filtro 3	123.2	126.3														
Filtro 4				130.7	132.3															
Filtro 5				149	152.2															
Filtro 6				154.07	159															

			<i>Filtro 3</i>	201.16	210.16							
			<i>Filtro 4</i>	219.34	210.26							
			<i>Filtro 5</i>	219.44	225.6							
			<i>Filtro 6</i>	231.92	235							
14	FUENTE II	1996	<i>Filtro 1</i>	47.5	75.5	121	110.5	34.20	2019	SALTANTE	2022	Fm Tilata y Bogota
			<i>Filtro 2</i>	82.45	98							
			<i>Filtro 3</i>	102	105							
			<i>Filtro 4</i>	110	116							
15	LA REMONTA	1990	<i>Filtro 1</i>	183	191.8	245	Fuera de servicio (no cuenta con equipos)	Fuera de servicio (no cuenta con equipos)	2019	SALTANTE	2019	

	POZO INCLUIDO EN ACTA DE ENTREGA EN CONCESIÓN
N.E	NO EXISTE INFORMACIÓN

	<p>REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL</p> <p>CONTRATO CPS2022-233</p>	<p><i>Alejandro Pérez Vega</i> <i>Ingeniero Geólogo</i> <i>Msc. Hidrogeología Ambiental</i></p>
<p>INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA</p>		

10. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCARS. (s.f.). *Asocars*. Recuperado el 18 de 07 de 2022, de <https://www.asocars.org>
- CORPOBOYACÁ - HIDROBOYACA. (2016). *PMAA del sistema acuífero de Tunja*. Boyacá, Tunja.
- CORPOBOYACA. (2016). *Plan de Acción 2016-2019*. Tunja.
- CORPOBOYACA. (2020). *Resolución 1599 del 11 de septiembre de 2020*. Tunja.
- IDEAM, INVEMAR. (2017). *Protocolo de monitoreo del agua*. Bogotá D.C., Colombia.
- INGEOMINAS. (1976). Geología de las plancha 171 Duitama, 191 Tunja, 211 Tauramena y 230 Monterrey cuadrángulos J-12 Y K-13 Escala 1:100.000. *Boletín Geológico*, 24(2), 55.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía metodológica para la formulación de PMAA*. MADS, Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Decreto 1076 de 2015*. Recuperado el 30 de 06 de 2022, de <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Recuperado el 15 de 06 de 2022, de <https://www.minambiente.gov.co/>
- UNESCO, W. (1978). *A guide for the collection and interpretation of water quality data*. Paris.
- Vargas, N. (2004). Monitoreo de aguas subterráneas. *Subdirección Hidrología - IDEAM*, 10.



REALIZAR ACTIVIDADES EN MARCO DEL PROGRAMA DEL PLAN DE ACCIÓN "GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS" EN EL PROYECTO "APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA", EN LA SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONTRATO CPS2022-233

*Alejandro Pérez Vega
Ingeniero Geólogo
Msc. Hidrogeología Ambiental*

INFORME DEL DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

ANEXOS