



Corpoboyacá



Gobernanza  
del agua



# Plan De Manejo Ambiental Del Sistema Acuífero De Tunja

[www.corpoboyaca.gov.co](http://www.corpoboyaca.gov.co)



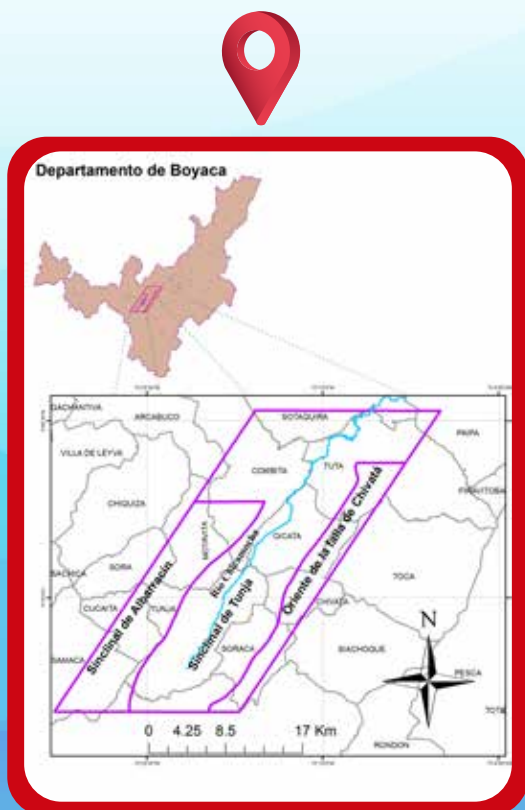
3143454423

# !Haz tuyo el acuífero;

La presente cartilla “estado de las aguas subterráneas en el sistema acuífero de Tunja” es un manual práctico y sencillo en donde se pretende contextualizar e informar a la comunidad sobre los aspectos más importantes del estado, uso, protección, conservación y manejo de las aguas subterráneas, mostrando la incidencia de ellas dentro del contexto socioeconómico y ambiental.

Compartiendo los aspectos más relevantes del recorrido realizado por Corpoboyaca en pro de lograr la formulación del plan de manejo ambiental del sistema acuífero de Tunja, aprobado mediante la resolución 618 del 17 de febrero de 2017 y modificado mediante resolución 1599 del 11 de septiembre de 2020.

## Resolución de Aprobación y modificación de PMAA del sistema Acuífero de Tunja



El plan de manejo ambiental (PMAA) del sistema acuífero de Tunja se aprobó mediante resolución 618 del 17 de febrero de 2017 y modificado mediante resolución 1599 del 11 de septiembre de 2020. Cuyo objetivo es la “Planificación y administración del agua subterránea, mediante la ejecución de proyectos y actividades de conservación, protección y usos sostenible del recurso...”. La corporación autónoma regional de Boyacá -Corpoboyacá junto con el consorcio HIDROBOYACA trabajó en la formulación del PMAA del sistema acuífero de Tunja en las fases de Aprestamiento, Diagnostico y Formulación. El sistema acuífero de Tunja, en jurisdicción de Corpoboyacá está localizado en los municipios de Cúcuta, Chivatá, Cucaita, Motavita, Oicatá, Paipa, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tunja y Tuta, en jurisdicción de Corpoboyacá, comprenden área de recarga identificadas como zonas de protección y recuperación ambiental, por corresponder con los puntos en donde afloran los acuíferos en superficie. El PMAA plantea programas y proyectos en un horizonte de ejecución de 5 años en el cual una vez identificados los riesgos relacionados a las afectaciones del recurso hídrico se identificó que el aprovechamiento sostenible en el área está determinado por el comportamiento de los niveles piezométricos y de la calidad del agua subterránea Debido a esto, las actividades potencialmente generadoras de contaminación y/o que afecten la capacidad de infiltración, quedan prohibidas o condicionadas, como medidas de manejo ambiental encaminadas a su protección y conservación.

# Contenido

4. EL AGUA Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA TIERRA
5. EL CICLO HIDROLÓGICO
6. EL AGUA SUBTERRÁNEA  
¿QUÉ ES UN ACUÍFERO?
7. •ENTRADA Y SALIDA DE AGUA  
•CAPTACIÓN Y EXTRACCIÓN
8. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS  
SUBTERRÁNEAS
9. USO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
10. •EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN COLOMBIA  
•AGUA SUBTERRÁNEA EN COLOMBIA
11. •SISTEMAS ACUÍFEROS DE COLOMBIA  
•¿POR QUÉ Y CÓMO PROTEGER LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS?
12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA
13. •¿QUÉ ES UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO?  
•ÁREA DE ESTUDIO PMAA SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA
14. MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL (MHC)
15. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS
16. •HIDROGEOQUÍMICA  
•HIDROGEOLOGÍA
17. ÁREAS DE RECARGA
18. ESTADO DE LA FORMALIZACIÓN DE USUARIOS
19. •ÁREAS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA PARA  
•EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA
20. VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE LOS ACUÍFEROS
21. USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA
22. DEMANDA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
23. OFERTA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
24. RESERVAS, RECARGA Y DEMANDA
25. •RECARGA Y DEMANDA SUBCUENCA SINCLINAL DE ALBARRACÍN  
•RECARGA Y DEMANDA SUBCUENCA AL ORIENTE DE LA FALLA DE CHIVATA
26. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA
27. •PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA  
•PLAN ESTRATÉGICO PARA EL PMAA
28. ¿COMO RECUPERAMOS NUESTRAS ÁREAS DE RECARGA?
29. ¡CONDICIONAMIENTOS Y PROHIBICIONES EN ÁREAS DE RECARGA!
- 30-32. ¡DATOS INTERESANTES DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA!
33. DIVIÉRTETE (LLENA LOS ESPACIOS EN BLANCO SEGÚN CORRESPONDA)
34. PRUEBA CUANTO APRENDISTE
35. GLOSARIO



# EL AGUA Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA TIERRA

El Agua es el componente líquido más abundante en la superficie terrestre, y es el más importante para que haya vida en el planeta, todos los seres vivos dependemos de este recurso para vivir, es necesario para satisfacer funciones corporales y para obtener la comida presente y necesaria en nuestro día a día, en resumidas cuentas, el agua hace parte de la subsistencia de cualquier ser vivo en el planeta.

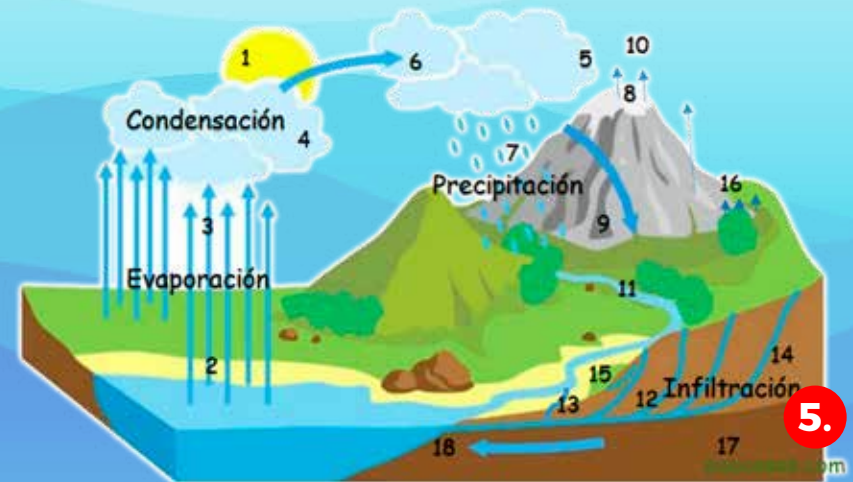
La superficie terrestre del planeta tierra está compuesta por 70 % agua, de los cuales el 97.5 % es agua salada (no apta para consumo), el 2.5 por ciento del agua del planeta es agua fresca, si asumimos ese porcentaje como el agua total de la cual disponemos tenemos que el 69 % del agua disponible para consumo se encuentra en los glaciares y coberturas de nieve, el 30 % corresponde a agua subterránea y tan solo el 0.3 % pertenece a agua de fuentes superficiales.



# EL CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico es el proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la superficie terrestre y las condiciones que lo determinan son la radiación solar, la acción de la gravedad y las interacciones de las capas superiores de la Tierra.

1. El ciclo de agua funciona gracias a la energía proveniente del calor del sol
2. El sol evapora el agua de los océanos en vapor de agua.
3. Este vapor invisible sube a la atmósfera, donde el aire es más frío.
4. El vapor de agua se condensa en las nubes.
5. Los volcanes producen vapor, que forman nubes.
6. Las corrientes de aire mueven las nubes por toda la tierra.
7. Las gotas de agua se forman en nubes, que luego caen a la Tierra en forma de precipitación (lluvia y nieve).
8. En los climas fríos, la precipitación se acumula como nieve, hielo y glaciares.
9. La nieve puede derretirse, convirtiéndose en la escorrentía, que desemboca en los ríos y en los océanos, e infiltra el suelo.
10. Una parte del hielo se evapora directamente al aire, saltándose la fase de fusión (la sublimación).
11. Las precipitaciones en la tierra fluyen hacia abajo en forma de escorrentía, y dan agua a los lagos, los ríos, y los océanos.
12. Parte de la lluvia infiltra en el suelo y si llega lo suficientemente profundo, recarga los acuíferos.
13. El agua de los lagos y los ríos puede infiltrarse en el suelo.
14. El agua se mueve bajo tierra debido a la gravedad y la presión.
15. Una parte del agua subterránea se infiltra en los ríos y los lagos, y puede alcanzar la superficie en forma de manantiales.
16. Las plantas que absorben el agua por las raíces evapotranspiran, o causan que el agua se evapore de sus hojas.
17. Una parte del agua subterránea alcanza los acuíferos muy profundos y se queda allí por mucho tiempo
18. El agua subterránea fluye hacia los océanos, manteniendo el ciclo del agua (usgs.gov. USGS, Public domain)



# EL AGUA SUBTERRANEA

Es aquella parte de agua que existe bajo la superficie, producto de la infiltración a través de los poros o grietas del suelo, la cual es almacenada como embalses subterráneos, con un mayor grado de protección frente a fuentes potenciales de contaminación y a variaciones climáticas. En el subsuelo, se diferencia una zona superior no saturada o zona vadosa, definida como la zona del subsuelo situada por encima del nivel freático en la que los poros están llenos de aire y agua, y la presión del agua es menor que la presión atmosférica (UNESCO, 2012). La zona saturada es aquella en donde todos los poros o fracturas están llenos de agua.

## ¿QUE ES UN ACUIFERO?

Es una formación geológica que permite la circulación de agua por sus poros y fracturas, permitiendo su aprovechamiento, por lo que se consideran de alta importancia hidrogeológica. Se clasifican en función de la presión hidrostática del agua almacenada, esta condición influye a la hora de su aprovechamiento.

**Acuitardo:** Formación geológica que contiene agua en sus poros y la deja fluir con dificultad, en algunos casos corresponden a las capas impermeables (confinantes) que brindan cierta protección a los acuíferos confinados frente a la contaminación.

**Un sistema acuífero** esta constituido por una sucesión de acuíferos y acuitardos, cuyo funcionamiento hidrogeológico se debe considerar conjuntamente, ya que están conectados, por lo que su funcionamiento es interdependiente.



Aljibe, Fuente: Sistema Acuífero (cabrera y custodio, 2013).

# ENTRADA Y SALIDA DE AGUA

La entrada de agua al acuífero se produce en la área de recarga que puede provenir de la lluvia, la escorrentía superficial, aguas superficiales, excedentes de riego y flujos subterráneos.

La salida de agua del acuífero se produce en la zona de descarga, y puede ser hacia el mar, lagos, humedales, cursos de agua superficial, manantiales, captaciones artificiales por medio de pozos y aljibes, o hacia otros acuíferos.

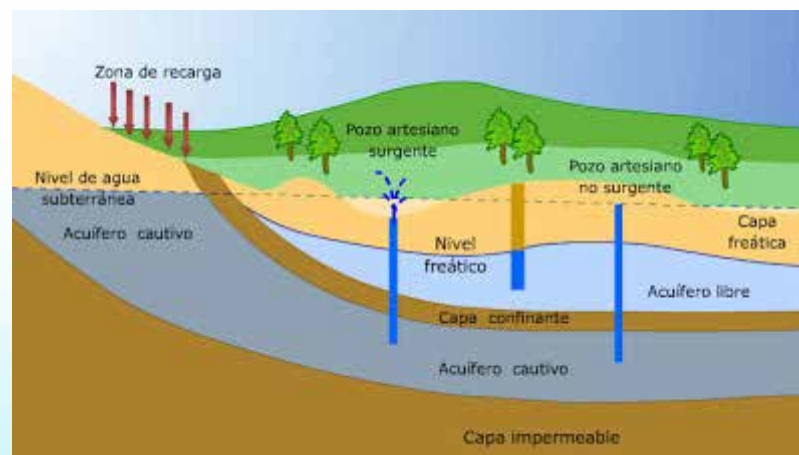
## CAPTACIÓN Y EXTRACCIÓN

Tienen como objetivo satisfacer una demanda de agua en una zona concreta. Consiste en extraer un caudal determinado de agua presente en el subsuelo, con el fin de obtener el mayor rendimiento desde el punto de vista en relación entre el beneficio y el menor gasto de energía.

### Captaciones naturales

Manifestaciones naturales de agua subterránea, se presentan cuando el acuífero está en contacto con la superficie del terreno, llamados manantiales, nacimientos o afloramientos.

“La recarga se realiza mediante la infiltración en lugares donde afloran los acuíferos (Área de Recarga)”



Fuente: Modificado de: <https://www.hidraulicautiling.com/>

## Captaciones artificiales

Pueden ser horizontales como galerías zanjias y drenes o verticales como lo son aljibes y pozos profundos, estos últimos los más utilizados, consisten en perforaciones en el subsuelo de diámetro pequeño comparados con la profundidad de extracción del agua.



Aljibe, Fuente: Hidroboyacá

# CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Una característica muy importante del agua subterránea es su calidad, esta puede ser afectada por causas naturales o por acción humana, al hablar de contaminación es usual referirse a la generada por actividad humana. Aunque las aguas subterráneas son más difíciles de contaminar, el deterioro producto de la contaminación es más peligroso que el de aguas superficiales, ya que es más difícil de detectar por ser un fenómeno lento que tarda en manifestarse y hace que su limpieza sea lenta e imposible para algunos contaminantes, los cuales podrían permanecer en un acuífero siglos o milenios. La vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación depende principalmente de sus características hidrogeológicas (Grado de confinamiento, características litológicas, profundidad del nivel del agua).

La acción humana puede afectar las aguas subterráneas en zonas muy localizadas y de forma difusa que provocan contaminación dispersa en zonas amplias en las que no es de fácil identificación un foco principal



## Contaminantes puntuales



- Vertimientos de aguas residuales
- Disposición de residuos sólidos
- Mataderos
- Cementerios
- Estaciones de servicios
- Pozos de abastecimiento
- Botaderos a cielo abierto
- Hospital y puestos de salud

## Contaminación difusa



- Agropecuaria
- Industrial
- 

La mejor forma de mantener los acuíferos en buen estado frente a la contaminación, es la prevención y control, ya que la corrección a los problemas de contaminación de acuíferos es imposible en la mayoría de los casos.



# USO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

En general el uso del agua tanto superficial como subterránea actualmente está centrado en la agricultura, abastecimiento y uso industrial. El uso del agua se puede clasificar en usos constitutivos o no constitutivos.

## Constitutivos.

Suponen una reducción en la calidad y/o cantidad del agua.

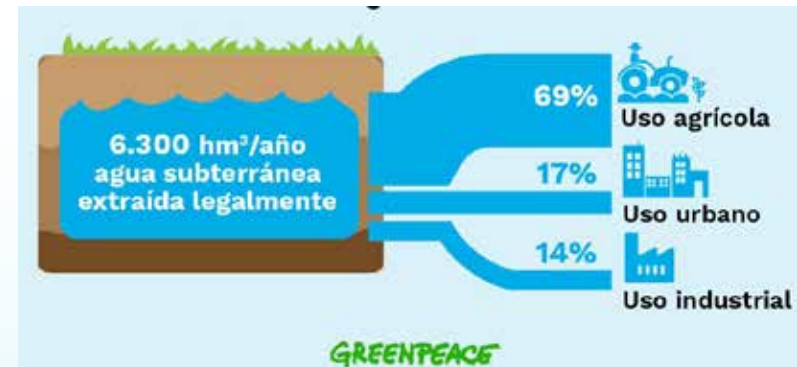
- Abastecimiento
- Regadíos
- Industriales

## No Constitutivos.

No reducen ni la calidad ni la cantidad del agua

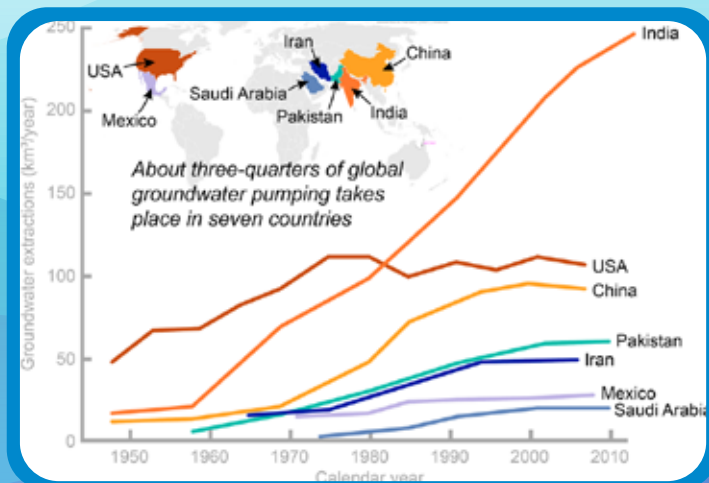
- Energéticos
- Ecológicos y ambientales
- Recreativos

## Uso del agua subterránea a nivel mundial



“La utilización y aprovechamiento de las aguas subterráneas son de uso privado, adquiriéndolas por medio de un permiso de concesión solicitado a CORPPOBOYACA”.

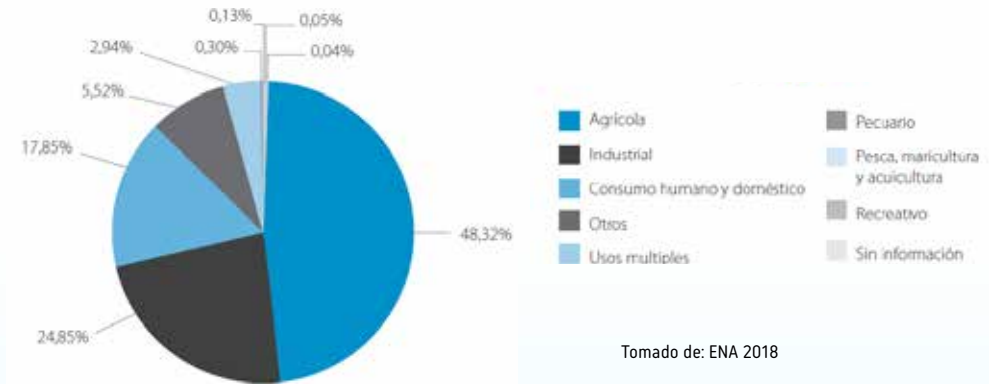
## El uso del agua subterránea en el mundo



Fuente: The U.S. has one of the highest national groundwater use rates in the world. Jasechko and Perrone, 2021, CC BY-ND

# EL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN COLOMBIA

El principal uso de agua subterránea en Colombia es agrícola correspondiendo al 48 %, seguido de uso industrial con el 24 % y consumo humano y doméstico con el 17 %.



## AGUA SUBTERRÁNEA EN COLOMBIA

A nivel regional el país se ha dividido en 16 provincias hidrogeológicas, constituidos por unidades geológico tectónicas con límites impermeables para el flujo regional de las aguas subterráneas. Estas regiones hidrogeológicas cubren el 74 % del área total del territorio nacional. El 56% corresponde a las regiones de la Orinoquia, y costa pacífica, sin embargo, por sus altos recursos hídricos superficiales, no han recurrido al agua subterránea para necesidades de abastecimiento. La zona andina colombiana, la más altamente poblada del país, cuenta con un área de recursos y reservas de agua subterránea equivalente al 12,5 % del territorio nacional.

Provincias hidrogeológicas de Colombia (modificado de Barreto et. al. 2007).



# SISTEMAS ACUÍFEROS DE COLOMBIA

En Colombia se han identificado 44 sistemas acuíferos de acuerdo a las provincias hidrogeológicas.



## ¿POR QUÉ Y CÓMO PROTEGER LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS?

Las aguas subterráneas son la despensa de agua dulce de la humanidad, por lo que proteger estas aguas y evitar su contaminación es fundamental para su conservación. Inicialmente es necesario generar conciencia de la importancia de estas aguas, mitigar el uso irracional y su contaminación, mediante la generación de conocimiento de la situación actual del acuífero y de sus características, y así establecer las zonas de protección de acuerdo a la vulnerabilidad a la contaminación, realizando un diagnóstico acertado del estado de los acuíferos. Los programas de control en el sector industrial deben estar centrados en el control y vigilancia estricta a industrias que generen grandes efluentes peligrosos, instalando una eficiente red de alcantarillado y ejercer una fiscalización efectiva y constante.

Provincia Hidrogeológica	Sistemas Acuíferos	Producción 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año
Plegada de la cordillera oriental (sistema Acuífero de Tunja)	Bucaramanga-Piedecuesta, Sangil-Barichara, Sabana de Bogotá, Ubaté Chiquinquirá, <b>Tunja</b> , Duitama -Sogamoso, Cúcuta-Villa del Rosario	50
Valle superior del Magdalena	Ibagué, Purificación-Saldaña, Neiva Tatacoa, Sur del Huila	50
Valle Medio del Magdalena	Nare-Berrio-Yondo, Mariquita-Dorada-Salgar	20
Valle inferior del Magdalena	Simiti, Banco Monpos	30
Valle del Cauca-Patía	Valle del Cauca, Patía, Santaguada, Glacis del Quindío, Bajo Cauca Antioqueño	1200
Cesar Ranchería	Río Cesar, Sur de la Guajira	5
Guajira	Maicao, Riohacha-Manacure, Alta Guajira	45
Sinu-San Jacinto	Sincelejo-Morroa, Golfo de Morrosquillo, Arroyo Grande, Turbaco, Santa Marta, Barranquilla- Sabana Grande	100
Uraba	Eje Bananero, Sur de la Guajira	30
Llanos Orientales	Villavicencio-Puerto López, Granada-Puerto Lleras, Yopal-Ariporo, Arauca	15
San Andres	San Andrés	5
Acuíferos en regiones Hidrogeológicas	Valle de Aburra, Santa Fe de Antioquia, Altiplano Nariñense	--

Para el sector agrícola se deben promover cambios en los proceso de siembra, de tal manera que se reduzca los aportes y filtraciones de pesticidas. Como parte de la regulación, Corpoboyacá ha venido aplicando la legislación vigente, conforme a las necesidades de la región y estableciendo las políticas y programas de prevención y control de la contaminación, capacitando a la comunidad por medio de campañas sobre el uso, manejo y protección del sistema acuífero de Tunja velando por su cumplimiento.



# Plan de Manejo ambiental del Acuífero

# ¿QUÉ ES UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO?

Teniendo en cuenta la importancia y necesidad de protección de los acuíferos mediante la gestión integral de los recursos hídricos, corresponde a Corpoboyaca como autoridad ambiental encargada formular el plan de manejo ambiental de acuíferos como instrumento de planificación y administración del agua subterránea que se implementa mediante la ejecución de proyectos y actividades para garantizar la conservación, protección y uso sostenible del recurso. Para lograr un trabajo articulado corpoboyaca involucra, supervisa y orienta a todos los actores relacionados y complementa las tareas desarrolladas por las administraciones territoriales y las organizaciones comunitarias. De esta forma se preserva el capital natural, garantizando que el consumo de los recursos materiales, hídricos y energéticos no sean sobreexplotados, buscando que como hoy hacemos uso de ellos, las generaciones futuras puedan hacer uso de ellos.



## ÁREA DE ESTUDIO PMAA SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

La cuenca hidrogeológica del sistema Acuífero de Tunja cuenta con un área de 627 Km<sup>2</sup> y comprende los municipios de Cóbbita, Chivatá, Cucaita, Motavita, Oicatá, Paipa, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tunja y Tuta, en jurisdicción de Corpoboyacá.

Localización Sistema Acuífero de Tunja

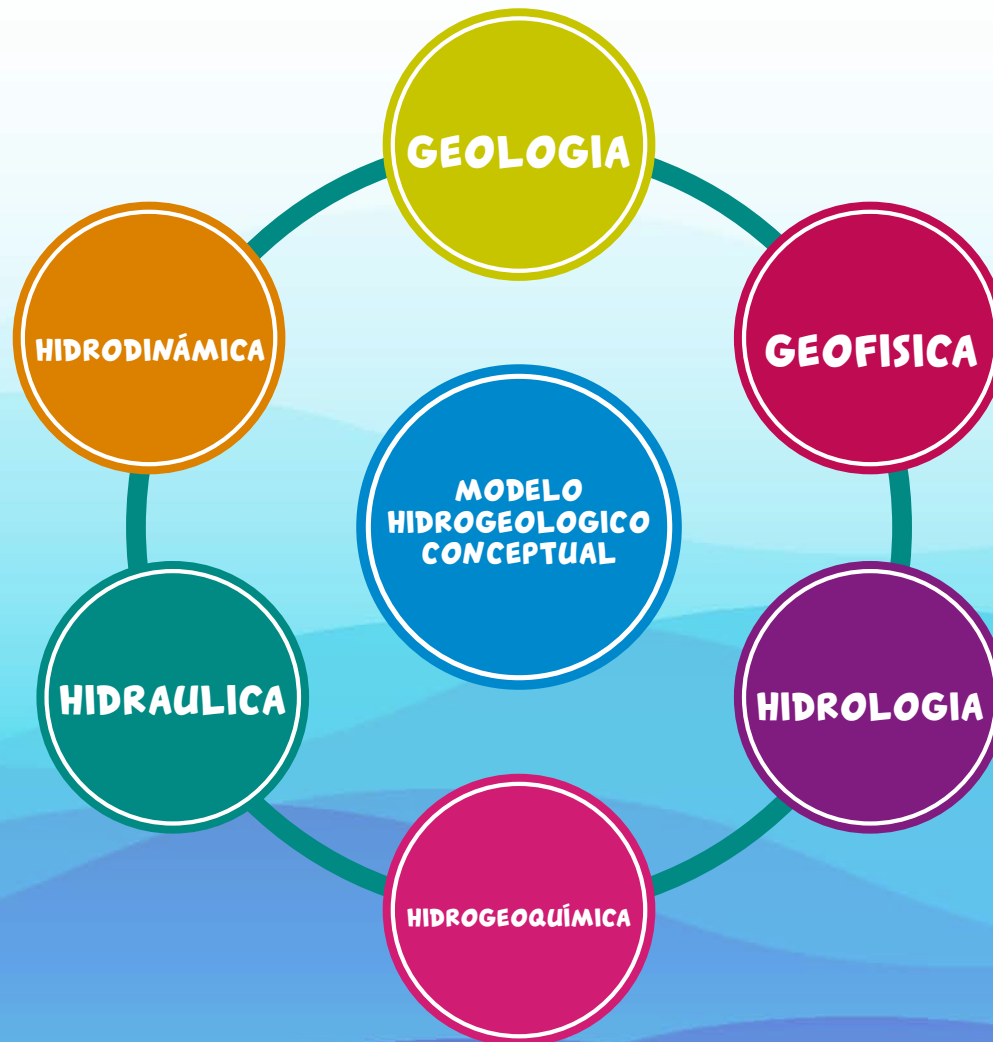


Fuente: Hidroboyacá, 2015

# MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL (MHC)

Por medio de este se representa la distribución y las propiedades de las rocas como las características del agua contenida en ellas, mediante el análisis geológico, geofísico, hidrológico, hidrogeoquímico, hidráulico e hidrodinámico. Se explica cómo ingresa el agua al subsuelo (Area de recarga), como es su movimiento, para tener como resultado la forma de aprovechamiento del recurso.

## ELEMENTOS DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL



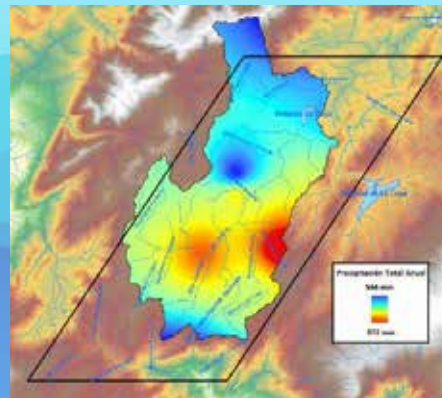
# CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La zona de estudio se encuentra dentro de la cordillera oriental, conformada por rocas sedimentarias depositadas durante el Cretáceo, Terciario y Cuaternario. Con gran complejidad tectónica. La estructura principal, el Sinclinal de Tunja, está afectado por numerosas fallas, entre las cuales se encuentra: la falla de Chivata (que define el límite oriental), la falla de Tunja, y numerosas fallas transversales que afectan la continuidad de las unidades geológicas por el desplazamiento de bloques. Al occidente del sinclinal de Tunja (dentro de la zona de estudio), se encuentran varias estructuras anticlinales y sinclinales de menor amplitud.



## HIDROLOGÍA

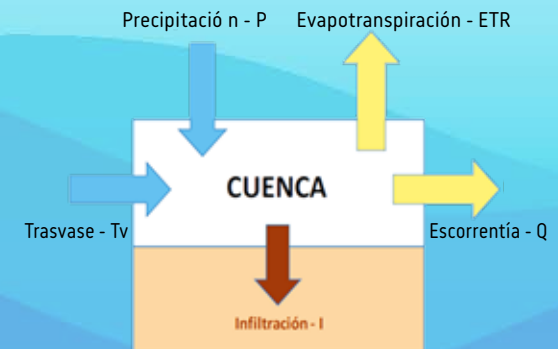
Se analizó la información hidrológica obtenida de las estaciones del IDEAM, con el fin de estimar la recarga en la cuenca alta del río Chicamocha. Se realizó el balance hídrico teniendo como volumen de control la cuenca alta del río Chicamocha (río Jordán). La infiltración anual promedio para el sistema acuífero de Tunja es de 51.704.152 m<sup>3</sup>/año.



Área de estudio delimitación cuenca alta río Chicamocha. Fuente: Hidroboyacá, 2015

## Unidades geológicas en el Sistema acuífero de Tunja

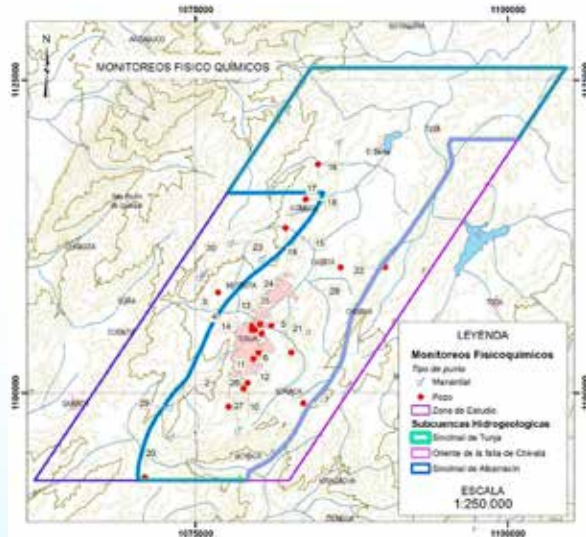
Formación	Descripción
<b>Cuaternario</b>	
Depósito Aluvial (Qal)	Gravas y fragmentos de arenisca y chert en matriz arcillosa
Depósito Coluvial (Qc)	bloques de rocas angulares a subangulares
Depósitos Fluvio-lacustres (Qfl)	Intercalaciones de arenas y arcillas
<b>Terciario</b>	
Formación Tilatá (Tst)	Alternancia de arcillas areniscas y cascajos
Formación Bogotá (Tb)	Sucesión monótona de arcillolitas abigarradas separados por niveles de areniscas arcillosas
Formación Cacho (Tic)	Areniscas cuarzosas, arena gruesa en los niveles inferiores, algunos niveles conglomeráticos, matriz arcillosas, en la parte media, presenta horizontes arcillolíticos.
<b>Cretáceo</b>	
Formación Guaduas (KTg)	Arcillolitas carbonáceas, areniscas y arcillas abigarradas, con presencia de mantos de carbón
Formación Labor y Tierna (Kg1)	Arcillosa, compuesta por una sucesión de shales de gran espesor, sobre los cuales reposa un conjunto de areniscas
Formación Plaeners (Kg2)	Delgadas capas de porcelanitas, con una parte media de arcillas y areniscas.
Grupo Guadalupe (Ksg)	Formaciones Plaeners y Arenisca de Labor y Tierna.
Formación Conejo (Kscn)	Shales gris oscuros con delgadas intercalaciones de areniscas, arcillolitas con grandes nódulos calcáreos en la parte inferior, y shales gris oscuros, arenisca y caliza.
Grupo Churuvita (Ksch)	Areniscas en la base, por una alternancia, en la parte intermedia de arcillolitas, areniscas y calizas, y por una parte superior de arenisca y calizas
Formación San Gil superior (Kmsg)	Sucesión de shales con intercalaciones de caliza arenosa
Formación San Gil inferior (Kmsgi)	Shales y limolitas con intercalaciones de arenisca más o menos calcárea
Formación Paja (Kimp)	Arcillolitas negras intercaladas con cuarzoarenitas de grano muy fino



Fuente: Hidroboyacá 2015

Esquema de Balance General para la cuenca

# HIDROGEOQUÍMICA



Red de monitoreo de parámetros físico-químicos, Fuente: Hidroboyacá, 2015

En la fase de diagnóstico del PMAA, se realizó un muestreo de 30 puntos de agua subterránea entre pozos y manantiales con el fin de medir parámetros físico químicos in situ y iones mayoritarios

Los puntos analizados cumplen con los rangos máximos permisibles de calidad de agua cuando su uso es para consumo humano y para riego de acuerdo a la normatividad nacional que se encuentra depositada en el Decreto 1076 del 2015 y la Resolución 3382 de 2015, modificada parcialmente por la resolución 1315 del 12 de agosto de 2020 de Corpoboyacá .

Fuente: Corpoboyaca 2021. Subcuencas hidrogeológicas sistema acuífero de Tunja

# HIDROGEOLOGÍA

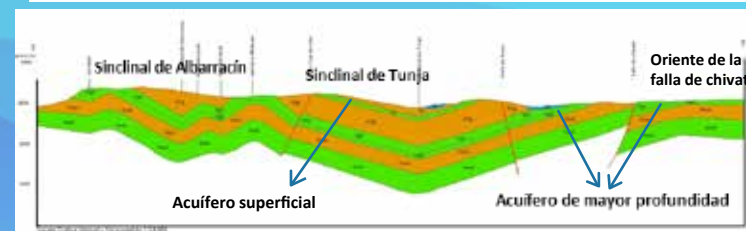
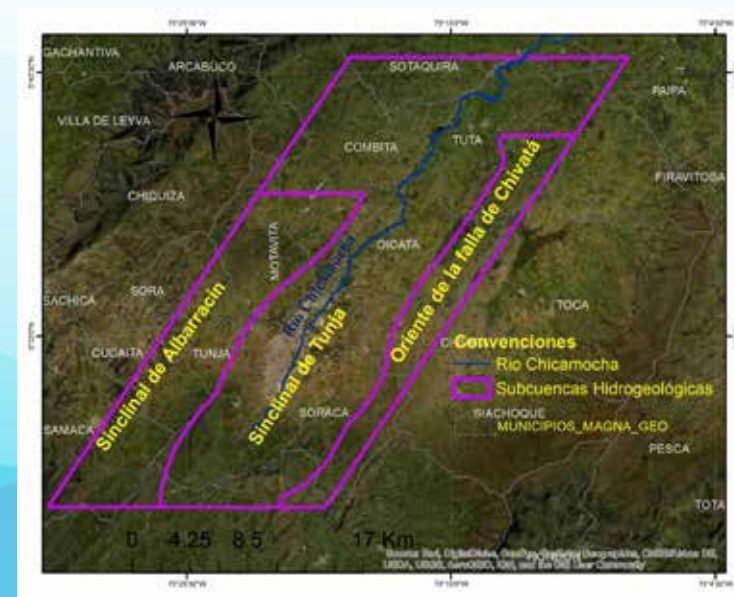
En el sistema acuífero de Tunja se definieron 3 unidades o subcuencas hidrogeológicas teniendo en cuenta la geología en general y particularmente el control estructural ejercido por la presencia y continuidad de

- Subcuenca Sinclinal de Tunja
- Subcuenca Sinclinal de Albarracín
- Subcuenca al oriente de la falla de Chivatá

Así mismo se identificaron 2 sistemas acuíferos denominados:

- Acuífero superficial
- Acuífero de mayor profundidad.

Acuíferos		Acuitardo
Deposito coluvial	Otros niveles acuíferos	Deposito Aluvial
Depósitos fluvio lacustres		Formación Tiltatá
Areniscas de la formación Bogotá	Acuífero superficial	Formación Bogotá
Formación Cacho		Formación Guaduas
Miembro arenisca tierna	Acuífero de mayor profundidad	Miembro Labor
Formación Planers		Formación Conejo
Formación churuvita		Formación San Gil sup.
		Formación San Gil Inf.
		Formación Paja



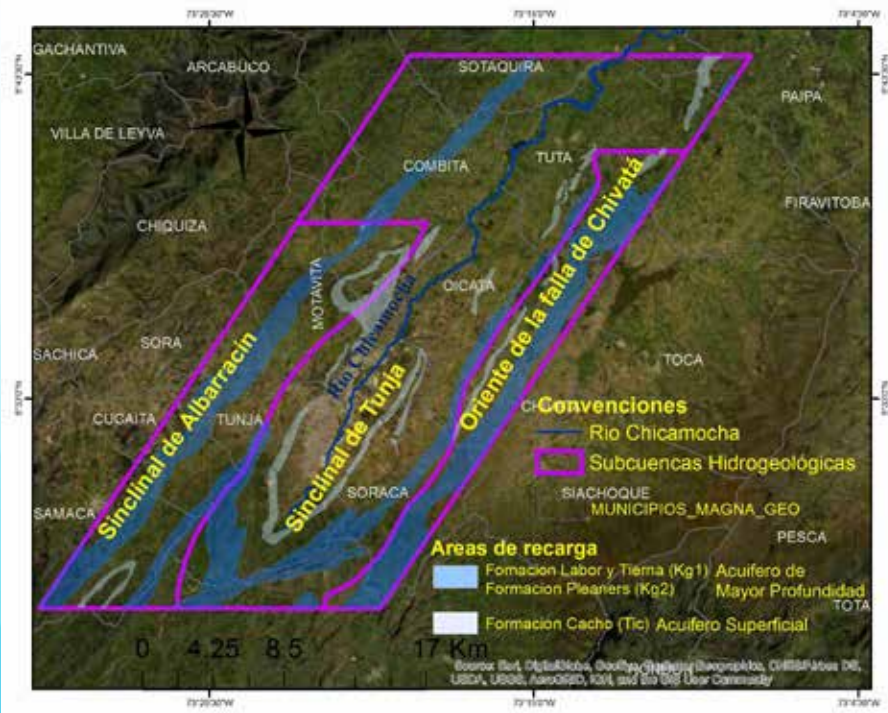
Modelo hidrogeológico conceptual, Hidroboyacá, 2015



# ÁREAS DE RECARGA

De acuerdo a la distribución cartográfica de las unidades hidrogeológicas, se delimitó las áreas de recarga, para el acuífero superficial y de mayor profundidad.

Áreas de Recarga sistema acuífero de Tunja. Fuente: Corobovaca 2021.



La descarga de los acuíferos en las subcuencas hidrogeológicas, se presenta por medio de pozos profundos, manantiales, aljibes.

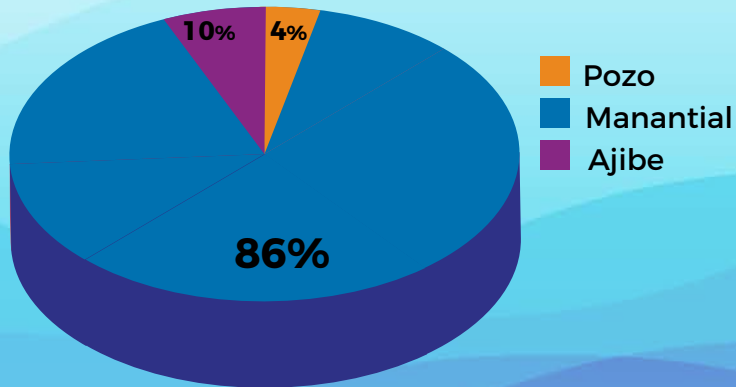
De acuerdo al inventario de puntos de agua realizado se identifico 695 puntos, de los cuales 598 son manantiales, 68 aljibes y 29 pozos profundos.

# ESTADO DE LA FORMALIZACIÓN DE USUARIOS

Se analizó la información contenida en los expedientes de Corpoboyaca y el inventario de 695 puntos de agua subterránea con el objetivo de caracterizar los puntos de extracción y/o descarga de aguas subterráneas del sistema acuífero de Tunja (pozos, aljibes y manantiales).

El 13.6% de los puntos de agua en el área de estudio se encuentran en la formalidad, el 7.5% en estado de informalidad con concesión, el 78.8 % se encuentran en informalidad sin concesión, y el 0.1 % en desistimiento.

## Punto de agua subterráneas de 965 inventariados

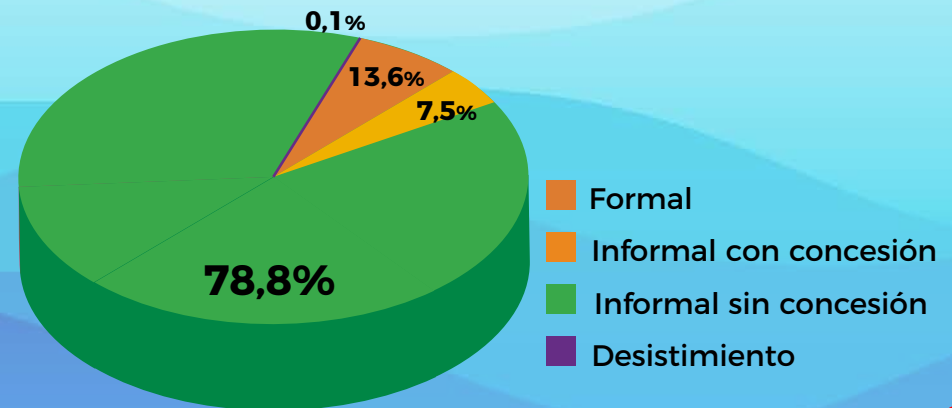


Fuente: Corpoboyacá, 2021

## Estado de los puntos de agua

ESTADO	PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA	%
Formal	121	13.6
Informal con concesión	67	7.5
Informal sin concesión	701	78.8
Desistimiento	1	0.1
TOTAL	890	100

Fuente: Hidrobocacá. 2015



Fuente: Corpoboyacá, 2021

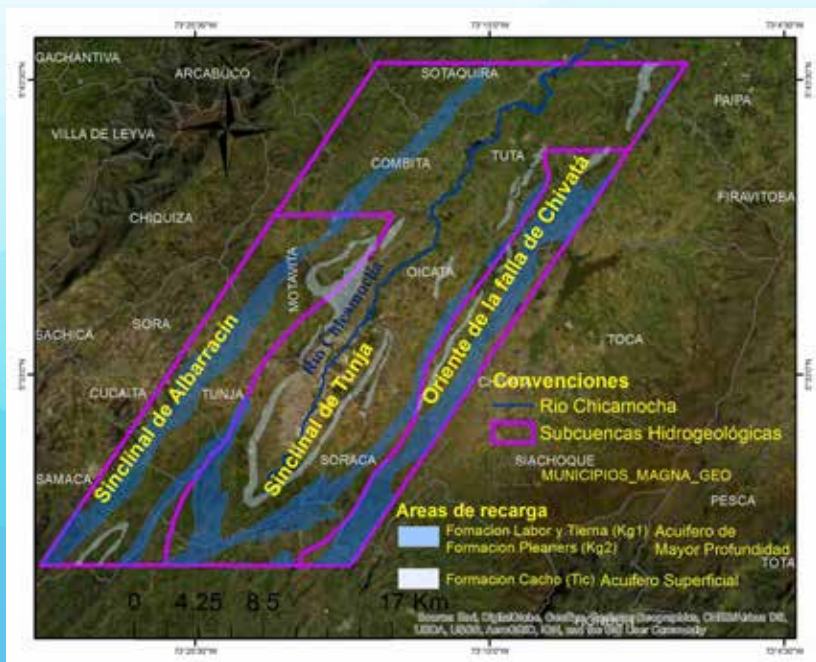
# ÁREAS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA PARA EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Teniendo en cuenta que el área del acuífero de Tunja tiene como tendencia el deterioro de la cobertura de bosques y áreas seminaturales.

Se identificó zonas de importancia estratégica para el sistema acuífero de Tunja, las cuales son objeto de conservación con el fin de lograr la protección de los recursos naturales y que permitan intervención antrópica limitada para garantizar el bienestar social, económico y cultural en el corto, mediano y largo plazo. El objetivo es conservar estas zonas en su estado natural o la de inducir o permitir su recuperación natural y rehabilitación ecológica.

## Áreas de recarga, infiltración y recarga sistema acuífero de Tunja

Subcuenca Hidrogeológica	Área de recarga (Km <sup>2</sup> )	Infiltración promedio anual (m <sup>3</sup> /año)	Recarga m <sup>3</sup> /año
Sinclinal de Tunja	39,34	27.062.817,19	27.062.817,19
Sinclinal de Albarracín	31,38	21.586.965,00	21.586.965,00
Oriente de la falla de Chivata	4,46	3.054.301,33	3.054.301,33

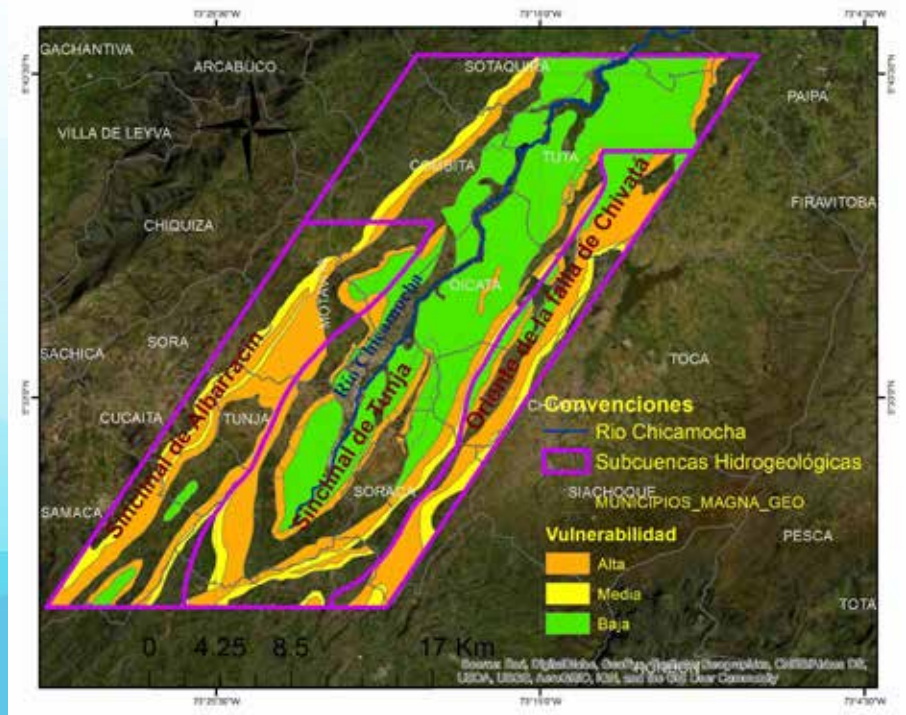


## Áreas de recarga sistema acuífero de Tunja, Fuente: Corpoboyaca 2021

# VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE LOS ACUÍFEROS

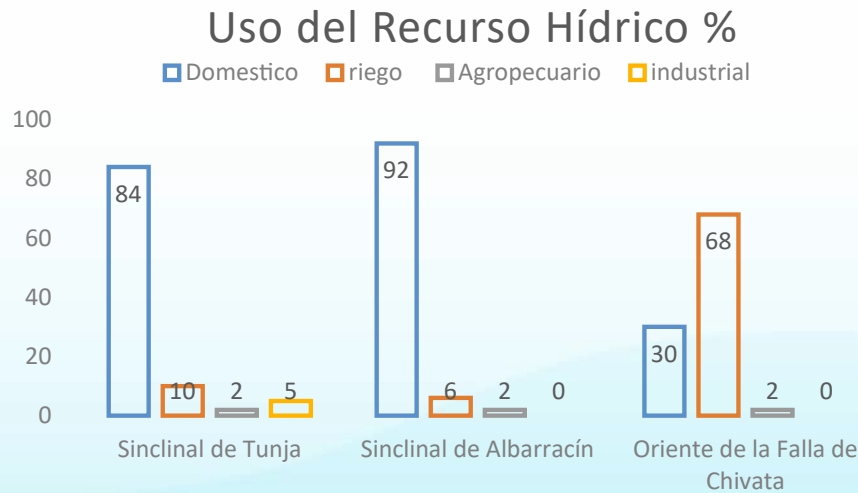
El análisis de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero a la contaminación, se estableció de acuerdo a la facilidad con la cual ingresa una sustancia contaminante mediante la infiltración a la no zona saturada o el suelo, en las zonas de recarga las cuales corresponden a zonas de afloramiento de acuíferos.

Acuíferos	Vulnerabilidad
Areniscas de la Formación Tilatá	Baja
Areniscas de la formación Bogotá	Baja
Formación Cacho	Alta
Miembro arenisca tierna	Alta
Formación Planers	Media

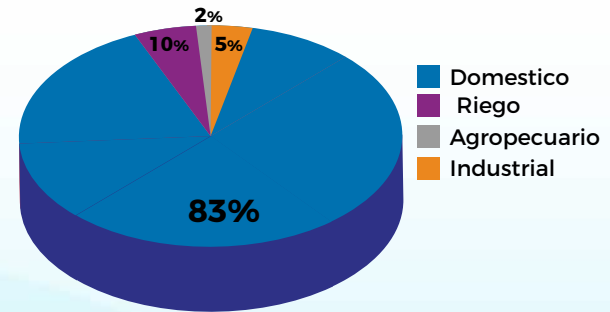


# USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Se identificó cuatro (4) usos principales del recurso hídrico subterráneo que son: doméstico, riego, agropecuario e industrial. La utilización del recurso para abastecimiento doméstico representa el uso principal del agua subterránea en el sistema acuífero de Tunja

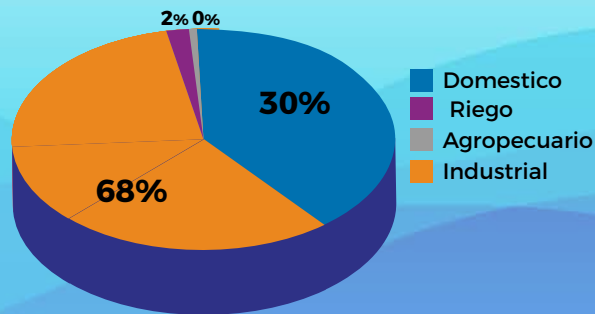


## Subcuenca hidrogeologica Sinclinal de Tunja



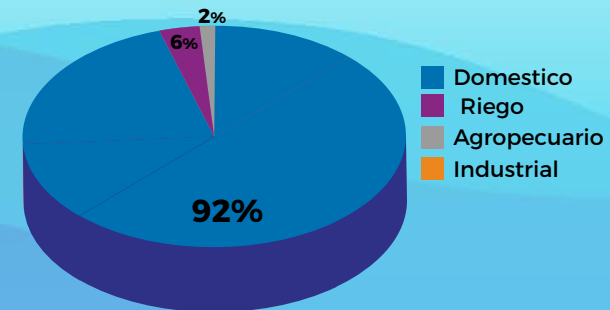
Corpoboyacá 2021

## Subcuenca Hidrogeologica Oriente de la Falla de Chivata



Corpoboyacá 2021

## Subcuenca hidrogeologica Sinclinal de Albarracín



Corpoboyacá 2021

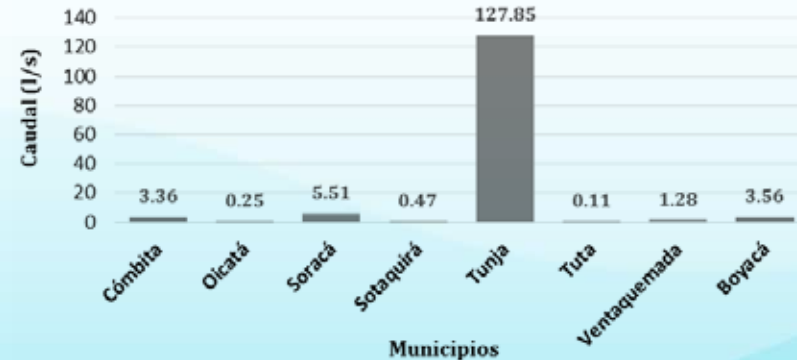
# DEMANDA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Con el fin de conocer la demanda de agua subterránea en el sistema acuífero de Tunja, se analizó la información de los puntos concesionados para agua subterránea, en cada una de las subcuencas hidrogeológicas. Se determinó la demanda por municipios de acuerdo a la Subcuenca hidrogeológica a la que pertenecen.

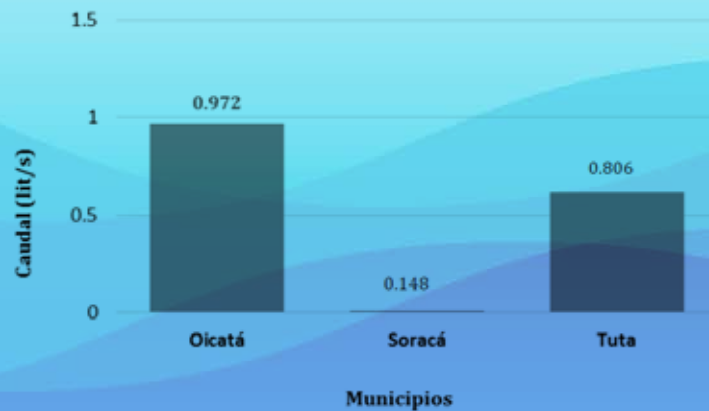
Subcuenca hidrogeológica	Caudales captados por punto de agua subterránea			Demanda Total	
	Pozos L/s	Manantiales L/s	Aljibes L/s	L/s	m <sup>3</sup> /año
1. Subcuenca Sinclinal de Tunja	117,66	23,61	1,13	142,4	4.490.726,40
2. Subcuenca Sinclinal de Albarracín	4,715	7,63	0,00	12,35	389.311,92
3. Subcuenca al oriente Falla de Chivata	0,80	1.126	0,014	1.94	61.208,22

Fuente: *Hidroboyacá, 2015*

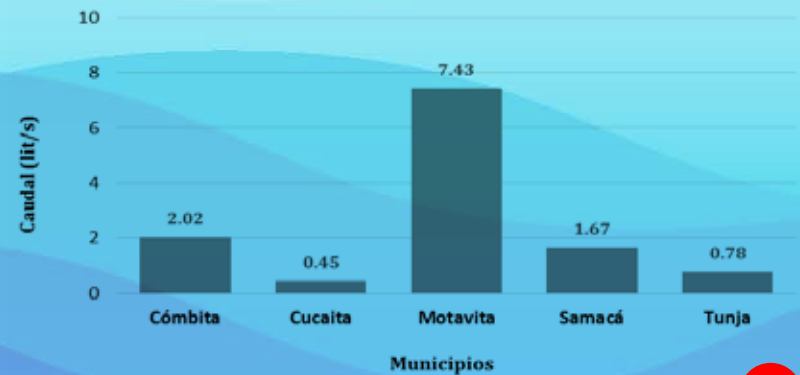
## SUBCUENCA HIDROGEOLÓGICA SINCLINAL DE TUNJA



## SUBCUENCA HIDROGEOLÓGICA AL ORIENTE DE LA FALLA DE CHIVATA



## SUBCUENCA HIDROGEOLÓGICA SINCLINAL DE ALBARRACÍN



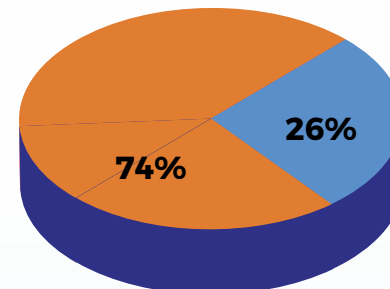
# OFERTA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La oferta de agua subterránea esta integrada por la suma de las reservas y la recarga

$$\text{Oferta} = \text{Reservas} + \text{Recarga}$$

Las reservas corresponden al volumen de agua almacenado y que puede ser extraído del acuífero. La recarga hace referencia al volumen anual de agua que se infiltra a partir de la lluvia y de otros cuerpos de agua superficial y luego se percola hacia los acuíferos presentes en el área de estudio. En la mayoría de los casos el volumen infiltrado retorna a los cauces principales en forma de lo que en hidrología se denomina “flujo base” que puede calcularse con base en el análisis de hidrogramas.

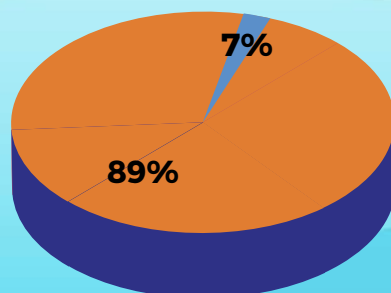
Recarga Sinclinal de Tunja (m3/año)



■ Acuífero superficial (Tb, Tic)  
■ Acuífero de mayor profundidad (Kg1, Kg2)

Fuente: Corpoboyacá 2021

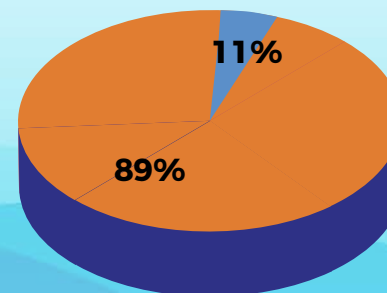
Recarga Sinclinal de Albaracín (m3 / año)



■ Acuífero superficial (Tb, Tic)  
■ Acuífero de mayor profundidad (Kg1, Kg2)

Fuente: Corpoboyacá 2021

Recarga Oriente de la Falla de Chivata (m3/año)

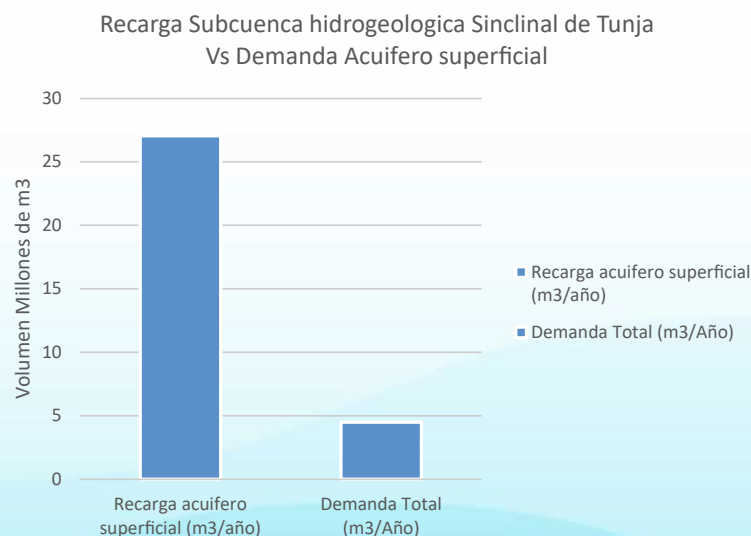


■ Acuífero superficial (Tb, Tic)  
■ Acuífero de mayor profundidad (Kg1, Kg2)

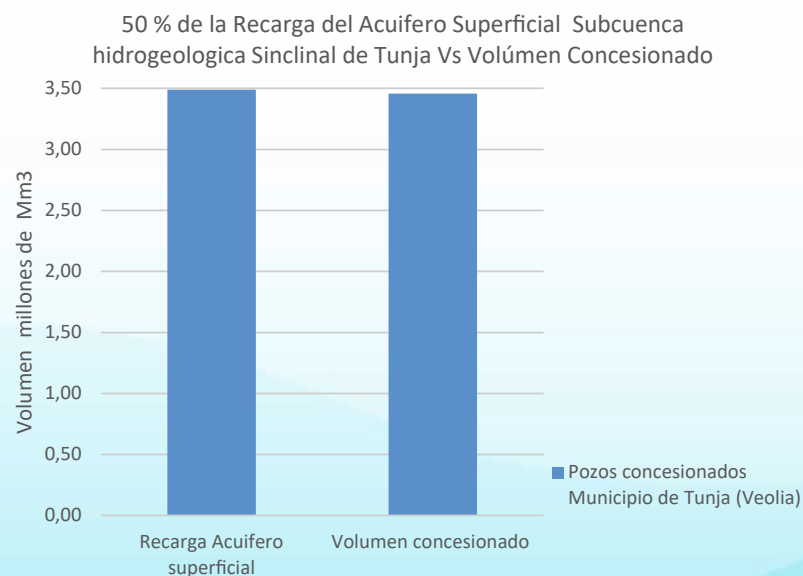
Fuente: Corpoboyacá 2021

# RESERVAS, RECARGA Y DEMANDA

“Considerando que el área de influencia de los pozos operados por Veolia corresponden aproximadamente a la mitad del área de recarga del acuífero superficial en la Subcuenca del sinclinal de Tunja, el 50 % de la recarga sería aproximadamente 3.490.000 m<sup>3</sup>/año, y el volumen concesionado actualmente es de 3.458.237,36 m<sup>3</sup>/año, se estaría utilizando el 99 % del agua recargada en esta área, sin embargo la demanda total de la subcuenca del sinclinal de Tunja corresponde al 16.6% del total de su recarga.”



Fuente: Corpoboyacá 2021

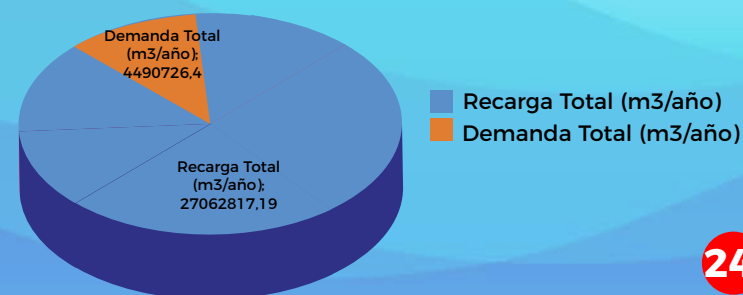


Fuente: Corpoboyacá 2021

## RECARGA Y DEMANDA SUBCUENCA SINCLINAL DE TUNJA

Para la Subcuenca hidrogeológica del Sinclinal de Tunja la recarga total corresponde a 6 veces la demanda total y las reservas equivalen aproximadamente a 408 veces la demanda total de agua subterránea.

Relación Recarga Total vs Demanda total de agua subterránea en la Subcuenca Hidrogeológica del Sinclinal de Tunja



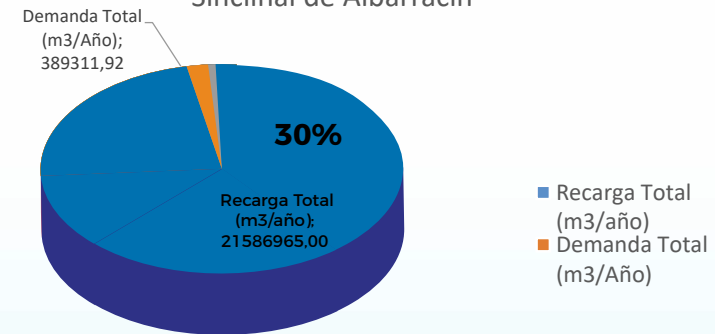
Fuente: Corpoboyacá 2021



# RECARGA Y DEMANDA SUBCUENCA SINCLINAL DE ALBARRACÍN

En la Subcuenca hidrogeológica del Sinclinal de Albarracín, la recarga total corresponde aproximadamente 55 veces la demanda total de agua subterránea y las reservas equivalen aproximadamente a 500 veces la demanda total de agua subterránea.

Relacion Recarga Total Vs Demanda total de agua subterránea en la Subcuenca Hidrogeologica del Sinclinal de Albarracin

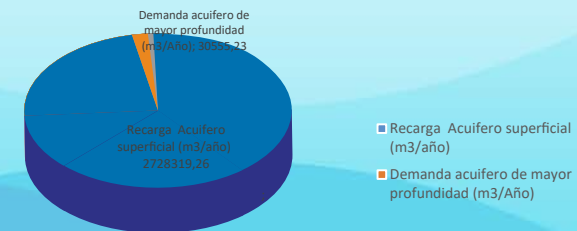


Fuente: Corpoboyacá 2021

# RECARGA Y DEMANDA SUBCUENCA AL ORIENTE DE LA FALLA DE CHIVATA

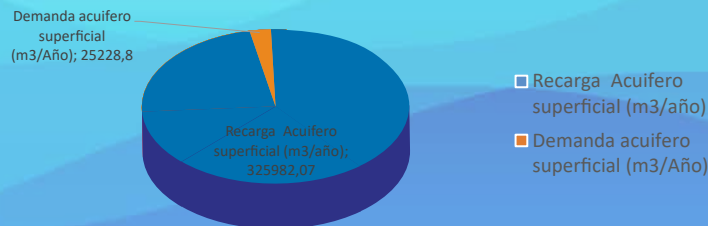
En la Subcuenca hidrogeológica al oriente de la falla de Chivata, la recarga del sistema acuífero superficial corresponde aproximadamente 13 veces la demanda de agua subterránea y las reservas equivalen aproximadamente a 685 veces la demanda total de agua subterránea.

Relacion Recarga Vs Demanda agua subterránea en Acuífero de mayor profundidad (Kg1, Kg2) Subcuenca Hidrogeologica Oriente de la Falla de Chivata



Fuente: Corpoboyacá 2021

Relacion Recarga Vs Demanda agua subterránea en el Acuífero Superficial (Tb, Tic), Subcuenca Hidrogeologica Oriente de la Falla de Chivata



Fuente: Corpoboyacá 2021

la recarga del sistema acuífero de mayor profundidad corresponde aproximadamente 90 veces la demanda de agua subterránea de este sistema acuífero y las reservas equivalen aproximadamente a 6231 veces la demanda total de agua subterránea.

# PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Durante la etapa de diagnóstico del PMAA del sistema acuífero de Tunja se identificó la problemática principal del área.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS
Contaminación del cuerpo de agua Rio Jordán	vertimientos directos falta de alcantarillados
contaminaciones de Nacimientos de Ríos	Actividades de agriculturas Actividades de Ganadería
interrupción de las zonas de recarga del sistema acuífero	intervención de los estratos rocosos mediante la minería
Perdida de humedales y el ecosistema	uso indebido del suelo
alteraciones del equilibrio del ecosistema	La tala indiscriminada de las especies de la zona
	la reforestación inadecuada con especies no aptas para ese ecosistema
contaminación al suelo	el tiempo de uso de los tanques de almacenamiento de combustible
	la falta de control sobre las estaciones de servicio
vertimiento de aguas negras	Daño a las plantas de tratamiento
	falta de plantas de tratamiento
Mal estado de los nacimientos	No se respetan las rondas hídricas
	Tala indiscriminada en zonas de nacimientos
	Presencia de Basura en las zonas de nacimientos
Represamiento de nacimientos de agua	Beneficio personal
Explotación Minera	Beneficio económico
Contaminación por agroquímicos	Uso indiscriminado de fertilizantes, plaguicidas e insecticidas
Arrojo de materia orgánica a las fuentes de agua	Desechos de cultivos de cebolla y otros
Exceso de deforestación	Ampliación de las fronteras agrícolas
Uso irracional del agua	Falta de educación
Ampliación de fronteras agrícolas y ganaderas	Búsqueda de recursos para vivir
Analfabetismo Ambiental	ignorancia de la importancia de recurso
No se respetan las rondas Hídricas	incumplimiento de los establecido
falta de reforestación	Falta de apoyo de las entidades
falta de capacitación	falta de interés por la educación ambiental
Siembra en las zonas de recarga	Desconocimiento
Recolección de los desechos en las veredas	Falta de presupuesto de los municipios
	Escases
Razonamiento permanente del agua	Desperdicio
	Verano
falta de capacitación	falta de interés por la educación ambiental
Explotación Minera	Se entregan concesiones mineras sin restricciones
Desconocimiento	Falta de educación

# PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA

Como parte de la formulación del PMAA del Sistema Acuífero de Tunja se identifico 2 riesgos principales, con posibles afectaciones para el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo.

1.

El descenso de los niveles piezométricos, 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.

Como parte del plan de manejo y una vez identificados los riesgos principales se formulo el plan estratégico de manejo ambiental del Sistema Acuífero de Tunja

## PLAN ESTRATÉGICO PARA EL PMAA

Está 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.

Los programas y proyectos que hacen parte del plan estratégico deben:

Ser articulados con cada uno de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas (POMCA)

Ser adoptados por cada uno de los municipios que hacen parte del sistema acuífero de Tunja

**Programa 1** Consolidación Del Modelo Hidrogeológico Conceptual

**Programa 2** Fortalecimiento Institucional Y Gobernanza

**Programa 3** Protección De Zonas De Recarga. Reforestación Y Prevención De La Contaminación

**Programa 4** Formalización De Usuarios.

**Programa 5** Planificación

Actores con competencias directas en la aplicación e implementación del PMAA:  
Corporaciones Autónoma Regional de Boyacá-CORPOBOYACA

## ¿COMO RECUPERAMOS NUESTRAS ÁREAS DE RECARGA?

Teniendo en cuenta que las zonas de recarga representan los puntos de mayor vulnerabilidad a la contaminación de las formaciones acuíferas, se determinó que su protección está relacionada en primer lugar con su reforestación y en segundo lugar con el monitoreo y control de actividades que puedan contaminar.

### Las acciones que se deben realizar son:

- Reforestación en las áreas de recarga.
- Adquisición de predios ubicados en el área de recarga.
- Protección, conservación y restauración de cobertura vegetal original.
- Control y seguimiento de los proyectos mineros en el área de recarga.
- Control y seguimiento a los permisos de vertimiento.
- Establecer medidas de uso del suelo.
- Monitoreo periódico de las aguas subterráneas.



# !CONDICIONAMIENTOS Y PROHIBICIONES EN ÁREAS DE RECARGA;

En el artículo segundo de la resolución 1599 de 2020 se considera que las actividades potencialmente generadoras de contaminación quedarán prohibidas o condicionadas, así como aquellas que afecten la capacidad de infiltración tal como se describe a continuación



## PROHIBIDAS











- Manejo de Residuos Sólidos - Botadero de basura a cielo abierto.
- Manejo de Residuos Sólidos – relleno sanitario.
- Conductos y sistemas de drenaje (alcantarillados).
- Estaciones de Servicio y tanque de almacenamiento de hidrocarburos.
- Cementerios.
- Vertimientos directos o indirectos a suelo.
- Procesos Industriales que generen lixiviados.
- Procesos Minero-Industriales que generen lixiviados.
- Procesos Agroindustriales que genere lixiviados.
- Expansión Urbana.
- Sitios de Disposición Final Residuos de Construcción y Demolición RCD.



## CONDICIONADAS

- Captación del Recurso hídrico subterráneo, por medio de Pozos Profundos (estará sujeto a previa evaluación por parte de CORPOBOYACÁ a través del respectivo trámite de permiso de prospección y exploración de aguas subterráneas y posterior solicitud de concesión.
- Áreas de Cultivo.
- Explotación de arena, arcilla y agregados. (Solo se podrá efectuar en zonas de ausencia de cobertura vegetal nativa o en regeneración de sucesión y sujeta a la evaluación hidrogeológica de la licencia ambiental).
- Estanques naturales y artificiales de agua.
- Vivienda Campestre.
- Pecuarios.
- Hidrocarburos - Perforación de pozos petroleros.
- Proyectos pilotos de recarga artificial (estarán sujetos a la evaluación por parte de CORPOBOYACÁ).

## !DATOS INTERESANTES DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA;

- 1.** Actos administrativos que aprueban el PMA.  Resolución 1599 de 2020, que modifica la resolución 618 de 2017
- 2.** Área del sistema acuífero de Tunja.  627 Km<sup>2</sup>
- 3.** Municipios del Sistema acuífero de Tunja en jurisdicción de Corpoboyacá.  Cómbita, Chivatá, Cucaita, Motavita, Oicatá, Paipa, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tunja y Tuta.
- 4.** Infiltración anual del sistema acuífero de Tunja.  51.704.152 m<sup>3</sup>/año.
- 5.** Subcuencas Hidrogeológicas del sistema acuífero de Tunja.  Sinclinal de Tunja, Sinclinal de Albarracín, Oriente de la falla de Chivata
- 6.** Acuíferos identificados  Acuífero superficial, Acuífero de mayor profundidad.
- 7.** Formaciones geológicas que conforman el acuífero superficial.  Formación Cacho, Areniscas de la formación Bogotá.
- 8.** Recarga, reserva y demanda de la Subcuenca del sinclinal de Tunja  27,062 Mm<sup>3</sup>, 1.833,9 Mm<sup>3</sup>, 4,490 Mm<sup>3</sup>.
- 9.** Recarga, reserva y demanda de la Subcuenca del sinclinal de Albarracín.  21,586Mm<sup>3</sup>, 194,560 Mm<sup>3</sup>, 0,389 Mm<sup>3</sup>.
- 10.** Recarga, reserva y demanda de la Subcuenca oriente de la falla de Chivata.  3,054 Mm<sup>3</sup>, 207,710 Mm<sup>3</sup>, 0.061 Mm<sup>3</sup>.

## !DATOS INTERESANTES DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA;

11. **Acuíferos con Vulnerabilidad alta.**  **Formación Cacho y Miembro arenisca Tierna.**
12. **Acuíferos con Vulnerabilidad media.**  **Formación Pleaners.**
13. **Acuíferos con Vulnerabilidad baja.**  **Areniscas de las formaciones Tilatá y Bogotá**
14. **Manantiales identificados.**  **598**
15. **Aljibes identificados.**  **68**
16. **Pozos identificados.**  **29**
17. **Área de recarga Sinclinal de Tunja.**  **39.4 Km2**
18. **Área de recarga Sinclinal de Albarracin.**  **31.38 Km2**
19. **Área de recarga Oriente de la falla de Chivata,**  **4.46 Km2**
20. **Los puntos de agua analizados cumplen con los rangos máximos permisibles de calidad de agua cuando su uso es para consumo humano y para riego de acuerdo a la normatividad que se encuentra depositada en.**  **Decreto 1076 del 2015 y la Resolución 3382 de 2015, modificada parcialmente por la resolución 1315 del 12 de agosto de 2020 de Corpoboyacá.**

## !DATOS INTERESANTES DEL SISTEMA ACUÍFERO DE TUNJA;

- 21.** Los acuitardos identificados en el sistema acuífero de Tunja son.  Deposito aluvial, formación Tilatá, formación Bogotá, formación guaduas, Miembro labor, Formación Conejo, Formación San Gil superior, formación San Gil inferior y Formación Paja.
- 22.** Otros niveles acuíferos en el sistema acuífero de Tunja.  Deposito coluvial y Depósitos Fluvio Lacustres.
- 23.** Principales Usos de las Aguas Subterráneas del sistema Acuífero de Tunja.  Domestico, Riego, Pecuario e Industrial.
- 24.** La recarga total en la cuenca hidrogeológica Sinclinal de Tunja corresponde a.  6 veces la demanda Total del agua subterránea.
- 25.** La recarga total en la cuenca hidrogeológica de Albarracín corresponde a.  55 veces la demanda total del agua subterránea.
- 26.** La recarga de sistema acuífero superficial en la cuenca hidrogeológica al Oriente de la Falla de Chivata corresponde a.  13 veces la demanda total del agua subterránea.

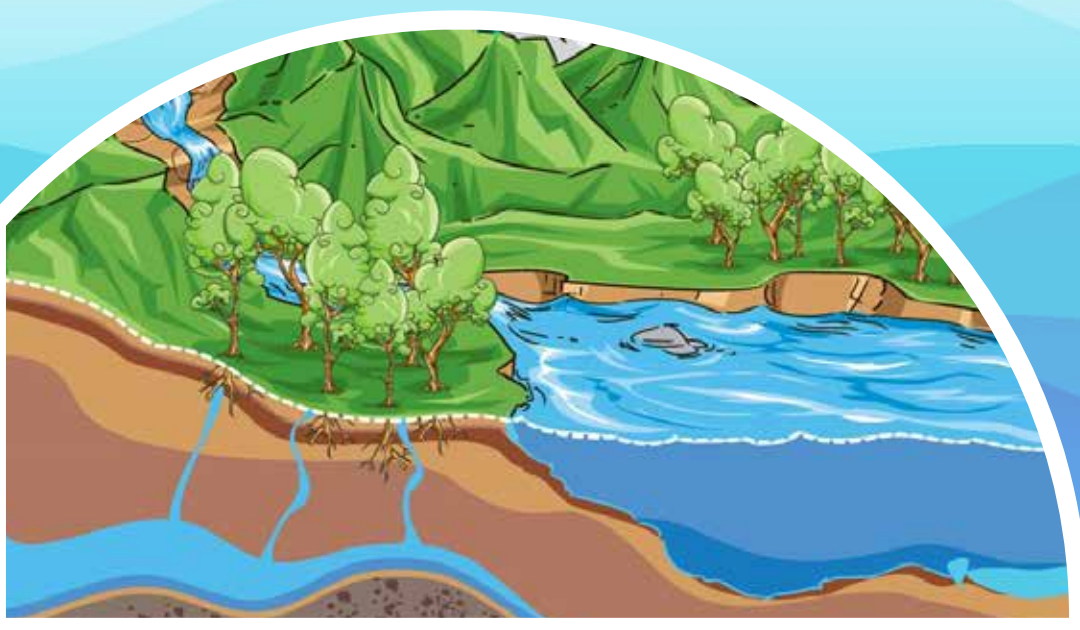


## DIVIÉRTETE (LLENA LOS ESPACIOS EN BLANCO SEGÚN CORRESPONDA)

1. El \_\_\_\_\_ es el componente líquido más abundante en la superficie terrestre
2. El sol \_\_\_\_\_ el agua de los océanos en vapor de agua.
3. La nieve puede derretirse, convirtiéndose en la \_\_\_\_\_, que desemboca en los ríos y en los océanos.
4. Parte de la lluvia \_\_\_\_\_ en el suelo, y, si llega a lo suficientemente profundo, recarga los acuíferos.
5. Una parte del agua subterránea alcanza los \_\_\_\_\_ muy profundos y se queda allí por mucho tiempo.
6. La zona \_\_\_\_\_ de un acuífero es aquella en donde todos los poros están llenos de agua.
7. La vulnerabilidad de un acuífero a la \_\_\_\_\_ depende principalmente de sus características hidrogeológicas.

\_\_\_ Evapora  
\_\_\_ Saturada  
\_\_\_ Acuíferos  
\_\_\_ infiltra  
\_\_\_ Contaminación  
\_\_\_ Escorrentía  
\_\_\_ Agua

Soluciones:  
2 \_ Evapora  
6 \_ Saturada  
5 \_ Acuíferos  
4 \_ infiltra  
7 \_ Contaminación  
3 \_ Escorrentía  
1 \_ Agua



## PRUEBA CUANTO APRENDISTE

1. El PMAA plantea programas y proyectos en un horizonte de ejecución de:

- a) 1 año
- b) 5 años
- c) 20 años

2. El ciclo hidrológico es :

- a) Proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la superficie terrestre.
- b) Ciclo del estado de la tierra
- c) Proceso para encontrar agua

3. El agua subterránea es :

- a) Agua de las Piscinas.
- b) Agua que existe bajo la superficie del suelo.
- c) Otro nombre del agua lluvia.

4. Una formación geológica que permite la circulación de agua por sus poros y grietas, se denomina:

- a) Aljibe
- b) Acuitardo
- c) Acuífero

5. Las reservas de agua subterránea corresponden a:

- a) El agua que ingresa al acuífero por escorrentía.
- b) Volumen de agua almacenado y que puede ser extraído del acuífero.
- c) Nombre dado de acuerdo a la calidad del agua.

6. Para recuperar las áreas de recarga se debe:

- a) Reforestación en las áreas de recarga.
- b) Talar arboles indiscriminadamente
- c) Conservar solo los arboles de quebradas y fuentes hídricas.

7. En las áreas de recarga esta prohibido:

- a) Ir de paseo.
- b) Sembrar arboles endémicos
- c) Vertimientos directos o indirectos al suelo

8. Una actividad condicionada en el área de recarga es:

- a) Procesos Agroindustriales que genere lixiviados.
- b) Áreas de Cultivo
- c) Seleccionar el área para un cementerio.

5.	b
4.	c
3.	b
2.	a
1.	b
6.	a

# GLOSARIO

- **Infiltración:** Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo y pasa a ocupar total o parcialmente los poros y/o fisuras del suelo.
- **Formación Geológica:** conjuntos de rocas o estructuras geológicas que comparten determinadas características (Composición y estructura).
- **Acuitardo:** formación geológica capaz de almacenar agua, pero que la transmite dificultosamente. Son materiales porosos pero poco permeables, como limos, arenas arcillosas o pizarras poco fisuradas. Son materiales semipermeables o semiconfinantes.
- **Nivel freático:** corresponde con el límite superior de la zona saturada en un acuífero libre.
- **Demanda de agua:** en el marco del Estudio Nacional del Agua ENA 2010, se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos.
- **Balance Hídrico:** método de medición que analiza la entrada y salida de agua de un espacio territorial a lo largo del tiempo. Mediante el estudio del Balance Hídrico es posible hacer una evaluación cuantitativa de los recursos de agua y sus modificaciones por influencia de las actividades del hombre.
- **Acuífero:** formación geológica que permite la circulación de agua por sus poros y fracturas, permitiendo su aprovechamiento.
- **Plan de manejo ambiental de acuíferos (PMAA):** instrumento de planificación y administración del agua subterránea, mediante la ejecución de proyectos y actividades de conservación, protección y uso sostenible del recurso.
- **Área de recarga:** Área en la cual afloran formaciones geológicas con características que permiten la infiltración.
- **Vulnerabilidad intrínseca del acuífero a la contaminación:** Propiedad intrínseca del sistema de agua subterránea que depende de la sensibilidad del mismo a los impactos humanos y/o naturales.
- **Oferta de agua subterránea:** Es el volumen de agua almacenado en un acuífero que corresponde a la suma de la reservas y la recarga.
- **Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC):** Representación en dos o tres dimensiones de las condiciones estáticas y dinámicas del sistema hidrogeológico.



**ACUIFERO**