

FORMULAR EL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.

CONTRATO N° CCC 2015173

INFORME DE FORMULACIÓN
MARZO DE 2016



Supervisores Adriana Ríos Moyano Raul Torres Torres Equipo técnico de CORPOBOYACÁ	Revisó Juan Pablo Macias Manuel Alarcón	Aprobó Cesar Rodríguez
--	--	----------------------------------



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RIO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012	4
1. MARCO LEGAL	4
2. FORMULACIÓN	7
2.1. Descenso de niveles piezométricos.....	8
2.2. Riesgos de contaminación.....	9
2.3. Plan estratégico	10
2.3.1. Estrategias del Plan.....	10
2.4. Marco Lógico.....	15
3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DEL PMAA CON RELACIÓN A LOS DEMÁS ENTES E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.	16
3.1. Articulación con los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA).....	17
3.2. Competencias institucionales	18
4. BIBLIOGRAFÍA	20



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Escenarios contemplados en la formulación del PMAA.....	8
Figura 3-1. Cuencas hidrológicas ubicadas en el área de estudio.....	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1. Instrumentos de planificación de recursos hídricos	16
Tabla 3-2. Evaluación del grado de competencias de cada ente administrativo del recurso hídrico.....	19

LISTA DE ANEXOS

- 1. PLAN ESTRATÉGICO**
- 2. MARCO LÓGICO PMAA**



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá, en el marco de la implementación de la Política Nacional señalada por el Artículo 1640 del 2012 en donde se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos trabaja en la FORMULACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUIFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RIO CHICAMOCHA) bajo el esquema de la estrategia de socialización y participación “HAZ TUYO EL ACUIFERO”

El consorcio HIDROBOYACA conformado por las empresas INGFOCOL e HIDROCERON, en el marco del CONTRATO N° CCC 2015173 de 2015, desarrolla el proyecto de FORMULACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUIFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RIO CHICAMOCHA). Para el desarrollo del proyecto se han adelantado diferentes actividades técnicas de conformidad con el Plan de Trabajo. En tal virtud, se presenta el correspondiente Informe de aprestamiento del contrato.

El objetivo general del proyecto consiste en a) definir el modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero de Tunja (Cuenca Alta Río Chicamocha), delimitando el acuífero superficial y de profundidad, levantando la línea base hidrogeológica estableciendo el Sistema de Información del Recurso Hídrico Subterráneo, b) reconocer los actores sociales que intervienen directa o indirectamente en el plan, c) determinar la disponibilidad actual y potencial hídrico subterráneo del sistema acuífero, e) establecer el uso y demanda del recurso hídrico subterráneo del área de estudio, f) realizar la síntesis sobre la calidad del recurso hídrico subterráneo, g) identificar amenazas y estado de vulnerabilidad del sistema acuífero, con el respectivo análisis de riesgos, h) definir las áreas de recarga y el estado actual de esas zonas, con su delimitación, caracterización y cuantificación, i) definir reservas del recurso hídrico subterráneo para el acuífero superficial y el de mayor profundidad y j) definir los programas y proyectos estratégicos para la implementación del Plan de Manejo Ambiental del Sistema Acuífero.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RIO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012

1. MARCO LEGAL

En términos del establecimiento del marco legal para la Gestión Integral del Recurso Hídrico se remonta a la Constitución Política del Colombia, en donde se establece que es un deber del Estado velar por la protección de la diversidad e integridad del medio ambiente, conservando áreas estratégicas para el mantenimiento de los ecosistemas, y fomentar la educación ambiental en el país para alcanzar dicho objetivo.

La Carta Magna por su parte señala que el Estado deberá planificar el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en donde se debe apuntar a la conservación, restauración o sustitución de los mismos, previniendo cualquier tipo de deterioro, e imponiendo sanciones y actividades de restauración a quienes lo hagan.

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente establece los principios, normas generales y regulaciones para la gestión de los recursos en el país. Dicho código estableció el concepto de ordenación por cuencas hidrológicas, en donde la planeación del uso coordinado del suelo, agua, flora y fauna se orientará por dicha unidad de gestión.

Por otro lado el código determina también que la base de un Plan de Ordenación y Manejo deberá consultar a los usuarios de la cuenca y a cada entidad que desarrolle sus actividades dentro de la región.

En materia de “prevención y control de la contaminación” el código también menciona las responsabilidades asignadas para garantizar el mantenimiento de la calidad del agua, estableciendo que el recurso hídrico es objeto de protección y control especial, en donde se deben asignar zonas de especial cuidado en la cuales debe ser prohibido realizar descargas contaminantes sin tratamiento previo.

Así mismo en cuanto asignación y priorización de usos del recurso hídrico el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente determina que en la priorización del aprovechamiento de las aguas se tendrá en cuenta siempre la preservación del recurso, además mantener reservas del mismo para afrontar etapas de escases.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



Con la llegada de la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio de Ambiente con el fin de asignar a este la responsabilidad primordial de la gestión del medio ambiente y los recursos naturales renovables, además de incorporar los lineamientos para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental, fijando las pautas para el manejo y el ordenamiento del recurso a través de las cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial. En cuanto el Ministerio de Ambiente corresponderá al formular la Política Nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables.

El artículo 30 de la misma Ley, establece que las Corporaciones Autónomas Regionales tendrán por objeto 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 conformidad con el Artículo 215 de la Ley 1450 de 2011, en relación con la Gestión Integral del Recurso Hídrico, implica en el área de jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible: “a) El Ordenamiento del Recurso Hídrico, el establecimiento por rigor subsidiario, de normas de calidad para el uso del agua y los límites permisibles para la descarga de vertimientos; b) El otorgamiento de concesiones de aguas, la reglamentación de los usos del agua, el otorgamiento de los permisos de vertimiento y la reglamentación de los vertimientos; c) Fijar y recaudar conforme a la ley, las tasas, contribuciones y multas por concepto del uso y aprovechamiento del recurso hídrico; d) La evaluación, control y seguimiento ambiental de la calidad del recurso hídrico, de los usos del agua y de los vertimientos; e) La imposición y ejecución de las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley; f) La formulación, ejecución y cofinanciación de programas y proyectos de recuperación, restauración, rehabilitación y conservación del recurso hídrico y de los ecosistemas que intervienen en su regulación; g) Formulación y ejecución de los proyectos de cultura del agua; h) Requerimiento y seguimiento a los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua; (...)”.

En la misma ley se establece en relación a comisiones conjuntas, que corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, integrar y presidir las Comisiones Conjuntas, además de ejecutar los recursos para la formulación e implementación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas con Comisión Conjunta.

La Ley 1523 de 2012, establece que el riesgo asociado al recurso hídrico es un componente fundamental dentro del proceso de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y cada plan debe incorporar un componente gestión del riesgo dentro de los mismos.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



El decreto 1640 de 2012 reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos; que para el caso de los Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos en materia de selección y priorización, los acuíferos que presenten condiciones de desabastecimiento o contaminación, sean la única fuente de abastecimiento para consumo humano, en el caso de existir conflictos por el uso del agua o cuando se requiera que dicho acuífero sea una fuente alterna por desabastecimiento de agua superficial, deberán contar con un PMAA para asegurar su sostenibilidad.

En el mismo decreto se establece que cuando los límites del acuífero pertenezcan a más de una jurisdicción las autoridades ambientales competentes concertarán el proceso de planificación y administración del agua subterránea.

De manera específica, en relación con el Ordenamiento del Recurso Hídrico, el artículo 2.2.3.3.1.4. del Decreto 1076 de 2015, establece que la Autoridad Ambiental Competente deberá realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico con el fin de realizar la clasificación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos de que trata el artículo 2.2.3.3.2.1. del mencionado decreto y sus posibilidades de aprovechamiento. Así mismo, el artículo 2.2.3.3.1.4. del Decreto 1076 de 2015, define como Ordenamiento del Recurso Hídrico, “el proceso de planificación del mismo, mediante el cual la autoridad ambiental competente:

- 1. Establece la clasificación de las aguas.*
- 2. Fija su destinación y sus posibilidades de uso, con fundamento en la priorización definida para tales efectos en el artículo 2.2.3.2.7.6. del mencionado Decreto.*
- 3. Define los objetivos de calidad a alcanzar en el corto, mediano y largo plazo.*
- 4. Establece las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.*
- 5. Determina los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva.*
- 6. Fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará, la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas.*
- 7. Establece el programa de seguimiento al recurso hídrico con el fin de verificar la eficiencia y efectividad del ordenamiento del recurso”.*



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

2. FORMULACIÓN

El Plan de Manejo Ambiental del sistema Acuífero de Tunja plantea programas y proyectos en un horizonte de cinco (5) años, los cuales se encuentran en concordancia con los riesgos identificados a lo largo del presente proyecto.

Los principales riesgos identificados relacionados como posibles afectaciones para el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo, durante la etapa de diagnóstico se relacionan a continuación:

1. El descenso de los niveles piezométricos, impacto relacionado con la sobreexplotación del sistema acuífero por parte de los usuarios del recurso hídrico subterráneo, es decir, escenario en el cual el volumen de extracción anual sea superior al volumen de recarga natural anual.
2. El riesgo por contaminación de aguas subterráneas, por efecto de la infiltración de sustancias contaminantes de origen antrópico hacia el sistema acuífero.

El escenario deseable para garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos de agua subterránea está determinado entonces por el comportamiento de los niveles piezométricos y de la calidad del agua subterránea.

En la Figura 2-1 se plantean los escenarios posibles y las acciones a seguir de acuerdo con el escenario que se esté desarrollando. De ésta manera se entiende, que la formulación de escenarios permite establecer las pautas básicas para mitigar cualquiera de los riesgos mencionados anteriormente, realizando monitoreos de manera continua a los niveles del sistema acuífero, y a la posible afectación de la calidad del agua subterránea a través de pozos de monitoreo implementados de manera estratégica a lo largo del sistema acuífero.

El escenario deseado es aquel en el cual los niveles piezométricos se mantienen (Temporal y espacialmente), en toda la cuenca Hidrogeológica del sinclinal de Tunja. Ello implica que los volúmenes de extracción anual no superen los de recarga anual. En cuanto a la calidad del agua subterránea, el escenario deseable es que la calidad no se sea afectada. Para que dicho escenario se cumpla, es necesario realizar un monitoreo continuo, de los dos parámetros.



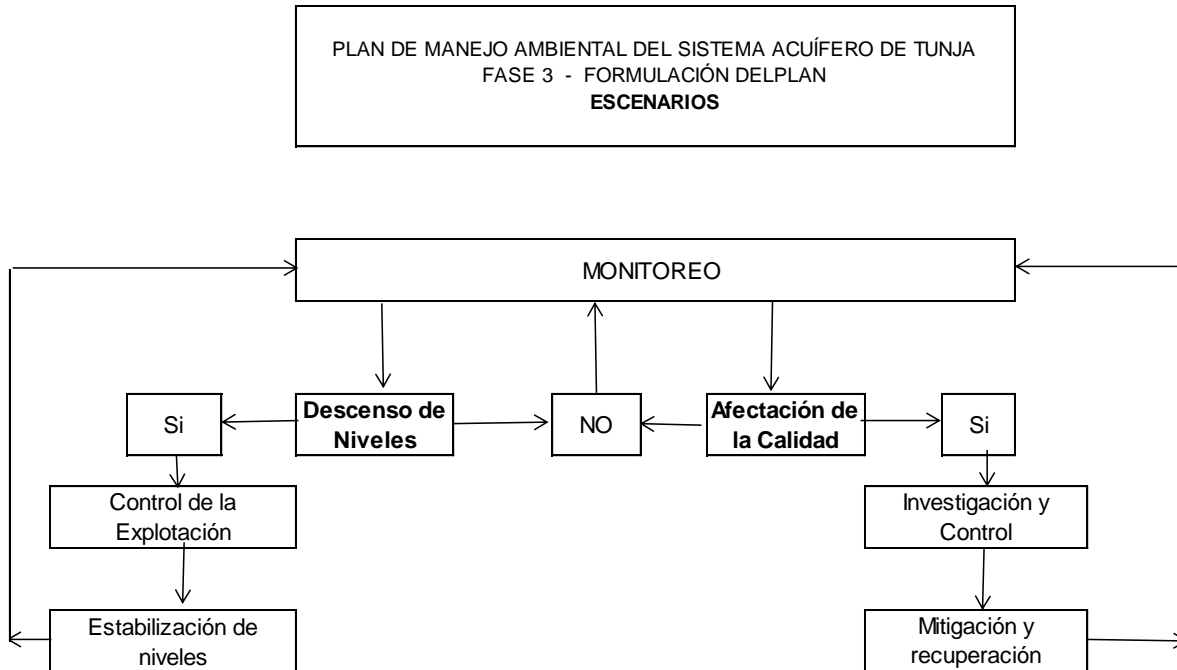
Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

Figura 2-1. Escenarios contemplados en la formulación del PMAA



Fuente: Hidroboyacá, 2016

Cuando quiera que el escenario deseado no se cumpla (es decir cuando se presenten descensos indeseables de los niveles piezométricos, o afectación de la calidad del agua subterránea), se debe proceder a ejercer un control de la explotación, tendiente a estabilizar los niveles, o bien realizar procesos de investigación y control de la calidad, con el fin de mitigar, recuperar y conservar las condiciones hidrogeoquímicas naturales.

Para tal fin, se plantearon los programas y proyectos a seguir en el Plan de Manejo Ambiental del Sistema Acuífero de Tunja, dentro del componente programático establecido en el presente documento.

2.1. Descenso de niveles piezométricos

En los estudios realizados anteriormente por CORPOBOYACÁ, se hace referencia a importantes descensos de niveles piezométricos (abatimientos), dentro de los pozos de aprovechamiento de aguas subterráneas, que podrían afectar los niveles acuíferos que se han venido explotando en el sistema acuífero de Tunja. Tal circunstancia implicaría una disminución de la oferta, amenazando el aprovechamiento sostenible del recurso agua.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

Como se señala en la etapa de diagnóstico del proyecto, muchos de los niveles reportados como estáticos (naturales), corresponden en realidad a niveles dinámicos (generados por el bombeo).

El análisis, evaluación y conclusiones de la información procesada en el presente estudio, permite entonces inferir, que los abatimientos que se han registrado no son tan alarmantes como se había señalado años atrás. Inclusive los pozos reportados como saltantes continúan siéndolo en la actualidad.

Sin embargo, en algunos pozos como Cooservicios-1, se reportan descensos del nivel estático (del orden de 8 m en 29 años), y Cooservicios 2, descensos del orden de 10 m (en 12 años), magnitudes que aunque no son alarmantes, si pueden señalar que el volumen de extracción de agua subterránea, en algunos sectores, puede estar acercándose a los valores de infiltración y recarga, o ser mayor que ésta. Por esta razón es conveniente iniciar el proceso de manejo y protección del sistema acuífero mediante el desarrollo y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, cuyas estrategias se plantean más adelante.

2.2. Riesgos de contaminación

En cumplimiento del estudio, se diseñó un plan para la identificación futura de fuentes de contaminación, cuya relación se presentan en el tema correspondiente a Amenazas

En el área urbana, las principales fuentes de contaminación están relacionadas con estaciones de servicio (suministro de derivados del petróleo), rellenos sanitarios, conductos y sistemas de drenaje, entre otros

En el área rural, también se podrían presentar riesgos de contaminación, por actividades agropecuarias (como consecuencia del posible uso de pesticidas y fertilizantes), particularmente en los sitios en donde aflora el acuífero profundo, los cuales integran las zonas de recarga de los acuíferos, principalmente de las formaciones Labor y Tierna.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

2.3. Plan estratégico

El plan estratégico de manejo ambiental del sistema acuífero de Tunja, está entonces orientado hacia la ejecución de programas y proyectos relacionados, por una parte, con el monitoreo y control de los abatimientos generados por la explotación de aguas subterráneas y por otra, con el monitoreo de la calidad del agua subterránea.

Para facilitar la lectura y comprensión del “Plan de manejo ambiental del sistema acuífero de Tunja”, el Plan se presenta en los **Anexos 1 y 2**. La primera se denomina Estrategias del Plan y en ella se agrupan los programas y proyectos, con una breve descripción de los mismos, se señalan los indicadores verificables objetivamente (IVO), las fuentes de verificación y los supuestos.

En el Marco Lógico adjunto (**Anexo 2 - Marco Lógico**), se detalla el plan operativo general, incluyendo los programas y proyectos, y componentes tales como, indicadores verificables, responsables, recursos (técnicos, económicos y humanos), supuestos y cronograma.

A continuación se hace una descripción general de los programas y proyectos

2.3.1. Estrategias del Plan

El Plan se encuentra conformado por cinco programas, cada uno de estos contiene varios proyectos, los cuales se describen a continuación:

2.3.1.1. Programas y Proyectos

PROGRAMA 1- CONSOLIDACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL:

El modelo hidrogeológico conceptual de cualquier área, está integrado en esencia por los siguientes modelos.

1. El Modelo geológico básico.
2. El modelo hidrológico
3. El modelo hidráulico
4. El modelo hidrogeoquímico y
5. El modelo isotópico



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN "HAZ TUYO EL ACUÍFERO", EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



Para poder consolidar el modelo hidrogeológico conceptual, es necesario desarrollar todos y cada uno de los modelos mencionados, lo cual se hará a través de los cinco proyectos que se detallan a continuación.

Para los efectos requeridos, se considera que el modelo geológico del sinclinal de Tunja, y su área de influencia (excepto en sitios en donde se requiera información más detallada en el futuro.)

Proyecto 1. El modelo hidráulico está por desarrollar casi en su totalidad. Para poder evaluar y hacer pronósticos de los recursos hídricos subterráneos, es necesario disponer de las llamadas constantes hidráulicas de los acuíferos (v.gr. transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento), que deben obtenerse mediante pruebas de bombeo realizadas con información de abatimientos dinámicos, obtenidos en pozos de observación. Para ello se requiere perforar pozos de observación, en cercanías de un mínimo de tres pozos de bombeo, distribuidos adecuadamente dentro del sinclinal de Tunja.

Proyecto 2. Para obtener el modelo hidrogeoquímico se deben realizar campañas anuales de muestreo de aguas subterráneas obtenidas de los pozos de monitoreo seleccionados para tal fin. A partir de la información obtenida en los dos o tres primeros años, se podrá: en primer lugar, identificar las características hidrogeoquímicas de los diferentes niveles acuíferos, y en segundo término investigar el grado de conservación de la calidad del agua subterránea identificando posibles riesgos de contaminación, tanto espacial como temporalmente.

Proyecto 3. La información isotópica permite obtener información sobre el origen del agua subterránea, dirección de movimiento, tiempos de tránsito o de residencia del agua subterránea, interconexiones, zonas de contaminación, etc. etc. Para ello se requiere planear varias campañas de muestreo y análisis de isótopos estables (H-2 y O-18) y de isótopos radiactivos (Tritio y Carbono-14)

Es importante aclarar que para el correcto y eficiente desarrollo de los modelos 3, 4, y 5, es necesaria la participación de especialistas, para lo cual se debe realizar el fortalecimiento institucional de CORPOBOYACA, en los aspectos relacionados con aguas subterráneas, que se presenta, en el Programa 2, o acudir a expertos calificados y con amplia experiencia en los temas a abordar.

Modelos matemáticos- Solamente cuando se disponga de los tres primeros modelos, se tendrá la información requerida para aplicar modelos matemáticos computacionales, que permitan hacer evaluaciones y pronósticos sobre el comportamiento del agua subterránea a corto, mediano y largo plazo. Sin la



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



información requerida, los modelos matemáticos pueden resultar muy teóricos o especulativos, y de interés solamente académico.

PROGRAMA 2- FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y GOBERNANZA:

Se requiere fortalecimiento institucional de CORPOBOYACÁ en materia de aguas subterráneas, para lo cual se deben desarrollar los siguientes proyectos.

Proyecto 1- Integración del “Grupo de Aguas Subterráneas -GAS-” El primer paso que se debe dar para lograr el fortalecimiento institucional de CORPOBOYACÁ, en los aspectos de aguas subterráneas, es integrar el “Grupo de Aguas Subterráneas” que debe estar liderado por un ingeniero Geólogo con Especialización en Hidrogeología y/o Gestión Ambiental con la colaboración de un Ingeniero Geólogo, Ingeniero Ambiental y un Técnico. Este grupo debe tener a su cargo todos los temas que sobre aguas subterráneas necesita abordar CORPOBOYACÁ, los cuales son complejos, amplios y variados (v.gr. monitoreo, control de expedientes, concesiones, evaluación regional del agua -ERA-, etc.).

Proyecto 2. Se debe capacitar a los Ingeniero Geólogos y Ambientales, en aspectos de aguas subterráneas que la corporación debe abordar en cumplimiento de su misión institucional, facilitando y estimulando diplomados, especializaciones o maestrías en hidrogeología.

Proyecto 3. En temas de **investigación**, es importante la interacción y cooperación de CORPOBOYACÁ con institutos de investigación y con universidades. Se requiere realizar investigación detallada en aspectos relacionados con la calidad del agua subterránea, y a la existencia de posibles contaminantes provenientes del uso de pesticidas y fertilizantes, que dada su concentración, requieran el **análisis de trazas**, dicha investigación exige la disponibilidad de laboratorios especializados.

Proyecto 4. Es necesario que CORPOBOYACÁ adquiera equipos (v.gr. set para medición de parámetros básicos en campo) y el software básico (v.gr. Aquitest, Aquichem.)

Proyecto 5. Esta parte permite educar a la población en temas relevantes con el propósito de concientizar y generar cambios en las actividades cotidianas. Lo anterior se logrará por medio de capacitaciones, talleres, foros, y será vital para el desarrollo del Plan de Manejo. Muchos de los malos manejos que se le dan al recurso son a raíz de la falta de conocimiento con respecto a las prácticas que benefician o no al medio ambiente. Sin embargo, educar a los distintos actores traerá beneficios que permitirán contribuir a la sostenibilidad del recurso.



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

Es importante tener en cuenta a los actores realmente involucrados en el área de estudio puesto que en las diferentes etapas de la formulación del *Plan de Manejo del Sistema Acuífero de Tunja*, se pudo observar que los asistentes a los talleres y socializaciones, en ocasiones no hacían parte del área de influencia del proyecto.

Teniendo en cuenta que el proyecto incluye 14 municipios, la Corporación puede aprovechar los eventos y fiestas de estos para divulgar de manera efectiva las distintas actividades que se llevarán a cabo. Las convocatorias telefónicas no siempre dan los resultados esperados.

Adicionalmente, se recomienda utilizar actores influyentes en cada municipio, estos son, personas que tengan poder de convocatoria por el rol que desempeñan y se caracterizan por ser confiables para la comunidad. Ellos son clave para darle continuidad a las siguientes etapas del Plan de Manejo. Podemos incluir en este grupo a personas tales como: párrocos, profesores, líderes comunitarios, cantantes, etc.

También se considera que el seguimiento a las actividades desarrolladas es de suma importancia. La Corporación necesita generar mecanismos que permitan medir la efectividad de las actividades que se hacen con la comunidad por medio de sondeos, comentarios de la gente en redes sociales, encuestas, entre otros.

Proyecto 6. El proyecto de divulgación incluye las estrategias comunicativas que se utilizan para reforzar todo lo relacionado con el Plan de Manejo. La idea es usar diferentes formas con el propósito de interiorizar los puntos relevantes, y generar en la población acciones que contribuyan a la conservación del recurso hídrico. Durante el año se pretenden desarrollar dos campañas usando canales de comunicación tales como: cuñas radiales, artículos informativos, redes sociales, cartillas, videos, etc.

Proyecto 7. Gobernanza se logra haciendo los esfuerzos requeridos y tomando las acciones necesarias para que se pueda llegar finalmente a acuerdos entre los actores, institucionales, gremiales y sociales.

PROGRAMA 3- PROTECCIÓN DE ZONAS DE RECARGA. REFORESTACIÓN Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

La protección de las zonas de recarga están directamente relacionadas en primer lugar con su reforestación y en segundo término con el monitoreo y control de actividades que puedan contaminar el sistema acuífero, en zonas urbanas (estaciones de servicio, conductos y sistemas de drenaje, cementerios etc.), y en zonas rurales (áreas de cultivo, explotación arenosa, explotación de carbón, explotación de arcilla, pozos sépticos de viviendas rurales y botaderos o rellenos sanitarios de residuos sólidos entre otros)



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



Proyecto 1. Con el objeto de prevenir la contaminación es necesario realizar un monitoreo periódico de las aguas subterráneas.

Para ello se deben instalar pozos de monitoreo en sitios que potencialmente puedan ser afectados, registrando información sobre niveles piezométricos y tomando muestras periódicas (semestrales), para hacer análisis físico químicos totales y de parámetros seleccionados de acuerdo con la naturaleza de los posibles contaminantes.

Adicionalmente se recomienda tramitar un proyecto de investigación (en convenio con una universidad o instituto de investigación), tendiente a evaluar la posible incidencia que pueda tener el uso de fertilizantes y pesticidas en los cauces superficiales, que drenan zonas de cultivos, y que se hallan en las áreas de recarga de los niveles acuíferos principales, Formación Cacho (a corto plazo), y Formación Labor y Tierna (a mediano y largo plazo.).

Proyecto 2. Es necesario establecer las medidas de uso del suelo teniendo en cuenta la aptitud de uso del mismo, con el fin de crear las directrices necesarias para garantizar el uso adecuado del suelo de las áreas de recarga del sistema acuífero.

Proyecto 3. El control de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento asegura el control de los vertimientos puntuales o difusos sobre las áreas de recarga. Es necesario tener especial cuidado al seguimiento de estos instrumentos de gestión, pues de estos depende en gran medida la disminución de la amenaza antrópica generada sobre el sistema acuífero.

Proyecto 4. La presencia de actividad minera en el área de influencia del proyecto podría representar una seria amenaza para el sistema acuífero de Tunja. Los principales impactos generados por estos proyectos son la extracción de agua subterránea, flujos de agua hacia los tajos mineros que producen abatimiento del nivel freático, contaminación por mezcla de aguas subterráneas e industriales y finalmente el direccionamiento de flujos y disecación de acuíferos por la minería subterránea. Se debe realizar la caracterización hidrogeológica de los proyectos mineros ubicados en el área de recarga del sistema acuífero para identificar las posibles amenazas provenientes de dichas actividades hacia el sistema acuífero.

Proyecto 5. La adquisición de los predios ubicados en las áreas de recarga identificadas en presente estudio permitirá garantizar a un nivel mayor la protección y la conservación de la cobertura vegetal del área y así, garantizar el potencial de recarga del sistema acuífero.

Proyecto 6. El cambio de cobertura vegetal original en las áreas de recarga significa un problema a gran escala en la sostenibilidad del sistema acuífero, pues la recarga



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



continua de los acuíferos depende del potencial de infiltración de los suelos que permiten el paso de agua superficial hacia el subsuelo. El cambio drástico en la cobertura vegetal afectará dicho potencial de manera negativa reduciendo el volumen de agua recargado a cada una de las subcuencas hidrogeológicas.

Proyecto 7. La Subdirección de Ecosistemas y Gestión Ambiental de CORPOBOYACÁ, debe implementar un programa de reforestación de las zonas de recarga para lo cual, se deben tomar como referencia los afloramientos o áreas de recarga identificados en el presente estudio, además de hacer un análisis ecosistémico detallado para cada una de estas áreas y basándose en el inventario de flora y cobertura vegetal, determinar que especies vegetales endémicas deben ser utilizadas para reforestar dichas áreas.

PROGRAMA 4- FORMALIZACIÓN DE USUARIOS.

Proyecto 1. Se deben realizar las actividades que se considere necesarias para formalizar todos los usuarios del agua subterránea y establecer así las medidas para el control del uso por parte de todos ellos.

Se requiere buscar una estrategia que incentive a la formalización de los usuarios identificados en el presente inventario de puntos de agua subterránea, mediante campañas que muestren los beneficios individuales y regionales de realizar dicho trámite ante CORPOBOYACÁ.

PROGRAMA 5- PLANIFICACIÓN

Proyecto 1. La articulación de los instrumentos de planificación del recurso hídrico garantiza el aprovechamiento sostenible del recurso a escala local, regional y departamental. Para asegurar la articulación de los instrumentos de planificación del recurso hídrico, CORPOBOYACÁ debe fortalecer las instancias de articulación entre direcciones técnicas con el fin de garantizar una completa armonización en los procesos internos de gestión del recurso hídrico. Así mismo, se debe incorporar las líneas de acción del componente programático del PMAA en los instrumentos de planeación institucional y el proceso de formulación e implementación del POMCA de la cuenca alta del río Chicamocha. CORPOBOYACÁ deberá diseñar e implementar instancias de coordinación intersectorial, las cuales tendrán como objetivo el acompañamiento a los usuarios del recurso hídrico.

2.4. Marco Lógico

En el “Marco Lógico”, (**Anexo 2**), se detalla el plan operativo general, incluyendo los programas y proyectos, y componentes tales como, indicadores verificables, responsables, recursos (técnicos, económicos y humanos), supuestos y cronograma



CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN "HAZ TUYO EL ACUÍFERO", EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DEL PMAA CON RELACIÓN A LOS DEMÁS ENTES E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

En el decreto 1640 de 2012 se reglamentan los instrumentos de planificación del recurso hídrico subterráneo y asociados; la Tabla 3-1 contiene cada uno de los instrumentos de planificación, junto con su nivel, escala, objeto, participantes e instancias coordinadoras. Los PMAA se encuentra en el nivel más bajo, a la escala más grande (1:25.000), a la misma altura que los PMA de microcuencas.

Tabla 3-1. Instrumentos de planificación de recursos hídricos

NIVEL	No.	ESCALA	INSTRUMENTO PLANIFICACIÓN	OBJETO	PARTICIPANTES	INSTANCIA DE COORDINACIÓN	
1	Macrocuenca	5	1:500000	Planes estratégicos	Establecer lineamientos concertados de planificación a nivel de macrocuenca	Ministerios, Institutos de Investigación, Autoridades Ambientales Competentes (AAC), Gobernaciones, Gremios y Organizaciones no Gubernamentales (ONG) Nacionales, Cormagdalena	Consejo Ambiental Regional de la macrocuenca
2	Zona hidrográfica	41	1:100000	Programa Nacional de Monitoreo	Red Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico (cantidad y calidad)	MADS, Institutos de Investigación, ACC	IDEAM, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR en coordinación con las AAC
3	Subzona o Subsiguiente	396	1:25000	Planes de ordenación y manejo de cuencas POMCA	Ordenación y manejo del recurso hídrico y de los recursos naturales que hay en la cuenca objeto del Plan	MADS, ACC, Gobernaciones, Alcaldías, gremios y ONG regionales	Consejo de Cuenca y Comisión Conjunta



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

NIVEL	No.	ESCALA	INSTRUMENTO PLANIFICACIÓN	OBJETO	PARTICIPANTES	INSTANCIA DE COORDINACIÓN	
4	Acuíferos	ND	1:25000	Plan de manejo ambiental	Medidas de manejo y protección ambiental de los acuíferos priorizados	ACC, Alcaldías, gremios, asociaciones de usuarios locales	Mesa de trabajo
	Microcuencas	ND	1:10000	Planes de Manejo Ambiental	Medidas de manejo y protección ambiental de las microcuencas priorizadas	ACC, Alcaldías, gremios, asociaciones de usuarios locales	Mesa de trabajo

Fuente: Guía metodológica para la formulación de PMAA, 2014

3.1. Articulación con los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA)

Tal y como se puede observar en la fase de diagnóstico del PMAA, el área de estudio contiene tres diferentes subcuencas hidrogeológicas (1. Sinclinal de Tunja, 2. Sinclinal de Albarracín y 3. Oriente de la Falla de Chivatá), por lo tanto se recomienda extender el estudio hacia los límites de cada una de éstas subcuencas, con el objeto de realizar el diagnóstico de cada una de éstas de manera integral, y asegurar una adecuada articulación con cada uno de los POMCAS del área de estudio.

Dentro del área de estudio se encuentran 3 diferentes cuencas hidrológicas a) río Chicamocha, b) río Garagoa y c) río Suárez (Ver Figura 3-1). Aunque solamente los ríos Chicamocha (Actualmente se adelanta la formulación del POMCA) y Garagoa poseen POMCA es de suma importancia que la articulación con las directrices para uso y manejo del suelo establecidas en cada una de éstas cuencas sea acorde con las áreas de protección especial dictaminadas en el presente estudio (áreas de recarga).

Adicionalmente la comisión conjunta llevada a cabo entre Corpoboyacá y Corpochivor encargada de la articulación entre los POMCAS del río Chicamocha y Garagoa, debe contemplar los programas y proyectos establecidos en la formulación del presente PMAA, especialmente en las directrices establecidas en el Programa 3, perteneciente a la protección de áreas de recarga y reforestación.



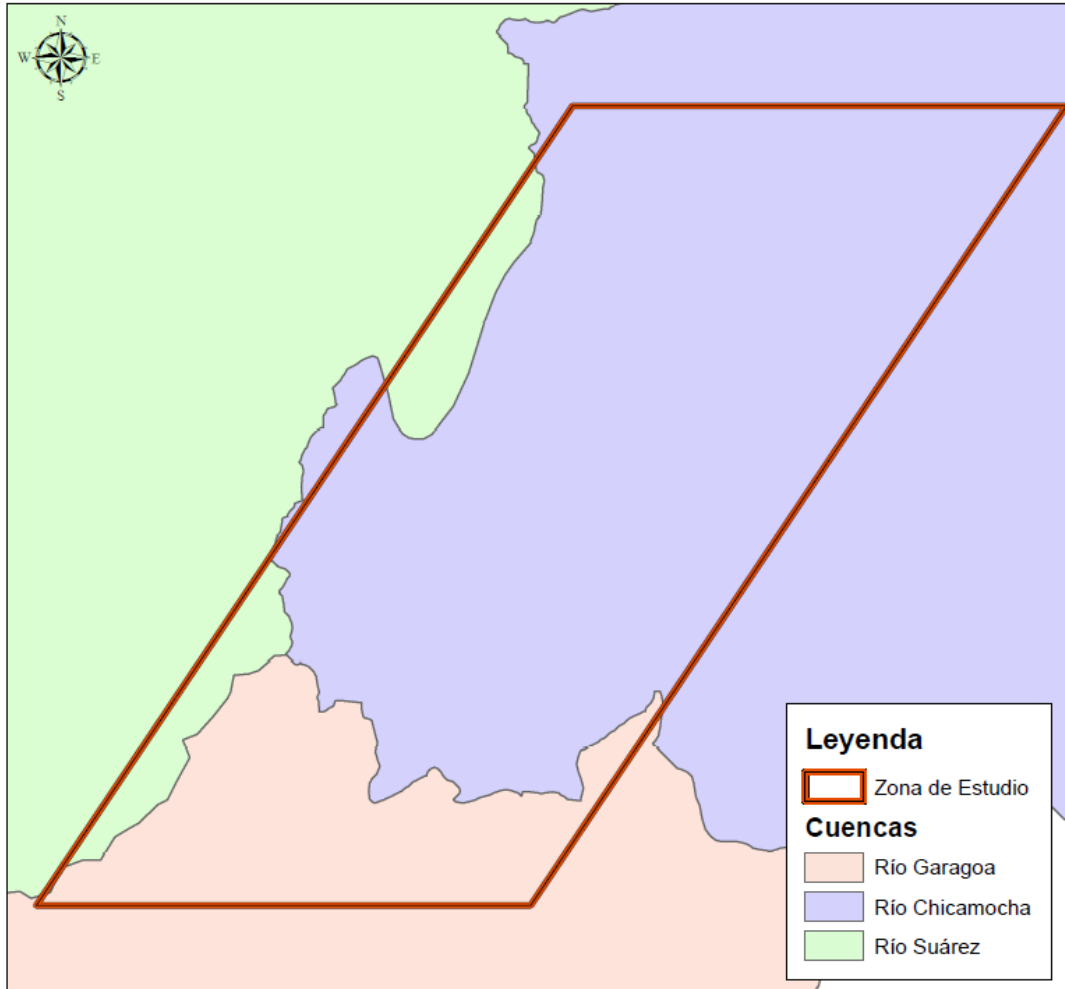
Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



CONSORCIO
HIDROBOYACÁ

Figura 3-1. Cuencas hidrológicas ubicadas en el área de estudio



Fuente: Hidroboyacá, 2016

3.2. Competencias institucionales

La Tabla 3-2 contiene la evaluación del grado de competencia de cada una de las entidades encargadas de la gestión del recurso hídrico subterráneo. Tal y como se puede observar solo las entidades de orden regional o local tiene un grado de competencia directa con el PMAA debido a la escala del mismo (1:25.000). Corpoboyacá al ser la entidad encargada de la formulación y ejecución del plan, debe velar por el cumplimiento de los programas y proyectos establecidos durante la presente formulación, pues muchos de estos, están diseñados para ser realizados a una escala puntual, en especial los proyectos de protección de los recursos naturales y educación ambiental.



 Corpoboyacá	CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.	 CONSORCIO HIDROBOYACÁ
---	--	---

Tabla 3-2. Evaluación del grado de competencias de cada ente administrativo del recurso hídrico

Entidad	Competencia	Grado de competencia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Principal órgano encargado de la gestión del medio ambiente y los recursos naturales. Su objetivo es generar políticas y regulaciones de orden nacional con el fin de garantizar el desarrollo sostenible del país.	Indirecta
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM	Ente público de carácter técnico encargado del levantamiento y gestión de la información perteneciente a los ecosistemas de importancia nacional. Su objetivo. Adicionalmente se ocupa de establecer las directrices técnicas para la zonificación del territorio nacional.	Indirecta
Servicio Geológico Colombiano - SGC	Encargado de realizar investigación relacionada con la disponibilidad de recursos subterráneos, monitoreo a las amenazas de origen geológico y el levantamiento, compilación, validación, almacenamiento y suministro de la información geológica a nivel nacional.	Indirecta
Corporaciones Autónomas Regionales	Tienen como objeto la ejecución de las políticas y regulaciones establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como también la formulación, ejecución y cofinanciación de programas y proyectos de recuperación, restauración, rehabilitación y conservación de los recursos naturales, entre otras.	Directa
Entidades Territoriales	Encargados de la ejecución de los programas y políticas ambientales sobre sus territorios, además de la promoción de, cofinanciación y ejecución de obras y proyectos relaciones con el uso sostenible de las cuencas hidrográficas., entre otras.	Directa
Autoridades Sanitarias y Prestadores del Servicio de Acueducto	Entidades encargadas de la reglamentación de los aspectos concernientes a control y vigilancia de la calidad de agua para consumo humano, control y vigilancia	Directa

Fuente: Hidroboyacá, 2016



Corpoboyacá

CCC2015173: FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA (CUENCA ALTA DEL RÍO CHICAMOCHA), BAJO EL ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN “HAZ TUYO EL ACUÍFERO”, EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR EL DECRETO 1640 DE 2012.



4. BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos*. Bogotá.