RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE COGUA

MANRIQUE BUITRAGO MARÍA FERNANDA
SÁNCHEZ GUEVARA ERIKA KATHERINNE

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS PÚBLICOS
BOGOTÁ D.C.
2016

RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE COGUA

MANRIQUE BUITRAGO MARÍA FERNANDA
SÁNCHEZ GUEVARA ERIKA KATHERINNE

Monografía para optar por el título de Tecnólogas en Gestión Ambiental y Servicios Públicos

Director
EDISON URIBE
Ing. AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS PÚBLICOS
BOGOTÁ D.C.
2016

.

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado en primer lugar a Dios, seguido de nuestros padres quienes nos dieron la vida, educación, apoyo en todo momento e hicieron posible iniciar y culminar satisfactoriamente esta carrera profesional. A ustedes por siempre nuestro corazón y agradecimientos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos que estas líneas sirvan para expresar nuestro profundo agradecimiento a las personas que nos apoyaron y ayudaron de manera conceptual y fueron guía esencial para la realización de este trabajo, en especial al profesor Edison Uribe quien como director de este proyecto de grado siempre mantuvo interés y fue constante en su trabajo como director, además de brindarnos las correcciones y aportes pertinentes para el correcto desarrollo de esta tesis.

Por ultimo agradecemos a los trabajadores con los que tuvimos la oportunidad de tratar en las instituciones donde realizamos consulta bibliográfica, y quienes se mostraron respetuosos, dándonos buen trato y ayuda pertinente.

A todos ellos muchas gracias.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS 8
LISTA DE ILUSTRACIONES 9
LISTA DE MAPAS 9
LISTA DE ANEXOS 9
INTRODUCCIÓN 10
ANTECEDENTES 11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 13
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 13
OBJETIVOS 14
OBJETIVO GENERAL 14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
JUSTIFICACIÓN 15
DELIMITACIÓN 16
1. MARCOS REFERENCIALES 17
1.1 MARCO TEÓRICO 17
1.2 MARCO CONCEPTUAL 19
1.3 MARCO LEGAL 23
1.4 MARCO INSTITUCIONAL 25
1.5 MARCO HISTÓRICO 27
1.6 MARCO GEOGRÁFICO 29
2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 31
3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, BIOLÓGICAS, POBLACIONALES, AMBIENTALES, HÍDRICAS, Y USOS DEL AGUA DEL MUNICIPIO DE COGUA 33
3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MUNICIPIO 33
3.1.1 RELIEVE 33
3.1.2 GEOLOGÍA 34
3.1.3 GEOMORFOLOGÍA 35
3.1.4 CLIMA 36
3.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL MUNICIPIO 38
3.2.1 SUELO 38
3.2.2 FAUNA 40

3.2.3 VEGETACIÓN 42
3.3 CARACTERISTICAS POBLACIONALES DEL MUNICIPIO 44
3.3.1 DEMOGRAFÍA Y POBLACIÓN 44
3.3.2 SERVICIOS PÚBLICOS 46
3.4 CARATERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO 54
3.4.1 AREAS PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES 54
3.4.2 RIESGOS AMBIENTALES 56
3.5 CARACTERISTICAS HÍDRICAS DEL MUNICIPIO DE COGUA 58
3.5.1 CANTIDAD 58
3.5.1.1 ZONIFICACIÓN HIDROGRAFÍCA 58
3.5.1.2 FUENTES HÍDRICAS 61
3.5.1.3 PRECIPITACIÓN 69
3.5.1.4 EVAPORACIÓN 70
3.5.1.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL 71
3.5.1.6 ESCORRENTIA 72
3.5.1.7 CAUDALES MEDIOS 73
3.5.2 CALIDAD DEL AGUA 74
3.5.2.1 CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS 74
3.5.2.2 INDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO –IRCA- 75
3.5.2.3 CALIDAD DE LOS EFLUENTES 78
3.6 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 81
3.6.1 USOS ACTUALES DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 81
3.6.1.1 CAPTACIONES DE AGUA 81
3.6.1.2 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA SEGÚN EL DECRETO 3930 DE 2010 82
3.6.1.3 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA POR SUBCUENCA HIDROGRÁFICA 85
3.6.1.4 MÓDULOS DE CONSUMO 87
3.6.2 USOS POTENCIALES DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 93
4. RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 95

4.1 RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL MUNICIPIO DE COGUA 96
4.2 RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE LOS USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 108
5. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 115
5.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE COGUA 115
5.1.1 ÍNDICE DE ESCASEZ 115
5.1.2 BALANCE HÍDRICO 118
5.2 ANÁLISIS DE LOS USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA 119
5.2.1 INDICE DE USO DE AGUA SUPERFICIAL –IUA- 119
5.2.2 INDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA –IRH- 120
5.2.3 INDICE DE VULNERABILIDAD POR DESABASTECIMIENTO HÍDRICO –IVH- 121
CONCLUSIONES 122
RECOMENDACIONES 125
BIBLIOGRAFÍA 128
ANEXOS 133

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entidades involucradas en la investigacón 25
Tabla 2. Relieve en el municipio de Cogua por asociaciones de suelos.....33
Tabla 3. Características geológicas del municipio de Cogua.....35
Tabla 4. Clasificación climática para el municipio de Cogua 36
Tabla 5. Procesos erosivos en el municipio de Cogua 38
Tabla 6. Usos del suelo en el municipio de Cogua 39
Tabla 7. Cobertura vegetal del municipio de Cogua 42
Tabla 8. Cobertura vegetal de matorrales y rastrojos bajos en el municipio de Cogua 43
Tabla 9. Proyecciones de población 2004-2014 para el Municipio de Cogua.....44
Tabla 10. Proyecciones de población por sexo 2004-2014 para el Municipio de Cogua 44
Tabla 11. Población por niveles de SISBEN 45
Tabla 12. Servicios públicos en centros poblados rurales de Cogua.....46
Tabla 13. Distribución acueducto regional Zipaquirá, Cogua y Nemocón.....48
Tabla 14. Usuarios del servicio de acueducto en el Municipio de Cogua 48
Tabla 15. Usuarios de servicios AAA del Municipio de Cogua – Área urbana.....50
Tabla 16. Proyección de población y caudales del Municipio de Cogua.....52
Tabla 17. Riesgos ambientales en Cogua 56
Tabla 18. Distribución de la oferta hídrica y caudales por áreas hidrográficas.....59
Tabla 19. Participación del municipio de Cogua en la subcuenca del Río Frío 61
Tabla 20. Valores medios anuales de caudales (m^3/s) en el Municipio de Cogua.73
Tabla 21. Parámetros de calidad del agua Embalse del Neusa 74
Tabla 22. Control de calidad de agua cruda en Bocatoma Río Frio.....75
Tabla 23. Reporte de resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua para el municipio de Cogua 77
Tabla 24. Matriz de impacto ambiental quebrada San Antonio.....78
Tabla 25. Calidad del agua entrada y salida de la PTAR Municipal.....80
Tabla 26. Concesiones de agua superficial en el municipio de Cogua 81
Tabla 27. Usos del agua en el municipio de Cogua por fuente hídrica 85
Tabla 28. Módulo de consumo para uso doméstico en el municipio de Cogua 88
Tabla 29. Demanda de agua para uso doméstico en el municipio de Cogua 88
Tabla 30. Módulos de consumo para riego por cultivo en el municipio de Cogua, incluyendo eficiencia del 75% 89
Tabla 31. Demanda de agua para uso agrícola en el municipio de Cogua.....89
Tabla 32. Módulo de consumo para uso pecuario en el municipio de Cogua.....90
Tabla 33. Demanda de agua para uso pecuario en el municipio de Cogua.....90
Tabla 34. Demanda de agua para uso industrial en el Municipio de Cogua 91
Tabla 35. Módulo de consumo para uso institucional, recreativo y turístico en el municipio de Cogua 92
Tabla 36. Demanda para uso institucional, recreativo y turístico en el municipio de Cogua 93

Tabla 37. Usos potenciales del agua en el municipio de Cogua por zonas bioclimáticas 94
Tabla 38. Demanda neta de agua en el municipio de Cogua 116
Tabla 39. Caudales medio anuales para el municipio de Cogua 116
Tabla 40. Oferta hídrica neta superficial del municipio de Cogua 117
Tabla 41. Interpretación del Índice de Escasez 118
Tabla 42. Interpretación de la calificación IUA 119
Tabla 43. Interpretación de la calificación IRH 120
Tabla 44. Interpretación de la calificación IVH 121
Tabla 45. Indicadores hídricos para Cogua 122

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Rosa de vientos provincial Sabana Centro. 37
Ilustración 2. Componentes de la PTAR del Municipio de Cogua 51
Ilustración 3. Cobertura servicio de aseo 53
Ilustración 4. Precipitación anual en el municipio de Cogua para una serie de 10 años (2004-2014).....70
Ilustración 5. Evaporación en el municipio de Cogua para el año más húmedo, más seco y medio 71
Ilustración 6. Destinación de las captaciones de agua superficial en el Municipio de Cogua 82

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. El municipio de Cogua en la Cuenca del Río Bogotá…….60
Mapa 2. Quebradas del municipio de Cogua…….……..68

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución usos del suelo en el municipio de Cogua……133
Anexo 2. Fuentes hídricas del municipio de Cogua por subcuencas……...…134
Anexo 3. Calidad del agua en la bocatoma del río frio……..……135
Anexo 4. Factor de consumo módulo de consumo industrial……..……136

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consolida un documento donde se reconoce el estado actual del recurso hídrico y los usos del agua en el territorio del Municipio de Cogua, por medio de una labor de consulta a referentes bibliográficos; se abordan temas de calidad y cantidad así como la demanda y oferta de agua en el Municipio para la determinación del estado actual del recurso hídrico; por otro lado, para la determinación de usos actuales y potenciales del agua se hacen módulos de consumo por uso, además de la determinación de indicadores hídricos. Es decir, este trabajo de grado bajo la modalidad de monografía se desarrollará con la recopilación, análisis y síntesis de información referente al recurso hídrico y generalidades del Municipio, seleccionada en diferentes centros informativos de entidades nacionales, regionales, municipales y otros autores.

Esta recopilación documental muestra la riqueza hidrológica que posee el municipio y en consecuencia a esto, se crea la necesidad de consolidar un estudio que articule la información actualmente descentralizada acerca del recurso hídrico y en general del Municipio de Cogua. La ausencia de información consolidada y actualizada se presenta como un gran obstáculo para investigaciones, proyectos, y/o actividades encaminadas al desarrollo territorial. Y por otro lado, lo anterior también ha generado en el desarrollo del Plan Hídrico del municipio y la desactualización de la información referida en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Cogua (2000).

El estudio es llevado a cabo en el Territorio del Municipio de Cogua ubicado a 50 kilómetros al norte de Bogotá D.C. en el departamento de Cundinamarca, se encuentra sobre la cordillera oriental en la Provincia de Sabana Centro sobre el Altiplano Cundiboyacense, al costado sur del páramo de Guerrero y Güargüa; su territorio está conformado por las cuencas de los Ríos Neusa, Susagua, Barandillas, Río Negro y Río Frío (Gobernación de Cundinamarca, 2011). Sin embargo la investigación se desarrolla en gran parte en la ciudad de Bogotá, en las bibliotecas, centros documentales y dependencias de instituciones encargadas de la hidrología e información territorial de los municipios de Cundinamarca.

Así pues, para lograr reconocer el estado actual del recurso hídrico y usos del agua del territorio de Cogua, inicialmente se describirán las características físicas, biológicas, socioeconómicas, ambientales, hídricas y usos del agua del Municipio. En segundo lugar se elabora una tabla de síntesis de la recopilación documental empleada para el desarrollo de la investigación, seguido del análisis del estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el Municipio, lo que permite finalizar con las conclusiones y recomendaciones que propiciaran los autores.

ANTECEDENTES

El tema del agua, su importancia, condiciones actuales y su degradación, son cuestiones a tratar a lo largo de la historia no solo para el municipio de Cogua sino en general para el departamento, el país y el mundo.

Según Herrnstadt (1957) en su artículo titulado “El abastecimiento de agua en 50 Municipios de Cundinamarca”; entre los años de 1954 y 1956 los municipios del departamento de Cundinamarca presentan condiciones similares como la deficiencia en la cantidad del servicio de agua potable y la mala calidad bacteriológica.

Para el año de 1994 la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR- conformó el Plan ambiental Municipal subregión Zipaquirá-Centro; donde se tratan temas como la degradación del recurso hídrico en el Municipio de Cogua. Para 1994 el acueducto Zipaquirá–Cogua-Nemocón era surtido por aguas reguladas del Río Neusa haciendo uso de algunos de los componentes del sistema de la planta hidroeléctrica que se encontraba fuera de uso.

En cuanto a la disponibilidad de agua subterránea, según el inventario realizado por la CAR (1994) en el municipio hay 13 puntos de aguas subterráneas, distribuidos así:

- Dos pozos cuya agua es utilizada principalmente para consumo humano, el primero de ellos tiene una profundidad de 70-80 m y está ubicado en la vereda la plazuela, y el segundo pozo en la vereda El Mortiño.
- Siete aljibes
- Cuatro manantiales destinados al abastecimiento público, dos originados en la Quebrada Honda y dos que abastecen la Quebrada Cardona.

Según investigaciones de la CAR, el río Neusa qué es la principal fuente hídrica del Municipio, presenta para el año 1994 una contaminación baja con parámetros de calidad de: Demanda Biológica de Oxigeno DBO_5= 4.0 y 10.0 mg/l, Oxígeno Disuelto OD= 4.0-6.0 mg/l, Cloro < 50.0 mg/l, pH= 6.0-8.5, Coliformes <1.000 Numero Más Probable –NMP- por cada 100 ml. Por otro lado, el río Barandillas también tiene baja contaminación con resultados muy similares en los parámetros de calidad.

En cuanto a otras corrientes hídricas del Municipio tales como, las Quebradas: El tambor, el rincón, Pantano largo; Los pantanos: del mico, el Chuscal, Chorrillo, El Pedregal, Agua Sucia, del Carpintero, La maya, Blanco, Bolivas y Villantina, aunque no se tiene información sobre parámetros se infiere que sus características permiten calificarlos como baja contaminación (CAR, 1994).

La CAR (1994) determino cuatro fuentes contaminantes del recurso hídrico en el Municipio de Cogua. En primer lugar se encuentra los vertimientos domésticos, debido a que la red de alcantarillado vierte sus aguas residuales a las quebradas Padre Otero y Carpintero, siendo estas también afluentes del río barandillas; donde el caudal que aporta Cogua es de 8 l/s y la cantidad aproximada de carga orgánica producida por habitante es de 90 Kg DBO/día. Luego se encuentra la contaminación por residuos sólidos, las basuras son dispuestas a cielo abierto, sin embargo para esa época se planeaba la construcción de un relleno sanitario regional: Cajica, Cogua, Chia, Zipaquirá, Nemocon, Cota, Tabio, y Tenjo. Por otro lado se da la contaminación a causa del matadero qué se encuentra localizado dentro del perímetro urbano, y descarga los vertimientos directamente a la quebrada Padre Otero, aportando una carga contaminante aproximada de 7.5 Kg de DBO/día, pese a que el matadero contaba con un sistema de pre-tratamiento, este no operaba eficientemente. Y por último la contaminación hídrica por parte de las industrias y agricultura intensiva.

Basados en CAR (1994), el embalse artificial del Neusa se encuentra localizado al nororiente del departamento de Cundinamarca, sobre la cordillera oriental, entre Cogua y Tausa a los 73° LW y 5°8 LN, tiene un área superficial aproximada de 9.8 Km^2 y un volumen promedio de 65 mm^3, la profundidad promedio es de 13 metros y el embalse es alimentado por los ríos Cubillos y Suguatoque que dan origen al río Neusa; los principales usos del agua proveniente del embalse son el agrícola, pecuario y de recreación por contacto secundario[*].

En general, la calidad del agua en el embalse del Neusa es buena para consumo humano y para el normal desarrollo de comunidades de organismos asociados a cuerpos de agua de baja productividad. No obstante, la problemática del embalse radica en la ampliación de la frontera agrícola especialmente con cultivos de papa, en la parte alta de la cuenca de los afluentes del río cubillos y Suguatoque; dicha actividad ha llevado a propiciar la deforestación qué causa disminución del cauce de los ríos afluentes, el uso de agroquímicos y problemas de escorrentía. Otro problema está asociado a la pesca clandestina tanto en el embalse como en la desembocadura de las quebradas (CAR, 1994).

[*] Según la Universidad Austral de Chile (2000) el contacto secundario se refiere solo al contacto del cuerpo con el agua sin inmersión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido al desconocimiento del estado actual y usos del recurso hídrico en el municipio de Cogua, se han venido teniendo atrasos en el desarrollo del plan hídrico del municipio ligado directamente con la política nacional del recurso hídrico, aparte de desactualización de la información referida en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial –PBOT- de Cogua (2000). Así pues, se ve la necesidad de hacer un reconocimiento actual y compilación de la información respecto a las condiciones y características del municipio de Cogua, con enfoque principal en los aspectos hídricos y usos del agua. Para responder así a la falta de información completa y consolidada en la actualidad, información útil para el municipio, la CAR, o para quien la requiera.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La dispersión de la información acerca del municipio en general y de manera implícita en el tema del recurso hídrico en Cogua nos lleva a plantear el interrogante a desarrollar a través de este proyecto de grado: ¿Cuál es el estado actual del recurso hídrico y usos del agua del municipio de Cogua?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reconocer el estado actual del recurso hídrico y usos del agua del territorio de Cogua mediante recopilación documental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las características físicas, biológicas, socioeconómicas y ambientales del territorio del municipio de Cogua.
2. Reconocer el estado actual del recurso hídrico del municipio de Cogua.
3. Reconocer los usos actuales y potenciales del recurso hídrico en el municipio territorio de Cogua.
4. Formular el estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el municipio territorio de Cogua.

JUSTIFICACIÓN

Esta tesis dará solución a la necesidad de compilar los diferentes documentos especializados en el conocimiento del recurso hídrico, colocando a disposición información consolidada a cerca del Municipio de Cogua, enfatizando en las características y condiciones hídricas, así como los usos actuales y potenciales del agua en el Municipio. Esta información servirá como base para evaluar las condiciones actuales del servicio prestado por el acueducto regional de Zipaquirá-Cogua-Nemocón, además de suponer utilidad para la futura realización de obras, proyectos y actividades de mejora en el tema del agua, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida y prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado a la población del Municipio.

A nivel personal este proyecto nos permitirá como Tecnólogos en Gestión Ambiental y Servicios Públicos crecer de manera intelectual y adquirir experiencia en nuestro futuro campo de trabajo, teniendo acercamiento directo a un ejemplo de experiencia laboral de modo que desarrollaremos y pondremos en práctica nuestras aptitudes y habilidades adquiridas a lo largo del proceso de formación académico y a lo largo de nuestra vida; agregando que esta investigación nos conducirá a dar satisfactorio cumplimiento a nuestro proceso de formación, siendo el trabajo de grado uno de los requisitos para finalizar el proceso académico.

DELIMITACIÓN

Este trabajo de grado estará enfocado en el Municipio de Cogua, el cual se encuentra en el departamento de Cundinamarca. No obstante, el trabajo tendrá un espacio de ejecución principalmente en Bogotá al hacer uso de las fuentes de información como bibliotecas y demás establecimientos de instituciones como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la gobernación de Cundinamarca, el instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), entre otros.

El estudio, análisis bibliográfico y producción documental final se dará en un periodo de un año. En el cual la investigación y compilación de información abarcara de manera general el estado actual del recurso hídrico y usos del agua superficial del Municipio, sin embargo se tendrán subtemas que delimitaran el alcance de esta monografía, tales como: las características físicas, biológicas, socioeconómicas y ambientales del territorio, descripción del recurso hídrico (calidad y cantidad), y los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

1. MARCOS REFERENCIALES

1.1 MARCO TEÓRICO

La calidad es una variable fundamental para determinar el estado del recurso hídrico, para esto se debe entender que el agua tiene características de tipo físico, químico y biológico que la definen como apta para los distintos usos. Dentro de los usos, uno de los primordiales es el consumo humano y doméstico. En lo que respecta a las propiedades físicas, según la guía de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Rice, Baird, Eaton, & Clesceri, 2012) se tiene en cuenta las siguientes:

- Olor: inoloro
- Densidad: 1g/cc
- Punto de fusión: 0°C
- Punto de ebullición: 100°C
- Conductividad: 0,45ms/cm

En cuanto a las propiedades químicas se entiende que el agua es un solvente universal, siendo químicamente una molécula polar, compuesta de dos enlaces y además tiene enlaces covalente simples. Su pH debe estar en un rango de 6,5 a 6,9.

Respecto a las condiciones del estado actual del recurso hídrico, la FAO (1996) determina que son aquellas que están presentes y van relacionadas directamente con diversidad de factores ambientales, físicos,…, económicos. Algunas son:

- Condiciones físicas: la forma del terreno (pendiente, aspecto, elevación), los suelos y la geología, las corrientes y la hidrología (lluvias, escorrentía, erosión y sedimentos).

- Condiciones del uso de la tierra: los usos que se dan a la tierra como agricultura, zonas urbanas, tierras forestales, entre otros.

- Condiciones humanas: se basa en la acción del ser humano modificando negativa o positivamente la vegetación, el cauce, entre otros.
- Condiciones de riesgo

Teniendo en cuenta la materia de estudio de esta monografía es necesario conocer el ciclo del agua. De manera resumida y con base en el libro “Procesos del ciclo hidrológico”, el ciclo hidrológico se inicia con la evaporación del agua de los cuerpos hídricos, el vapor de agua resultante es entonces transportado por las masas de aire en movimiento hacia los continentes bajo condiciones

meteorológicas adecuadas, el vapor de agua se condensa para formar nubes las cuales a su vez dan origen a las precipitaciones (Aranda, 1998).

Las variables e indicadores del recurso hídrico son muy diversas y así mismo existe pluralidad de elementos que las integran. En este caso se puede tomar como eje el Sistema de Información del Recurso Hídrico –SIRH- que rige a nivel nacional. El SIRH fue creado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante el decreto 1323 de 2007 y se basa en 5 áreas temáticas, las cuales son: oferta, demanda, calidad, estado y gestión.

El SIRH establece indicadores para el estado recurso hídrico; tales indicadores mínimos se establecen en la Resolución 0643 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y están conformados por un conjunto de variables que permiten registrar hechos y describir comportamientos para realizar el seguimiento al estado.

Así mismo, los indicadores específicos mínimos son de tres tipos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2004):

- Desarrollo sostenible, con indicadores como: Tasa de deforestación, incremento de cobertura vegetal, población en alto riesgo por desabastecimiento de agua, índice de escasez, consumo de agua en los sectores productivos, otros.

- Ambientales, con indicadores como: Accesibilidad a agua potable para consumo humano, número de hectáreas de cobertura boscosa en cuencas abastecedoras de acueductos, consumo de agua por unidad de producción y en el sector agrícola, otros.

- De gestión, con indicadores como: Cantidad de proyectos con seguimiento con referencia a la totalidad de proyectos activos con licencias, permisos y/o autorizaciones otorgados por la CAR, Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, cuencas con Planes de Ordenación y Manejo.

Para abarcar los usos del agua se tendrán en cuenta los programas para el uso eficiente y ahorro del agua, ya que según el artículo 1 de la ley 373 de 1997 del Congreso de la Republica, todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua (…). Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

Con base al artículo 2, acerca del contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua. El programa será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros las autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa (Congreso de la Republica, 1997).

Para la elaboración del Plan Hídrico Nacional, el cual desarrollará las líneas de acción estratégicas de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, a través de la definición de programas y proyectos específicos, y establecerá metas específicas que permitan determinar el grado de implementación del plan y su impacto sobre el recurso hídrico; la estructuración del Plan Hídrico Nacional, así como la formulación de sus programas y proyectos específicos, sus responsables, metas e indicadores detallados, son el resultado de un proceso concertado que emprenderá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del Viceministerio de Ambiente - Grupo de Recurso Hídrico. En este proceso de concertación se deberán tener en cuenta las características y prioridades regionales, teniendo presente que sus productos deben contribuir al logro de los objetivos y metas nacionales de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

De acuerdo a los niveles de planificación hidrológica nacional establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010) en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico –PNGRH- el presente estudio tomará como base los lineamientos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- PORH qué según la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico el PORH es el instrumento de planificación que permite en ejercicio de la autoridad ambiental, intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de agua (Ministerio de Ambiente y Desarollo Sostenible, 2014).

1.2 MARCO CONCEPTUAL

Dos conceptos indispensables en el desarrollo del proyecto son cuerpo de agua y recurso hídrico. En el Decreto 3930 de 2010 emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se define cuerpo de agua como el sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre conformado por elementos físico-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en

movimiento. Y recurso hídrico, definido como las aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas (Ministerio de Ambiente y Desarollo Sostenible, 2010).

Para determinar el estado del recurso hídrico la PNGRH (2010) indica que se deben estudiar variables como: el balance hídrico, la oferta y disponibilidad de agua, calidad del recurso hídrico superficial y riesgos asociados al recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

La oferta y disponibilidad de agua se refiere a la oferta que proporcionan las aguas superficiales, aguas marinas y estearinas, humedales, ciénagas y embalses, glaciares y Páramos. Con el fin de comprender el concepto de la oferta hídrica superficial, es preciso definir los términos que están interactuando de forma permanente en el proceso de caracterización, estimación y análisis del componente de agua: balance hídrico, escorrentía superficial, precipitación, evapotranspiración, y rendimiento hídrico.

En el Estudio Nacional del Agua –ENA- (IDEAM, 2010) se indica que la precipitación es el volumen de agua que cae por acción de la gravedad sobre la superficie terrestre en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo procedentes de la condensación del vapor de agua. Se denomina evapotranspiración a la consideración conjunta de dos procesos diferentes: la evaporación y la transpiración que representan las pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua (Román, 2010). La escorrentía hídrica superficial o flujo superficial se define como parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos de agua (IDEAM, 2010). El rendimiento hídrico o caudal específico se define como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado (UNESCO & OMM, 2012).

La calidad del recurso hídrico se refleja en datos del índice de calidad del agua para corrientes superficiales (ICACOSU) mediante variables básicas que dan cuenta de diferentes orígenes de contaminación como son: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD), sólidos totales en suspensión, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH (IDEAM, 2012).

Considerando los criterios de calidad del agua como un conjunto de parámetros y sus valores utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010) define los criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Los usos del agua infieren al uso para el cual puede ser destinado este recurso, según sus características, composición y calidad. El artículo 9 del decreto 3930 clasifica los usos del agua en: Consumo humano y doméstico, Preservación de

flora y fauna, Agrícola, Pecuario, Recreativo, Industrial, Estético, Pesca - Maricultura y Acuicultura, Navegación y Transporte Acuático.

Para el efecto de los servicios públicos de interés se definen según lo decretado por el Congreso de la Republica en la Ley 142 de 1994 los conceptos de servicio público domiciliario de acueducto, como el servicio público domiciliario de agua potable, que trata de la distribución municipal de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición; con actividades complementarias tales como captación de agua y su procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y trasporte. Y servicio público domiciliario de alcantarillado como la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos; con actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos.

Con base en el Decreto 3930 de 2010 en su artículo 4, el ordenamiento del Recurso Hídrico es realizado por la Autoridad Ambiental Competente 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 y sus posibilidades de aprovechamiento.

Según el IDEAM (2010) en el Estudio Nacional del Agua, la oferta hídrica superficial se refiere al volumen de agua continental, almacenada en lo cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo. La oferta hídrica superficial se cuantifica a través de la escorrentía y los rendimientos hídricos, entendiéndose lo primero como aquella parte de la lluvia que no es absorbida por el suelo.

Por otra parte la Sociedad Geográfica de Colombia (1998) estima que la estrecha relación que existe entre el agua superficial y subterránea indica que esta última no puede ser considerada como un recurso independiente y es definida por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (2011) como el agua que se filtra a través de grietas y poros de las rocas y sedimentos que yacen debajo de la superficie de la tierra, acumulándose en las capas arenosas o rocas porosas del subsuelo.

Es importante también abordar el termino de cuenca hidrográfica, que se define como la forma terrestre dentro del ciclo hidrológico que capta y concentra la oferta del agua que viene de las precipitaciones (Sáenz, 2011). Así pues, Fredy Franco (s.f) expresa que el ciclo hidrológico es el mecanismo dinámico natural que comprende la circulación general del agua en todos sus estados a través de la naturaleza.

En Colombia para la planificación de cuencas hidrográficas se cuenta con los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA- qué según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010) son los instrumentos a

través de los cuales se realiza la planeación del adecuado uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna; y el manejo de la cuenca, entendido como la ejecución de obras y tratamientos, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico.

Para el estudio de las cuencas hidrográficas sus elementos son agrupados de la siguiente forma: Factores físicos, factores biológicos, factores humanos y factores ambientales.

Los factores físicos son aquellos que constituyen el ambiente físico entre los cuales se encuentran: El relieve, la topografía, la hidrología, la hidrografía, la geológica, la geomorfología y el clima.

El relieve es el conjunto de geoformas resultantes de la dinámica interna de la tierra; es decir, de la estructura geológica (Flórez, 2003). La topografía se ocupa del estudio de los métodos para obtener la representación plana de una parte de la superficie terrestre con todos sus detalles (Martín, Campoy, & Vázquez, 1994).

La hidrología es la ciencia que estudia las ciencias naturales, su ocurrencia, circulación, distribución y los fenomenos y procesos que transcurren en la hidrosfera (Lanza-Espino, 1999). La hidrografía es la ciencia que estudia al agua de la tierra en sus aspectos fisico, quimico, biologico, en forma estatica y dinamica (Lanza-Espino, 1999). La geología es la ciencia que estudia la estructura, la composición, los procesos, la evolución y la vida de la tierra (Tejada, 1994). La geomorfologia es el estudio de las formas de la superficie de la corteza terrestre (Tejada,1994).

Y, según el Intituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (2001) el clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas (temperatura, precipitación, tiempo, humedad y radiación solar), caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, durante un período y un lugar. Las clasificaciones climáticas tienen la función de estructurar conjuntos homogéneos de las condiciones climáticas para la delimitación tanto de áreas como de regiones climáticas, se distinguen dos grupos de clasificaciones: De tipo genético, que se basa en la circulación general o general de la atmosfera y los procesos que originan este comportamiento; y de tipo fitoclimático que se fundamenta en la combinación de parámetros climáticos reagrupados o no en índices (CAR, 2001).
Para poder entender las condiciones climáticas de una región es necesario tener en cuenta que la temperatura es la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente (Thomsen, 2007). La radiación solar es la cantidad de energía emitida por el sol y transmitida a través del espacio por medio de las ondas electromagnéticas (CAR, 2001). El viento se define como el movimiento natural y horizontal del aire atmosférico, originado y conservado por la

diferencia de temperaturas y de presión, en una tendencia continua y cíclica que se da en las diferentes partes de la atmosfera, en busca de su equilibrio (CAR, 2001).

Los factores biológicos se refieren al ambiente biológico, entre estos factores se encuentran el suelo, la vegetación, la fauna y la ecología. El suelo es la capa superficial de la tierra que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento (FAO, 1996). La vegetación se define como el conjunto de plantas que constituyen el paisaje vegetal de una región (Lemps, 1983). La fauna silvestre se define como el conjunto de animales pertenecientes a todas las especies que se han criado naturalmente sin la intervención del hombre o que han regresado a su estado salvaje y viven de forma libre en la tierra o el agua. Está representada por los vertebrados (aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces) y los invertebrados (insectos, moluscos, nemátodos, protozoos, etc) (OPEPA, 2015). La ecología es la ciencia que estudia las relaciones de los organismos con su medio físico y biológico (Campos, 2002).

Los factores humanos se refieren a la comunidad que habita en el sector y su relación con la cuenca hidrográfica que se aprovecha y transforma los recursos naturales para su beneficio. Y finalmente, los factores ambientales se enfocan en las consideraciones que pueda ayudar a orientar el manejo de las condiciones ambientales de una cuenca hidrográfica.

Para abordar el tema de recurso hídrico superficial es necesario tener claro el concepto de Gestión del Recurso Hídrico que según como indica la Asociación Mundial para el Agua –GWP- (2008) es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

1.3 MARCO LEGAL

En el ámbito legal es importante tener en cuenta algunas leyes que ayudaran a dirigir el proyecto, en el tema del agua y sus usos. Dentro de las que competen, según lo definido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010), toda la normatividad en el tema se rige bajo el Decreto 2811 de 1974 que dicta el Código Nacional de Recursos Naturales, y que tiene un capítulo donde habla del recurso hídrico, y otros de sus usos, a partir de la cual se desprenden otras normas a nivel nacional, regional y municipal para la administración, regulación y conservación del recurso hídrico.

A nivel Nacional:

PROYECTO DE LEY NUMERO 365 CAMARA DE 2005, Congreso de la Republica de Colombia: *"Por la cual se establecen medidas para orientar la planificación y administración del recurso hídrico en el territorio nacional." Se* establecen el conjunto de principios, criterios y directrices que deben desarrollarse al interior del Sistema Nacional Ambiental, para orientar la planificación y administración del recurso hídrico.

RESOLUCIÓN 1207 DE 2014, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: *"La presente resolución tiene por objeto establecer las disposiciones relacionadas con el uso del agua residual tratada y no aplica para su empleo como fertilizante o acondicionador de suelos".*

DECRETO 1323 DE 2007, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: "*Créase el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- como parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia -SIAC-. El SIRH promoverá la integración de otros sistemas que gestionen información sobre el recurso hídrico en los ámbitos institucional, sectorial, académico y privado*."

LEY 99 DE 1993, Congreso de la Republica de Colombia: "*Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones".*

DECRETO 3930 DE 2010, Presidente de la república de Colombia : "*Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones*."

DECRETO 1575 DE 2007**,** Presidente de la república de Colombia "*Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano".*

A nivel regional:

DECRETO 421 DE 2000, Presidente de la República de Colombia: *"Por el cual se reglamenta el numeral 4º del artículo 15 de la Ley 142 de 1994, en relación con las organizaciones autorizadas para prestar los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en municipios menores, zonas rurales y áreas urbanas específicas".*

ACUERDO 31 de 2005, Corporación autónoma regional de Cundinamarca: "*Por medio del cual se adoptan los módulos de consumo para los diferentes usos del recurso hídrico en la jurisdicción de la CAR*"

A nivel municipal:

ACUERDO 22 DE 2000, Consejo Municipal de Cogua: *"Por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT del Municipio de Cogua – Cundinamarca."*

DECRETO 44 DE 2007, Alcalde Municipal de Cogua: *"Por el cual se reglamentan las zonas suburbanas establecidas por el Acuerdo N° 22 de 2000 contentivo del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cogua y se dictan otras disposiciones"*

DECRETO 043 DE 2007, Alcalde Municipal de Cogua: *"Por el cual se dictan normas complementarias de ubicación, usos y normas urbanísticas para el Municipio de Cogua y se dictan otras disposiciones"*

ACUERDO 14 DE 2011, Consejo Municipal de Cogua: "*Por el cual se revisa y ajusta excepcionalmente el plan básico de ordenamiento territorio del municipio de Cogua, adoptado mediante el acuerdo 022 de 2000*".

1.4 MARCO INSTITUCIONAL

A continuación se nombran el conjunto de organismos, entidades o personas que están relacionados con la formulación de lineamientos, normativas o políticas que regirán o se tendrán en cuenta en la investigación relacionada con el recurso hídrico y sus usos. Según señala el decreto 1575 del año 2007 estas entidades son:

Tabla 1. Entidades involucradas en la investigacón

ENTIDAD	FUNCIÓN
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Es la entidad que se encarga de trazar la política nacional ambiental, para así promover la recuperación, protección y conservación de los recursos naturales para un desarrollo sostenible.
Instituto Nacional de Salud	Es la que vigila y controla la salud pública.
La superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Es la encargada de controlar, inspeccionar, vigilar las actividades de las empresas de servicios públicos que funcionen en el municipio.
Las Direcciones Departamentales Distritales y Municipales de Salud	Es la que valida y presenta la información que le suministra la entidad pública de salud, al Ministerio de Protección Social y Ambiente.

Fuente: Autores

Por otra parte el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con 5 centros de investigación adscritos a este que sirven de apoyo técnico y científico. De estos centros de investigación para el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta las investigaciones realizadas por los siguientes centros:

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-. Da apoyo técnico-científico a los organismos que forman el Sistema Nacional Ambiental (SINA), la Ley 99 de 1993 creó el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como establecimiento público adscrito al Ministerio del Medio Ambiente. El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general.

Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Se encarga de promover, coordinar y realizar investigación que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana.

Adicionalmente se encuentran otras instituciones ligadas al desarrollo del proyecto:

Alcaldía Municipal de Cogua. Principal entidad encargada de la regulación y manejo de los temas del Municipio como: estado actual y usos del agua, referente histórico y caracterización socio-política, económica y geográfica del territorio.

Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria –UMATA-*.* Según la Ley 607 de 2000, las UMATA tienen por objeto garantizar la asistencia Técnica Directa Rural Agropecuaria, Medio ambiental, asuntos de aguas y pesquera, al ordenar la prestación de los servicios de asistencia técnica directa rural por parte de los entes municipales, racionalizar y coordinar las actividades correspondientes con miras a asegurar la ampliación progresiva de la cobertura, calidad y pertinencia del servicio de asistencia técnica, así como el seguimiento, orientación y acompañamiento en la prestación del servicio por parte de las entidades del orden departamental y nacional, en condiciones que permitan la libre escogencia por los beneficiarios de dichos servicios.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Según el acuerdo 44 de 2005 la misión de la corporación autónoma regional es la de ejecutar las políticas establecidas por el Gobierno Nacional en materia ambiental; planificar y ejecutar proyectos de preservación, descontaminación o recuperación de los recursos naturales renovables afectados; y velar por el uso y aprovechamiento adecuado

de los recursos naturales y el medio ambiente dentro del territorio de su jurisdicción, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y contribuir al desarrollo sostenible.

Acueducto Regional de Zipaquirá. En relación a la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado al Municipio de Cogua.

Gobernación de Cundinamarca. En su artículo 298 de la Constitución Política de Colombia de 1991 el Departamento de Cundinamarca tiene autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución. El Departamento ejerce funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los Municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes. La ley reglamentará lo relacionado con el ejercicio de las atribuciones que la Constitución les otorga.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC-. Es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales.

Servicio Geológico Colombiano. Anteriormente INGEOMINAS, es un instituto que se encarga, además de asuntos mineros, de desarrollar la exploración de aguas subterráneas.

Comisión de agua potable y saneamiento básico -CRA-. Ejerce las funciones de regulación tarifaria, de gestión empresarial, de mercados y de monopolios en el sector de agua potable y saneamiento básico.

1.5 MARCO HISTÓRICO

El municipio de Cogua fue fundado por Lorencio de Terronez el 23 de agosto de 1604 (Disponible en: http://www.cogua-cundinamarca.gov.co/index.shtml). Por otra parte, el distinguido académico e historiador Roberto Velandia en su enciclopedia de Cundinamarca dice “Por 1553 era doctrinero de Cogua, Nemocón, Neusa y Zipaquirá, Fray Lucas de Ozuna. En 1554 figuraban como encomenderos de Cogua, Luís López y Juan de Montalvo y el 10 de diciembre de 1556 Pedro López. Pero el principal y más notable fue Juan de Silva Collante a fines del siglo XVI y principios del XVII de los indios de Cogua, Némesa y Peza, que formando una sola encomienda vinieron a refundirse en el pueblo de Cogua”.

La encomienda fue el origen de la gran propiedad y de la alta concentración de la tierra, las zonas montañosas fueron lugares de resguardos los cuales se disolvieron a mitad del siglo XIX y las tierras planas sitio para las encomiendas donde en la época republicana se consolidaron las haciendas. Relata el mismo historiador que en 1593 el oidor Miguel de Ibarra adjudicó tierras para el resguardo en Cogua a las afueras del pueblo.

Confirman y aclaran la anterior versión los datos existentes en la alcaldía, así: “En octubre de 1593 el oidor Miguel de Ibarra visitó los repartimientos de Cogua, Némesa y Peza a cuyos indios adjudicó en el primero de estos sitios tierras de resguardo de 15 cabuyas en cuadro”. El traslado de esos tres repartimientos al nuevo Zipaquirá, según decreto de 1560 del oidor Luis Enríquez, no se cumplió. Por lo que en Agosto de 1604 al visitar tales primitivos asientos, el oidor Lorenzo de Terrones reunió en Cogua a los indios de Némesa y Peza formando un solo pueblo en el cual mando construir iglesia por comisión de la real audiencia. Coincidencialmente uno de los días del mes de Agosto de 1604 es el que se infiere como el de la fundación oficial de Cogua. Es decir qué, los pueblos de Cogua, Nemeza y Peza fueron anexados a Zipaquirá a su fundación en 1600 por el oidor Luis Henriquez. En agosto de 1604 el oidor Lorenzo de Terrones reunió en Cogua, los pueblos de Némeza y Peza y ordenó construir una iglesia, este hecho corresponde a la fundación de Cogua.

La etimología del vocablo “COGUA” según el diccionario de Acosta Ortegon, en el lenguaje chibcha o muisca significa “apoyo del cerro”. Administrativamente consta de 15 veredas a saber: Barro Blanco, Cardonal, Casablanca, El Altico, El Mortiño, El Olivo, La Chapa, La Plazuela, Ojo de Agua, Paramoalto, Patasica, Quebradahonda, Rincón Santo, Rodamontal y Susaguá. El Parque central, o antaño “plaza principal” constituye la base de la organización comunitaria. En su costado norte están la iglesia parroquial, la casa cural y Casa Cogua cuya hermosa obra de restauración es un ejemplo a nivel Departamental, allí funcionan una biblioteca, salón de exposiciones de arte, archivo histórico, oficina de información turística, en este edificio antiguamente funcionaban las escuelas primarias de niñas y varones. Diagonal a la anterior, precisamente en la esquina oriental del parque se levanta el moderno y funcional palacio municipal.

Según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Cogua (2000) en la época precolombina, el paisaje de la sabana estaba conformado por vegetación no muy alta, y gran parte de los terrenos lo formaban pantanos (Chucuas) rodeados de vegetación herborea. Además, afirma que el territorio de Cogua estaba poblado por tribus pertenecientes a la gran familia de los muiscas, quienes extendían sus dominios desde la región de Sumapaz hasta los límites con la tierra de los Guanes en Santander, comprendía un territorio importante de la cordillera oriental en los actuales departamentos de Cundinamarca y Boyacá.

Al estar ubicado Cogua en la altiplanicie de tierra fría se constituye la tierra como el espacio ideal para el cultivo de papá y maíz. Además, complementado por Cubios, Frijoles, Calabazas, Ahuyamas, Hibias, Chuguas, Arracachas, Batata, contaron con algunos territorios de clima templado y cálido de donde obtenían tomates, Ají, Tabaco, Coca, Aguacate, Guamas, Yuca, Piñas, Guayabas, Pitahayas, Guanábanas y algodón (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

Se relata también en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial –PBOT- (2000) del municipio que en la primera mitad del siglo se ve transcurrir la vida tranquila en un pueblo pequeño, el censo de la población en 1938 muestra que el casco urbano albergaba a 207 personas y que su crecimiento hasta 1951 se realizó a un promedio de 21 personas por año. Es en la segunda mitad del siglo cuando la vida y la naturaleza irán a recibir el impacto del proceso de industrialización y urbanización por el que atravesaba el país. En esos años fueron acontecimientos en la vida municipal: La construcción de la represa del Neusa en 1948, la instalación de la industria de vidrio Peldar en el Mortiño (1954), el inicio de la explotación ladrillera en la vereda del Olivo (1952) La construcción de la Autopista a Ubaté (1961), la adopción de la tecnología de los agroquímicos, la extensión del monocultivo y del potrero, la ubicación en el territorio de cultivos de flores y fresas para la exportación, la instalación de industrias procesadoras de leche, la influencia en el precio de la tierra por el narcotráfico, la construcción de quintas para el descanso, la llegada de nuevos pobladores, en la actualidad el 35.3%de la población proviene de otros lugares, la instalación de grandes industrias productoras de ladrillo, el fraccionamiento excesivo de los predios, el surgimiento de centros poblados en las veredas.

En el censo de 1993 se obtuvo que Cogua contara con 3.477 habitantes de los cuales serían suscriptores del servicio público de acueducto 1.287 en el año de 1996. Para este año en el municipio de presta el servicio de acueducto, alcantarillado y aseo, donde los de acueducto y alcantarillado son prestados por la empresa de acueducto y alcantarillado de Zipaquirá, Contando con un cuerpo receptor “Quebrada Padre Otero”.

1.6 MARCO GEOGRÁFICO

El Municipio de Cogua se encuentra en el departamento de Cundinamarca, limitando por el Norte con el Municipio de Tausa, por el oriente con Nemocón, por el Occidente con Pacho y por el sur con Zipaquirá. Cogua se encuentra ubicado en la provincia de Sabana Centro, a una distancia de Bogotá de 50 Km y con una población aproximada de 15.202 habitantes, según información de la Gobernación de Cundinamarca (2015). La extensión total del Municipio es de 113 Km^2, tiene una altitud en la cabecera municipal de 2.631 m.s.n.m. y una temperatura media: 14º C.

Godoy Cesar, y otros (2011), describe la ubicación del municipio de Cogua exponiendo que se localiza al extremo norte de la Sabana de Bogotá, al norte del municipio se encuentra el páramo de Guerrero y parte del embalse del Neusa que comparte con el municipio de Tausa. Una amplia zona alrededor del embalse es Parque Natural, siendo la principal fuente hídrica y el mayor atractivo turístico de Cogua.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1 MÉTODO

Para el desarrollo de la presente investigación se utiliza el método teórico de análisis y síntesis, siendo estos dos procesos cognoscitivos que permiten, en una primera instancia, la división mental del todo en sus múltiples relaciones y componentes para luego posibilitar la sistematización del conocimiento (Hernández, 2006).

2.2 TIPO DE ESTUDIO

El trabajo se llevará a cabo por medio de investigación científica de tipo descriptiva que consiste en describir de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés, en este caso se trata de una descripción del estado actual del recurso hídrico de Cogua.

2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

La descripción del estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el municipio de Cogua se hará por medio de información secundaria que es aquella que será recogida a partir de investigaciones ya hechas por otros investigadores con propósitos diferentes al de este trabajo.

Para la presente investigación se hará uso de diferentes tipos de documentos escritos, estadísticos y cartográficos proporcionados por instituciones oficiales y/o privadas, y documentos de autoría individual y corporativa. Los documentos escritos a emplear son de diferente índole, entre estos se utilizan fuentes históricas, informes, estudios, archivos oficiales, archivos privados, boletines, circulares, y documentos jurídicos. En cuanto a documentos estadísticos se refiere, en general, a los datos censales generados por el Departamento Nacional de Estadísticas. Los documentos cartográficos representan una importante fuente de información para esta investigación, entre el material cartográfico figuran los mapas de división política y administrativa, mapas hidrográficos, mapas de relieve, topografía, geología y geomorfología, mapas climatológicos, mapas de uso del suelo, entre otros.

Entre las instituciones, autoridades y corporaciones nacionales, regionales y municipales que se tendrán en cuenta en la investigación y que aportarán la información y documentación necesaria para este trabajo están: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Alcaldía Municipal de Cogua, Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria,

Gobernación de Cundinamarca, Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico y la Corporación Autónoma Regional.

Por otra parte se revisarán los documentos encontrados en las principales bibliotecas de la ciudad, entre ellas se acudirán a la Biblioteca Pública Virgilio Barco, Biblioteca Luis Ángel Arango, y la Biblioteca Pública El Tintal Manuel Zapata Olivella. Además de las bibliotecas pertenecientes al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Distrital, de las sedes Vivero y Macarena A.

2.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Teniendo en cuenta que la recolección de datos de fuente secundaria se basa en la técnica documental, los instrumentos son libros, revistas, informes de prensa, memorias de grado, archivos y otros.

El procesamiento estadístico de la información recogida se hace mediante la hoja de cálculo de Excel, debido a que este software ofrece funcionalidades de tabulación, cálculo de fórmulas y graficación de datos necesarios para esta investigación.

La triangulación de toda la información teórica se realiza empleando un computador portátil Compaq CQ45, con ambiente Windows 10. De igual forma los textos se procesan con Microsoft Word 2010, y las tablas y gráficos se realizan con Microsoft Excel 2010.

2.5 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo se llevara a cabo por medio de cuatro fases: la primera fase es de reconocimiento de las instituciones que tienen que ver con la administración, conservación y estudio del recurso hídrico de Cogua, a partir de este momento se realizaran una serie de visitas a estas entidades nacionales, regionales y municipales como el IDEAM, IGAC, CAR, la Gobernación de Cundinamarca y la Alcaldía de Cogua, además de una revisión bibliográfica de tesis en algunas bases de datos, y visitas a algunas bibliotecas de la ciudad. La segunda fase es la clasificación de la información, aquí se clasificara, seleccionará, tabulará y procesará la información recolectada anteriormente. En la tercera fase será sintetizada y consolidada la información anteriormente seleccionada, con el fin de empezar a cumplir los objetivos del proyecto, así se busca resolver los interrogantes y describir las características hídricas, físicas, políticas, económicas, climatológicas y geográficas del municipio. Y la última etapa consiste en el planteamiento del documento investigativo en donde, finalmente, se formulará el estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el municipio.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, BIOLÓGICAS, POBLACIONALES, AMBIENTALES, HÍDRICAS, Y USOS DEL AGUA DEL MUNICIPIO DE COGUA

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MUNICIPIO

3.1.1 RELIEVE

El relieve estructural dominante en la cuenca del rio Bogotá son montañas, colinas, lomas y cuestas. En el PBOT (2000) el estudio de suelos se agrupa por asociaciones de suelo, qué se refiere a grupos de suelos en los cuales por lo menos el 60% presenta la mismas características y propiedades. Según lo anterior el relieve del municipio de Cogua se presenta en tabla 2:

Tabla 2. Relieve en el municipio de Cogua por asociaciones de suelos

SUELOS DE MONTAÑA	
Relieve desde ligeramente ondulado a escarpado, formado por laderas regulares e irregulares. Pendientes de 3-75%. Se localizan en la vereda Páramo Alto y en los cerros occidentales y nororientales.	
LADERAS DE CLIMA MUY FRÍO	
ASOCIACIÓN LAGUNITA	El relieve es ligeramente plano a ondulado, ligeramente quebrado en algunos sectores
	Pendientes de 3-7%, 7-12-25%
	Se encuentran localizados en la parte central y oriental de la vereda Páramo Alto en los sectores de relieve más suave
ASOCIACIÓN RABANAL	Relieve fuertemente inclinado, quebrado y fuertemente quebrado
	Pendientes complejas de 25%, 50%, 75% y mayores
	Corresponde a las partes más altas y escarpadas de la vereda Páramo Alto
ASOCIACIÓN GUERRERO	Relieve plano
	En el municipio de localizan en una pequeña franja en el extremo suroccidental de la vereda Páramo Alto al margen derecho de la quebrada el Alisal y Pantano Largo
MISCELÁNEO ROCOSO	Relieve fuertemente quebrado a escarpado
	Pendientes de 50%-75% y mayores
	En el municipio se localizan en la cuchilla La Leonera, el cerro El Tunjo, cuchilla Viacrucis y en la reserva forestal
LADERAS DE CLIMA FRÍO HÚMEDO	
ASOCIACIÓN FRENTEPINO	Las pendientes oscilan entre 12%, 25% y 50%, también se presentan zonas con pendientes de 3 a 7% y 7 a 12%
	Se encuentran en la mayor parte de la vereda Quebrada Honda y en la parte media de Barro Blanco, Rodamental y la Chapa, en la parte media de Casa Blanca, Patasica y Cardonal

ASOCIACIÓN SALITRE	Se encuentran en áreas de relieve fuertemente inclinado, quebrado y escarpado
	En el municipio se encuentra en el extremo suroccidental de la vereda La Chapa y en el sector nororiental de la vereda Casa Blanca
ASOCIACIÓN MONSERRATE	El relieve es fuertemente quebrado, inclinado a escarpado
	Pendientes de 25%, 50%, 75% y mayores
	Se localizan en la zona de cerros localizados en las partes altas de las veredas La Chapa, Rodamental, Barro Blanco, Quebrada Honda, Patasica y Cardonal
ASOCIACIÓN COGUA	Relieve ondulado a fuertemente ondulado
	Pendientes de 3% a 7%, 12% a 25% y 30%
	Se encuentran en la parte baja de La Chapa, Rodamental, Barro Blanco, Cardonal y Patasica, en El Altico, Rincón Santo, El Olivo y Neusa
LADERAS DE CLIMA FRÍO SECO	
ASOCIACIÓN SUTA	El relieve es variado y complejo se presentan sectores ondulados y fuertemente quebrados
	Pendientes de 3-7-12% y 25-50% y mayores
	Se localizan en la parte baja de Casa Blanca y Patasica y en la parte alta del sector La Plazuela
SUELOS DE PLANICIE	
Se localizan en las áreas bajas y planas del municipio. Corresponde a las veredas El Mortiño, Susagua, La Plazuela, y parte baja de Rodamental.	
PLANICIE FLUVIO LACUSTRE	
ASOCIACIÓN GRANJA	Relieve casi plano
	Pendientes inferiores al 3%
	En el municipio corresponden a la parte plana en las veredas El Mortiño, Susagua, La Plazuela y parte plana de Patasica.
VALLES ALUVIALES	
ASOCIACIÓN RÍO BOGOTÁ	Pendientes inferiores al 1%
	Se localiza fácilmente en el plano aluvial de inundación del rio del mismo nombre, formando fajas estrechas de gran longitud, lo mismo que a lo largo de sus afluentes (Rio Neusa y Susaga)

Fuente: Autores, basado en PBOT (2000)

3.1.2 GEOLOGÍA

Según el mapa sistemas geológicos del Atlas Ambiental de Cundinamarca (CAR, 2001) el municipio de Cogua tiene tres tipos de unidades de roca tiempo en los que se encuentran:

- Depósitos aluviales lacustres y glaciares
- Areniscas cuarzosas, lodolitas siliceas, lutitas uslales, y bancos de calizas

- Arcillolitas y limolitas con mantos de carbón, localmente areniscas y niveles ferruginosos

En cuanto a estructuras geológicas, Cogua tiene pliegues tipo sinclinal y fallas de cabalgamiento (CAR, 2001. p17).

En el Plan Básico de Ordenamiento del Municipio (2000) se indica que en el municipio se han originado 6 formaciones geológicas con el paso de los años. La formación más antigua es la formación Guadalupe superior (Ksgs), de 70 millones de años aproximadamente; también se encuentran las formaciones Guadalupe inferior (Ksgi), Guaduas (Tkgu), Bogotá (Teb) y Areniscas del cacho (Tpc), las últimas dos de hace aproximadamente 65 millones de años; y la formación más reciente es la formación Aluvión y Coluvión que se formó hace aproximadamente 1 millón de años (Alcaldía de Cogua, 2010).

A continuación en la tabla 3 se presentan las principales características geológicas de cada formación:

Tabla 3. Características geológicas del municipio de Cogua

FORMACIÓN	EDAD	LITOLOGÍA	POTENCIAL GEOECONÓMICO	POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO
GUADALUPE SUPERIOR	Cretácico Superior	Areniscas cuarzosas	Material para recebos	Zona de recarga de acuíferos
GUADALUPE INFERIOR		Plaener y recebos	Material para recebos	Zona de recarga de acuíferos
GUADUAS		Arcillolita y lutitas	Mantos de carbón Arcillas para ladrillos y tubos	Acuitardos de baja permeabilidad
ARENISCAS DEL CACHO	Terciario paleoceno	Areniscas cuarzosas	Material para recebos y arenas	Zona de recarga de acuíferos
BOGOTÁ	Terciario eoceno	Lodolitas y arcillolitas limosas	Arcillas de buena calidad para ladrillos y alta cerámica	No permeables
ALUVIÓN Y COLUVIÓN	Cuaternario holoceno	Arcillas limosas lacustres y fluviales	Gravillas y arenas	Acuitardos de buena permeabilidad

Fuente: Alcaldía de Cogua, 2010

3.1.3 GEOMORFOLOGÍA

Según el mapa de sistemas geomorfológicos del Altlas Ambiental de Cundinamarca (CAR, 2001. p55) las unidades geomorfológicas de Cogua son:

montañas estructurales erosionadas, planicie de inundación, valle aluvial y abanico.

La geomorfología dinámica de Cogua, se caracteriza por la erosión hídrica superficial con escurrimiento difuso-laminar, erosión por remoción en masa con flujos rápidos-flujos de detritos y lodos y en mínima proporción terrenos sin procesos erosivos (CAR, 2001. p57).

3.1.4 CLIMA

En Cogua se presentan dos periodos de lluvias, los cuales se dan de abril a mayo siendo el más lluvioso, el segundo se da en los meses de octubre a noviembre. Y entre diciembre a febrero y de julio a agosto son las épocas secas (PBOT, 2000).

Para el municipio la clasificación climática se realizó teniendo en cuenta los pisos bioclimáticos (Modelos de Caldas-Lang y Cuatrescas), la temperatura y la precipitación para determinar los regímenes de humedad (Modelos de Thornthwaite y Caldas-Lang), según lo cual en el PBOT (2000) se obtiene la siguiente clasificación:

Tabla 4. Clasificación climática para el municipio de Cogua

PISO BICLIMATICO	REGIMEN DE HUMEDAD	CARACTERISTICAS	SIMBOLO
PARAMO	Húmedo	Precipitación >900 mm Temperatura < 8°C	Ph
SUBPARAMO	Húmedo	Precipitación >900 mm Temperatura 8 - 10°C	SPh
ANDINO	Semi-húmedo	Precipitación 700 – 900 mm Temperatura 10 - 12°C	Ash
	Semi-árido	Precipitación 500 - 700 mm Temperatura 13°C	Asa

Fuente: PBOT, 2000.

- TEMPERATURA:

Para el año 2009 la temperatura provincial de Sabana centro obtiene valores máximos promedio mensuales de 15.8°C y valores mínimos promedio de 13.2°C, teniendo una temperatura media anual de 15°C (CAR , 2011).

Según el estudio climatológico realizado para el POMCA de la subcuenca del rio Neusa (2006), la temperatura del municipio de Cogua varia en el rango de 9 a 15°C predominando el valor entre 12 y 15°C definiendo la temperatura promedio de 14°C para el municipio en general.

En el municipio hay variaciones debidas a la altitud sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), el promedio anual de temperatura en la estación Checua es de 13.1°C

y para la estación Neusa de 10.4°C, las cuales están a 2.580 y 3.100 m.s.n.m. respectivamente, lo cual definirá a mayor altura menor temperatura.

La diferencia entre las temperaturas se da entre el cambio día y noche las cuales están influenciadas por la nubosidad del día, los vientos y la altura con respecto al nivel del mar. Las temperaturas durante el día pueden superar los 20°C y en la noche bajar drásticamente por debajo de 0°C (heladas) (PBOT, 2000).

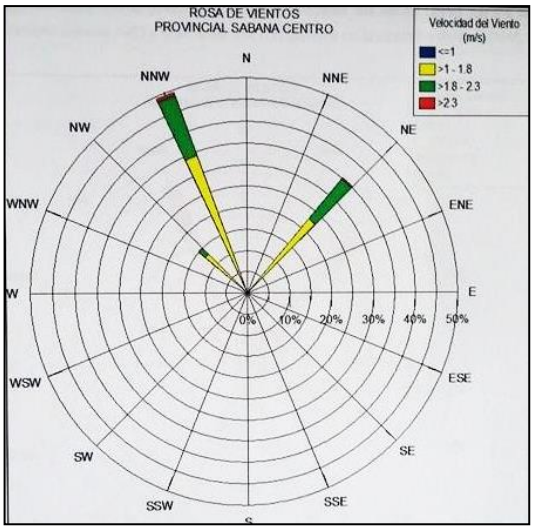
- RADIACIÓN Y BRILLO SOLAR:

Según la evaluación de los promedios diarios mensuales de radiación solar desde el año 1980 hasta 2011 encontrada en el Atlas Ambiental (CAR, 2012) la radiación solar de Cogua varía entre 282 y 317 Lengley/mes. Y, el brillo solar es mayor entre 7 y 8 horas al día, mientras que en los días nublados o lluviosos es de 3 a horas (PBOT, 2000).

- VIENTO:

La velocidad promedio del viento es de 1.7 m/s la rosa de los vientos correspondiente a Sabana Centro (Ver Ilustración **1**) indica predominancia del 50% en dirección nornoroeste (NNW) en donde se presenta una velocidad entre 1.8 y 2.3 m/s en un 15% y velocidad entre 1 y 1.8 m/s en un 35%; una componente secundaria de la velocidad del viento de 35% en la dirección norte (N) (CAR, 2011).

Ilustración 1. Rosa de vientos provincial Sabana Centro.



Fuente: CAR, 2011.

Con base al Sistema de Información Climatológica e Hidrológica de la CAR, para el año 2010 la velocidad del viento promedio en el Municipio de Cogua fue de 2.1 m/s con dirección predominante noreste.

- EVAPORACIÓN:

Según Latin Consult (2009), los valores de evaporación se tomaron de la isolineas de evaporación generadas para la subcuenca del Río Neusa, donde el municipio de Cogua presenta una evaporación entre 700 – 1.000 mm.

- HUMEDAD RELATIVA:

Según el estudio climatológico realizado para el POMCA de la subcuenca del rio Neusa, 2006, la humedad relativa mensual presenta una distribución temporal de tipo monomodal, presentando los valores más altos en meses entre abril y agosto, siendo julio el mes más húmedo, con registro de 84.5% de humedad. Los menores valores se dan en los meses de diciembre a marzo, siendo el mes de enero el que presenta menor registro con 74% de humedad. El promedio anual de humedad es de 78.9%, el valor promedio máximo anual es de 82.3% y el mínimo de 74.5%.

3.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL MUNICIPIO

3.2.1 SUELO

- EROSIÓN:

El municipio de Cogua presenta distintos grados de erosión, en mayor medida el suelo presenta grado de erosión severa a muy severa qué son sectores sin suelo y sin cobertura vegetal. También hay grados de erosión no aparente, qué son aquellos que presentan algún tipo de cobertura y sin evidencias de procesos erosivos. En menor medida se encuentran suelos con erosión ligera y ligera a moderada, la erosión ligera se refiere a las áreas donde la escorrentía superficial ha causado el mínimo arrastre del suelo, y los suelo con erosión ligera a moderada son pequeños parches de erosión en la unidad geomorfológica (CAR, 2012).

Según las asociaciones de suelo mencionadas anteriormente, en la asociación Suta se presentan grados de erosión bajos, medios y altos; en las asociaciones Lagunita, Frentepino y Cogua el grado de erosión es bajo y en la asociación Rabanal es medio. Así mismo, en la siguiente tabla se presentan los procesos erosivos para cada asociación:

Tabla 5. Procesos erosivos en el municipio de Cogua

ASOCIACIÓN	PROCESOS EROSIVOS
Rabanal	Laminar y calvas localizadas
Lagunita	Laminar
Monserrate	Laminar

Frentepino	Laminar y calvas
Cogua	Laminar y pata de vaca
Suta	Laminar, surcos y cárcavas
Salitre	Laminar y surcos
Guerrero	Sedimentación
Granja	Sedimentación y compactación localizada
Rio Bogotá	Sedimentación y compactación localizada

Fuente: Autores basado en PBOT, 2000

- APTITUD DEL SUELO:

En el mapa de vocación del suelo del Atlas Ambiental de Cundinamarca (2012) el suelo del municipio tiene aptitudes agrícolas igualmente proporcionales agrícolas y forestales. Los suelos cuya vocación es la producción agrícola están ubicados al sur de municipio y sus posibilidades se limitan a sistemas de manejo de cultivos densos, semipermanentes y permanentes. Y para suelos con vocación forestal, su aptitud es la bosque protector con ambientes paisajísticos recreacionales, generalmente con abanicos pedregosos apropiados para actividades turísticas y ecoturismo.

- USOS DEL SUELO:

Según el anexo 1 (Alcaldia Municipal de Cogua, 2010) los principales usos del suelo en el municipio de Cogua están destinados para áreas de protección-producción, zona agropecuaria intensiva y zona agropecuaria semi-intensiva. Secuencialmente se presentan usos para reserva forestal protectora, zona minera para extracción de materiales (arcilla, arena, cantera), áreas de preservación, zona para conservación de suelo y restauración económica, y zona agropecuaria tradicional. Con menor dimensión se encuentras áreas para recreación eco turística, áreas de recarga de acuíferos, corredor vial de servicios rurales, parque industrial, zonas urbanas y centros poblados (Tabla 6).

Tabla 6. Usos del suelo en el municipio de Cogua

Las áreas de protección-producción	Están ubicadas las veredas Páramo alto, Quebrada honda, Cardonal, Rodamontal y la chapa.
La zona agropecuaria intensiva	Están ubicadas en el sector de Susagua, el Mortiño, la Plazuela y Patasica.
La zona agropecuaria semi-intensiva	Están ubicadas en los sectores de Quebrada honda, Neusa, Casablanca, Barro blanco, el Carcajal, Rodamontal, la Chapa y Rincón santo.
La reserva forestal protectora	Están ubicadas en la vereda Quebrada honda.

La zona minera para extracción de materiales	Están ubicadas en el sector del Olivo, Rincón santo y Casablanca.
Las áreas de preservación	Están ubicadas en las veredas el cardonal, Casablanca, paramo alto, Quebrada honda y Rodamontal.
La zona para conservación de suelo y restauración económica	Están ubicadas en la vereda de Casablanca.
La zona agropecuaria tradicional	Están ubicadas en las veredas Neusa, Cardonal y Patasica
Las áreas para recreación eco turística	Están ubicadas en las veredas Quebrada honda, Neusa y Cardonal.
Las áreas de recarga de acuíferos	Están ubicadas en las veredas Casablanca, Patasica y Rincon santo.
El corredor vial de servicios rurales	Está ubicado en el sector del Olivo.
El parque industrial	Están ubicadas en la vereda el Mortiño.
Centros poblados	Están ubicadas en las veredas la Chapa, Rodamontal, el Carcajal y Barroblanco.

Fuente: Autores basado en anexo 1

3.2.2 FAUNA

Ecoforest Ltda & Planeación Ecológica Ltda (2012) argumentan que para el municipio de Cogua para los ecosistemas de páramo y de bosque alto andino la fauna se puede describir de la siguiente manera:

Ecosistema de páramo

Se constituye por: "M*amíferos como conejos (Sylvilagus brasilliensis), comadrejas (Caluromis dervianus), curíes (Cavia sp), guagua (Agouti taczanowskii), danta de montaña (Tapirus pinchaque), venado perro (Pudu mephistophiles), venado matacán (Mazama americana) y osos (Tremactus ornatus)".*

Entre las aves representativas se encuentran: "*El cóndor (Vultur gryphus), el águila (Oroaetus isidori), las alondras (Anthus bogotensis), los patos (Oxyura spp y Anas), la mirla (Turdus fuscater) y colibríes, entre otras"*.

En estos ecosistemas se encuentran: "A*nfibios (familias eptodactylidae, Dendrobatidae e Hylidae) y pequeños reptiles como lagartijas, salamandras y especies de la familia Iguanidae, Gymnophtalmidae y Analis también están presentes".*

Bosque alto andino

Este ecosistema se encuentra en la reserva forestal Rodamental y en los Bosques de Pinos del Embalse de Neusa, la fauna se representa entre otros por: *"*Aves como garza real,(Casmerodius albus), garza azul (Florida caerulea), garcita (Butorides virescens), garcita rayada (Butorides striatus), carrao (Agamia agami), garza garrapatera (Bubulcus ibis),pato paramuno, (Anas flavirostris), gallinazo (Coragyps atratus), aura cabecirroja (Cathartes aura), gavilán (Elanus caeruleus), águila tijereta, (Elanoides forficatus), gavilán picogancho, (Chondrohierax uncinatus), gavilán caracolero,(Rosthramus sociabilis), gavilán, (Accipiter cooperii), aguila paramuna, (Geranoaetus melanoleucus), aguila (Buteo swainsoni), gavilán pollero (Buteo platypterus), Gavilán negro (Buteo leucorrhous), alconcito (Falco peregrinus), halcón palomero (Falco columbarius), cernícalo (Falco sparverius), pava (Penelope montagnii), pava (Chamaepetes goudotii), perdiz, (Colinus cristatus), chilaco, (Rallus emiplumbeus), chorlo (Tringa melanoleuca), caica (Gallinago tricklandii), caica (Gallinago imperiales), alcaidito, Himantopus mexicanus, Torcaza (Columba fascista), torcaza (Columba subvinacea), paloma, torcaza (Zenaida auriculata), periquito (Forpus conspicillatus), lorito (Hapalopsittaca amazonina), lora (Amazona mercenaria), cuclillo (Coccyzus pumilus), gualon, (Coccyzus americanus), buho, Asio flammeus, guacharo, Steatornis caripensis y bujio, Chordeiles minor, entre otras*".*

Por otro lado la Pontifica Universidad Javeriana (2012) en la Colección Entomológica del Museo de Historia Natural de la Pontifica Universidad Javeriana determina la presencia de especies de la clase Arachnida, Insecta, Collombola y Mallascrota.

De la clase Arachnida se encuentran las siguientes especies: Acaridae, Histiostomatidae, Glycyphagidae, Kiwilichidae, Collohmanniidae, Pygmephoridae, Tetranychidae, Mesostigmata, Labicymbium, Lycosidae, Sarcoptiformes, Theridiidae, Collohmannia, Glenognatha, Histiostomatidae, Linyphiidae, Parasitidae, Scatopsidae, Baeus, Braconidae, Synotaxidae, Muscidae, Sminthuridae, Anareae, Salticidae, Astigmata, Pseudoscorpiones, Hyadesiidae, Winterschmitiidae, Trombidiformes, Anyphaenidae, Macrochelidae, Nesticidae, Oribatulidae, Araneidae, Suidasiidae, Dermestidae, Ceratozetidae, Sarconesiopsis, Dictynidae, Chrysomya, Reduviidae, Cryptophagidae, Paradonus, Tarsonemidae, Americhernes, Pteridium, Grundulus Bogotensis, Keroplatidae, Mycetophilidae, Haematobia, Cantharidae, Scarabaeidae, Oribatida, Sciomyzidae, Rosensteiniidae, Pteromalidae, Orthoptera, Syrphidae, Proctotrupidae, Parachernes, Haliplidae, Pyemotidae, Carpoglyphida, y Anoripoda.

De la clase insecta: Scolytidae, Malagoniella, Chlaenius, Ptylodactyla, Tetracampidae, Carabidae, Necrobia, Oxytelus, Ceratopogonidae, Isoptera, Cerambycidae, Calliphora, Culex, Aphididae, Spilomorphus, Neuroptera, Mymar, Dermaptera, Chloropidae, Ditomyiidae, Piophilidae, Aleochara, Phoridae, Diptera,

Philonthus, Lepidoptera, Ichneumonidae, Sepsidae, Tenebrionidae, Compsomyiops, Scelionidae, Empididae, Drosophilidae, Braconidae, Psychodidae, Trichoptera, Diapriidae, Cicadellidae, Hemiptera, Heteryon, Eriopis, Chaetocnema, Cileoporus, Calliphoridae, Staphylinidae, Diastatidae, Salpingidae, Scolytidae, Chaetocnema, Chrysomelidae, Fanniidae, Muscidae, Hemiptera, Pheidole, Oxelytrum, Sphaeroceridae, Hymenoptera, Bibionidae, Chironomidae, Dolichopodidae, Sciaridae, Drosophilidae, Sarcophagidae, Anthomyiidae, Mymaridae, Figitidae, Tipulidae, Tysanoptera, y Psocodea.

De la clase Collembola las especies: Sminthuridae, Collembola, Isotomidae, y Onychiuridae

Finalmente, de la clase Mallascrota la especie Isopoda.

3.2.3 VEGETACIÓN

La Alcaldía Municipal de Cogua en su Plan de Ordenamiento Territorial (2000) presenta la zonificación de coberturas vegetales del municipio, con base en las tomas erofotográficas realizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Según lo anterior, determina lo siguiente:

Tabla 7. Cobertura vegetal del municipio de Cogua

COBERTURA VEGETAL	ÁREA (Has)	% DEL ÁREA MUNICIPAL
Vegetación de Páramo	486,5501	3.577
Matorrales y rastrojos bajos	728,8400	5,360
	703,2500	5,171
Bosque Alto secundario	339,0900	2,493
Fragmentos Boscosos	1492,8300	10,977
Papa y pastos en rotación	578,0900	4,251
Misceláneo con predominio de pastos	8582,0221	63,103
Bosque mixto plantado en matorrales nativos	11,4600	0,084
Bosques plantados	146,5500	1,078
Pastos	75,2727	0,553

Fuente: Alcaldía de Cogua (2011)

A continuación se dan las especificaciones sobre algunos de los tipos de coberturas:

- VEGETACIÓN DE PÁRAMO: El Plan Básico de Ordenamiento Territorial (2000) expone qué la vegetación de páramo se encuentra en dos áreas del municipio ubicadas por encima de los 3400 m.s.n.m, la primera está delimitada en las proximidades del cerro El Púlpito, las partes altas de las quebradas Honda y

Calderitas en la Reserva Forestal Protectora, y parte alta de la vereda Páramo Alto. La segunda área se localiza en las alturas del Cerro del Tunjo sector norte de las veredas Cardonal y Patasica, en límites con el municipio de Tausa.

Entre las especies se encuentran *"Paja paramuna (Calamagrostis effusa) y frailejones (Espeletia argentea, E. barclayana), que le dan el toque característico a esta formación vegetal. En menor ocurrencia aparecen otras especies como la Cortadera (Cortaderia nitida), Cardo Liso (Puyasp.), Mortiño (Hesperomeles sp.).Pegamosco (Befaria resinosa), Árnica (Senecio formosus), Puya (Puya goudotiana), Chochito (Lupinus tolimenses), Roja (Castilea fissifolia), Chusque (Swallenochoa tesselata), Guaeda rocio (Hypericum bratys H. Lavicifolium), entre otros".*

- MATORRALES Y RASTROJOS BAJO: Teniendo en cuenta que para esta clasificación se consideran matorrales y rastrojos bajos aquellas formaciones vegetales de bajo porte con un rango que va desde 1 m a los 10 m de altura, y se divide en dos zonas según la precipitación. Así se obtiene lo siguiente:

Tabla 8. Cobertura vegetal de matorrales y rastrojos bajos en el municipio de Cogua

	Mrb1	Mrb2
Precipitación	800mm-850mm	900mm-1000mm
Ubicación	Parte oriental del municipio en las veredas de Casablanca, partes media y baja de las veredas de Cardonal y Patasica y algunos sectores de la vereda La Plazuela	Veredas de Páramo Alto, Quebrada Honda, Barroblanco, Rodamontal, la Chapa y los sectores más septentrionales de las veredas Casa Blanca y Cardonal
Especies	Arbusto de consistencia leñosa, con especies como: Ciro (Baccharis macrantha), Hayuelo (Dodonea viscosa), Salvio (Cordia lanata), Arrayán (Myrsiantes leucoxyla), Tuno (Miconia sp.)	Se encuentran desde especies del subparamo hasta especies del Bosque Alto Andino, con grados de intervención considerables

Fuente: Autores basado en Alcaldía de Cogua (2011)

- BOSQUE ALTO SECUNDARIO: Corresponde a los restos de Bosque Alto Andino que aún se conservan y se encuentran bajo permanente amenaza. Esta cobertura se encuentra entre los 2.700 y los 3.200 msnm (Alcaldía de Cogua, 2011)

- FRAGMENTOS BOSCOSOS: En el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (2000) se establece que esta cobertura se encuentra entre los 3.300 y los 3.500 msnm, corresponde a: *"Una matriz compuesta por relictos de bosques esparcidos en medio de cultivos de papa y pastos en rotación. Por la parte alta limita con vegetación de páramo y por la parte baja con zonas de cultivo de papa y pasto en rotación."*

Estas coberturas se restringen a la vereda de Páramo Alto con dos áreas, una de ellas en el costado sur correspondiente a la vertiente oriental de la quebrada Pantano Largo y el río Guandoque, y una segunda a la vertiente norte de la quebrada Negra.

3.3 CARACTERISTICAS POBLACIONALES DEL MUNICIPIO

3.3.1 DEMOGRAFÍA Y POBLACIÓN

Según las proyecciones del DANE (2005), la población del municipio de Cogua se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Proyecciones de población 2004-2014 para el Municipio de Cogua

PROYECCIONES DE POBLACIÒN										
2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
17872	18276	18668	19073	19470	19867	20274	20682	21098	21517	21932

Fuente: Autores basado en DANE (2005)

- Población urbana y rural por grupo etéreo y por sexo

Según las estadísticas del DANE de 2004 a 2014 la proporción de hombres y mujeres son en un 49. % mujeres y el 51 % hombres, de la siguiente manera:

Tabla 10. Proyecciones de población por sexo 2004-2014 para el Municipio de Cogua

ESTADÍSTICAS POR SEXO FEMENINO										
2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
8882	9036	9240	9449	9653	9861	10073	10284	10501	10722	10938
ESTADÍSTICAS POR SEXO MASCULINO										
2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
8890	9240	9428	9624	9817	10006	10201	10398	10597	10795	10994

Fuente: Autores basado en DANE (2005)

- Condiciones sociales

Cogua es un municipio con bajos índices de pobreza extrema, indigencia y abandono por pobreza, el indicador de NBI de Cogua adquiere un valor de 13.1 % que se atribuyen principalmente al hacinamiento y la dependencia económica. La variable de dependencia económica significa que 11.979 habitantes dependen económicamente de 3.500 personas que trabajan, son rentistas o pensionados. Sin embargo, en Cogua no existe una oferta de empleo industrial o artesanal ya que sus principales actividades económicas son agropecuarias y en menos proporción agrícolas (DANE, 2005)

Según los datos del DANE (2005) se obtienen resultados que indican que las zonas rurales presentan un mayor índice de NBI, debido al difícil acceso a las veredas más lejanas. La zona urbana presenta un valor de NBI de 10.3% y la zona rural de 14.4%.

- Salud

En el municipio de Cogua funciona 1 IPS pública de primer nivel de atención que depende administrativamente de la E.S.E. HUS Unidad Funcional Zipaquirá y se presta el servicio descentralizado en la unidad móvil. El Puesto de Salud atiende consulta de medicina general y odontología programadas y prioritarias y desarrolla programas de promoción y prevención (Citologías, crecimiento y desarrollo, vacunación, control prenatal, club de hipertensos y diabéticos). No cuenta con servicio de urgencias (Alcaldia Municipal de Cogua, 2012).

Con base a las proyecciones del DANE (2005) se obtuvo que para el 2011 el Municipio contaba con 20.682 habitantes de los cuales según las estadísticas hechas por el SISBEN, 17.890 personas tienen se encuentran sisbenizadas de la siguiente manera:

Tabla 11. Población por niveles de SISBEN

NIVELES	HABITANTES	%
Nivel 1	2695	15
Nivel 2	9531	52
Nivel 3	4995	28
Nivel 4	849	5
Total	17890	100

Fuente: Datos SISBEN Cogua 2011

Según la estratificación del SISBEN se tiene que el 52% de la población está clasificada en el nivel 2, le sigue el nivel 3 con un 28%, en el nivel 1 se encuentra el 15% y en el nivel 4 se encuentra el 5%, lo cual evidencia que un buen

porcentaje de la población se encuentra en los niveles dos y tres, lo que puede significar condiciones de vida aceptables para garantizar las condiciones de salud adecuadas para la población (Alcaldia Municipal de Cogua, 2012).

- Morbilidad

Respecto a las principales enfermedades causantes de morbilidad, se da la presencia de patologías comunes como enfermedades respiratorias en todos los grupos etáreos, problemas de enfermedad diarreica aguda asociados al inadecuado consumo de alimentos, la desnutrición como patología de base que facilita la aparición de complicaciones y enfermedades en edades tempranas y en los grupos de adultos y adulto mayor, la aparición de enfermedades crónicas como resultado del avance de problemas de nutrición adecuada y falta de estilos de vida saludable (Alcaldia Municipal de Cogua, 2012).

- Mortalidad

Según el perfil epidemiológico del municipio realizado por la Alcaldía de Cogua (2010) entre las diez primeras causas de mortalidad en el Municipio de Cogua se encuentran: Enfermedades cerebrovasculares, enfermedades crónicas en las vías respiratorias inferiores, enfermedades isquémicas del corazón, tumores malignos del estómago, enfermedades del sistema urinario, enfermedades infecciosas intestinales, enfermedades hipertensivas y otras enfermedades del sistema digestivo.

3.3.2 SERVICIOS PÚBLICOS

En la acueducto

según el pbot (2000) del municipio, cerca del sitio conocido como el alto de la cruz, se encuentran construidas las plantas de tratamiento y purificación de aguas de tipo convencional y compacta para el acueducto regional de los municipios de zipaquirá, nemocón y cogua. su administración y mantenimiento ha estado desde hace varios años en manos de la empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de zipaquirá y la operación es compartida por los municipios que aportan personal para tal fin, de allí salen tuberías totalmente separadas que suministran el agua a los municipios socios.

basado en los “planes maestros de acueducto y alcantarillado para municipios de la cuenca del rio bogotá: contrato 0559-07 informe final municipio de cogua (2011)”; el sistema de agua potable es abastecido mediante gravedad desde el rio neusa (sistema regional), el sistema regional zipaquira-cogua-nemocon se abastece desde el rio neusa realizando una captación lateral de 330 l/s, la ptap es una planta convencional con una capacidad de 190 l/s y la otra planta de tipo

compacto tiene capacidad de tratamiento de 140 l/s. la cobertura del servicio de acueducto en el municipio de cogua es de 100% en el casco urbano, teniendo una continuidad igualmente del 100, ya que es un servicio continuo las 24 horas, las pérdidas de agua alcanzan el 72.7%.

tabla **12** se encuentra el resumen de las características de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en las veredas o zonas rurales del Municipio. Se puede observar que no todas las veredas disponen sus vertimientos a la PTAR de Cogua, si no que se hace uso de las plantas de tratamiento de otros Municipios aledaños; al igual que la PTAP regional no tiene cobertura de todos los centro poblados rurales y se deben implementar otro tipo de tratamientos o plantas menos convencionales con menor eficiencia.

ACUEDUCTO

Según el PBOT (2000) del Municipio, cerca del sitio conocido como El Alto de la Cruz, se encuentran construidas las plantas de tratamiento y purificación de aguas de tipo convencional y compacta para el acueducto regional de los municipios de Zipaquirá, Nemocón y Cogua. Su administración y mantenimiento ha estado desde hace varios años en manos de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá y la operación es compartida por los municipios que aportan personal para tal fin, de allí salen tuberías totalmente separadas que suministran el agua a los municipios socios.

Basado en los “Planes maestros de acueducto y alcantarillado para municipios de la cuenca del rio Bogotá: contrato 0559-07 informe final Municipio de Cogua (2011)”; el sistema de agua potable es abastecido mediante gravedad desde el rio Neusa (sistema regional), el sistema regional Zipaquira-Cogua-Nemocon se abastece desde el rio Neusa realizando una captación lateral de 330 l/s, la PTAP es una planta convencional con una capacidad de 190 l/s y la otra planta de tipo compacto tiene capacidad de tratamiento de 140 l/s. la cobertura del servicio de acueducto en el Municipio de Cogua es de 100% en el casco urbano, teniendo una continuidad igualmente del 100, ya que es un servicio continuo las 24 horas, las pérdidas de agua alcanzan el 72.7%.

Tabla 12. Servicios públicos en centros poblados rurales de Cogua

MUNICIPIO DE COGUA						
Centros Poblados Rurales						
Componentes del Sistema de Servicios Públicos						
No.	Zona Suburbana	ACUEDUCTO			ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES
		Redes Instaladas ML	Tanque de Almacenamiento M3	Área Tratamiento	Redes Instaladas ML	Área Tratamiento
1	El Mortiño	9.900	70	Planta filtro	4.795	PTAR Vía Nemocón
2	El Olivo	8.208	50	Planta	3.780	PTAR vía a Ubaté costado oriental
3	Rincón Santo	10.375	60	Planta Regional	950	PTAR Municipal
4	La Plazuela	1.330	30-35	Planta	1.440	PTAR vía a la autopista a Ubaté
5	Altico	10.375	50	Planta Regional	1.060	PTAR Municipal
6	San Antonio	945		Planta Regional	560	PTAR Municipal
7	Cascajal	6.045	2*32		1.220	PTAR Municipal
8	El Durazno	6.045	2*32		1.875	PTAR Municipal
9	Rodamontal	7.586	50-60	Planta	2.000	PTAR parte baja del área suburbana
10	La Chapa	4.855	50	Planta	678	PTAR parte baja del área suburbana

Fuente: Acuerdo N° 14 de 2011 “Por el cual se revisa y ajusta el plan básico de ordenamiento territorial del Municipio de Cogua”.

Se cuenta con una cobertura en micro medición en el casco urbano del 100%, igualmente se cuenta con micro medición en las veredas de Ojo de Agua, Susagua donde el municipio presta el servicio y Rodamontal, donde el servicio es prestado por la junta de acción comunal.

El acueducto regional abastece a los Municipios de la siguiente manera:
Tabla 13. Distribución acueducto regional Zipaquirá, Cogua y Nemocón

MUNICIPIO	% DE CONCESIÓN
ZIPAQUIRÁ	70%
COGUA	17%
NEMOCÓN	13%
TOTAL	**100%**

Fuente: PBOT Municipio de Cogua, 2000.

El sistema de distribución de agua que sale de la PTAP regional hacia el Municipio de Cogua cuenta con una tubería en PVC de diámetro 8” hasta el Alto de la Cruz, donde se encuentra el tanque de almacenamiento, del que conduce el agua al sector urbano por medio de una tubería de asbesto cemento de diámetro de 6” que llega hasta el potrero de las Mercedes donde se encuentran tres tanques de

compensación de 100, 70 y 16 m3, los dos primeros para el casco urbano, de allí sale una tubería en A.C diámetro 6´´ y la que lleva el agua al sector San Antonio en P.V.C diámetro 2´´ y del tanque de 16 m3 se desprende la tubería de P.V.C diámetro 3´´ que lleva el agua a la vereda Susagua parte baja (Alcaldia Municipal de Cogua, 2012).

En el Municipio no hay cobertura total de los habitantes en cuanto al servicio público de acueducto, como podemos ver en la tabla 14. Se evidencia que la cantidad de usuarios del Municipio de Cogua con servicio de acueducto es de 5.801 y 619 no usuarios (Alcaldia Municipal de Cogua, 2012).

Tabla 14. Usuarios del servicio de acueducto en el Municipio de Cogua

VEREDA O SECTOR	CON ACUEDUCTO (USUARIOS)	SIN ACUEDUCTO (USUARIOS)
PATASICA	61	19
SUSAGUA	166	4
RINCON SANTO	289	26
MORTIÑO	316	16
RODAMONTAL	339	226
NEUSA	1	0
CASABLANCA	152	23
CARDONAL	180	36
QUEBRADAHONDA	146	74
PARAMO ALTO	22	90
LA CHAPA	105	9
BARRO BLANCO	259	39
EL OLIVO	207	9
EL ALTICO	312	17
OJO DE AGUA	56	4
SAN JOSE	154	4
LA PLAZUELA	223	23
CENTRO URBANO	2.813	-

Fuente: PBOT, 2000, Modificado con datos de Usuarios área urbana.

Acueductos veredales

Según el registro que se tiene en la alcaldía del Municipio de Cogua – Departamento de Servicios públicos, se reporta la existencia de 22 acueductos veredales a cargo de las siguientes juntas de acción comunal:

- Barrió la Granja
- Barroblanco
- Cardonal
- Casablanca
- Cascajal
- El Altico
- El Mortiño
- El Olivo
- JVC. Ojo de Agua
- JVC. Rodamonte
- La Chapa
- Ojo de Agua
- Paramo Alto
- Patasica
- Plazuela
- Quebrada Honda
- Rincon Santo
- Rodamontal
- San Antonio
- San José
- Susagua
- Zona Urbana

ALCANTARILLADO

ALCANTARILLADO URBANO

De acuerdo a los “Planes maestros de acueducto y alcantarillado para municipios de la cuenca del rio Bogotá: contrato 0559-07 informe final Municipio de Cogua (2011)”; la entidad prestadora es la alcaldía municipal de Cogua como operador directo. El sistema se encuentra separado (aguas lluvias – domestico) en un 65% del casco urbano, el restante 35% es combinado. El sistema de drenaje del municipio drena por gravedad en una única cuenca hacia la PTAR. Colectores construidos en tuberías de gres, concreto y los más recientes en Novafort con diámetros que van de 8” hasta 40”. Según datos del departamento de Servicio Públicos del Municipio, hay 2.293 usuarios al sistema de alcantarillado (ver tabla 15).

Tabla 15. Usuarios de servicios AAA del Municipio de Cogua – Área urbana

RESUMEN TOTAL								
Uso	Estrato	Nro. Usuarios	Con Acueducto	Con Alcantarillado	Con Aseo	Con Barrido	M3	Con Lectura
RESIDENCIAL	00	1	0	0	1	0	0	0
	BAJO BAJO	724	554	311	326	0	7,372	223
	BAJO BAJO	455	440	343	436	0	11,649	374
	BAJO	1	1	1	1	0	22	1
	BAJO	869	237	153	633	1	5,344	158
	BAJO	871	857	797	850	1	20,433	756
	MEDIO BAJO	56	40	23	29	0	1,006	23
	MEDIO BAJO	609	596	591	590	3	13,069	530
	MEDIO	2	2	1	1	0	1	0
	MEDIO	10	9	5	5	0	285	6
	MEDIO ALTO	3	2	0	0	0	0	0
	ALTO	1	1	0	0	0	0	0
COMERCIAL	COMECIAL 0	24	6	4	19	0	1,708	5
	COMECIAL 0	42	40	40	41	0	885	30
	COMERCIAL 2	4	0	0	4	0	0	0
	COMERCIAL 3	1	1	1	1	0	0	0
OFICIAL	OFICIAL 0	12	4	4	9	0	1,774	2
	OFICIAL 0	22	19	18	17	0	840	8
INDUSTRIAL	INDUSTRIAL 0	6	3	1	6	0	59	2
	INDUSTRIAL 4	1	0	0	0	0	0	0
AGUA EN BLOQUE	Agua en Bloque	1	1	0	0	0	2,363	1
TOTAL GENERAL		**3,715**	**2,813**	**2,293**	**2,969**	**5**	**66,810**	**2,119**

Fuente: Alcaldía Municipal de Cogua, 2016

Bajo-Bajo:	Estrato 1	Medio:	Estrato 4
ajo:	Estrato 2	Medio Alto:	Estrato 5
Medio Bajo:	Estrato 3	Alto:	Estrato 6

Planta De Tratamiento De Aguas Residuales –PTAR-

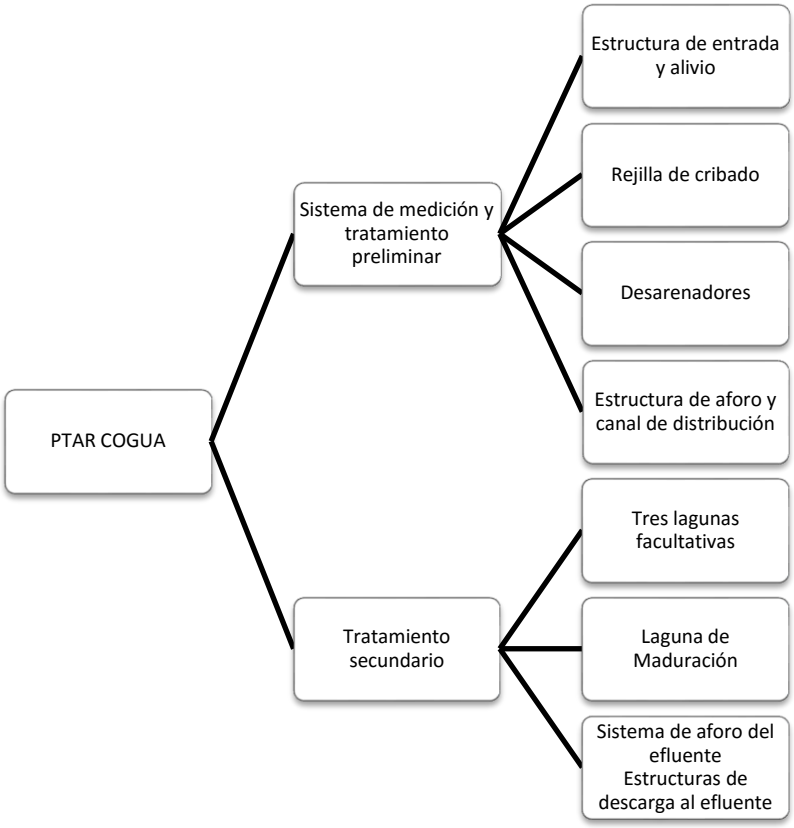
Actualmente el municipio de Cogua cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales de propiedad de la CAR, la cual está localizada aproximadamente 400 m al sureste del casco urbano de la cabecera municipal, sobre la vía que comunica a Cogua con la carretera Zipaquirá – Ubaté. Consiste en una serie de 4 lagunas construidas en un área de 6 Ha, fue construida desde el año 2002 con vida útil hasta el año 2013. Cuenta con tratamiento preliminar seguido de un tratamiento facultativo. Esta PTAR tiene cobertura de 6.152 habitantes, con capacidad instalada de 16.5 l/s (Contreras, 2011).

Funcionamiento de la PTAR

Para el funcionamiento de la PTAR del municipio de Cogua se tiene un sistema de medición – control con un vertedero lateral de alivio, seguido del tratamiento preliminar, compuesto por 2 rejillas de cribado, 2 desarenadores y 2 vertederos

Sutro, posteriormente se encuentra el tratamiento secundario donde las tres lagunas facultativas tratan el agua en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, mientras en la laguna de maduración se busca perfeccionar la calidad de efluente, mejorando su calidad bacteriológica para luego verter a la Quebrada Padre Otero (ver Ilustración **2**).

Ilustración 2. Componentes de la PTAR del Municipio de Cogua



Fuente: Autores, basado en Contreras 2011

<u>Optimización y mejoramiento de la PTAR</u>

Según el informe final de la CAR a cerca de interceptores, alivios, descoles y ampliación PTAR (2011). Se proyecta un sistema de tratamiento de aguas residuales por el método de lodos activados modalidad aireación extendida, el cual se efectuara al interior de un reactor aerobio en formato zanja de oxidación, este se dará para un periodo del año 2015 a 2025, concluyendo sus obras en el año 2016. El efluente será vertido por sistema de gravedad a la descarga actualmente existente en la quebrada Padre Otero, esta afluente al rio Bogotá.

Se proyecta el uso de un vertedero lateral de alivio de aguas lluvias, rejillas de cribado medio, dos desarenadores en paralelo y un vertedero triangular como tratamiento preliminar. Las aguas posteriormente llegaran a una estación elevadora conducidas hasta una cámara de distribución; así pues, en la primera etapa se construirá la zanja de oxidación y un clarificador secundario. Las aguas clarificadas se dispondrán en una cámara de contacto para la cloración y luego vertidos a la quebrada Padre Otero; la PTAR tratará un caudal medio de 20.2 L/s y un caudal máximo de 45.7 L/s.

Para la PTAR se realizaron las proyecciones donde se atenderá hasta 11.773 usuarios y un caudal máximo de 35.83 l/s (ver tabla 16).

Tabla 16. Proyección de población y caudales del Municipio de Cogua

AÑO	Población proyectada (hab)	Cobertura (%)	Población atendida (hab)	Q medio (l/s)	Q de infiltración (l/s)	Q máximo horario (l/s)
2010	8.219	85	6.986	6.96	3.20	20.04
2015	8.274	95	7.860	8.75	3.40	24.91
2020	9.189	95	8.730	9.71	3.70	27.38
2025	10.157	95	9.649	10.74	4.00	29.96
2030	11.216	95	10.655	11.86	4.20	32.75
2035	12.393	95	11.773	13.10	4.50	35.83

Fuente: Consorcio diseños saneamiento & CAR (2011)

ALCANTARILLADO RURAL

Se cuentan con sistemas de alcantarillados, con colectores y tanques anaeróbicos al final para la purificación de las aguas, pero su funcionamiento no es bueno, principalmente en las veredas de Mortiño, sector norte de la vereda, Susaguá parte baja, el Olivo sector la Escuela y el Pedregal en la Vereda de Casablanca. Se cuenta con alcantarillado en los sectores el Cascajal, El Durazno, El Altico y Rincón Santo que conducen las aguas al alcantarillado urbano y por este a la PTAR.

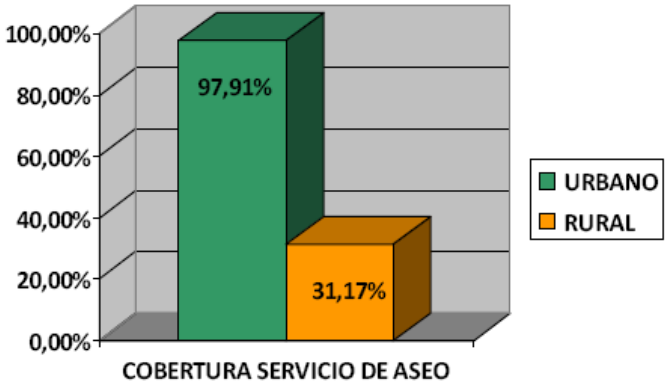
En la vereda de Rodamontal sector La Chapa cuenta con alcantarillado, en la misma vereda sector San Antonio se tiene otro sistema de alcantarillado. De igual forma se tiene otro alcantarillado en el sector de la Plazuela que cubre todo el caserío y cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales; en el sector de la Plazuela, el sistema también es combinado. En aquellos lugares que no se cuenta con sistemas de alcantarillado por la dispersión de las viviendas, se tienen pozos sépticos por cada una y en muy pocas casas no se cuenta con ningún sistema de tratamiento para los excretas (PBOT, 2010).

ASEO

La entidad encargada de la recolección de residuos sólidos es la Alcaldía Municipal de Cogua como operador directo. Para la prestación del servicio se tienen volquetas o carro compactador, las ruteo se realiza dos veces a la semana los días martes y viernes; según el departamento de servicios públicos del Municipio de Cogua se registra un promedio de generación de 200 toneladas de residuos mensuales. La disposición final se da en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo S.A.

El servicio de aseo tiene una cobertura de 2.969 suscriptores del servicio de aseo en el casco urbano (ver tabla 15); además se observa en la ilustración 3, que actualmente la cobertura es de la zona urbana, el sector rural representa la Plazuela, algunos sectores del Mortiño, El Altico, Barroblanco, Rodamontal, Rincón Santo y Susaguá. Por lo cual, en muchos lugares del Municipio los residuos sólidos son depositados en los lechos de los ríos y quebradas, en los potreros, solares y en algunas casas son quemados, produciendo con esta actitud una mayor contaminación ambiental (PBOT, 2000).

Ilustración 3. Cobertura servicio de aseo



Fuente: PBOT Municipio de Cogua, 2000.

ENERGÍA

Presenta una cobertura dentro del Municipio del 100%, por la empresa CODENSA. Según la secretaria de planeación de Cundinamarca (2009), de las 1.118 viviendas de la zona urbana hay cobertura del servicio de energía del 99.82% y para la zona rural son 3.047 viviendas teniendo el 96.06% de cobertura del servicio.

TELEFONÍA

El servicio de telefonía es atendido por la empresa TELECOM ahora conocida como MOVISTAR, la cual tiene un edificio en la zona urbana con una capacidad de 1.200 servicios para los sectores urbanos y rurales de la población, hasta una distancia no mayor de 4 Km de la planta. Adicionalmente, se cuentan con 270 líneas de la planta de Zipaquirá que prestan el servicio a algunas partes rurales de Cogua (PBOT, 2000). Según la secretaria de planeación de Cundinamarca (2009), de las 1.118 viviendas de la zona urbana hay cobertura del servicio de telefonía en un 44% y para la zona rural son 3.047 viviendas teniendo el 12.5% de cobertura en el servicio.

GAS

La empresa prestadora del servicio de gas es Gas natural Cundiboyacense. Según la secretaria de planeación de Cundinamarca (2009), de las 1.118 viviendas de la zona urbana hay cobertura del servicio de gas en un 51.3% y para la zona rural son 3.047 viviendas teniendo el 1.18% de cobertura en el servicio.

3.4 CARATERÍSTICAS AMBIENTALES DEL MUNICIPIO

3.4.1 AREAS PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

- Áreas de recarga de acuíferos

Son aquellas áreas que permiten la infiltración, circulación de aguas entre la superficie y el subsuelo. En general la cobertura vegetal del Bosque de Niebla sustentada sobre areniscas, rocas fracturadas o suelos formados sobre movimientos en masa, son áreas potenciales de recarga, al igual que los aluviones de grandes valles interandinos.

En el municipio de Cogua corresponden a las áreas localizadas sobre el cinturón de cerros occidentales y nor-orientales y loma la Venta y demás áreas localizadas sobre las areniscas de la formación geológica Guadalupe. De relieve fuertemente quebrado con predominio de pendientes superiores al 50% (Ver anexo 1) sobre distribución usos del suelo en el municipio de Cogua. El uso actual es la conservación y la protección de los recursos naturales. Forma parte determinante dentro de la conformación de la Estructura Ecológica Principal.

El principal conflicto de uso es la expansión de la frontera agropecuaria en los piedemontes y en áreas aledañas a nacimientos de quebradas, razón por la cual se ve afectado el potencial de captación de aguas. Presencia de actividades mineras carboníferas y de canteras en la parte alta de le vereda Páramo Alto (Alcaldia Municipal de Cogua, 2000).

- Paramo

Son aquellas áreas ecológicas y bioclimáticas referidas a regiones montañosas por encima del límite superior del bosque alto andino. En el municipio de Cogua corresponde a zonal localizadas en las veredas Páramo Alto, Quebrada Honda, Barro Blanco y Cardonal por encima de los 3.400 msnm, y en la vereda de Casa Blanca por encima de los 3.200 msnm en el cerro del Leonera. Cubren en conjunto una extensión de 530 hectáreas (Alcaldia Municipal de Cogua, 2000).

El páramo es reconocido como uno de los ecosistemas de alta montaña con mayor capacidad de retención de aguas. En la vereda Páramo Alto se localizan formaciones vegetales de páramo, fuente de nacimientos de agua de las quebradas El Alisal, El Tambor, El Rincón, Llanito Verde, Negra y Pantano Largo.

Según el Plan básico de ordenamiento territorial (2000), los dos factores perturbadores de esta zona de páramo están representados por la expansión de la frontera agropecuaria y la presencia de la minería del carbón. El primero, por los problemas de erosión y la contaminación por agroquímicos y el segundo por la minería que altera la condición natural de las aguas y los suelos por hundimientos del terreno. Su impacto más fuerte lo ocasiona por la infiltración de las aguas y alteración de los nacimientos.

Estos páramos por su gran belleza se han constituido en sitios de atracción de visitantes que en varias ocasiones han propiciado la ocurrencia de incendios forestales por el libre acceso que se tiene sobre ellos.

Páramo de Guerrero y Guargua

En el centro del páramo de guerrero se ubica la Laguna Verde desde donde se extiende la estrella hidrográfica de la región, allí nacen los ríos Villamizar y Negro que desciende hacia San Cayetano, el rio San José que paso por Carmen de Carupa hacia Susa y Simijaca, el ríos Hato atraviesa Carmen de Carupa y el valle de Ubaté, los ríos Guandoque, Cuevas y Salitre que se dirigen hacia el embalse del Neusa, el rio Frio que va desde Zipaquirá y Cogua hacia Tabio, Cajica y Chía, el rio Susaguá compartido por Zipaquirá y Cogua, adicionalmente nacen una gran cantidad de Quebradas, arroyos y riachuelos que abastecen los acueductos veredales (Alcaldia Municipal de Cogua, 2000).

La presencia del páramo de Guerrero en el territorio de Cogua determina su vocación ambiental y establece una relación establece una relación estrecha con los catorce Municipios del departamento que reciben la influencia del páramo y con Santafé de Bogotá por medio del embalse del Neusa y el acueducto de Tibitoc.

3.4.2 RIESGOS AMBIENTALES

Cogua es un municipio con extensas zonas de reserva forestal y zona de Paramos. Según el perfil epidemiológico del año 2010, se establecen los siguientes riesgos ambientales en el territorio:

Tabla 17. Riesgos ambientales en Cogua

AMENAZA	DESCRIPCIÓN
Degradación de Suelos por Erosión	La erosión es una amenaza constante, principalmente en las zonas de ladera dedicadas a las actividades agropecuarias las cuales están expuestas a mal manejo de los suelos. Las prácticas como el exceso de labranza que pulverizan el suelo, las aplicaciones de agroquímicos y la falta de rotación de cultivos son las que se encargan de deteriorar las buenas características físicas de los suelos como ocurre en los suelos dedicados al cultivo de la papa principalmente. En los suelos dedicados al cultivo de arveja ocurre un fenómeno similar ya que las siembras se realizan a favor de las pendientes para que el agua no se deposite.
Inundaciones	La asociación de este fenómeno con las tragedias tiene que ver con el hecho de que muchos asentamientos humanos se han localizado en las márgenes o zonas de influencia de ríos o quebradas. El municipio de Cogua presenta algunos sectores que por su relieve plano eventualmente han presentado inundaciones, algunas con graves daños, entre estas están: El caserío de la Plazuela y zonas aledañas, el valle del río Neusa, parte baja de la quebrada Carpintero en cercanías al casco urbano y el sector del cauce de la quebrada San Antonio o Padre Otero en el costado occidental del casco urbano.
Deslizamientos	Son desplazamientos lentos o cizalladuras a lo largo de un plano o de varias superficies en una zona de poco espesor. En el municipio han ocurrido en el sector norte del centro poblado de Rodamontal, barrio La Granja, sector occidental de la vereda el Altico, sector la Planta costado norte de la Quebrada honda, sector los Volcanes de la vereda Quebrada Honda, sector Ojo de Agua en cercanías al salón cultural. Se ha relacionado la ocurrencia de estos fenómenos con el inadecuado manejo de las aguas superficiales (vallados, acequias, desagües domésticos, entre otros).
Incendios Forestales	Las zonas del municipio con probabilidad de incendio se localizan, prioritariamente sobre el cinturón de cerros occidentales correspondientes a las partes de las veredas La Chapa, Rodamontal, Barro Blanco, Quebrada Honda, Páramo Alto y en los cerros del Tunjo y Cuchilla la Leonera que

	corresponden con las partes altas de las veredas Cardonal, Patasica y Casa Blanca. Los lugares de máxima probabilidad de incendios se localizan en el cerro del Púlpito, Reserva Forestal, parte alta de la vereda Páramo Alto y el cerro del Tunjo sitios correspondientes a coberturas vegetales de Páramo, frecuentados por caminantes.
Contaminación Atmosférica	Se refiere a la ocasionada por humo de las fábricas, los malos olores y ruidos extremos: • El sector ladrillero es el principal generador de humos ya que la cocción del ladrillo se hace en hornos de carbón y la mayoría de las explotaciones artesanales no sigue las normas requeridas para mitigar este impacto. Estas emisiones causan enfermedades respiratorias en los habitantes del sector y sus alrededores. El sector está ubicado en la parte alta y media de la cuenca de la quebrada Agua Sucia la cual conforma un sector cerrado que impide que el humo se disperse rápidamente cuando el viento no sopla. • Las explotaciones pecuarias sin manejo adecuado de los residuos finales, también son foco de malestares, especialmente por el manejo de la gallinaza y otros abonos que produce fuertes olores causando enfermedades respiratorias a la población y una producción exagerada de moscas y otros agentes contaminantes. • Contaminación de aguas por vertimientos de desechos de curtiembres, de aguas negras, aplicación de agroquímicos. Las industrias del curtido en cercanías de las quebradas El Amoladero y Villatina o Quebrada Seca, son depositarias de los residuos líquidos reconocidos mundialmente como desechos de alta peligrosidad para el medio natural, en el momento no cuentan con sistemas de tratamiento de estos residuos líquidos ni sólidos, ocasionando un alto impacto ambiental sobre el medio donde se localizan, especialmente sobre las quebradas mencionadas anteriormente.
Recursos Hídrico	Hay factores que podrían disminuir el recurso agua si no se toman correctivos a tiempo. Entre estos se encuentran: • Ampliación de la frontera agrícola lo cual afecta el nacimiento de quebradas, situación evidente en las épocas de verano cuando el recurso hídrico escasea para las labores agropecuarias y en algunos sectores para el consumo humano. • Tala excesiva de bosques conduciendo a la desaparición de bosques nativos y a la dramática disminución de la captación de aguas en las zonas altas. • Contaminación del recurso hídrico por el uso de plaguicidas químicos en los cultivos de papa y flores, por los

	vertimientos de aguas servidas de tipo residencial y agroindustrial.
Amenaza Sísmica	Con base en los estudios técnicos que para el efecto se han adelantado en el país, a la Sabana de Bogotá se le reconoce como un lugar geográfico sobre la parte central de la cordillera Oriental a la cual se le estima como una zona media de riesgo por amenaza sísmica. Esta condición le define al territorio municipal unas condiciones particulares en lo relacionado con los planes y programas de construcción de vivienda e infraestructuras en general.
Otras Amenazas	Potencial amenaza del gasoducto, de la red de conducción del acueducto regional de los municipios de Zipaquirá, Cogua y Nemocón así como la red de conducción del municipio de Zipaquirá. En el caso de esta última se encuentran construidas algunas viviendas sobre dicha red en el área urbana; requiriéndose su reubicación.

Fuente: (Alcaldía de Cogua, 2010)

3.5 CARACTERISTICAS HÍDRICAS DEL MUNICIPIO DE COGUA

3.5.1 CANTIDAD

3.5.1.1 ZONIFICACIÓN HIDROGRAFÍCA

Según la Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas el municipio de Cogua se encuentra dentro del área hidrográfica Magdalena-Cauca que según el Estudio Ambiental de la Cuenca Magdalena-Cauca (2001) incorpora las cuencas que drenan desde las tres cordilleras hacia los valles interandinos (cordillera Central y Oriental) y del Cauca (cordillera, vertiente oriental y la cordillera Central). De acuerdo al Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) esta área hidrográfica tiene un área de 271.132km^2 y un rendimiento de 31,7 l/s/km2. Así, tal como se observa en la tabla 18, esta área hidrográfica brinda el 13,5% de la oferta hídrica total del país.

Tabla 18. Distribución de la oferta hídrica y caudales por áreas hidrográficas

	Área hidrográfica	Oferta total (Mm³)	Caudal (m³/s)	Porcentaje de la oferta
1	Caribe	182.865	5.799	9,1
2	Magdalena - Cauca	271.049	8.595	13,5
3	Orinoco	529.469	16.789	26,3
4	Amazonas	745.070	23.626	37,0
5	Pacífico	283.201	8.980*	14,1
Total		2.011.655	63.789	100,0

Fuente: IDEAM (2010)

Dadas las condiciones que presenta el área hidrográfica, el análisis del régimen hidrológico respecto de esta se puede indicar en grandes regiones: Alto, Medio y Bajo Magdalena; y Alto, Medio y Bajo Cauca divididas en 9 zonas hidrográficas (IDEAM, 2014). El municipio de Cogua pertenece a la zona hidrográfica de Bajo Magdalena.

La zona hidrográfica de Bajo Magdalena tiene un área de 27.243 km^2 ofreciendo un caudal año medio de 396 m^3/s y un caudal para año seco de 214 m^3/s que se representa en una oferta anual para año medio de 12.484 millones de metros cúbicos y para año seco de 6.739 millones de metros cúbicos (IDEAM, 2010).

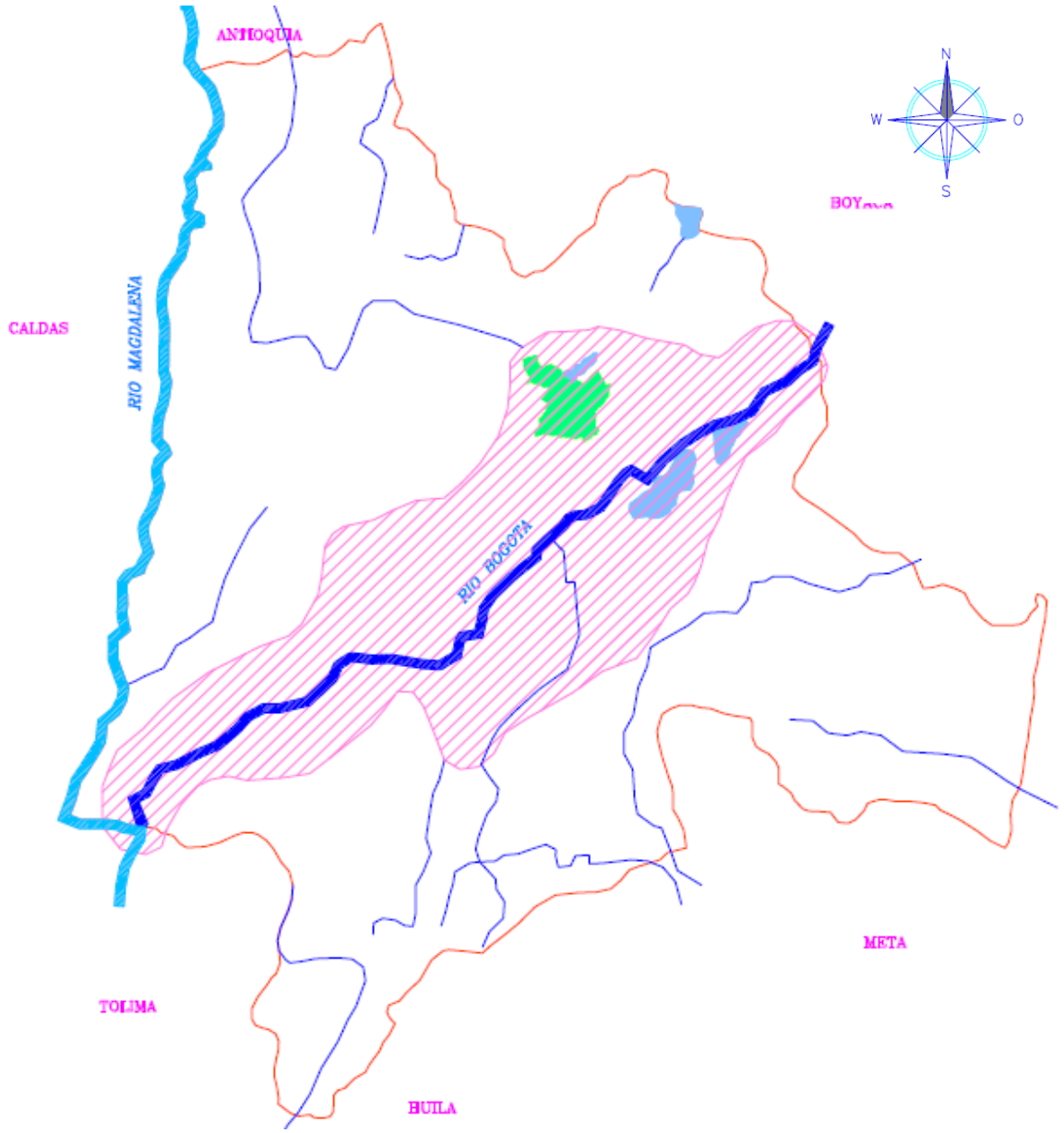
De las 18 cuencas que se localizan en la zona hidrográfica de Bajo Magdalena, el municipio de Cogua pertenece a la Cuenca Rio Bogotá (IDEAM & CORMAGDALENA, 2001), la cuenca del río Bogotá se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca (Ver mapa 1) y junto con los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gacheta y Machetá, conforma el grupo de corrientes de segundo orden del departamento de Cundinamarca. Tiene una superficie total de 589.143 hectáreas que corresponden a cerca del 32% del total de la superficie departamental (CAR, 2006).

El sistema hídrico del Río Bogotá está clasificado como cuenca de segundo orden, tiene un área de drenaje de 5886 Km, riega el departamento de Cundinamarca en sentido noreste – sureste, desde su nacimiento en el Alto de la Calavera, en el municipio de Villapinzón, sobre los 3.400 msnm, en el páramo de Guacheneque, hasta su desembocadura en el río Magdalena a la altura del municipio de Girardot a 280 msnm (CAR, 2006).

La cuenca del rio Bogotá está conformada por 19 subcuencas y está integrada por 45 municipios y el Distrito Capital (CAR, 2006). Tal y como se distingue en la imagen 3, limita por el sector norte con el Departamento de Boyacá, al sur con el Departamento del Tolima, al occidente con los municipios de Albán, Bituima, Guayabal de Síquima, La Vega, Sasaima, San Francisco, Supatá y Pacho, finalmente al oriente con los municipios de Chipaque, Choachi, Nilo, Silvana, Tibacuy y Ubaque (Planeación Ecológica y Ecoforest Ltda., 2006).

Por otra parte, el área de la cuenca hidrográfica registra una precipitación promedio entre 400 y 2200 milímetros anuales, con un rango de temperatura que oscila entre los 6 y 30 °C, y la mayor parte de la cuenca presenta erosión ligera a moderada (CAR, 2006).

Mapa 1. El municipio de Cogua en la Cuenca del Río Bogotá.



Fuente: Alcaldia Municipal de Cogua, 2000.

CONVENCIONES			
	LIMITE DEPARTAMENTAL		RÍO BOGOTÁ

	MUNICIPIO DE COGUA		CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ
	LAGUNAS Y EMBALSES		RÍO MAGDALENA

3.5.1.2 FUENTES HÍDRICAS

El municipio es un conjunto derivado de la confluencia de dos geoformas, en el sector sur-occidental del páramo de Guerrero y la sabana de Bogotá en el sector norte, de los cuales se forman seis sub-cuencas hidrográficas (Ver mapa 2):

- Sub-cuenca del Embalse del Neusa
- Sub-cuenca del río Neusa
- Sub-cuenca del río Checua
- Sub-cuenca Susaguá-Barandillas
- Sub-cuenca del río Negro
- Sub-cuenca del río Frio

A continuación se realiza la descripción de cada subcuenca y sus respectivas microcuencas, basado en PBOT del municipio de Cogua (2000):

SUBCUENCA DEL RIO FRIO

La subcuenca del rio frio pertenece a la cuenca alta del Rio Bogotá, se encuentra localizada en el centro oriente de la sabana de Bogotá, entre los 3700 m.s.n.m y 2550 m.s.n.m de altura. Se encuentra distribuida administrativamente con los municipios de Cajica, Chía, Cogua, Cota, Tabio, Tenjo y Zipaquirá pertenecientes a la Provincia Sabana Centro, el municipio de Pacho correspondiente a la Provincia de Rionegro, y el municipio de Subachoque que hace parte de la Provincia de Sabana Occidente.

La subcuenca del rio frio tiene una extensión de aproximadamente 201,6 km^2 o 20.159,71 has, de la cual el municipio de Cogua presenta una participación del 1,661% con 334, 8 has, distribuido así en las correspondientes veredas:

Tabla 19. Participación del municipio de Cogua en la subcuenca del Río Frío

VEREDAS	ÁREA (has)	%
Paramo alto	327,818	97,9%
Rodamontal	5,922	1,77%
Quebrada Honda	1,117	0,33%

Fuente: Autores basado en Consorcio Ecoforest Ltda. & Planeación Ecológica Ltda. (2006)

El 2,5% del municipio de Cogua tiene participación en la subcuenca del rio frio que según estimaciones de Planeación Ecologica Ltda. & Ecoforest Ltda. (2006) corresponde al 0,4% para el año 2006.

La subcuenca Rio Frio tiene como tributarios importantes las quebradas Alisal, Guerrero, Selladero, Hornillo, Pozo Hondo, Cimiento, el Hornillo, Santa Librada, Honda Y San Diego. La subcuenca es de tipo alargado y su curso principal tiene una longitud de 58,9 km que transcurre de norte a sur por un valle angosto que desemboca en el Rio Bogotá, aguas abajo en el sitio denominado La Balsa.

Sistemas de drenaje: El sistema de drenaje en general para toda la subcuenca, es de tipo superficial por medio de cauces naturales, algunos canales y quebradas que tributan al rio frio. Siendo el principal drenaje de la cuenca y luego entrega sus aguas directamente al rio Bogotá, que recoge las aguas de toda la cuenca, siendo el cauce principal de tipo sinuoso, al igual que sus tributarios.

Micro cuenca el Alisal:

La quebrada El Alisal da origen al río Frío, con un área de 5.047 Has, de las cuales 258,57 Has son pertenecientes a Cogua. Sobre los 3.400 m.s.n.m. aún se encuentra vegetación de paramo, se encuentra por otra parte cultivos de papa y pastos en rotación, en las partes altas de su nacimiento hay minas de carbón y finalmente se encuentran algunas coberturas vegetales nativas. El eje mayor tiene una longitud de 5,3 Km.

SUBCUENCA DEL EMBALSE DEL NEUSA

Está localizada en el centro del páramo, con una altura de 3.800 m.s.n.m., la cual drena al sur del río Bogotá. Se encuentra distribuida en los municipios de Tausa en un 86% y Cogua con 16%. Los cuerpos de agua contribuyentes son la Laguna Verde, la Laguna Seca, Río Guandoque, Río Salitre y el Embalse del Neusa. Las aguas de esta área luego darán forma al Río Neusa. Los usos que se le da a las aguas de esta subcuenca son principalmente el uso papero y ganadero, además de ser impactada por la minería de carbón, debido a la cobertura vegetal de paramo de esta subcuenca se tiende a la disminución gracias a la ampliación de la frontera agrícola.

Micro cuenca Llanito Verde:

Esta micro cuenca se encuentra en la vereda de Páramo Alto, con una extensión de 62,5 Has, esta corresponde a la vertiente sur de la quebrada Llanito Verde, con un cauce de aproximadamente 2,7 Km. El 40% de su extensión son franjas de bosque andino y rastrojos nativos altos y bajos, el resto de su área son pastos con uso ganadero. Está quebrada se une con la quebrada Santuario del Municipio de Tausa para drenar al río Guandoque.

Micro cuenca Quebrada Negra:

Tiene una extensión de 79,7 Has, es efluente del Río Guandoque. Tienen uso agrícola para cultivo de papa y para pastos de rotación, su cobertura nativa no cubre más del 10%, contando con algunos relictos de bosque andino alto y su cauce central alcanza los 2,4 Km.

Micro cuenca el Carrizal:
Se conforma por la quebrada El Carrizal, es afluente del Río Guandoque, tiene una extensión de 93,75 Has y su eje mayor alcanza los 2,5 Km. Tiene usos agropecuarios en rotación, cultivos de papa y ganadería con pastos nativos y mejorados.

Micro cuenca de Pantano Largo:

Se encuentra en la parte centro-noroccidental de la vereda Paramo Alto, con una extensión de 258,81 Has, tiene desembocadura en el Río Guandoque y su cauce principal tiene una longitud de 4,8 Km. Esta presenta actividad agropecuaria (papa y ganadería) y el 15% restante son pequeños relictos de bosques aislados.

Micro cuenca quebrada El Rincón:

Se encuentra en el centro de la vereda Páramo Alto, con una extensión de 323,44 Has, su cauce principal es de 2,8 Km, drena a la quebrada Pantano Largo. Se encuentran esparcidos relictos de bosque nativo secundario, y el uso principal en la cuenca es para cultivos de papa y pastos en rotación.

Micro cuenca quebrada de la Escuela:

Comprende 90,63 Has, ubicada en la vereda Páramo Alto, desemboca al Río Guandoque. La longitud de su cauce principal alcanza los 2,1 Km, esta micro cuenca esta intervenida por actividades de pastoreo y cultivo de papa.

Micro cuenca El Tambor:

Está localizada en el sector oriental de la vereda Páramo Alto, con una extensión de 604,7 Has, su cauce principal lo forma la quebrada el Tambor con una longitud de 4,58 Km, drena en dirección norte al Río Guandoque. Hay actividades de cultivo de papa, pastos en rotación, minería de extracción de carbón y conserva relictos de bosque nativo en forma aislada.

Micro cuenca quebrada La Guava:

Está localizada en el centro de la vereda de Páramo Alto, tiene una extensión de 109,4 Has y su drenaje principal tiene una longitud de 1,75 Km. El 90% de su

territorio tiene uso para cultivo de papa y pastos en rotación. Todo el territorio presenta laderas denudacioneles, drenando al Río Guandoque.

Micro cuenca de la quebrada chica:

Se localiza en extremo norte de la vereda Cardonal con una extensión de 76.563 Has, y su cauce principal es de 1,13 Km, drena directamente al embalse Neusa. Presenta actividad agropecuaria y presencia de bosque nativo alto andino.

SUBCUENCA UBATE – SUTA

Se encuentra en el Nor-oriente del Páramo, se encuentra distribuida en los Municipios de Carmen de Carupa, Ubaté, Sutatausa, Cucunubá, Tausa y Fúneque. Forma el río Ubaté. Con actividad de cultivos de papa y pastos de rotación.

SUBCUENCA DEL RÍO NEUSA

En el sector sur-oriental del Páramo, abajo del embalse del Neusa, distribuida en los Municipios de Cogua y Nemocon. Su cauce principal en Cogua es de 10,3 Km. Es parte de la cuenca alta del río Bogotá. Hay actividades de ganadería extensiva, el cultivo de papa y la floricultura en cultivos aislado. En esta sub cuenca se encuentra la Reserva Forestal Protectora.

Micro cuenca Sabaneta-Los Puentes:

Hacen parte dos cauces que drenan al río Neusa: Sabaneta y los Puentes, corresponde a la parte media de la vereda Quebrada Honda. Tiene una extensión de 617,2 Has y su longitud es de 8,8 Km. El uso predominante es el agropecuario, con énfasis en pastos en rotación.

Micro cuenca quebrada Honda:

Tiene una extensión de 711 Has, está localizada en la vereda quebrada Honda, su eje principal cubre una longitud de 5,3 Km. La quebrada Calderitas y la quebrada El Mico son sus afluentes más importantes. La reserva forestal protectora de las quebradas Honda y Calderitas se encuentran en la parte alta de esta micro cuenca, desde allí se captan las aguas de los acueductos veredales en Quebrada Honda, Barroblanco, El Altico, Rincón Santo y la Plazuela. La reserva forestal es el único sitio del Municipio con cobertura vegetal de páramo (frailejonales y pajonales); también hay actividad agropecuaria.

Micro cuenca quebrada El Mico:
Se localiza en la vereda Quebrada Honda, tiene una extensión de 154,7 Has, con un cauce principal de 2,3 Km. Tiene actividad agropecuaria.

Micro cuenca de la quebrada Amarilla:

Tiene una extensión de 192,19 Has, con un cauce de 3.3 Km y se encuentra localizada en el suroriente de la vereda Quebrada Honda. Hay actividad agropecuaria, como única cobertura vegetal nativa corresponde a un relicto de 4 Has correspondientes a arbustales de Tuno, Corono, Hayuelo, Cucharo y Campano. Los cultivos predominantes son de papa, maíz y arveja. Las aguas drenan al río Neusa.

Micro cuenca de la quebrada El Chuscal:

Entrega sus aguas al río Neusa, tiene una extensión de 744 Has, con un cauce total de 9,3 Km. Se extiende por las veredas Quebrada Honda, Barroblanco y el sector de la Plazuela. Tiene una cobertura de bosque nativo y rastrojos de paramo y subpáramo. En su parte media hay coberturas de pastos y cultivos de papa, y en la parte baja se encuentra predominio de la ganadería extensiva con pastos mejorados y algunos cultivos de fresas y flores bajo invernadero.

Micro cuenca quebrada Ojo de Agua:

Se extiende por la vereda Barroblanco, Ojo de Agua y la parte plana de la Plazuela, tiene un área total de 455 Has, con una cauce de 2,6 Km. Se presenta actividades como la ganadería de minifundio y en menos proporción cultivo de papa, y eventualmente cultivos de maíz y arveja. La única cobertura vegetal nativa se encuentra en las márgenes de caminos y en algunas divisiones de predios.

Valle del río Neusa:

Es la zona plana del valle del río Neusa desde el territorio de la Plazuela hasta el Mortiño con una extensión de 843,75 Has. Tiene una vocación de pastos mejorados para la ganadería intensiva, con un cauce de 10,8 Km de los cuales 3,3 Km son compartidos con Nemocón.

SUBCUENCA SUSAGUA-BARANDILLAS

Se encuentra distribuida en los Municipios de Cogua y Zipaquira, con una extensión de 7.083 Has, pero solo corresponden a Cogua 3.902 Has, referidas a las quebradas el Amoladero, Bolívar, Susaguá, Blanca, La Maya, Padre Otero, Carpintero y Agua Sucia. Abastece a los acueductos veredales de La Chapa y Rodamontal. Hay pastos en un 70% y cultivos de papa.

Micro cuenca de la quebrada Bolívar:

Se encuentra en la parte central de la vereda La Chapa, tiene un área de 305 Has de las que corresponden 241 Has a Cogua. Tiene dedicación al pastoreo, y se

conservan algunas manchas de bosque nativo. Su cauce alcanza 5,3 Km de longitud.

Micro cuenca del río Susaguá:

Ha sufrido drástica deforestación y utilización de las aguas en forma no planificada lo mismo que de sus cauces.

Micro cuenca quebrada Blanca:

Se encuentra en la parte central de la vereda Rodamontal, con un área de 221,9 Has, su cauce alcanza los 2,3 Km. Hay uso residencial y pastos para ganadería.

Micro cuenca quebrada La Maya:

Se encuentra en la vereda Rodamontal, cubre una extensión de 239,1 Has y su cauce recorre una distancia de 4 Km y desemboca en el río Susagúa. La micro cuenca es utilizada para fines pecuarios.

Micro cuenca quebrada San Antonio (Padre Otero):

Recorre el territorio de las veredas Barroblanco, Rodamontal, Suaguá, El Mortiño y el casco urbano, su desembocadura es en el río Neusa, con una longitud de 10,3 Km. Hay actividad de cultivo de papa, pastoreo en minifundios y algunos hatos medianos (30-40 reses), hay eventualmente cultivos de maíz y alverja y en la zona plana de la sabana hay ganadería extensiva.

Allí también se encuentra la planta de tratamiento del acueducto regional Zipaquira-Cogua-Nemocon que evacua los lodos residuales de los tanques de almacenamiento y tratamiento a esta quebrada.

Micro cuenca quebrada El Carpintero:

Tiene una extensión de 344 Has, abarcando las veredas Barroblanco, El altico, Rincón Santo y el casco urbano, cuenca con un cauce de 1,7 Km de longitud, desemboca en la quebrada San Antonio, en su mayoría está cubierta por pastos.

Micro cuenca Agua Sucia:

Se extiende por las veredas del Olvido, Ojo de agua, el Altico, Rincón Santo y el Mortiño, con una extensión de 942,188 Has, su cauce es de 5,4 Km hasta su desembocadura que es en la quebrada San Antonio. En esta micro cuenca predomina la potrerización, también hay presencia de explotación de arcilla, pastizales y reducidas coberturas vegetales nativas.

SUBCUENCA DEL RÍO NEGRO

Nacidas en el páramo de Guerrero drenan las quebradas Tasajeras y el río Sabaneque afluentes del río Negro, así como pequeños drenajes de los ríos Yayatá, El Bosque y el río Batán pertenecen a esta subcuenca.

SUBCUENCA RÍO CHECUA

Cubre territorios de los Municipios de Nemocón, Tausa, Cucunubá, Suesca y Cogua; perteneciendo a Cogua 2246,9 Has. F:orma parte de la cuenca alta del rio Bogotá.

Micro cuenca El Cajon

Se encuentra ubicada en la vereda de Patasica, con un área aproximada de 529.7 Has, con un cauce de 4 Km de longitud. A los 2.800 m.s.n.m se tiene uso agropecuario intensivo, con predominio de lotes para pastoreo, hay cultivos de papa, maíz y arveja. Por debajo de los 2.800 m.s.n.m. hay presencia de vegetación de bajo porte, donde hay especies como los Hayuelos.

Micro cueca de San Roque:

Está localizada al oriente de la vereda Patasica con un área de 382,81 Has, su cauce es de 3,65 Km. La parte media y baja está cubierta por una vegetación característica de bosque seco montano bajo de porte bajo achaparrado, leñosa. En la parte alta aparecen potreros en mejor estado.

Micro cuenca El Pedregal:

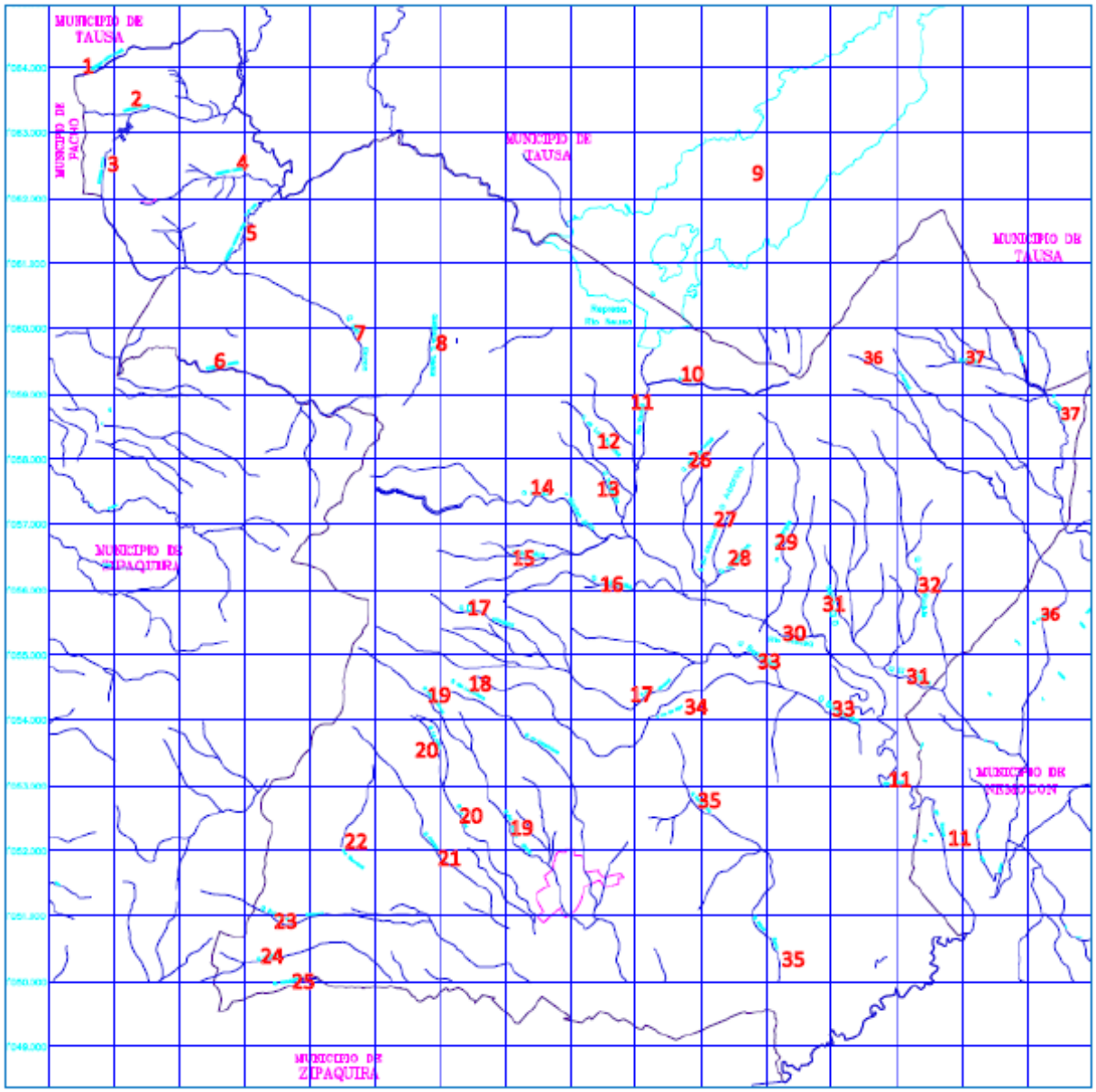
Se encuentra en la parte occidental de la vereda Casablanca, con una extensión de 575 Has, y un cauce de 4,3 Km. En su parte media-alta se encuentra la actividad agropecuaria y minería carbonífera. En la parte media-baja predominan coberturas vegetales de pastos de escaso rendimiento y algunos matorrales nativos bajos característicos de las zonas secas.

Micro cuenca el Chorrillo o el Salvio:

Tiene una extensión de 1.025,2 Has de las cuales corresponden a Cogua 759,4 Has localizadas en la vereda de Casablanca. Su red de drenaje alcanza una longitud de 10,6 Km en el territorio de Cogua. En su parte media 2.800 m.s.n.m. hacia los 3.000 m.s.n.m. se encuentran las mejores tierras agrícolas y al pie de los cerros hay actividad minera de extracción de carbón, sobre esta zona de minería hay una franja de bosque alto andino que capta las aguas lluvias y las dispone para los acueductos de la vereda Casablanca. A los 2.800 m.s.n.m. hay suelos

muy pobres con cobertura vegetal nativa muy baja, predominando las especies como Hayuelos, Cucharos y Espinos. Pese a que hay pastos con capa de suelo muy pobre y delgada menor a 20 cm, hay actividad de agricultura.

Mapa 2. Quebradas del municipio de Cogua.



Fuente: PBOT (2000), modificado por autores.

CONVENCIONES		
1. Q. llanito Verde 2. Q. Negra 3. Q. Crisol 4. Q. Carrizal 5. Q. Pantano Largo o La Laja 6. Q. El Alasal 7. Q. del Rincon 8. Q. el Tambor 9.Represa Río Neusa 10.Q. Grande 11.Río Neusa 12.Q. los puentes 13.Q. Sabaneta	14. Q. Honda o Montenegro 15.Q. del Mico 16. Q. Amarilla 17. Q. El Chuscal 18. Q. del Carpintero 19. Q. San Antonio o Padre Otero 20. Q. La Moya 21. Q. Blanco 22. Q. Susagua 23. Q. Bolívar 24. Q. Villatina 25. Q. Amoladero 26. Q. de La Mana	27. Q. del Equivoco o Arboroto 28. Q. la Clavelina 29. Q. de Vargas 30. Río Neusa 31. Q. el Cajón 32. Q. San Roque 33. Q. Barragana 34. Q. Ojo de Agua 35. Q. Agua Sucia 36. Q. Pedregal 37. Q. Chorrilo

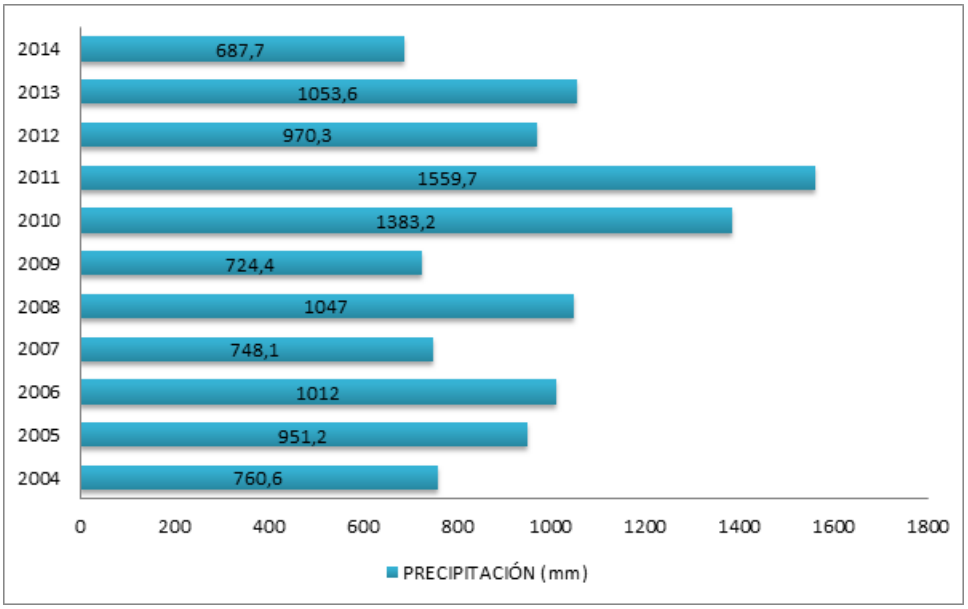
El mapa 2 representa la hidrografía del Municipio de Cogua donde se identifican las quebradas que en su totalidad son treinta y siete; se tomó el mapa hidrográfico del PBOT (2000) como base y se realiza la señalización por números de cada una de las quebradas a las que se les da nombre en la tabla de convenciones.

3.5.1.3 PRECIPITACIÓN

En función de la información otorgada por la CAR (2016) se presenta el régimen de precipitaciones de la estación El Cedral para una serie de 10 años. La estación El Cedral está ubicada en el Rio Susagua de la subcuenca del Río Neusa, a una altitud de 2650 m.s.n.m. en el territorio del municipio de Cogua.

A partir de los datos de precipitación otorgados por la CAR (2016) para la estación El Cedral se realiza ilustración 4. Según la ilustración 4, durante el periodo 2004-2014 el año más húmedo fue el 2011 con 1559,7 mm y el más seco fue el año 2014 que presentó 687,5 mm. Así, se determina qué el año medio fue el año 2013 con 1053,6 mm.

Ilustración 4. Precipitación anual en el municipio de Cogua para una serie de 10 años (2004-2014)



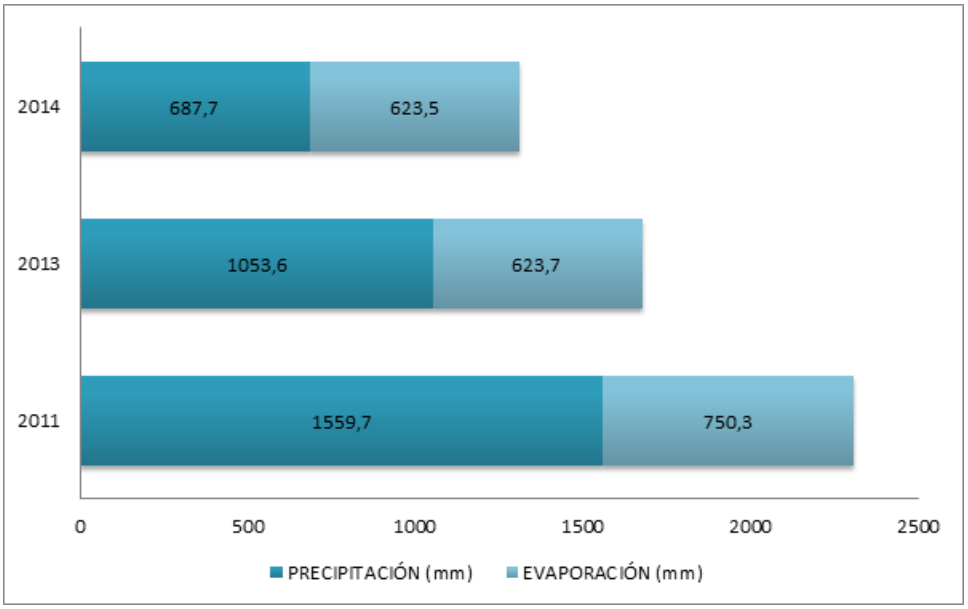
Fuente: Autores, basado en CAR (2016)

3.5.1.4 EVAPORACIÓN

A pesar de que la CAR no presenta datos de evaporación para la estación El Cedral, sí posee información de esta variable para el periodo 2011-2014 de la estación Represa del Neusa qué se encuentra también ubicada en el municipio de Cogua.

La estación Represa del Neusa se encuentra ubicada a una altura de 2.650 m.s.n.m. en el Rio Susagua de la subcuenca Embalse del Neusa. A partir de los datos de esta estación, se presentan los datos de evaporación (Ver ilustración 5) para el año más húmedo, más seco y medio según la precipitación qué se muestra en la ilustración 4.

Ilustración 5. Evaporación en el municipio de Cogua para el año más húmedo, más seco y medio



Fuente: Autores basado en CAR (2016)

3.5.1.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

De acuerdo a la Resolución 865 de 2004, por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones, se usa la ecuación de TURC para el cálculo de la evapotranspiración real:

Fórmula de TURC

$$ETR = \frac{\mathrm{P}}{(0{,}9 + \frac{\mathrm{P}^2}{L^2})^{0{,}5}}$$

Dónde:

ETR= Evapotranspiración real (mm)
P= Precipitación (mm)
T= Temperatura media anual (°C)
L= Parámetro heleotérmico expresado así: $300+25\ T+0{,}05\ T^2$

Para el caso en cuestión se calcula la evapotranspiración real para el año seco, húmedo y medio como se ve a continuación.

L= 300 + (25*15°C) + (0,05*15°C^2)
L= 686,25

ETR año húmedo (2011)

$$ETR = \frac{1.559{,}7 \text{ mm}}{(0{,}9 + \frac{1.559{,}7^2}{686{,}25^2})^{0{,}5}}$$

ETR= 633,29 mm

ETR año medio (2013)

$$ETR = \frac{1.053{,}6}{(0{,}9 + \frac{1.053{,}6^2}{686{,}25^2})^{0{,}5}}$$

ETR= 583,79 mm

ETR año seco (2014)

$$ETR = \frac{687{,}7}{(0{,}9 + \frac{687{,}7^2}{686{,}25^2})^{0{,}5}}$$

ETR= 498,35 mm

3.5.1.6 ESCORRENTIA

La resolución 865 de 2004 define la escorrentía total como la representación de los flujos de agua superficial y subterránea, por otra parte la escorrentía superficial es el agua que escurre hacia la corriente de drenaje de la cuenca después que la precipitación se ha repartido en intercepción, retención e infiltración. Por lo cual el método recomendado por la UNESCO establece la siguiente fórmula citada en la Resolución 865 de 2004 para el cálculo de la escorrentía:

ESC= P – ETR

Dónde:

ESC= Escorrentía (mm)
P= Precipitación (mm)
ETR= Evapotranspiración real (mm)

Escorrentía año húmedo (2011)

$$ESC= 1.559,7\ mm – 633,29\ mm$$

$$ESC= 926,41\ mm$$

Escorrentía año medio (2013)

$$ESC= 1.053,6\ mm – 583,79\ mm$$

$$ESC= 469,81\ mm$$

Escorrentía año seco (2014)

$$ESC= 687,7\ mm – 498,35\ mm$$

$$ESC= 189,35\ mm$$

3.5.1.7 CAUDALES MEDIOS

La CAR (2016) en su compilado de mediciones meteorológicas e hidrológicas tiene medición de los valores medios mensuales de caudales en m³/s, sin embargo se tienen cinco puntos de medición en el Municipio de Cogua por lo cual se toma el promedio anual de los años del 2004 a 2014 y se saca el promedio entre los puntos de medición como se ve en la tabla **20**; de lo cual se infiere que el caudal minimo se da en el año 2004 con 0,35 m³/s, el caudal maximo es en el año 2011 que es de 1,05 m³/s y un caudal medio en el Municipio de Cogua de 0,60 m³/s.

Tabla 20. Valores medios anuales de caudales (m³/s) en el Municipio de Cogua

Corriente	**R. CUBILLOS**	**R. NEUSA**	**R. SUSAGUA**	**R. NEUSA**	**R. NEUSA**	**PROMEDIO ANUAL**
Cuenca	**EMB. NEUSA**	**R. NEUSA**	**R. SUSAGUA**	**R. NEUSA**	**R. NEUSA**	
Estación	**EL VOLADOR**	**PTE CARRETERA**	**EL MANZANO**	**ACEQUIA LA QUINTA**	**ACEQUIA EL MOLINO**	
2004	0,80281818	0,761916667	0,013142857	0,13009091	0,09016667	0,35962706
2005	1,2725	1,925166667	0,002	0,27383333	0,0985	0,7144
2006	0,84458333	1,217833333	0,510166667	0,30475	0,11458333	0,59838333
2007	0,51566667	0,965083333	0,309090909	0,176	0,10845455	0,41485909
2008	0,88441667	2,25475	0,329363636	0,74516667	0,10445455	0,8636303
2009	0,45825	0,733416667	0,222	0,41366667	0,65666667	0,4968
2010	1,19025	1,507666667	0,29275	0,26725	0,10036364	0,67165606
2011	1,86925	2,920333333	0,161666667	0,26991667	0,04475	1,05318333

2012	1,0295	1,235083333	0,247166667	0,25308333	0,07641667	0,56825
2013	0,72691667	0,942833333	0,1455	0,315	0,10308333	0,44666667
2014	0,7761	0,969666667	0,155555556	0,38566667	0,08188889	0,47377556
PROMEDIO ANUAL TOTAL						**0,60556649**

Fuente: Autores basado en CAR (2016)

3.5.2 CALIDAD DEL AGUA

3.5.2.1 CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS

Para determinar la calidad del agua en el Municipio de Cogua, es necesario determinar la calidad de sus principales fuentes hídricas.

Embalse del Neusa

El Embalse del Neusa ubicado en los Municipios de Tausa y Cogua tiene una capacidad máxima de 103 m^3, su caudal es de 1,97 m^3/s; tiene como principales afluentes el río Las Juntas, Cubillos y Siguatoque, siendo su efluente el Río Neusa. La FAO (1993) en su estudio "Avances en el manejo y aprovechamiento Acuícola de Embalses en América Latina y el Caribe" determina los siguientes parámetros de calidad para las aguas del Embalse del Neusa:

Tabla 21. Parámetros de calidad del agua Embalse del Neusa

PARAMETRO FÍSICO-QUÍMICO	VALOR	UNIDADES
pH	6.4	-
Conductividad	48.17	(µmhos/cm^2)
Solidos disueltos	41.33	(mg/l)
Amonio	0.27	(mg/l)
Nitrato	0.19	(mg/l)
Nitrito	0.001	(mg/l)
Amonio	0.27	(mg/l)
Nitrato	0.3	(mg/l)
Fósforo	0.70	(mg/l)

Fuente: FAO, 1993

Río frío

Para la determinación de la calidad del agua del Río frio se toman datos de los parámetros de calidad analizados en la Bocatoma del río frio que abastece al acueducto regional Zipaquirá- Cogua- Nemocon, siendo este a su vez quien abastece la zona urbana del Municipio de Cogua (ver tabla 22). Los datos son tomados de un documento de control de calidad de la Empresa de Acueducto,

Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá E.S.P –EAAAZ- del año 2012, citada en Alarcón (2013) (ver anexo 3).

Tabla 22. Control de calidad de agua cruda en Bocatoma Río Frio

PARAMETRO	UNIDADES	REFERENCIA RESOLUCIÓN 2115/ 2007	SEGÚN DECRETO 1594 DE 1984	VALOR PROMEDIO ANUAL 2012
pH	-		5-9.0	**6.72**
Olor y sabor	-	Aceptable		**No Aceptable**
Sustancias flotantes	-		Ausentes	**Presentes**
Conductividad	mS/ cm	≤1000		**33**
Color	UPC		75.00	**14.5**
Turbiedad	UNT	≤2		**3.07**
Hierro	mg/ l Fe	0.30		**0.41**
Nitritos	mg/ l NO_2		1.00	**0.03**
Alcalinidad	mg/ l	200		**7**
Dureza total	mg/ l	300		**18**
Aluminio	mg/ l A l	0.20		**0.07**
Cloruros	mg/ l C l-		250	**23**
Amonio	mg/ l NH_4		1	**0.10**
Fosfatos	mg/ l PO_4	0.50		**0.06**
Manganeso	mg/ l Mn	0.10		**0.14**
Sulfatos	mg/ l SO_4		400	**7**
Nitratos	mg/ l NO_3		10	**0.86**
Mesofilos	UFC / 100	-		**Incontables**
Coliformes totales	UFC / 100ml		20,000	**295**
E.Coli	UFC / 100ml		20,000	**111**

Fuente: EAAZ, 2012. Modificado por autores.

3.5.2.2 INDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO –IRCA-

El ministerio de salud (2014) define el IRCA como el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

Este indicador es el resultado de asignar el puntaje de riesgo contemplado en la Resolución No. 2115 de 2007 que está en un rango de 0% a 100% para dichas características. Cuando el puntaje resultante está entre 0 y 5% el agua distribuida es apta para consumo humano y se califica en el nivel Sin Riesgo. Si el IRCA está

entre 5.1 y 14% ya no es apta para consumo humano, pero califica con nivel de riesgo Bajo; entre 14.1 y 35% califica con nivel de riego Medio y no es apta para consumo humano; cuando el IRCA clasifica entre 35.1 y 80% el nivel de riesgo es Alto y entre 80.1 y 100% el agua distribuida es Inviable Sanitariamente.

Mensualmente la EAAAZ entrega al departamento de servicios públicos de la Alcaldía de Cogua el reporte de resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico para el mes correspondiente. Para el mes de Febrero de 2016 el reporte de los 8 puntos de toma indica que el IRCA del agua consumida en la zona urbana del municipio califica en el nivel Sin Riesgo (Ver tabla 23).

Tabla 23. Reporte de resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua para el municipio de Cogua

PARAMETRO	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5	PUNTO 6	PUNTO 7	PUNTO 8
pH	6.85	6.87	6.87	6.86	6.87	6.88	6.87	6.92
Olor y sabor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sustancias flotantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Conductividad	75	74	74	74	74	73	74	73
Color aparente	3.2	3.4	3.3	3.2	5.6	3.3	3.4	3.4
Turbiedad	0.53	0.38	0.42	0.41	0.93	0.38	0.25	0.30
Hierro total	0.07	0.06	0.07	0.07	0.13	0.07	0.06	<0.05
Nitritos	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	0.02	0.03
Alcalinidad total	9	8	9	8	7	8	7	7
Dureza total	23	24	24	24	28	27	22	25
Aluminio	<0.10	<0.10	<0.10	0.13	0.11	<0.10	<0.10	<0.10
Cloruros	26	28	29	24	37	31	32	24
Amonio	0.00	<0.05	<0.05	0.00	<0.05	0.00	0.00	<0.05
Fosfatos	0.00	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.00	0.00
Magneso	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0.00	<0.50	<0.50
Sulfatos	18	17	17	19	18	17	17	19
Nitratos	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.7	2.0	<1.0	<1.0
Cloro residual	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6
Mesofilos	1	2	0	0	0	0	1	1
Coliformes totales	0	0	0	0	0	0	0	0
E.Coli	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor IRCA	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**

Fuente: Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá, (Febrero de 2015)

3.5.2.3 CALIDAD DE LOS EFLUENTES

Las descargas de aguas residuales en el Municipio Cogua se efectúan a las quebradas Carpintero y del Padre Otero, que luego se intersectan para dar forma a la quebrada San Antonio, la cual vierte sus aguas al rio Neusa. La quebrada Carpintero es fuente receptora de las aguas residuales provenientes de la zona oriental del municipio, de donde provienen dos descargas. Por otro lado, a la quebrada Padre Otero llegan las aguas residuales de la zona occidental del Municipio mediante una única descarga (Gomez, 1984).

Efectos de las descargas

El efecto más evidente sobre las quebradas Carpintero y Padre Otero se ve significado por la mala apariencia y el mal olor en las descargas aguas abajo de los tanques sépticos. Luego la turbulencia creada por el bombeo da lugar a la formación de grandes bancos de espumas debido a la presencia de detergentes (Gomez, 1984).

En la tabla 24 se muestra que los mayores impactos al recurso agua por las descargas de las aguas residuales a la quebrada San Antonio se ven representados por la polución orgánica y organismos patógenos; para el suelo el impacto más significativo es la erosión y por otro lado se presentan impactos por malos olores y afecciones al bienestar de las comunidades aledañas.

Tabla 24. Matriz de impacto ambiental quebrada San Antonio

Medio	Factor de Impacto	Valoración
Agua	Polución orgánica	3
	Polución inorgánica	2
	Eutrofización	0
	Organismos patógenos	3
	Estético	1
Suelo	Toxicidad	0
	Salinidad	1
	Erosión	2
Aire	Olor	2
Humano	Bienestar ribereño	2
Valoración: 3 Alto 2 Medio 1 Bajo 0 Nulo		

Fuente: Gómez, (1984).

Caracterización de las aguas residuales domésticas y vertimientos

Parte de la determinación de calidad del agua de Cogua, es conocer la caracterización de las aguas vertidas por la PTAR Municipal a la fuente hídrica que es punto de vertimiento de esta. Basado en el cálculo de la carga contaminante y el porcentaje de remoción analizado de muestras de la PTAR a la entrada y salida de la misma se infiere que la PTAR tiene resultados de 72% de remoción de carga contaminante con respecto al parámetro de DBO_5 y 73% de carga contaminante con respecto a solidos suspendidos totales, el pH llega a 7.5 y la temperatura alcanza como máximo los 21.5°C cumpliendo con los niveles permisibles establecidos en el Decreto 1594 de 1984. En los demás parámetros analizados se evidencia disminución lo cual indica disminución de la contaminación del agua; sin embargo, estos vertimientos son causantes de gran impacto a las fuentes hídricas (Ver tabla 25).

Tabla 25. Calidad del agua entrada y salida de la PTAR Municipal

Parámetro	Método	Unidades	LCM[2]	LD[3]	Resultados		Carga contaminante		% de remoció n	Decreto 1594 1984[4]
					Entrada	Salida	Entrada	Salida		
Demanda Bioquímica de oxigeno DBO_5	S.M 5210 8. EPA 360.3 ASTM D. 888-06 Incubación 5 días Modificado	mg O_2/L	5	2	226	63	239	66	72	Remoción ≥ 30% en carga contaminante Residual Domestico
Demanda química de oxigeno	S.M. 5220 D. Método colorimétrico por reflujo cerrado- Modificado	mg O_2/L	20.0	6.00	573	171	N.A	N.A	N.A	No Reporta
Solidos suspendidos totales	S.M. 2540 D. Secado a 103-105°C	mg/L	10	5	259	70	274	74	73	Remoción ≥ 50% en carga contaminante
Coliformes fecales	S.M. 9225 D. Diferenciación de bacterias Coliformes	NMP/100 mL	N.A	N.A	210000	<1800	N.A	N.A	N.A	No reporta
Coliformes totales	S.M. 9225 D. Diferenciación de bacterias Coliformes	NMP/100 mL	N.A	N.A	>1 600 000	10000	N.A	N.A	N.A	No reporta
pH[3] (min-máx)	S.M. 4500 – H*B	Unidades	N.A	N.A	7.7-7.9	7.3-7.5	N.A	N.A	N.A	5-9
Temperatura [4](min-máx)	S.M 2550B Termométrico	°C	N.A	N.A	20.3-21.0	18.5-21.5	N.A	N.A	N.A	≤ 40
Caudal (min-máx)	Volumétrico	L/s	N.A	N.A	38.0-35.9	38.0-35.9	N.A	N.A	N.A	No reporta
Caudal Promedio	Calculo	L/s	N.A	N.A	36.8	38.8	N.A	N.A	N.A	No reporta

Fuente: Anascol, 2014

[2] LCM: línea de cuantificación del método. Es el valor mínimo cuantificable con el método utilizado para la determinación del parámetro.
2 LD: Límite de detección. Es el valor mínimo detectable mas no cuantificable
[3] Parámetro medido en campo
[4] Límites permisibles del vertimiento a un Cuerpo de Agua para un usuario existente (art. 72)

3.6 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

3.6.1 USOS ACTUALES DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

3.6.1.1 CAPTACIONES DE AGUA

El Municipio de Cogua cuenta con 107 concesiones otorgadas para la captación de agua superficial y 5 para captación subterránea, de tal forma como se evidencia en la tabla 26 la distribución de caudal en L/s se distribuye para uso doméstico, agrícola, pecuario e industrial principalmente. El uso industrial es el más significativo captando 345,99 L/s y en otros usos su captación es casi nula con 0,3 L/s. Obteniendo una captación total de 646.809 L/s como caudal total (Castillo & Corredor, 2015)

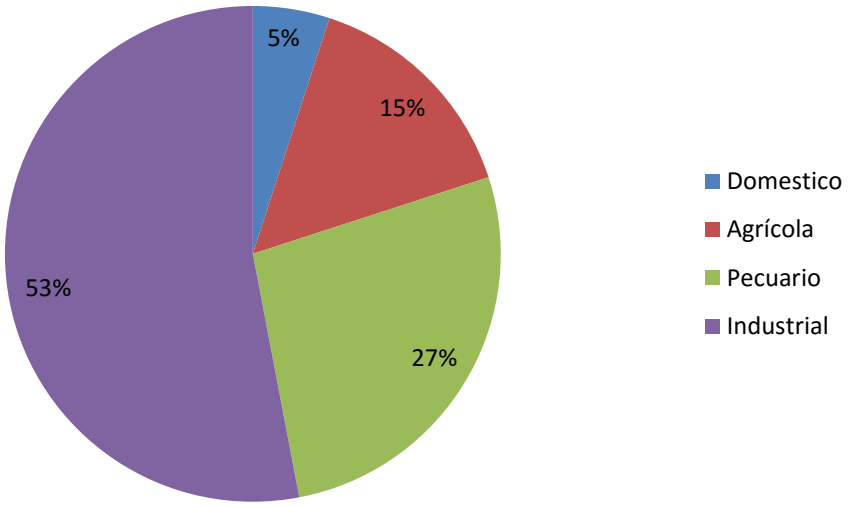
Tabla 26. Concesiones de agua superficial en el municipio de Cogua

Uso del Caudal	Caudal (L/s)	Porcentaje (%)
Domestico	34.31	5
Agrícola	94.069	15
Pecuario	172.14	27
Industrial	345.99	53
Otros usos	0.3	0
TOTAL	646.809	100

Fuente: CAR citado en Castillo & Corredor, 2015.

En la ilustración 6 se observa que más de la mitad de la vocación del agua de las concesiones es destinada para uso industrial, seguido de la actividad agropecuaria la cual es la principal actividad económica en el área rural; por último, el 5% del agua captada es destinada para consumo doméstico.

Ilustración 6. Destinación de las captaciones de agua superficial en el Municipio de Cogua



Fuente: Autores, basado en CAR citado en Castillo & Corredor, 2015.

3.6.1.2 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA SEGÚN EL DECRETO 3930 DE 2010

- <u>Humano y doméstico:</u>

Según datos de la alcaldía Municipal de Cogua el acueducto regional Zipaquirá-Cogua- Nemocon reporta consumos mensuales de agua potable para la cabecera Municipal de (Ver tabla 15):

Uso Residencial: 59.181 m^3
Uso Comercial: 2.593 m^3
Uso Oficial: 2.614 m^3

- <u>Preservación de flora y fauna:</u>

Según información de PBOT (2000) y mapa de usos del suelo del Municipio (ver anexo 1), se establece que para la preservación de flora y fauna se cuentan con áreas de recarga de acuíferos, reserva forestal protectora, áreas periféricas a cuerpos de agua, zona para la conservación de suelos y restauración ecológica y zonas de manejo especial, distribuidas de la siguiente manera:

Áreas de recarga de acuíferos: En el municipio de Cogua corresponde a zonas localizadas en las veredas Páramo Alto, Quebrada Honda, Barro Blanco y Cardonal, cubren en conjunto una extensión de 530 hectáreas. En la vereda Páramo Alto se localizan formaciones vegetales de páramo, fuente de nacimientos de agua de las quebradas El Alisal, El Tambor, El Rincón, Llanito Verde, Negra y Pantano Largo.

Reserva forestal protectora: La Reserva Forestal Protectora de las quebradas Honda y Calderitas, se localiza en el sector occidental de la vereda Quebradahonda, Cubre una extensión de 475.3 Has correspondientes a las partes altas de la microcuenca de la quebrada Honda.

Áreas periféricas a cuerpos de agua: Son la margen de protección de cuerpos de agua: es aquella franja o sector paralelo a los cauces de ríos, quebradas, acequias, nacimientos y humedales en general. La Sub-Zona de Conservación Ambiental comprende las rondas y cauces de las quebradas El Carpintero y de Padre Otero o San Antonio comprendidas dentro del perímetro urbano. Además que el municipio cuenta con aproximadamente 153 kilómetros de cauces entre ríos y quebradas, de los cuales 110 kilómetros no cuentan con una margen mínima de protección.

Zona para la conservación de suelos y restauración ecológica: áreas cuyos suelos han sufrido un proceso de deterioro ya sea natural o antrópico, diferente de la explotación minera, que justifican su recuperación con el fin de rehabilitarlos para integrarlos a los suelos de protección natural o de producción. En el municipio se ubica en la parte baja de Casablanca.

Zona de manejo especial: se encuentran las áreas para la preservación cuya función está encaminada a garantizar la intangibilidad y perpetuación de los recursos naturales con el fin de garantizar la recuperación de las aguas, la repoblación forestal con especies nativas y demás recursos conexos; y el área para la protección – producción, en esta zona se conjugan los conceptos de protección y producción, en donde se entiende por protección toda acción encaminada a garantizar la conservación y sostenibilidad de los recursos naturales renovables de un área, el mantenimiento de obras, actos o actividades producto de la intervención humana.

- <u>Agrícola y pecuario</u>:

En el PBOT (2000) también se establece que el agua destinada para uso agropecuario se distribuye para cuatro tipos de zonas:

Zonas agropecuarias tradicionales: Actualmente son utilizadas para pastoreo extensivo y esporádicamente cultivos mecanizados (papa, maíz, alverja). En el

municipio se localizan en la parte baja de Casa Blanca, Cardonal y Patasica y parte alta de la Plazuela.

Zonas agropecuarias semi-intensivas: Actualmente son utilizadas principalmente para el pastoreo extensivo y semi-intensivo y en menor proporción para la agricultura mecanizada. Debido a la falta de incentivos al sector agrario estas áreas se encuentran subutilizadas (potrerización).

Zonas agropecuarias intensivas: Corresponde a las veredas Mortiño, Susagua, La Plazuela. Actualmente son usados para el pastoreo semi-intensivo a intensivo, predomina el pasto kikuyo mezclado con carretones y otros mejorados y el ganado de raza Holstien. También se localizan algunos cultivos de flores y fresas bajo invernadero.

Explotaciones bajo invernadero y/o cubierta: Son aquellas actividades que requieren de una cubierta superior y/o lateral para lograr un mejor aprovechamiento. Dentro de esta podemos encontrar los invernaderos para la producción agrícola, los galpones para la producción pecuaria y demás que requieran de construcciones especiales de gran impacto visual.

- <u>Recreativo:</u>

Se encuentran las zonas de recreación ecoturística, que actualmente en el municipio aparecen 2 áreas, la del embalse del Neusa bajo la categoría de Conservación y recreación y el parque del río Neusa bajo la categoría de recreación (Plan de desarrollo 2012-2015).

- <u>Industrial:</u>

El uso de agua para el sector industrial, se da para la industria extractiva que consiste en explotación de materiales de construcción, producción de piedra tallada, producción de triturado y granito, fabricación de productos a base de arena para la construcción, explotación de materiales de cantera y minería en general a cielo abierto y subterránea. Y para la industria transformadora donde se encuentran: Talabarterías, confecciones textiles, artesanías, manufacturas de alhajas y similares, Industrias metal-mecánicas, procesadores de cuero y afines, tintorerías, industrias de artículos de tocador, procesadoras de tabaco, sombrererías y similares, procesadoras de explosivos y afines, refinerías de petróleo, procesadoras de cemento, procesadoras de minerales sulfurados, procesadoras de gases y líquidos venenosos, procesadoras de detergentes y similares.

Se encuentra el parque industrial, el cual es el área destinada para la instalación y desarrollo de actividades industriales o manufactureras de localización rural,

incluidos el almacenamiento de materiales y o productos. Esta zona ocupa un área de 56.25 hectáreas en el sector central de la vereda el Mortiño.

3.6.1.3 USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA POR SUBCUENCA HIDROGRÁFICA

Con base a la información hidrográfica del PBOT (2000) del Municipio de Cogua, las subcuencas embalse del Neusa, Ubate-Suta, rio Neusa, Susagua-Barandillas, Rio Frio, Rio Negro y Rio Checua abastecen a las microcuencas de las que propician sus aguas para usos principalmente agropecuarios así como el abastecimiento para acueductos veredales. En la tabla 27 se muestra a detalle los usos del agua por subcuenca y microcuencas.

Tabla 27. Usos del agua en el municipio de Cogua por fuente hídrica

SUBCUENCA	MICROCUENCA	USOS DEL AGUA	
Embalse del Neusa	Llanito Verde	Pecuario	Agropecuario (Papero, ganadero), minería de carbón, pastos mejorados y tecnificados.
	Quebrada negra	Cultivos de papa y pastos nativos en rotación	
	El Carrizal	Agropecuaria: cultivos de papa y ganadería con pastos nativos y mejorados.	
	Pantano Largo	Agropecuaria: cultivos de papa y ganadería	
	Quebrada El Rincón	Agropecuaria: Cultivos de papa, pastos en rotación y ganadería.	
	Quebrada la Escuela	Agropecuario	
	El Tambor	Minería de extracción de carbón, cultivo de papa y cultivos en rotación	
	Quebrada La Guava	Cultivo de papa y cultivos en rotación	
	Quebrada Chica	Cultivo de papa y cultivos en rotación	
Ubate-Suta			Cultivo de papa y cultivos en rotación
Río Neusa	Sabaneta – los Puentes	Agropecuaria: Cultivos de papa y énfasis en pastos en rotación.	Ganadería extensiva y cultivo de papa,

	Quebrada Honda	Captación para acueductos rurales de las veredas: Quebrada Honda, Barroblanco, El Altico, Rincón Santo y la Plazuela; pastos y cultivos de papa.	eventualmente cultivos de alverja y maíz, floricultura en cultivos aislados.
	Quebrada El Mico	Agropecuario: Cultivos de papa y pastos.	
	Quebrada Amarilla	Agrícola (cultivos de papa, alverja y maíz) y pastos	
	Quebrada El Chuscal	Cultivos de papa, ganadería extensiva con pastos mejorados, cultivos de fresas y flores bajo invernadero.	
	Quebrada Ojo de Agua	Ganadería de minifundio y cultivo de papa, eventualmente cultivos de alverja y maíz. Captación de agua para acueducto Cardonal-Patasica	
	Valle del Río Neusa	Pastos mejorados para ganadería intensiva	
Susagua - Barandillas	Quebrada de Bolívar	Pastoreo	Abastece los acueductos de las veredas: la chapa, rodamontal y un sector de viviendas de Zipaquirá; pastos y cultivos de papa.
	Río Susagua		
	Quebrada Blanca	Ganadería	
	Quebrada la Maya	Pecuario con predominio de pastos	
	Quebrada San Antonio	Cultivo de papa, pastoreo en minifundios, eventualmente cultivos de maíz y alverja, ganadería extensiva, receptos de lodos de desecho de la PTAP Cogua-Zipaquira-Nemocón	
	Quebrada el Carpintero	Pastoreo	
	Agua Sucia	Pequeños cultivos de maíz y papa, explotaciones de arcilla y pastoreo con	

		algunos pastos mejorados.	
Río Frio	El Alisal	Cultivos de papa y pastos en rotación, minas de carbón.	Cultivos de papa y pastos en rotación, minas de carbón.
Río Negro	El Amoladero	Agropecuario	Agropecuario
Río Checua	El Cajón	Agropecuario intenso: predominan los lotes de pastoreo, cultivos de papa y transitoriamente cultivos de maíz y alverja.	Agropecuario
	El Pedregal	Agropecuaria: Cultivos de papa, pastos en rotación y minería de extracción de carbón	
	El Chorrillo o El Salvio	Cultivos de papa, pastos mejorados en rotación, minería y captación para acueductos de la vereda Casablanca.	

Fuente: Autores basado en PBOT

3.6.1.4 MÓDULOS DE CONSUMO

Los módulos de consumo se refiere a la cantidad de agua asignada por habitante o por unidad de producción para su consumo, expresada en términos de litro por habitante por día para consumo doméstico o litros por unidad producida para el sector productivo (CAR Risaralda, 2011)

El acuerdo 31 del 19 de septiembre de 2005 “Por medio del cual se adoptan los módulos de consumo para los diferentes usos del recurso hídrico en la jurisdicción de la CAR” establece los módulos de consumo para uso doméstico, pecuario, de riego, industrial, e institucional y recreativo.

<u>Módulo para uso doméstico:</u>

El acuerdo mencionado anteriormente determina que tanto para el abastecimiento rural como urbano se utilizará un módulo de consumo de 125 l/habitante- día.

Teniendo en cuenta lo anterior se realiza la siguiente verificación, basado en la tabla 15 de usuarios de servicios AAA del Municipio de Cogua – Área urbana:

Tabla 28. Módulo de consumo para uso doméstico en el municipio de Cogua

ASPECTO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
No. habitantes por vivienda	No.	4
Consumo promedio agua vivienda/mes	m3	16,4
Consumo promedio agua habitante/mes	m3	4,1
Módulo de consumo	L/hab-día	136

Fuente: Autores

Demanda de agua para uso doméstico:

Basado en lo anterior y los datos de las proyecciones de población del DANE (2005) qué indican que para el año 2014 la población del municipio de Cogua alcanzaría los 21.932 habitantes, se concluye que la demanda de agua para uso doméstico en el municipio sería la siguiente:

Tabla 29. Demanda de agua para uso doméstico en el municipio de Cogua

ASPECTO	CONSUMO TOTAL (L/hab-día)	CONSUMO TOTAL (m^3/hab-año)
Demanda para uso doméstico	2.982.752	1.088.704,48

Fuente: Autores

Módulo de consumo para uso agrícola:

El riego es una agrotecnica para mantener los niveles de humedad en el suelo dentro del rango óptimo para la producción vegetal (CAR, 2005). Según el concepto técnico del acuerdo 31 de 2005 para efectos de la determinación de los módulos de consumo para riego, el estudio considero las correspondientes subcuencas, la clasificación de los suelos, los registros de las variables climatológicas y los tipos de cultivos.

Así, teniendo en cuenta que Cogua tiene participación en las subcuencas Río Tibito, Río Negro y Río Frio se realizó un promedio entre los módulos de consumo asignados para cada cultivo en los anexos del acuerdo ya mencionado. Lo que da como resultado los siguientes módulos de consumo para los cultivos qué se encuentran en el municipio de Cogua:

Tabla 30. Módulos de consumo para riego por cultivo en el municipio de Cogua, incluyendo eficiencia del 75%

CULTIVO	RÍO TIBITO (m3/Ha/año)	RÍO NEGRO (m3/Ha/año)	RÍO FRÍO (m3/Ha/año)	MÓDULO DE CONSUMO (m3/Ha/año)	MÓDULO DE CONSUMO (L/Ha/día)
Arveja	3.306	-	2.734	3.020	8.273
Maíz	3.200	2.186	2.694	2.693	7.378
Papa	-	-	1.307	1.307	3.580
Pastos	6.413	4.733	5.640	5.595	15.328
Flores y fresas	9.460	9.460	9.460	9.460	25.917

Fuente: Autores, basado en CAR (2005)

Demanda de agua para uso agrícola:

A partir de los módulos de consumo, se determina la demanda de agua de cada cultivo (Ver tabla 31) teniendo en cuenta los datos del Plan de Desarrollo de Cogua 2012-2015 acerca del área sembrada de cada cultivo en el municipio.

Tabla 31. Demanda de agua para uso agrícola en el municipio de Cogua

CULTIVO	ÁREA SEMBRADA (Ha)	CONSUMO TOTAL (L/Ha/día)
Arveja	250	2.068.250
Maíz	150	1.106.700
Papa	1.250	4.475.000
Pastos	75	1.149.600
Flores y fresa	41	1.062.597
TOTAL	1.766	9.862.147

Fuente: Autores

Módulo de agua para uso pecuario:

Los módulos de consumo para uso pecuario desarrollados por la CAR incluyen el consumo para bebederos y las necesidades hídricas para operación y mantenimiento de planteles, según la especie. El módulo de consumo para bebederos se realizó teniendo en cuenta las características de cada especie para clima frio, medio y cálido; y el consumo de agua para operación y mantenimiento de planteles se basa en el gasto de agua en labores de lavado y aseo para planteles como ordeñaderos y porquerizas, baño para pesebreras y labores de aseo en gallineros.

En el acuerdo 31 de 2005 se incluyen especies de bovinos, equinos, ovinos, porcinos y avícolas, pero se excluyen especies de especial importancia en el municipio como los conejos y caprinos. Por lo que se realizó el módulo de consumo para bebederos de caprinos basado en el consumo de los ovinos (Ver tabla **32**).

Tabla 32. Módulo de consumo para uso pecuario en el municipio de Cogua

ESPECIE	CONSUMO AGUA POR BEBEDERO (L/animal/día)	PLANTEL	CONSUMO DE AGUA PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTELES (L/animal/día)	MÓDULO DE CONSUMO (L/animal/día)
Bovinos	25	Ordeñadero	30	55
Equinos	20	Pesebreras	20	40
Caprinos	15	Ordeñadero	30	45
Conejos	0,4	Conejeros	5	5,4
Porcinos	10	Porquerizas	15	25
Ovinos	15	N.A.	-	15
Avicola	15	Gallineros	0,05	15,05

Fuente: Autores

Demanda de agua para uso pecuario:

El Plan de Desarrollo de Cogua 2012-2015 (Alcaldía de Cogua, 2012) indica el número de cabezas por cada especie en el municipio, según lo cual se desarrolla el consumo total de agua para cada especie, así:

Tabla 33. Demanda de agua para uso pecuario en el municipio de Cogua

ESPECIE	NÚMERO DE CABEZAS DE GANADO	MÓDULO DE CONSUMO (L/animal/día)	CONSUMO TOTAL DE AGUA (L/animal/día)
Bovinos	7.340	55	403.700
Equinos	806	40	32.240
Caprinos	40	45	1.800
Conejos	1.000	5.4	5.400
Porcinos	320	25	8.000
Ovinos	500	15	7.500
Avícola	60.000	20	1.200.000
TOTAL	70.006	205	1.658.640

Fuente: Autores

Módulo de consumo industrial

Según el IDEAM (2004) en su informe de “Metodología para cálculo del índice de escasez”, para la determinación de la demanda de agua para uso industrial cuando no existe información, se debe estimar potencialmente el volumen de agua requerida a nivel sectorial; sin embargo estas estimaciones se basan en la asociación de la variable volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien que se especifica en una tabla la cual establece los metros cúbicos de agua que se consumen con respecto a las toneladas de producción por cada tipo de actividad económica (ver anexo 4).

Por lo cual se emplea esta metodología para la estimación de la demanda de agua, así pues se usa un módulo de consumo el cual infiere a la cantidad de metros cúbicos de agua que se emplean para una tonelada de producción. Para los módulos de consumo no se tienen en cuenta las industrias dedicadas a la extracción.

Con base a datos de toneladas empacadas registradas por O-I Peldar planta Zipaquirá, citado por cabrera, (2009) se obtuvo que para la empresa el Peldar en el año 2007 se produjeron 230.890,2 toneladas de vidrio. Por otra parte, se usan datos del PBOT respecto a la producción de leche la cual es de 66.000 L leche/día.

Según la CAR (2006), citado en Artuz, Martínez & Morales, (2011) en Cogua hay nueve curtiembres que producirían 3.315 pieles/mes. Una piel tiene un peso que oscila entre 20 y 25 kg/piel según Corredor, (2006), valores expresados en toneladas son 0.02 a 0.05 Ton/piel, para este estudio se decide tomar el valor máximo de 0.05 Ton y se multiplica por 3.315 pieles/mes para obtener una producción de 165.75 Ton/mes, datos convertidos a toneladas por año y día en la tabla 34.

Tabla 34. Demanda de agua para uso industrial en el Municipio de Cogua

ACTIVIDAD ECONÓMICA	MÓDULO DE CONSUMO (m3/Ton)	PRODUCCIÓN (Ton/año)	CONSUMO TOTAL DE AGUA (m3/día)	CONSUMO TOTAL DE AGUA (m3/año)
Minas de carbón	N.A	N.A	N.A	N.A
Industria de vidrio (El Peldar)	68	230.890,2	43.015,16	15.700.533,6
Lácteos	20.9	N.A	66	24.090
Ladrillera	N.A	N.A	N.A	N.A
Curtiembres	48.4	1.989	263.74	96.267,6
TOTAL	-	-	43.344,90	15.820.891,20

Fuente: Autores

Módulo de consumo para uso institucional, recreativo y turístico

La CAR (2005) realizo los módulos de consumo para uso institucional, recreativo y turístico acordes con la literatura técnica sobre el tema. A continuación se presentan los módulos de consumo para los establecimientos qué aplican para el municipio de Cogua:

Tabla 35. Módulo de consumo para uso institucional, recreativo y turístico en el municipio de Cogua

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	UNIDAD DE CONSUMO	MÓDULO DE CONSUMO (L/hab-día)
Hoteles	Por persona en habitación doble con baño privado	90
Restaurantes	Por cliente	30
Colegios	Por estudiante	60
Hospitales	Por cama	200
Oficinas públicas	Por empleado	30

Fuente: Autores, basado en CAR (2005)

Demanda de agua para uso institucional, recreativo y turístico

En el Plan de Desarrollo 2012-2015 (Alcaldía de Cogua 2012) se indica que el municipio de Cogua cuenta con 2 hoteles y 6 hostales con una capacidad de 80 y 123 personas, respectivamente; así mismo se encuentran 22 establecimientos de dedicados al comercio de comidas, como: Restaurantes, piqueteaderos, asaderos de carne y pollo y restaurantes de comidas rápidas. Además, según información de la página web de la alcaldía de Cogua, en el municipio hay 10 establecimientos educativos para 3.709 estudiantes. Por otro lado, teniendo en cuenta que en Cogua no hay hospitales, sino únicamente un centro de salud donde no se realizan hospitalizaciones, no se incluye el módulo de consumo por camas para hospitales. Finalmente, en el directorio de funcionarios de la alcaldía de Cogua se señala que en la actualidad hay 73 empleados de oficinas públicas.

Conociendo los módulos de consumo presentados anteriormente para cada establecimiento y la capacidad de cada uno (ver tabla 36), se calcula la demanda total de agua para uso institucional, recreativo y turístico así:

Tabla 36. Demanda para uso institucional, recreativo y turístico en el municipio de Cogua

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	UNIDAD DE CONSUMO	CANTIDAD	CONSUMO (L/día)	CONSUMO (m^3/año)
Hoteles	Por persona, en habitación doble con baño privado	203	18.270	6.668,55
Restaurantes	Por cliente	1.278	38.340	13.994,1
Colegios	Por estudiante	3.709	222.540	81.227,1
Hospitales	Por cama	N.A	N.A	N.A
Oficinas públicas	Por empleado	73	2.190	799,35
TOTAL	-	-	281.340	102.689,1

Fuente: Autores

3.6.2 USOS POTENCIALES DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

El Municipio de Cogua gracias a su ubicación estratégica presenta ventajas geográficas, turísticas y ambientales que lo representan y qué se traducen en actividades económicas y culturales potenciales qué generarán desarrollo en el municipio pero qué también requerirán de la utilización de recursos como el agua. En este Municipio confluyen diferentes actividades productivas como lo son la actividad agrícola, pecuaria, minera de materiales de construcción y carbón, industrial y turística, de acuerdo al estudio de caracterización socioeconómica de la Provincia de Sabana Centro.

En el acuerdo 022 de 2000 se establece qué debido a que Cogua está ubicado política y geográficamente como un puente que integra las provincias de la Sabana Centro, región de Río Negro y la Provincia de Ubaté, a 50 Km de Bogotá, al Municipio llegan semanalmente visitantes con destino a la Represa y al Río Neusa. Es por esto, que su atractivo gastronómico, temático, de aventura, y religioso se puede aprovechar para promover el ecoturismo encaminado a expandir las áreas de recarga de acuíferos, las zonas de protección y preservación de la biodiversidad y a su vez la realización de recorridos y visitas de gran atractivo turístico y de educación ambiental.

Las características climáticas del municipio brindan el entorno ideal para el ecoturismo y el agroturismo, así como la realización de actividades culturales y la integración de la oferta complementaria del municipio. Además, la tradición religiosa del municipio y la calidad de sus manifestaciones le dan a Cogua una

proyección en el campo del turismo religioso. Consecuentemente, el turismo reactiva el comercio, la producción agropecuaria y artesanal (mercado campesino) por lo cual incrementará la demanda de agua para los sectores comerciales y agropecuarios.

Por otro lado, la economía Municipal tiene una fuerte tradición agropecuaria qué lo ha caracterizado. Según datos del plan de desarrollo 2012-2015 el 73.2% de su población habita en la zona rural lo cual hace necesaria la reactivación de una agricultura y piscicultura qué haga un uso responsable de los recursos naturales y qué aporte beneficios económicos significativos.

Es decir, que la vocación económica del Municipio va encaminada a la continuidad e incremento de las zonas y actividades agrícolas por lo que el consumo de agua para este sector aumentara proporcionalmente; es por esto que se ve la importancia de implementar tecnologías apropiadas que propendan por un bajo consumo de agua para un ahorro y uso adecuado del recurso.

Es necesario resaltar qué la ubicación del municipio también simboliza una importancia ambiental para la región, ya qué el territorio Municipal hace parte del Páramo de Guerrero y Guargua, lugar estratégico para la producción de agua para el consumo de más de 15 Municipios incluida Bogotá. De ahí las potencialidades del municipio para usar el recurso con fines de protección y conservación.

Los usos potenciales del agua en el municipio de Cogua se pueden determinar también por sus características ambientales según las zonas bioclimáticas que existen en el municipio (Ver tabla 37): Paramo, Sub-Páramo, Andino Semi-Húmedo y Andino Semi-Arido.

Tabla 37. Usos potenciales del agua en el municipio de Cogua por zonas bioclimáticas

Zonas bioclimáticas	Potencialidades
Paramo	• Ecoturismo • Belleza paisajística • Preservación de la biodiversidad
Sub-paramo	• Ecoturismo • Agricultura con tecnologías apropiadas • Recuperación de las márgenes hídricas y humedales • Recreación contemplativa • Protección y conservación
Andino semi-húmedo	• Protección- producción • Agricultura con tecnología adecuada
Andino semiárido	• Agroturismo • Actividades agropecuarios intensivas o semi-

	intensivas • Ganadería intensiva • Industrial de bajo impacto • Ecoturismo

Fuente: Autores basado en Alcaldía de Cogua (2012)

4. RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

Se realiza la recopilación de la bibliografía consultada para establecer el estado actual del recurso hídrico y para los usos del agua en el Municipio de Cogua, de tal manera se presenta el siguiente cuadro donde se hace síntesis de la investigación de forma que se indica los datos fundamentales de los documentos consultados, los cuales son: título, fecha y autor; se indica la metodología que se empleó en el estudio examinado, se da un pequeño resumen del contenido del documento y finalmente se presentan los resultados específicos obtenidos de la consulta.

La recopilación documental se encuentra dividida en dos partes generales, la consulta bibliográfica hecha para la determinación del estado actual del recurso hídrico y en la segunda parte se encuentra la consulta bibliográfica para la determinación de los usos del agua en el Territorio del Municipio de Cogua. Esta recopilación se encuentra clasificada primero por los documentos hechos por instituciones, seguidos de los documentos hechos por autores.

4.1 RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL MUNICIPIO DE COGUA

RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE	INSTITUCIONES	TITULO Y FECHA	NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN O AUTOR	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	DESARROLLO Y RESUMEN DEL CONTENIDO	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO
		Plan básico de ordenamiento territorial –PBOT-2000	Alcaldía Municipal de Cogua	El PBOT es el instrumento básico para desarrollar el proceso básico de ordenamiento del territorio Municipal. Condensa los acuerdos de los pobladores del municipio en relación a la utilización de los recursos, a la regulación del uso del suelo rural y urbano, a la adecuada localización de los asentamientos humanos, a la definición de estrategias para el desarrollo ambiental, social, económico y humano, a la	El Municipio de Cogua presenta unas características especiales para orientar el desarrollo económico y social hacia la conformación de un municipio educativo, ambiental, agropecuario y turístico. Se definen los objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.	Se logró determinar la hidrografía de Cogua estableciendo seis subcuencas hidrográficas: Embalse del Neusa, río Neusa, río Checua, Susaguá-Barandillas, río Negro y río Frio; sus características y respectivas microcuencas.

				armonización de las relaciones entre sus habitantes, por tal razón se constituye en el manual de convivencia.		
INSTITUCIONES		Plan Integral Único para la atención a la población en situación de desplazamiento por la violencia residente en el municipio de Cogua, 2011.	Alcaldía Municipal de Cogua: Nelly Contreras	El documento es una investigación descriptiva en su mayoría, utilizando métodos de análisis y síntesis.	El plan busca establecer en el municipio de Cogua una política pública de atención integral de la Población en situación de desplazamiento. Comienza con una identificación local, luego describe la situación de violencia y dinámica del desplazamiento, posteriormente presenta la caracterización de la población desplazada, y finalmente propone el plan anual de atención a la población desplazada.	Este plan contribuyo con información básica para la caracterización de la población de Cogua, actividades económicas y riesgos ambientales.

	Última caracterización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales –PTAR- de Cogua, 2016.	Alcaldía Municipal de Cogua	El reporte es una recolección de datos primarios cuantitativos y cualitativos.	El reporte presenta los resultados del análisis de la muestra a la entrada y a la salida de la PTAR con el fin de calcular la carga contaminante del agua y el porcentaje de remoción de la planta.	La caracterización determina qué la planta tiene una remoción de 72% para DBO y 73% de solidos suspendidos totales, lo que quiere decir qué cumple con lo establecido en el decreto 1594 de 1984.
INSTITUCIONES	Plan de ordenación y manejo de la cuenca del rio Bogotá, 2006.	Corporación autónoma regional de Cundinamarca -CAR-	Teniendo como base La Guía Técnico Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia, elaborada por el IDEAM, La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca contrató la elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del río Bogotá,	Este resumen ejecutivo presenta el diagnóstico de los aspectos físico-bióticos de la Cuenca Hidrográfica del Rio Bogotá, las amenazas ambientales por subcuenca y finalmente los programas estratégicos para la ordenación de la cuenca.	De este documento se obtuvo información básica de las características físicas y biológicas de la subcuenca Rio Neusa, además de las problemáticas ambientales del área del municipio de Cogua perteneciente a esa subcuenca.

INSTITUCIONES			proyecto que en su fase de Diagnóstico arroja los resultados generales para la Cuenca que se desarrollan en este informe.		
	Atlas Ambiental, 2012.	Corporación autónoma regional de Cundinamarca -CAR-	El atlas es una investigación de campo con métodos de investigación experimentales y de análisis.	El libro presenta una visión regional, a partir de un análisis por cuencas hidrográficas, con sus características, caudales, orientaciones de los drenajes, régimen pluviométrico, aspectos biofísicos geológicos, hidrológicos climáticos, de ambiente social (ocupación humana, procesos de mestizaje, densidad de población productividad) del territorio de la jurisdicción CAR.	Este atlas presenta información de especial importancia para la investigación, por lo que se hizo uso de toda aquella información relacionada con las características físicas del municipio de Cogua

INSTITUCIONES	Precipitación y evaporación estación El Cedral, 2016	Corporación autónoma regional de Cundinamarca -CAR-	Datos recopilados por la estación meteorológica de la CAR en el Municipio de Cogua, todos los días y compilados en tablas.	Tablas de datos meteorológicos del Municipio de Cogua mes por mes de cada año, medidos en la estación El Cedral.	Se presenta el régimen de precipitaciones de la estación El Cedral ubicada en el Rio Susagua de la subcuenca del Río Neusa durante el periodo 2004-2014. Donde se infiere que el año más húmedo fue el 2011 con 1.559,7 mm, el más seco fue el año 2014 que presentó 687,5 mm y el año medio el 2013 con 1053,6 mm. Por otra parte se obtiene datos de evaporación para los años 2011,2013 y 2014.
	Reporte de Resultados Análisis Fisicoquímico Y Biológico Del Agua, Febrero de 2016.	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá -EAAZ-	El reporte es una recolección de datos primarios cuantitativos y cualitativos	El reporte de resultados presenta el análisis fisicoquímico y biológico del agua tratada para 8 puntos de muestreo, teniendo en cuenta	Teniendo en cuenta los lineamientos de calidad para agua potable y de acuerdo a los parámetros analizados, la

INSTITUCIONES				los parámetros del decreto 1594 de 1984 y la resolución 2125 de 2007	muestra de agua se clasifica en el nivel Sin Riesgo y fue información necesaria para la descripción de la calidad del agua dentro de la investigación.
	Avances en el manejo y aprovechamiento Acuícola de Embalses en América Latina y el Caribe, 1993.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-	El Taller contó con la participación de 13 profesionales, entre expertos de la Región y personal de la FAO. Con el propósito de comprobar la vigencia del tema e identificar las acciones a realizar para seguir el programa regional sobre manejo y aprovechamiento acuícola de embalses.	Se presentan, en este documento, los estudios nacionales realizados por Brasil, Colombia, Cuba, México, Nicaragua y Venezuela sobre el estado actual de la explotación acuícola en embalses, con énfasis en las limitantes que afectan al desarrollo de esta actividad. El capítulo 3 presenta la investigación sobre los embalses de Colombia, que incluye la caracterización general y datos físico-químicos de	Se determinan los parámetros de calidad para el Embalse del Neusa, su capacidad máxima es de 103 m3, con caudal de 1,97 m3/s; tiene como principales afluentes el río Las Juntas, Cubillos y Siguatoque, siendo su efluente el Río Neusa. Los resultados fueron incluidos en la determinación del estado del recurso hídrico en el municipio de Cogua. Según los

				cada embalse, entre ellos el embalse del Neusa.	datos físico-químicos presentados allí, los parámetros de amonio, nitrato, nitrito, y fósforo se encuentran por debajo de 1.
INSTITUCIONES	El Medio Ambiente en Colombia, 2001.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM-	Un equipo humano de carácter técnico-científico, apoyado sobre los datos que ofrecen las imágenes de sensores remotos, el trabajo de campo, la información secundaria de otras instituciones y la amplia red de estaciones de tipo manual y automático que trasmiten la información sobre la situación ambiental a lo largo y ancho del país, son la base de las investigaciones.	El libro está dividido en 13 capítulos. Los dos primeros pretenden ubicar a Colombia en el universo y como sujeto activo del ambiente global. Los cinco capítulos siguientes buscan mostrar la generalidad y el estado actual de los procesos naturales, en lo que se refiere al clima, el agua, el océano, el suelo y los ecosistemas en Colombia. A partir del capítulo octavo y hasta el último, se quiere analizar la interacción de estos	Se identifica el Municipio de Cogua como perteneciente a la cuenca del rio Bogotá, lo cual sirvió de base para la caracterización del recurso hídrico y la búsqueda de más referentes documentales.

				procesos naturales con la población colombiana y con las actividades socioeconómicas que ésta desarrolla.	
INSTITUCIONES	Estudio Nacional del Agua, 2010.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM-	Se convocó a varios foros y paneles de trabajo con vínculo académico y científico o que forman parte de entidades generadoras y gestoras de información, en busca de un resultado óptimo, que se refleja en el soporte conceptual y metodológico, y en la exhaustiva validación de la información utilizada. El ENA 2010 analiza el estado de las unidades hidrográficas de Colombia mediante el estado más detallado de las, 5	El Estudio Nacional del Agua 2010, muestra los resultados de la evaluación del agua en Colombia, y la dinámica y situación actual del recurso hídrico; abarca las temáticas de oferta superficial y subterránea, uso y demanda, condiciones de calidad, y las afectaciones al régimen hidrológico por variabilidad y cambio climático. Se enmarca en los lineamientos de la Política para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, generada por el	Se identificó que la zona hidrográfica de Bajo Magdalena tiene un área de 27.243 km^2 ofreciendo un caudal año medio de 396 m3/s y un caudal para año seco de 214 m3/s que se representa en una oferta anual para año medio de 12.484 millones de metros cúbicos y para año seco de 6.739 millones de metros cúbicos.

INSTITUCIONES			áreas, 41 zonas y 309 subzonas hidrográficas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), publicada y difundida en el 2010.	
	Estudio Nacional del Agua, 2014.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM-	Para su construcción se convocaron expertos temáticos y académicos que de manera interdisciplinaria participaron en su consolidación, que aportaron sus habilidades intelectuales para lograr un producto que en esencia se caracteriza por mantener coherencia en sus contenidos y pertinencia para la gestión del agua y los recursos hídricos en Colombia. Adicionalmente se convocaron más de 25 instituciones generadoras de información a fin de	Este documento recoge, integra y analiza el estado del arte sobre la información y conocimiento de la hidrología y la hidrogeología nacional. Además, refleja en su contenido la integración de los diferentes componentes que conforman la base de información y conocimiento del ciclo hidrológico en sus dimensiones tanto de régimen natural como de régimen intervenido que se expresa en presiones por uso y afectaciones por	De los múltiples resultados qué se obtuvieron de esta investigación, la información concerniente a la zona hidrográfica de Magdalena-Cauca fue lo que se incluyó dentro de la zonificación hidrográfica de las fuentes hídricas de Cogua. Entre otras cosas, datos como: área, demanda, oferta y caudal.

INSTITUCIONES			legitimar las fuentes de soporte técnico y alcanzar una evaluación robusta que pueda tener una trazabilidad y solución de continuidad para futuras actualizaciones.	actividades antrópicas.	
	Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, 2014.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS-	La guía es una investigación documental y una investigación de campo. En esta guía se recogen los aportes e insumos técnicos proporcionados por el IDEAM y las Autoridades ambientales, así como los aprendizajes de la formulación de cuatro ejercicios piloto impulsados por la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico del MADS.	Este documento aborda los lineamientos técnicos básicos para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico: declaratoria, diagnóstico, identificación de usos potenciales del recurso hídrico y la elaboración del plan de ordenamiento del recurso hídrico.	El PORH como instrumento de planificación de orden regional tiene gran importancia para esta investigación. Así, está guía funcionó para orientar las actividades de recopilación, organización y clasificación de información para el desarrollo de la presente investigación.

AUTORES	Perfil Ambiental de la subcuenca del Río Neusa, 2011.	Diana Carolina Suárez & Diana Marcela Duran.	Ésta es una investigación aplicada de tipo documental, que utilizó una metodología de tipo cualitativa-cuantitativa desarrollada en tres fases: Preliminar, de estudios, y de síntesis.	El trabajo de grado es un diagnóstico de la subcuenca del rio Neusa por medio de un estudio retrospectivo de las sucesivas intervenciones que ha tenido la subcuenca, hasta su situación actual. También se determinó la oferta y la demanda actual y futura del recurso hídrico de la subcuenca del rio Neusa, en términos de cantidad y calidad; y se verificaron los módulos de consumo de agua en la subcuenca del rio Neusa para los diferentes usos con base en sus realidades socio ambientales.	Esta investigación aportó bastante información sobre los datos básicos de la subcuenca del Rio Neusa, y sus resultados sirvieron de comparación con los propios; sobre todo en lo relacionado con los módulos de consumo.
	Análisis de actores estratégicos y costo	Daniel Esteban Alarcón	Este estudio utiliza métodos de análisis	Esta investigación propone determinar	Dentro de este documento se cita

AUTORES	de oportunidad que inciden en la conservación del Páramo de Guerrero. Posibilidad de implementar un acuerdo de conservación por pago de servicios ambientales. 2013	Robles.	y síntesis, y se encuentra conformado por dos capítulos: En el primero, se desarrolla la fase de diagnóstico y segundo, un documento sobre alternativas de solución a la problemática socio-ambiental basada en la aplicabilidad de los PSAH como instrumento económico.	la posibilidad de implementar un acuerdo de conservación por pago de servicios ambientales hídricos (PSAH) en el área de influencia del páramo de Guerrero, específicamente en el municipio de Zipaquirá - Cundinamarca. El documento presenta cuál es la situación del páramo de, una síntesis sobre la oferta y demanda hídrica del municipio y su zona circundante. Finalmente, se hace una síntesis sobre la tenencia y uso del suelo.	de la EAAZ un reporte de calidad del agua cruda en la bocatoma ubicada en el Río Frío, incluida en la caracterización de calidad de las fuentes hídricas en el municipio de Cogua.

AUTORES	Estudio de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domesticas e industria de los Municipios de Zipaquira, Cogua, Nemocon, Cajica, Chia, Madrid, Mosquera y Funza. Bogotá: CAR, 1984.	Consorcio Gómez Cajiao y Asociados-Nedeco.	Es una investigación conceptual y de campo a cerca de los Municipios en cuestión, sus características, los vertimientos de cada población y se hace el planteamiento de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domesticas e industria.	Recopila los resultados de estudios para la construcción de las PTAR en los municipios de Zipaquira, Cogua, Nemocon, Cajica, Chia, Madrid, Mosquera y Funza.	Se identifican los puntos de vertimiento de aguas residuales en el Municipio Cogua, los cuales se efectúan a las quebradas Carpintero y del Padre Otero, que luego se intersectan para dar forma a la quebrada San Antonio, la cual vierte sus aguas al rio Neusa. También, se manifiestan los posibles efectos de las descargas de estas aguas.

4.2 RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE LOS USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE LOS USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA	INSTITUCIONES	TITULO Y FECHA	NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN O AUTOR	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	DESARROLLO Y RESUMEN DEL CONTENIDO	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO
		Plan básico de ordenamiento territorial –PBOT-2000.	Alcaldía Municipal de Cogua	El PBOT es el instrumento básico para desarrollar el proceso básico de ordenamiento del territorio Municipal. Condensa los acuerdos de los pobladores del municipio en relación a la utilización de los recursos, a la regulación del uso del suelo rural y urbano, a la adecuada localización de los asentamientos humanos, a la definición de estrategias para el desarrollo ambiental, social, económico y humano, a la armonización de las relaciones entre sus habitantes, por tal razón se constituye en el manual de convivencia.	El Municipio de Cogua presenta unas características especiales para orientar el desarrollo económico y social hacia la conformación de un municipio educativo, ambiental, agropecuario y turístico. Se definen los objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.	En el PBOT se logran determinar los usos del agua que se tienen en el Municipio en relación con los usos del suelo ya establecidos en la ordenación territorial; donde se identifican las características de los principales usos del agua, los cuales son: humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola y pecuario, recreativo y por último el uso industrial. Además de esto, se identificó el uso del agua por fuente hídrica en el Municipio. También se obtienen datos del área utilizada para cada cultivo, la cual se usa para el cálculo de la demanda de agua agrícola.

INSTITUCIONES	Usuarios de servicios AAA del Municipio de Cogua – Área urbana, 2016.	Alcaldía Municipal de Cogua	Se compilo una tabla con la cantidad de usuarios en los servicios de acueducto, aseo y de alcantarillado, la cual se clasifica por sector: Residencial, comercial, oficial e industrial; también clasificado por estrato.	Se especifican datos de consumos de los servicios acueducto, aseo y alcantarillado; donde se encuentra el número total de usuarios con cobertura y sin cobertura de cada servicio, los metros cúbicos de agua facturada por mes y los usuarios con lectura de consumo de agua.	Se obtienen los datos de consumo de agua en el sector residencial, comercial y oficial, así como el número de usuarios, lo que nos permite calcular el módulo de consumo de agua doméstico o la dotación de agua promedio.
	Proyecciones de población en el Municipio de Cogua, 2005.	Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-	Se calculan índices de crecimiento poblacional de acuerdo al comportamiento de crecimiento entre los censos antes realizados y se calcula la población para cada año antes del siguiente censo.	Es la compilación de datos de número de habitantes en el territorio de Cogua, con datos de los censos y de aproximaciones obtenidas de los cálculos de las proyecciones poblacionales.	Según las proyecciones del DANE, se obtuvo que el Municipio de Cogua tendría para el 2014 aproximadamente 21.932 habitantes, dato base para la determinación de la demanda de agua doméstica.
	Metodología de cálculo del índice de escasez, 2004.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia	Se realiza la recopilación teórica para establecer el paso a paso de la metodología para el cálculo del índice de	Recoge el conocimiento y análisis metodológico para la obtención del índice de escasez, definiéndose este	Con la utilización del anexo 1 el cual indica el módulo de consumo por actividad industrial indicando los m^3 de agua que se consumen

		-IDEAM-	escasez, detallando los procedimientos para el cálculo de la oferta y demanda de agua.	como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico.	por cada tonelada de producción, valor empleado en el cálculo de la demanda de agua industrial en el Municipio de Cogua.
INSTITUCIONES	Estudio Nacional del Agua –ENA-, Anexo 2 oferta e indicadores hídricos para unidades hídricas fuente de abastecimiento de cabeceras municipales para condiciones Hidrológicas medias y secas, 2010.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM-	Se realiza una compilación de datos de oferta, demanda e indicadores hídricos analizados en las principales fuentes hídricas para establecer datos de cada una de las cabeceras Municipales del país, y sintetizarlas en estas tablas de anexos.	ENA 2010, muestra los resultados de la evaluación del agua en Colombia, y la dinámica y situación actual del recurso hídrico; abarca las temáticas de oferta superficial y subterránea, uso y demanda, condiciones de calidad, y las afectaciones al régimen hidrológico por variabilidad y cambio climático.	El ENA establece que Cogua se encuentra catalogado con un IRH y un IUA bajo, además de un IVH medio.
	Guía técnica para la formulación de los	Ministerio de Ambiente y	En este anexo, se realizan orientaciones	Involucra el desarrollo de la caracterización	Se utilizan los indicadores de línea

INSTITUCIONES	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. –POMCAS- Anexo A. Diagnóstico, 2014.	Desarrollo Sostenible –MADS-	técnicas que servirán de referentes para identificar y definir los parámetros, variables, indicadores y fuentes de información útiles para establecer la caracterización de la cuenca, así como la definición del análisis situacional y la síntesis ambiental de la cuenca en ordenación.	de los componentes indicados, el inventario de los recursos naturales renovables de la cuenca y sus usos actuales, la identificación y evaluación de amenazas, análisis de vulnerabilidad y riesgo, el análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales que se traducen en el análisis situacional y la síntesis ambiental de la cuenca en ordenación.	base. Donde se adquiere la definición, formula e interpretación de la calificación de algunos índices empleados para el análisis de los usos de agua en el Municipio de Cogua: IUA, IVH, IRH.
AUTORES	Diagnóstico del recurso hídrico de las captaciones de agua de los municipios de la jurisdicción de la oficina provincial Sabana centro, 2015.	Kharen Jhuliethe Castillo Camargo & Daniela Andrea Corredor Baracaldo	El documento es una investigación que utiliza métodos analíticos mediante el análisis estadístico de la base de datos existente en la Oficina Provincial Sabana Centro –OPSC- de la CAR sobre el uso, captación y adjudicación del agua	La recopilación se basa en la implementación del modelo de diagnóstico del recurso hídrico y se creó a partir de datos obtenidos del trabajo realizado en la CAR. Su contenido incluye estadísticas de la demanda de agua	El diagnostico presenta información de los expedientes de la OPSC sobre las concesiones de aguas superficiales y subterráneas que son de especial importancia para la determinación de los usos del agua en el municipio de Cogua.

			de la región sabana centro. Está conformada por las siguientes etapas: Recopilación de información, seguimiento y control, y análisis de información.	por municipio adjudicado por la OPSC y caracterizaciones del uso de aguas tanto superficiales como subterráneas agua por municipio adjudicado por la OPSC.	
AUTORES	Diagnóstico ambiental del Sector curtiembre en Colombia, 2004.	Centro Nacional de Producción Más Limpia	El documento es una recopilación de información primaria y secundaria con base en información encontrada en centros de documentación, empresas, gremios u asociaciones del sector y autoridades ambientales regionales a través de encuestas aplicadas consultas directas y visitas de observación.	La investigación presenta el estado actual de las curtiembres en Colombia por departamento. Incluye el estado tecnológico, productivo, competitivo y ambiental de una muestra representativa de las empresas del sector existentes en Colombia.	De este trabajo se obtuvo información relacionada con la cantidad de pieles producidas al mes (3500) en las curtimbres ubicadas en Cogua (9) con el fin de realizar el módulo de consumo industrial.
	Las industrias curtiembres y su incidencia en la contaminación del Río Bogotá, 2011.	Luis Alberto Artuz, Myriam Sara Martínez & Claudia Johanna Morales.	La investigación comenzó siendo descriptiva utilizando datos de diagnósticos ambientales empresariales y diagnósticos	El trabajo muestra el comportamiento de las industrias curtiembres colombianas ante la eliminación de los residuos que surgen en el proceso de	De este trabajo se obtuvo información relacionada con el número de las curtimbres en Cogua (9) con el fin de realizar el módulo de consumo

AUTORES			ambientales sectoriales, todos ellos suministrados por la CAR y el DANE. Al finalizar, de la investigación se derivan algunas conclusiones teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el modelo de regresión simple.	producción, con el fin de evaluar su incidencia en la contaminación del río Bogotá.	industrial.
	Propuesta de cambio en la estructura funcional del personal del área de producción envases en O-I Peldar- Planta Zipaquirá, 2009.	Iván Giovanny Cabrera Mejía	Se tiene una metodología descriptiva y analítica de los procesos, la producción y las características de la industria del vidrio.	El trabajo hace análisis de una reestructuración del área operativa de producción para incrementar los niveles de productividad de la planta, mejorando el proceso y aprovechando al máximo el talento humano para disminuir la cantidad de envases defectuosos.	Con base a datos de toneladas empacadas registradas por O-I Peldar planta Zipaquirá, se obtuvo que para la empresa el Peldar en el año 2007 se produjeron 230.890,2 toneladas de vidrio, dato utilizado para el cálculo de la demanda de agua de la empresa en cuestión.

5. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

5.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE COGUA

5.1.1 ÍNDICE DE ESCASEZ

El índice de escasez se define como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico. Este índice constituye la principal herramienta para evaluar si el recurso hídrico de un país, área hidrográfica, región, municipio o cabecera es suficiente o deficitario y aún más importante además, es agregar el ingrediente de calidad de agua al concepto de disponibilidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2004). El índice de escasez se determina a partir de la siguiente formula:

Fórmula 1. Cálculo del índice de escasez

$$Ie = \frac{Dn}{On} \times 100$$

Dónde:

Ie= Índice de Escasez
Dn= Demanda neta (m^3/año)
On= Oferta hídrica superficial neta (m^3/año)

DEMANDA NETA

Según lo anterior, para el cálculo de la demanda total o neta de agua en el Municipio de Cogua, se emplea la fórmula 2:

Fórmula 2. Calculo de la Demanda Neta

$$DN = DUD + DUA + DUP + DUI + DUS$$

Dónde:

DN= Demanda neta
DUD= Demanda de agua para uso domestico
DUA= Demanda de agua para uso agrícola
DUP= Demanda de agua para uso pecuario
DUI= Demanda de agua para uso industrial
DUS= Demanda de agua para uso recreacional, institucional y turístico

Así pues la sumatoria de las demandas por tipo de uso se ve como resultado en la casilla de demanda neta en la tabla 38 la cual es de 28.533.071,78 m^3/año.

Tabla 38. Demanda neta de agua en el municipio de Cogua

TIPO DE USO	CONSUMO TOTAL DE AGUA (m^3/año)
Demanda para uso domestico	1.088.704,48
Demanda para uso agrícola	9.862.147
Demanda para uso pecuario	1.658.640
Demanda para uso industrial	15.820.891,20
Demanda para uso recreacional/ institucional	102.689,1
Demanda neta	28.533.071,78

Fuente: Autores

OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL NETA

Teniendo en cuenta los valores de caudales medios (Ver tabla 20) que registra la CAR para el municipio de Cogua en m^3/s, se realiza la conversión a m^3/año. Para lo cual se obtiene lo siguiente:

Tabla 39. Caudales medio anuales para el municipio de Cogua

AÑO	CAUDALES MEDIOS ANUALES (m^3/s)	CAUDALES MEDIOS ANUALES (m^3/año)
2004	0,35962706	11.341.198,8
2005	0,7144	22.529.318,4
2006	0,59838333	18.870.616,8
2007	0,41485909	13.082.996,3
2008	0,8636303	27.235.445,2
2009	0,4968	15.667.084,8
2010	0,67165606	21.181.345,5
2011	1,05318333	33.213.189,6
2012	0,56825	17.920.332
2013	0,44666667	14.086.080
2014	0,47377556	14.940.985,9

Fuente: Autores

La oferta total refleja el agua que circula por la fuente abastecedora y la oferta neta define la cantidad de agua que ofrece la fuente luego de haber descontado la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener el caudal mínimo del periodo de estiaje y para tomar en cuenta los efectos adversos de la

irregularidad temporal de la oferta (Domínguez, Rivera, Sarmiento, & Moreno, 2008). En la Resolución 865 de 2004 del MADS se indica que el IDEAM propone una metodología para estimar la oferta hídrica disponible, aplicando el factor de reducción por régimen de estiaje de 25% e igualmente de 25% para el factor de reducción por fuentes frágiles en cuanto a la reducción de la calidad del agua.

Según Rodriguez (2010) el factor de reducción por régimen de estiaje para la subcuenca Rio Alto de la cuenca alta del Rio Bogotá es de 26% y basado en Charry & Leon (2010) para la subcuenca del Rio Sisga-Tibitoc se tiene un valor de 25% para ambos factores. Por eso, teniendo en cuenta la similitud de tales resultados con lo establecido por el IDEAM, para este trabajo se decide aplicar los valores recomendados por el IDEAM.

Así, se aplica la siguiente ecuación:

Fórmula 3. Calculo de la oferta neta

$$OH_N = OH_T - (OH_T \times (R_{FF} + R_{RE}))$$

Dónde:

OH_N = Oferta hídrica neta (m3 /año)
OH_T = Oferta hídrica total (m3 /año)
R_{FF} = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)
R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

Aplicando la fórmula 3, se obtienen los siguientes resultados de oferta hídrica neta para un periodo de tiempo del año 2004 al 2014:

Tabla 40. Oferta hídrica neta superficial del municipio de Cogua

AÑO	OFERTA HÍDRICA NETA (m^3/año)
2004	5.670.599,42
2005	11.264.659,2
2006	9.435.308,4
2007	6.541.498,15
2008	13.617.722,6
2009	7.833.542,4
2010	10.590.672,8
2011	16.606.594,8
2012	8.960.166
2013	7.043.040
2014	7.470.492,96

Fuente: Autores

Una vez recolectada la información correspondiente y habiéndose realizado el respectivo análisis con respecto a la oferta hídrica superficial neta y a la demanda, se calcula el índice de escasez para el año 2014 a partir de la fórmula 1.

$$Ie = \frac{7.470.492{,}96\ m^3}{28.533.071{,}78\ m^3} \times 100$$

$$Ie = 19{,}87\ \%$$

El índice de escasez se agrupa en 5 categorías, y se realiza la interpretación de cada valor según la tabla 41. A partir de eso, se determina qué el índice de escasez para el municipio de Cogua es de categoría Medio y qué se presenta una demanda hídrica baja.

Tabla 41. Interpretación del Índice de Escasez

RANGO	CATEGORIA	EXPLICACIÓN	COLOR
>50%	Alto	Demanda alta	
21-50%	Medio Alto	Demanda apreciable	
11-20%	Medio	Demanda baja	
1-10%	Mínimo	Demanda muy baja	
<1%	No significativo	Demanda no significativa	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2004)

5.1.2 BALANCE HÍDRICO

Según la resolución 865 de 2004 se define el balance hídrico como la forma de expresar los aportes de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado; este nos permite realizar una evaluación cuantitativa espacial y temporal de los recursos hídricos, siendo medio para resolver problemas hídricos prácticos y teóricos. Así mismo ayuda a cuantificar y prevenir las consecuencias derivadas de la intervención del hombre en las condiciones naturales de los ríos, lagos y aguas subterráneas (UNESCO, 1982).

La expresión simplificada de la ecuación para el balance anual es la siguiente:

Fórmula 4. Calculo del balance hídrico

$$ESC = P - ETR$$

$$P - ETR - ESC = 0$$

Dónde:

ESC= Escorrentía hídrica superficial (mm)
P= Precipitación (mm)
ETR= Evapotranspiración real (mm)

Balance hídrico año 2011

1.559,7mm – 633,29 mm – 926,41mm = 0

Balance hídrico año 2013

1.053,6 mm – 583,79 mm – 469,81 mm = 0

Balance hídrico año 2014

687,5 mm – 498,35 mm – 189,35 mm = 0

5.2 ANÁLISIS DE LOS USOS DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE COGUA

5.2.1 INDICE DE USO DE AGUA SUPERFICIAL –IUA-

El Índice de uso del agua corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo en relación con la oferta hídrica superficial disponible para la misma unidad temporal y espacial (IDEAM, s.f.). Su objetivo es estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible (MADS, 2014). Para el municipio de Cogua el IUA es bajo para condiciones climáticas medias y secas (Ver tabla 45) según la interpretación de la tabla 42.

Se determina con la siguiente formula:

$$IUA = \frac{Dh}{\mathrm{Oh}} \times 100$$

Dónde:
IUA: índice de uso del agua
Dh: Demanda hídrica sectorial que corresponda
OH: Oferta hídrica superficial disponible

Tabla 42. Interpretación de la calificación IUA

CATEGORIA	SIGNIFICADO	RANGO IUA	COLOR
Muy Alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	(>50)	

Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	(20.01-50)	
Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	(10.01-20)	
Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	
Muy Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	(≤1)	

Fuente: MADS, 2014

5.2.2 INDICE DE RETENCIÓN Y REGULACIÓN HÍDRICA –IRH-

Este índice evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales por lo cual permite evaluar la capacidad de regulación del sistema en general. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación (IDEAM, 2010). El IRH para el municipio de Cogua es bajo (Ver tabla 45) según la interpretación de la tabla 43.

Se determina con la siguiente formula:

$$\mathrm{IRH} = \frac{Vp}{\mathrm{Vt}}$$

Dónde:

IRH: índice de Retención y Regulación Hídrica.
Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio.
Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios

Tabla 43. Interpretación de la calificación IRH

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	RANGO DEL INDICADOR	COLOR
Muy baja	Muy baja retención y regulación de humedad	(<0,50)	
Baja	Baja retención y regulación de humedad	(0.50–0.65)	
Moderada	Media retención y regulación de humedad media	(0,65–0.75)	
Alta	Alta retención y regulación	(0.75-0.85)	

	de humedad		
Muy Alta	Muy alta retención y regulación de humedad	(> 0.85)	

Fuente: MADS, 2014

5.2.3 INDICE DE VULNERABILIDAD POR DESABASTECIMIENTO HÍDRICO –IVH-

Es el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas tales como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño), podría generar riesgos de desabastecimiento. El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA), tal como se ilustra en el Estudio Nacional del Agua ENA 2010. El IVH para el municipio de Cogua es medio basado en las interpretaciones del IUA y del IRH de la **tabla** 44.

Tabla 44. Interpretación de la calificación IVH

IUA	IRH	Categoría de Vulnerabilidad
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo
Muy Bajo	Moderado	Bajo
Muy Bajo	Bajo	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy Bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy Bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy Bajo	Muy Alto

FUENTE: MADS, 2014

El Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) en el anexo 2 presenta la oferta e indicadores hídricos para unidades hídricas fuente de abastecimiento de cabeceras municipales para condiciones hidrológicas medias y secas, según lo cual para el municipio de Cogua se presenta lo siguiente:

Tabla 45. Indicadores hídricos para Cogua

Dh Anual (Mmc)	IRH	CONDICIONES CLIMATICAS MEDIAS				CONDICIONES CLIMATICAS SECAS			
		Oferta Anual (x1000 m^3)	Oferta Anual (DISP.)	IUA	IVH	Oferta Anual (x1000 m^3)	Oferta Anual (DISP.)	IUA	IVH
0,42	Bajo	65159,17	44289,90	Bajo	Medio	42356,0	24603,8	Bajo	Medio

Fuente: IDEAM, 2010

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

El estudio de la recopilación documental de publicaciones sobre el estado actual de fuentes hídricas superficiales del territorio del municipio de Cogua comprendidas entre la década del 2004 al 2014 nos ofrece una visión real y actualizada de la situación y el estado del agua en el Municipio. Y si bien es cierto que la riqueza hídrica del municipio es innegable, representada en 6 subcuencas hidrográficas, 37 quebradas, y la presencia del 16% del embalse del Neusa en un área de 113 km^2 de territorio; el estudio también nos permite apreciar que si un municipio con un área tan pequeña tiene tanta abundancia en recurso hídrico se puede caracterizar sino como uno de los más ricos de Colombia si puede ser uno de los más ricos de Cundinamarca en cuanto a cantidad se refiere.

La compilación bibliográfica nos permite plantear la vulnerabilidad a la que está expuesta la abundancia y la calidad del recurso hídrico en el municipio de Cogua por problemas asociados a procesos erosivos causados en gran medida por la agricultura no tecnificada especialmente en lo referente al cultivo de la papa.

Las demandas de agua en las zonas de paramo (Paramo de Guerrero) del territorio del municipio de Cogua, por la actividad agrícola especialmente el cultivo de papa viene causando un deterioro gradual y disminución del recurso prospectando a futuro escasez hídrica para los posibles usos potenciales en el territorio de Cogua.

Se concluye que en la escala del índice de escasez hídrica del IDEAM (0% - >50%), se obtuvo para el municipio de Cogua un valor de 19,87%, lo cual expresa que se presentan limitantes en la disponibilidad de agua para el desarrollo de actividades económicas en el territorio.

La recopilación bibliográfica nos permite identificar que el Índice de Retención y Regulación Hídrica en el Municipio de Cogua es medio (Escala de 0 a 1, IDEAM numeral 5.2.2 de este documento), lo que representa que el territorio tiene una baja retención y regulación de humedad de las cuencas, así como un bajo nivel para mantener los regímenes normales de caudales.

Las principales fuentes hídricas del Municipio como el embalse del Neusa y el rio frio, presentan condiciones de calidad buenas, sin niveles de contaminación representativas; ya que según parámetros de calidad medidos (ver tabla 21 y 22) se encuentran entre los rangos recomendados por las normativas de calidad del agua. Sin embargo, se concluye que es agua no potable y para ser empleada para consumo humano debe tener un previo tratamiento.

Por otro lado, se encontró que los reportes de calidad del agua suministrada por la empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Zipaquirá –EAAAZ- demuestran que el agua potable en el área de cobertura del Municipio de Cogua presenta condiciones propias de agua para consumo humano, cumpliendo con la normativa vigente aplicable y teniendo valores de índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano –IRCA- iguales a 0% en sus diferentes tomas de muestreo indicando que el agua tiene condiciones óptimas de potabilidad (ver tabla 23).

Sin embargo, la calidad de las fuentes hídricas del Municipio del territorio de Cogua es amenazada por la contaminación de las aguas por vertimientos de desechos de las curtiembres, de aguas negras, y del uso de agroquímicos en los cultivos. Las industrias del curtido afectan las quebradas El Amoladero y Villatina o Quebrada Seca, debido a la deposición de sus residuos líquidos sin contar con sistemas de tratamiento de vertimientos y de residuos sólidos; lo cual ocasiona un alto impacto ambiental sobre el medio donde se localizan, además de amenazar la calidad y la disponibilidad del agua para su uso.

Este estudio de recopilación bibliográfica nos permite entonces concluir que en el municipio se presentan fuentes de contaminación hídrica por vertimientos líquidos puntuales y no puntuales sin tratamiento, lo que conlleva a que por la alta abundancia de agua en el territorio se muestre una vulnerabilidad a las fuentes hídricas presentes en el municipio. Es de apreciar que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales trata únicamente los vertimientos del área urbana, con una eficiencia del 72%.

Los estudios también arrojaron que la administración y gobernabilidad del agua se realiza en el territorio del Municipio de Cogua por un ente institucional regional representado por la CAR, en el territorio por Juntas de Acción Comunal para la zona rural y en el área urbana por una empresa constituida de carácter regional.

La recopilación también nos permitió concluir que las limitaciones en información actualizada y especializada de la calidad del recurso hídrico en el municipio de Cogua significan un obstáculo para la determinación del impacto de las actividades económicas desarrolladas en el Municipio.

CONCLUSIONES DE LOS USOS DEL AGUA

Entendido que el uso del agua son las demandas apropiadas para las actividades más cotidianas para la existencia de la humanidad en el mundo. El presente estudio de la recopilación documental sobre el uso del recurso hídrico en el territorio del municipio de Cogua determino que el Municipio dispone de una oferta hídrica para el año 2014 de 7.470.492,96 m^3 (Tabla 40), principalmente de agua superficial; de acuerdo al registro de concesiones de agua de la Oficina Provincial de Sabana Centro de la CAR, los usos del agua en el territorio de Cogua se encuentran concesionados en un 53% por el sector industrial, seguido del sector

pecuario con 27% y el sector agrícola con 15% del agua concesionada. El uso menos predominante es el doméstico al cual le corresponde 5% del agua que se otorga por captación.

El estudio de recopilación documental de los usos del agua en el municipio de Cogua permite reconocer que para las condiciones climáticas tanto medias como secas en el Municipio, se obtuvo que el Índice de Uso de Agua es bajo lo que indica que la presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible, permitiendo que en la actualidad hay un desarrollo armónico en el territorio del municipio favoreciendo la sostenibilidad de los ecosistemas ambientales y por tanto, la permanencia del recurso hídrico para las futuras generaciones.

Para las condiciones climáticas tanto medias como secas en el municipio de Cogua, se obtuvo que el Índice de Vulnerabilidad Hídrica es medio lo que indica que el Municipio no presenta amenaza significativa de desabastecimiento hídrico para los diferentes usos actuales del agua ante la incidencia de algún fenómeno como la sequía o temporadas cálidas; sin embargo si llegasen a presentarse estas situaciones naturales es necesario que el Municipio emprenda acciones de ahorro y uso racional del agua.

En contraste a lo anterior, el estudio encontró como amenazas hídricas en el Municipio, primeramente la representada por las actividades como la ampliación de la frontera agrícola, que lleva consigo la afectación del nacimiento de fuentes hídricas como quebradas, generando riesgo de escasez del recurso hídrico en las épocas de verano y así mismo, afectando directamente al uso de agua para las labores agropecuarias y en algunos sectores para el consumo humano. Otra amenaza, es dada por la tala excesiva de bosques que puede conducir a la desaparición de bosques nativos y a la dramática disminución de la captación de aguas en las zonas altas del territorio de Cogua.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

Al obtener un índice de escasez medio para el municipio de Cogua, las medidas de Gestión Integral del Recurso Hídrico que se recomienda son:

- Realizar regulación y control en las concesiones de agua
- Implementar una micro medición efectiva del recurso hídrico en los sectores agrícola, pecuario, industrial y domestico
- Definición de áreas estratégicas a conservar e implementar los planes de manejo adecuados
- Recuperar las zonas de regulación natural

- Introducir y transformar a tecnologías limpias en el área productiva con la final de tener un uso más eficiente del recurso hídrico

Se requiere trabajar en el fortalecimiento institucional en relación al tema del recurso hídrico con el fin de abordar el ordenamiento y manejo del agua desde la planificación municipal. El Municipio de Cogua debe mejorar la gobernabilidad del agua por medio de la articulación institucional, procesos de coordinación y cooperación entre las instituciones regionales y municipales, donde el ordenamiento del agua relacione la gestión integral del recurso hídrico con la cooperación social.

Además de lo anterior, se recomienda al Municipio que en su Plan de Desarrollo Municipal incorpore la elaboración de estudios pertinentes a la identificación del estado actual del recurso hídrico y usos del agua en el territorio, que bien puede realizarse por sectores.

RECOMENDACIONES DE LOS USOS DEL AGUA

Debido a que la población del Municipio de Cogua se encuentra acentuada en su mayoría en el sector rural y el Municipio cuenta actualmente con 22 juntas de acción comunal que están a cargo de los múltiples acueductos veredales, se recomienda que la Alcaldía Municipal haga una articulación con estos acueductos que no cuentan con las condiciones e instalaciones adecuadas para brindar agua potable de calidad a los usuarios, de tal manera que se establezcan procesos básicos para la potabilización del recurso y mejorando las condiciones de vida de la población.

Cogua cuenta con la disponibilidad de agua y fuentes hídricas suficientes para el abastecimiento propio de todo el Municipio. Es una buena opción para el Municipio proyectar la creación de su propio acueducto, así como la creación de una compañía de servicios AAA (acueducto, alcantarillado y aseo) municipal.

Se recomienda un programa de control de vertimientos puntuales y no puntuales que permita mejorar los parámetros de las normas de calidad de vertimientos líquidos a fuentes hídricas receptoras.

El Municipio tiene potencial para la vocación ecoturística gracias a su diversidad hídrica y natural, lo que representaría gran atractivo turístico; por lo anterior se recomienda la creación de parques y actividades ecológicas pretendiendo la educación ambiental, la conservación y preservación de zonas de importancia ambiental y la divulgación de estos ecosistemas. Siendo también fundamental infundir el valor y la cultura del cuidado y preservación del agua. Conllevando al reconocimiento de Cogua como un Municipio en pro del medio ambiente, los recursos naturales y principalmente de la conservación del recurso hídrico.

Por último, se recomienda fomentar actividades de educación a la ciudadanía y funcionarios públicos, sobre la importancia de la participación en torno al tema de la conservación del agua, con el fin de vincular a toda la población en la toma de decisiones de escala municipal y dónde también se cuestionen las prácticas culturales de las comunidades respecto al agua y su insostenibilidad, así como el cumplimiento de las funciones por parte de las autoridades municipales y regionales.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, D. (2013). *Análisis de actores estratégicos y costo de oportunidad qué inciden en la conservación del Páramo de Guerrero .* Bogotá: Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario.

Alcalde Municipal de Cogua. (2007). *Decreto 043 de 2007.*

Alcalde Municipal de Cogua. (2007). *Decreto 44 de 2007.*

Alcaldía de Cogua. (2010). *Perfil epidemiólogico.*

Alcaldía de Cogua. (2012). *Plan de Desarollo 2012-2015.*

Alcaldía de Cogua. (Abril de 2015). Obtenido de http://www.cogua-cundinamarca.gov.co/Información_general.shtml

Alcaldia Municipal de Cogua. (2000). *Plan Basico de Ordenamiento territorial de Cogua.* Cogua.

Alcaldia Municipal de Cogua. (2010). Zonificación usos del suelo. Cogua, Colombia.

Alcaldia Municipal de Cogua. (2012). *Plan integral unico de atención a la poblacion victima del conflicto armado PIU.* COGUA.

Alcaldia Municipal de Cogua, PBOT. (2000). *Mapa Cuenca del Río Bogotá.*

ANLA. (2005). *Guía Metodológica para la formulación de los PSMV.* Bogotá.

Aranda, D. C. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico.* México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Artuz, L., Martinez, M., & Morales, C. (2011). LAS INDUSTRIAS CURTIEMBRES Y SU INCIDENCIA EN LA CONTAMINACIÓN DEL RIO BOGOTÁ. *Revista Universidad Santo Tomás*, 45.

Asociacion Mundial para el Agua. (2008). *PRINCIPIOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS .*

Cabrera, I. (2009 de 2009). *Propuesta de cambio en la estructura funcional del personal del area de producción en bases en o-i Peldar - Planta Zipaquirá.* Bogotá: Universidad de la Sabana.

Campos, P. (2002). *Biología.* Editorial Limusa.

CAR . (2011). *Modelación de la disperción de los contaminantes PST, NO2 y CO en los municipios de Funza, Madrid, Mosquera, Zipaquira, Cogua, Nemocon, Tocancipá, Soacha y Sibaté de la jurisdicción de la CAR.*

CAR & Consorcio diseños de saneamiento. (2011). *Municipio de Cogua: Informe final interceptores, alivios, descoles y ampliación PTAR.*

CAR. (1994). *Plan ambiental Municipal subregión Zipaquira-Centro, cuenca alta del río Bogotá.* Bogotá: CAR de Cundinamarca.

CAR. (2001). *Atlas Ambiental.*

CAR. (2005). *Acuerdo 31 de 2005.* Bogotá D.C.

CAR. (2006). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTÁ.*

CAR. (2011). *Modelación de la dispersión de los contaminantes PST, NO2, SO2 y CO en los Municipios de Funza, Madrid, Mosquera, Zipaquirá, Cogua, Nemocon, Tocancipa, Soacha y Sibaté de la jurisdicción de la CAR.*

CAR. (2012). *Atlas ambiental CAR 50 AÑOS.*

CAR. (2016). *Sistema de Información Climatológica e Hidrológica.*

Castillo, K., & Corredor, D. (2015). *Diagnóstico del recurso hídrico de las captaciones de agua de los municipios de la jurisdicción de la oficina provincial sabana centro.* Zipaquirá: Corporación universitaria Minuto de Dios.

Centro Nacional de Producción más limpia. (2004). *Diagnostico ambiental del sector curtiembre en Colombia.* Obtenido de Tecnologías limpias: http://www.tecnologiaslimpias.org/curtiembres/diagnosticonacional.pdf

Charry, C., & Leon, J. (2010). *Perfil Ambiental subcuenca Rio Sisga-Tibitoc en la Cuenca Alta del Rio Bogotá.* Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.

Congreso de la Republica. (1993). *Ley 99 de 1993.* Bogotá D.C.

Congreso de la Republica. (1994). *Ley 142 de 1994.* Bogotá D.C.

Congreso de la Republica. (1997). *Ley 373 de 1997.* Bogotá D.C.

Congreso de la Republica. (2005). *PROYECTO DE LEY 365 DE 2005.* Bogotá D.C.

Consejo Municipal de Cogua. (2000). *Acuerdo 22 de 2000.* Cogua.

Consejo Municipal de Cogua. (2011). *Acuerdo 14 de 2011.*

Consorcio Planeación Ecologica Ltda. y Ecoforest Ltda. (2007). *Diagnostico Subcuenca Río Frio.* CAR.

Contreras, N. (2011). *PLAN INTEGRAL ÚNICO PARA LA ATENCIÓN A LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE DESPLAZAMIENTO POR LA VIOLENCIA RESIDENTE EN EL MUNICIPIO DE COGUA.*

Corredor, J. (2006). El residuo liquido de las curtiembres estudio de caso: Cuenca Alta Río Bogotá. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.

de, D. (s.f.).

Domínguez, E., Rivera, H., Sarmiento, R., & Moreno, P. (2008). RELACIONES DEMANDA-OFERTA DE AGUA Y EL ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA COMO HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO COLOMBIANO. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 196-212.

Durán, D., & Suárez, M. (2011). *Perfil ambiental de la subcuenca Río Neusa.* Bogotá: Universidad de la Salle.

(1984). *Estudio de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domesticas e industriade los Municipios de Zipaquira, Cogua, Nemocon, Cajica, Chia, Madrid, Mosquera y Funza.*

FAO. (1993). *Avances en el manejo y aprovechamiento Acuícola de Embalses en América Latina y el Caribe.*

FAO. (1996). *Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas.*

FAO. (1996). *Planificación y ordenación de cuencas hidrográficas con ayuda de la computadora .*

Flórez, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Franco, F. L. (s.f.). *Acueductos y Alcantarillados.* Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_2/Pages/ciclohidrologico.html

Gobernación de Cundinamarca. (2015). Obtenido de http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/Cundinamarca.gc/ascundi_municipioscontenidos/ccundi_municipios+

Godoy, Cesar & Otros. (2011). *Cundinamarca: Corazón de Colombia.* Bogotá: Villegas Editores S.A.

Gomez, C. y. (1983). *Informe de caterización de aguas residuales domesticas y vertimientos Municipales.* Bogotá: CAR.

Gomez, C. y. (1984). *Estudio de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domesticas e industriade los Municipios de Zipaquira, Cogua, Nemocon, Cajica, Chia, Madrid, Mosquera y Funza.* Bogotá: CAR.

Hernández, E. (2006). *¿Cómo escribir una tesis?* La Habana.

Herrnstadt, B. (1957). El abastecimiento de agua en 50 Municipios de Cundinamarca. *Revista Javeriana*, 93-97.

IDEAM. (2001). *El Medio Ambiente en Colombia.* Bogotá: IDEAM.

IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua.*

IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua.*

IDEAM. (2012). *Indicadores ambientales clasificados por temáticas ambientales.* Bogotá D.C.

Instituto Colombiano de Geologia y Minería. (2011). *Las aguas subterraneas un enfoque práctico.*

Instituto Colombiano de Geología y Minería. (2011). *Las Aguas Subterráneas un enfoque práctico.*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (s.f.). Obtenido de www.humboldt.org.co/es/instituto/quienes-somos/que-hacemos

Lanza-Espino, G. d. (1999). *Diccionario de hidrología y ciencias afines.* Plaza y Valdes.

Lemps, A. H. (1983). *La vegetación de la tierra.* Ediciones AKAL.

MADS. (2014). *Guia Tecnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas .*

Martín, A. G., Campoy, M. R., & Vázquez, F. S. (1994). *Topografía básica para ingenieros.* EDITUM.

Ministerio de Ambiente y Desarollo Sostenible. (2004). *Resolución 0643 de 2004.* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarollo Sostenible. (2010). *DECRETO 3930.* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarollo Sostenible. (2014). *Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico.* Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2004). *Resolución 685 de 2004.* Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2007). *Decreto 1323 de 2007 .* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2007). *Decreto 1323 de 2007.* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Politica Nacional para la gestión integral del recurso Hídrico.* Bogotá: Nuevas Ediciones Ltda.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Politica Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico .* Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Resolución 1207 de 2014.* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Resolución 685.* Bogotá.

Mojica, I. (s.f.). *Mejoramiento y saneamiento de cuencas hidrograficas.* Obtenido de https://books.google.es/books?id=yRIPAQAAIAAJ&pg=PA4&dq=cuenca+factores+fisicos&hl=es&sa=X&ei=94I9VZjTAoWxggTk64GwBg&ved=0CCUQ6AEwAQ#v=onepage&q=cuenca%20factores%20fisicos&f=false

Montes, D. d. (s.f.). *Ecología y enseñanza rural.* FAO.

OPEPA. (2015). *Glosario de fauna*. Obtenido de OPEPA: http://www.opepa.org/index.php?Itemid=33&id=42&option=com_content&task=view

Planeación Ecologica LTDA; Ecoforest LTDA. (s.f.). *Diagnostico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá.*

Pontifica Universidad Javeriana. (2012). *Colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana.*

Presidente de la Republica . (2000). *Decreto 421 de 2000.* Bogotá D.C.

Presidente de la Republica. (1974). *Decreto 2811 de 1974.* Bogotá D.C.

Presidente de la Republica. (2007). *Decreto 1575 de 2007.* Bogotá D.C.

Rice, E., Baird, R., Eaton, A., & Clesceri, L. (2012). *Standard methods for the examination of water and waste water.* Washington D.C: American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation.

Rivera, H., Marin, R., & Vanegas, R. (2004). *Metodología de calculo del indice de escasez.* IDEAM.

Rodriguez, A. d. (2010). *Perfil Ambiental de la subuenca Rio Alto de la Cuenca Alta del Rio Bogotá.* Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.

Román, J. S. (2010). *Evapotranspiración.* Universidad de Salamanca.

Sáenz, G. M. (2011). *Hidrología en la ingenieria.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.

Sociedad Geográfica de Colombia. (1998). *El agua en la cuenca alta del Río Bogotá.*

Tejada, G. (1994). *Vocabulario geomorfológico.* Ediciones AKAL.

Thomsen, J. (2007). *Pasión, Espumas y Anéctotas.*

Trinidad, E., & Sánchez, A. (2009). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL CULTIVO DE FRUTAS Y HORTALIZAS CERTIFICADAS COMO ECOLÓGICAS BAJO INVERNADERO EN LA FINCA SAN JERÓNIMO, MUNICIPIO DE COGUA.* Obtenido de UNIVERSIDAD DE LA SALLE : http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/1188/T12.09%20T736e.pdf?sequence=1

UNESCO & OMM. (2012). *Glosario Hidrológico Internacional.* Genova.

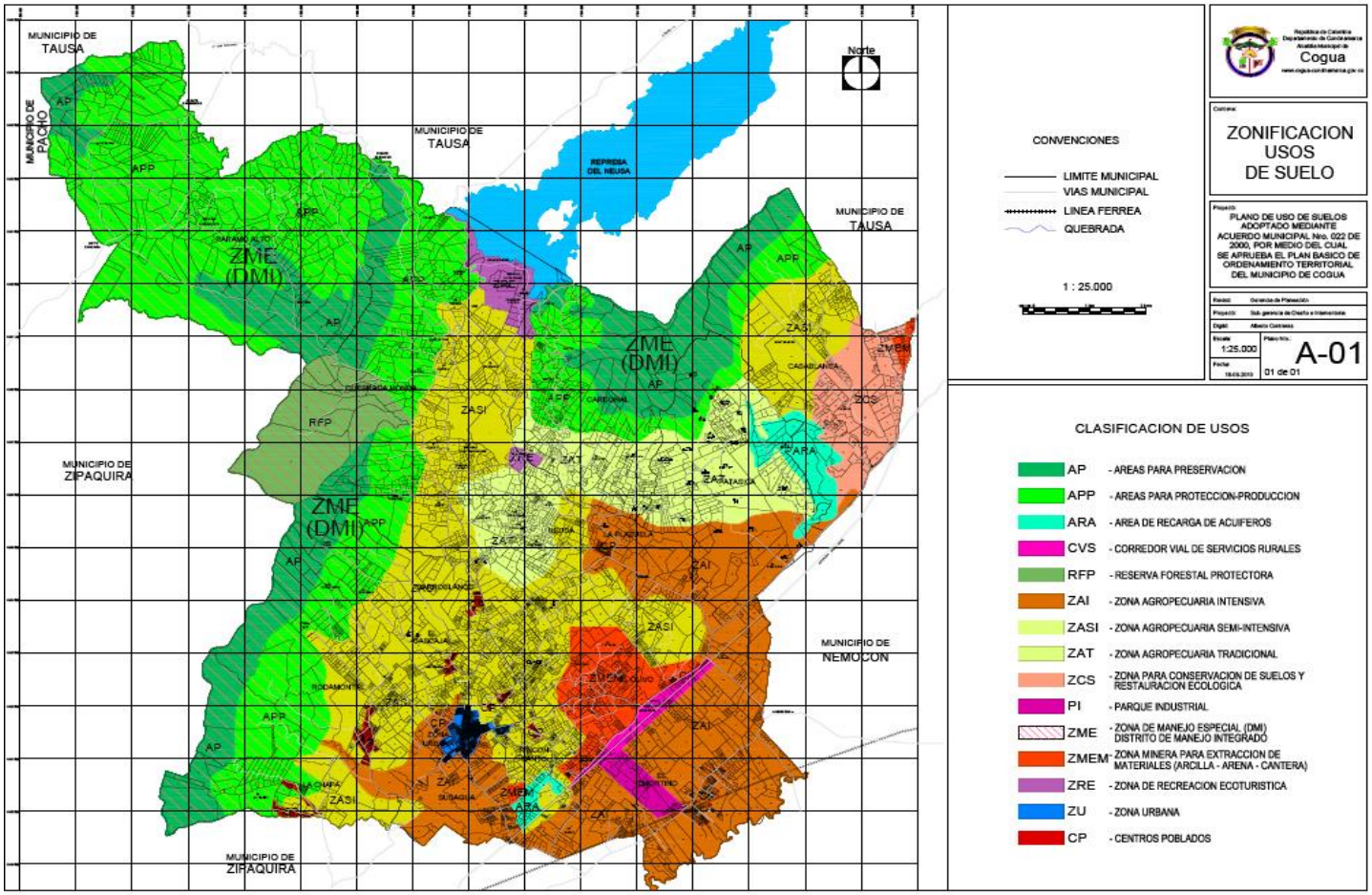
UNESCO. (1982). *Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de America del Sur.* Montevideo, Uruguay.

Universidad Austral de Chile. (Noviembre de 2000). *CATASTRO Y LOCALIZACIÓN DE USOS PUBLICOS NO EXTRACTIVOS O USOS IN SITU DEL AGUA*. Obtenido de Universidad Austral de Chile: http://www.uach.cl/proforma/insitu/3_insitu.pdf

Wikispaces. (s.f.). *PTARS*. Recuperado el Marzo de 2016, de https://ptars.wikispaces.com/municipiodecogua

ANEXOS

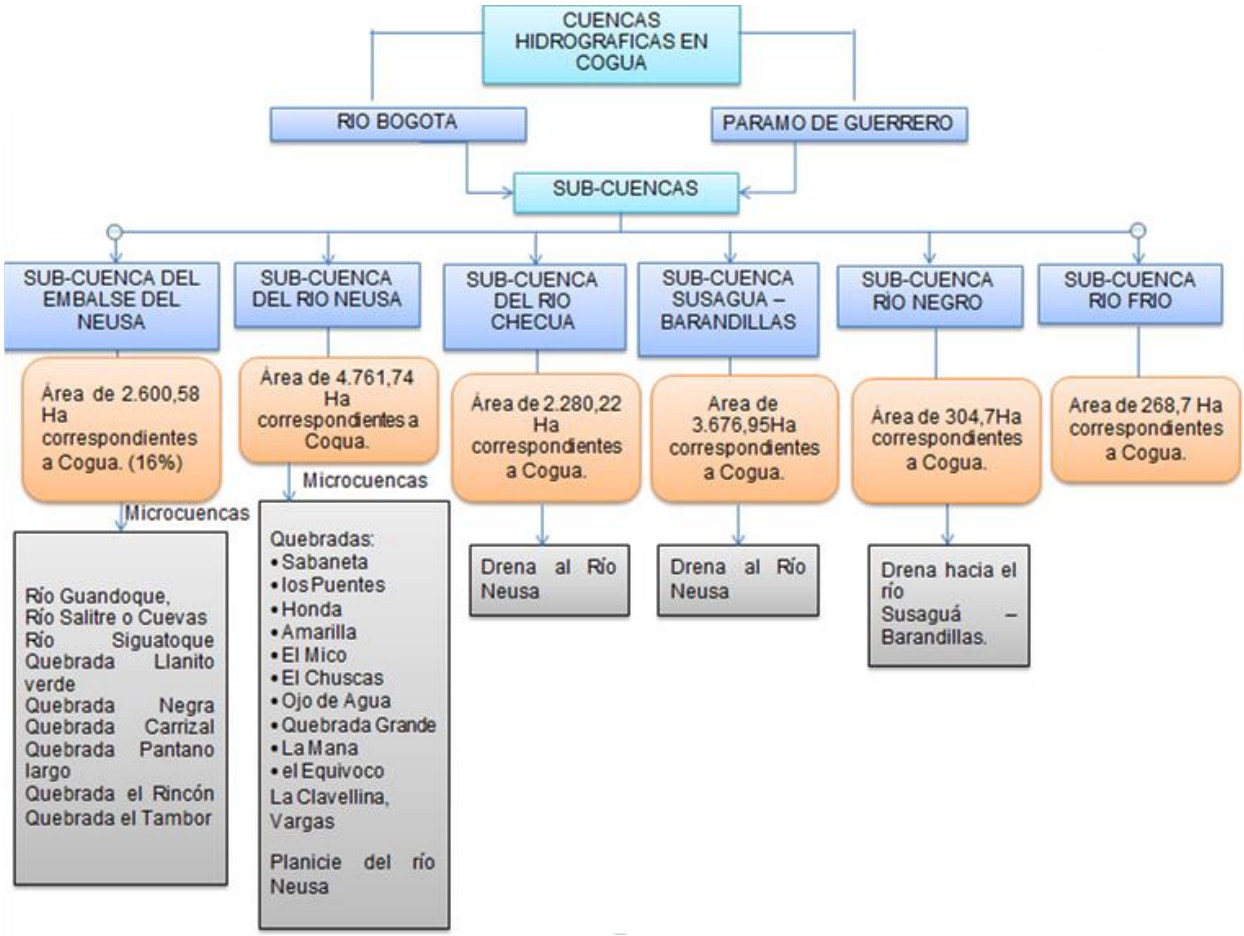
ANEXO 1. Distribución de los usos del suelo en el municipio de Cogua



Fuente: Alcaldía Municipal de Cogua.

ANEXO 2

Fuentes hídricas del municipio de Cogua por subcuencas



ANEXO 3

Calidad del agua en la bocatoma del río frio

EMAZ EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE ZIPAQUIRA E.S.P. Para Una Gran Ciudad	CP-CC-PR28-R03	Versión: 02
	CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS	Fecha de Vigencia: Mayo 08 de 2008

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: RIO FRÍO AÑO: 2012

PARÁMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBIEDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORUROS	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFILOS	COLIFORMES	E.COLI	RESPONSABLE
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl-	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml	
MES	DÍA	5 - 9.0	Aceptable	Ausentes	≤1000	75.00	≤ 2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10		20,000	20,000	
ENERO	28	6.62	No Aceptable	Presentes	57	17.8	3.10	0.54	0.02	3	17	0.02	35	0.10	0.02	0.21	10	0.0	INCONTABLES	80	36	Carolina S.
FEBRERO	22	6.69	No Aceptable	Presentes	51	23.6	4.44	0.67	0.01	4	15	0.01	26	0.05	0.05	0.19	8	0.4	INCONTABLES	128	45	Carolina S.
MARZO	29	6.98	Aceptable	Presentes	18	2.7	0.58	0.35	0.02	6	9	0.02	26	0.07	0.09	0.15	7	0.0	INCONTABLES	82	56	Carolina S.
ABRIL	18	7.06	Aceptable	Presentes	19	3.7	1.04	0.08	0.02	7	8	0.04	19	0.08	0.12	0.12	1	0.9	INCONTABLES	54	12	Carolina S.
MAYO	28	7.05	No Aceptable	Presentes	17	3.2	0.45	0.05	0.02	6	10	0.03	18	0.07	0.06	0.00	2	1.2	INCONTABLES	236	66	Carolina S.
JUNIO	29	6.82	No Aceptable	Presentes	25	3.4	1.65	0.34	0.02	6	19	0.08	12	0.18	0.06	0.14	10	0.8	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Carolina S.
JULIO	19	6.92	No Aceptable	Presentes	22	7.8	2.83	0.21	0.02	6	20	0.06	18	0.14	0.08	0.09	6	0.6	INCONTABLES	678	96	Carolina S.
AGOSTO	27	5.98	No Aceptable	Presentes	40	28.2	5.81	0.63	0.02	4	20	0.18	21	0.08	0.01	0.18	9	1.4	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Carolina S.
SEPTIEMBRE	27	6.77	No Aceptable	Presentes	31	18.4	2.49	0.35	0.13	27	46	0.07	47	0.20	0.11	0.13	12	1.70	Incontables	614	459	Carolina S.
OCTUBRE	30	6.34	No Aceptable	Presentes	50	36.2	8.33	0.88	0.04	5	20	0.15	9	0.05	0.04	0.21	9	1.6	INCONTABLES	490	120	Carolina S.
NOVIEMBRE																						
DICIEMBRE																						
PROM. ANUAL		6.72	No Aceptable	Presentes	33	14.5	3.07	0.41	0.03	7	18	0.07	23	0.10	0.06	0.14	7	0.86	Incontables	295	111	Carolina S.

Según Decreto 1594 de 1984

Referencia Resolución 2115 de 2007

Fuente: Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá citado en (Alarcón, 2013)

ANEXO 4

Factor de consumo módulo de consumo industrial

Codigo CIIU	ACTIVIDAD ECONOMICA	m3/tonelada
3811	FABRICACION DE CUCHILLERIA,HERRAMIENTAS MANUALES Y ART.DE FERRETERIA EN	4.2
3904	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DIVERSAS.	4.2
3844	FABRICACION DE MOTOCICLETAS Y BICICLETAS.	4.2
3621	FABRICACION DE VIDRIO OPTICO,ESPEJOS Y ARTICULOS DE FIBRA Y LANA DE VID	68
3211	HILADO,TEJIDO Y ACABADO DE TEXTILES	30
3832	FABRICACION DE EQUIPOS Y APARATOS DE RADIO,TELEVISION Y TELECOMUNICACIO	4.2
3849	FABRICACION DE MATERIAL DE TRANSPORTE N.E.P.	4.2
3233	FABRICACION DE PRODUCTOS DE CUERO Y SUCEDANEOS DEL CUERO,EXCEPTO CALZ	48.4
3843	FABRICACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES.	4.2
3115	FABRICACION DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES,EXCEPTO LA MANTECA	4.33
3113	ENVASADO Y CONSERVACION DE FRUTAS,LEGUMBRES Y VEGETALES EN GENERAL.	8.05
3902	FABRICACION DE INSTRUMENTOS DE MUSICA.	4.2
3134	FABRICACION DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS Y AGUAS GASEOSAS.	5.72
3825	FABRICACION DE MAQUINAS DE OFICINA,CALCULO Y CONTABILIDAD.	4.2
3852	FABRICACION DE APARATOS FOTOGRAFICOS E INSTRUMENTOS DE OPTICA.	4.2
3215	FABRICACION DE CORDELERIA.	10
3240	FABRICACION DE CALZADO,EXCEPTO EL DE CAUCHO VULCANIZADO O MOLDEADO,O D	5
3221	FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR MEDIANTE EL CORTE Y COSTURA DE CUERO,P	30
3214	FABRICACION DE TAPICES Y ALFOMBRAS	33
3214	PREPARACION DEL TABACO Y FABRICACION DE SUS PRODUCTOS.	23.3
3824	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS ESPECIALES PARA LA INDUSTRIA EN GE	4.2
3123	ELABORACION DE COMPUESTOS DIETETICOS Y OTROS	2.1
3845	FABRICACION DE AERONAVES.	4.2
3212	ARTICULOS CONFECCIONADOS DE MATERIALES TEXTILES,EXCEPTO PRENDAS DE VEST	30
3114	ELABORACION DE PESCADO,CRUSTACEOS Y OTROS ANIMALES MARINOS Y DE AGUA D	1.5
3122	ELABORACION DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES.	2.1
3320	FABRICACION DE MUEBLES Y ACCESORIOS,EXCEPTO LOS QUE SON PRINCIPALMENTE	0.05
3117	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PANADERIA.	2.1
3522	FABRICACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y MEDICAMENTOS.	7.69
3831	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y APARATOS ELECTRICOS INDUSTRIALES.	4.2
3827	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO N.E.P. EXCEPTO MAQUINARIA ELECTRICA	4.2
3691	FABRICACION DE PRODUCTOS DE ARCILLA PARA LA CONSTRUCCION.	0.05
3826	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA NO CLASIFICADA ANTES,EXCEPTO LA DE TRABAJAR	4.2
3232	INDUSTRIA DE LA PREPARACION Y TENIDO DE PIELES.	48.4
3610	FABRICACION DE OBJETOS DE BARRO,LOZA Y PORCELANA.	0.05
3319	FABRICACION DE ARTICULOS DE MADERA Y DE CORCHO N.E.P.	0.05
3140	INDUSTRIA DEL TABACO	23.3
3132	INDUSTRIAS VINICOLAS.	20.8
3530	REFINERIAS DE PETROLEO.	18
3823	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA PARA TRABAJAR LOS METALES Y LA MADERA.	4.2
3112	FABRICACION DE PRODUCTOS LACTEOS	20.9
3311	ASERRADEROS,TALLERES DE ACEPILLADURIA Y OTROS TALLERES PARA TRABAJAR MA	0.05
3723	REFINACION Y FUNDICION DE METALES PRECIOSOS.	4.2
3822	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA AGRICULTURA.	4.2
3540	FABRICACION DE PRODUCTOS DIVERSOS DERIVADOS DEL PETROLEO Y DEL CARBON.	18
3312	FABRICACION DE ENVASES DE MADERA,CA#A Y ARTICULOS MENUDOS DE CA#A	0.05

Continua

Codigo CIIU	ACTIVIDAD ECONOMICA	m3/tonelada
3811	FABRICACION DE CUCHILLERIA,HERRAMIENTAS MANUALES Y ART.DE FERRETERIA EN	4.2
3904	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DIVERSAS.	4.2
3844	FABRICACION DE MOTOCICLETAS Y BICICLETAS.	4.2
3621	FABRICACION DE VIDRIO OPTICO,ESPEJOS Y ARTICULOS DE FIBRA Y LANA DE VID	68
3211	HILADO,TEJIDO Y ACABADO DE TEXTILES	30
3832	FABRICACION DE EQUIPOS Y APARATOS DE RADIO,TELEVISION Y TELECOMUNICACIO	4.2
3849	FABRICACION DE MATERIAL DE TRANSPORTE N.E.P.	4.2
3233	FABRICACION DE PRODUCTOS DE CUERO Y SUCEDANEOS DEL CUERO,EXCEPTO CALZ	48.4
3843	FABRICACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES.	4.2
3115	FABRICACION DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES,EXCEPTO LA MANTECA	4.33
3113	ENVASADO Y CONSERVACION DE FRUTAS,LEGUMBRES Y VEGETALES EN GENERAL.	8.05
3902	FABRICACION DE INSTRUMENTOS DE MUSICA.	4.2
3134	FABRICACION DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS Y AGUAS GASEOSAS.	5.72
3825	FABRICACION DE MAQUINAS DE OFICINA,CALCULO Y CONTABILIDAD.	4.2
3852	FABRICACION DE APARATOS FOTOGRAFICOS E INSTRUMENTOS DE OPTICA.	4.2
3215	FABRICACION DE CORDELERIA.	10
3240	FABRICACION DE CALZADO,EXCEPTO EL DE CAUCHO VULCANIZADO O MOLDEADO,O D	5
3221	FABRICACION DE PRENDAS DE VESTIR MEDIANTE EL CORTE Y COSTURA DE CUERO,P	30
3214	FABRICACION DE TAPICES Y ALFOMBRAS	33
3214	PREPARACION DEL TABACO Y FABRICACION DE SUS PRODUCTOS.	23.3
3824	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS ESPECIALES PARA LA INDUSTRIA EN GE	4.2
3123	ELABORACION DE COMPUESTOS DIETETICOS Y OTROS	2.1
3845	FABRICACION DE AERONAVES.	4.2
3212	ARTICULOS CONFECCIONADOS DE MATERIALES TEXTILES,EXCEPTO PRENDAS DE VES	30
3114	ELABORACION DE PESCADO,CRUSTACEOS Y OTROS ANIMALES MARINOS Y DE AGUA D	1.5
3122	ELABORACION DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMALES.	2.1
3320	FABRICACION DE MUEBLES Y ACCESORIOS,EXCEPTO LOS QUE SON PRINCIPALMENTE	0.05
3117	FABRICACION DE PRODUCTOS DE PANADERIA.	2.1
3522	FABRICACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y MEDICAMENTOS.	7.69
3831	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y APARATOS ELECTRICOS INDUSTRIALES.	4.2
3827	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO N.E.P. EXCEPTO MAQUINARIA ELECTRICA	4.2
3691	FABRICACION DE PRODUCTOS DE ARCILLA PARA LA CONSTRUCCION.	0.05
3826	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA NO CLASIFICADA ANTES,EXCEPTO LA DE TRABAJAR	4.2
3232	INDUSTRIA DE LA PREPARACION Y TENIDO DE PIELES.	48.4
3610	FABRICACION DE OBJETOS DE BARRO,LOZA Y PORCELANA.	0.05
3319	FABRICACION DE ARTICULOS DE MADERA Y DE CORCHO N.E.P.	0.05
3140	INDUSTRIA DEL TABACO	23.3
3132	INDUSTRIAS VINICOLAS.	20.8
3530	REFINERIAS DE PETROLEO.	18
3823	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA PARA TRABAJAR LOS METALES Y LA MADERA.	4.2
3112	FABRICACION DE PRODUCTOS LACTEOS	20.9
3311	ASERRADEROS,TALLERES DE ACEPILLADURIA Y OTROS TALLERES PARA TRABAJAR MA	0.05
3723	REFINACION Y FUNDICION DE METALES PRECIOSOS.	4.2
3822	CONSTRUCCION DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA AGRICULTURA.	4.2
3540	FABRICACION DE PRODUCTOS DIVERSOS DERIVADOS DEL PETROLEO Y DEL CARBON.	18
3312	FABRICACION DE ENVASES DE MADERA,CA#A Y ARTICULOS MENUDOS DE CA#A	0.05

Fuente: Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (1963), citado en Rivera, Marin, & Vanegas (2004)