

**RED DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO  
EN LA CUENCA LA BRIZUELA MUNICIPIO DE GUARNE**

**LUIS DAIRON ACOSTA MALDONADO**

**JULIA CRISTINA CADAVID GALLEGO**

**ASESOR**

**DAVID FERNANDO DÍAZ PALACIO**

**YANETH PATRICIA VALENCIA TERREROS**



**FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**MEDELLÍN**

**2019**

## INDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Marco de Referencia .....	3
2.1.1 Distribución de Agua en un Contexto Mundial .....	3
2.1.2 Distribución de Agua en un Contexto Nacional.....	5
2.1.3 Distribución de Agua en un Contexto Regional.....	9
2.2 Marco de Antecedentes.....	11
2.2.1 Generalidades del Municipio Guarne.....	11
2.2.2 Generalidades Cuenca La Brizuela .....	12
2.2.3 Usos del Suelo en la Cuenca La Brizuela .....	14
2.2.3.1 Uso Actual.....	14
2.2.3.2 Uso Potencial.....	15
2.2.3.3 Conflictos. ....	17
2.2.4 Análisis de Oferta y Demanda del Agua en la cuenca La Brizuela .....	17
2.2.4.1 Demanda.....	18
2.2.4.2 Oferta.....	19
2.2.4.3 Cuantificación de la Oferta Hídrica Neta e Índice de Uso del Agua. ...	19
2.3 Marco Conceptual.....	21

3. JUSTIFICACIÓN.....	25
3.1 Entorno del proyecto.....	25
3.2 Análisis de la Situación Actual.....	25
4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS.....	27
4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema .....	27
4.2 Problema Central .....	28
4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base .....	28
4.4 Causas que generan el problema.....	29
4.4.1 Causas directas .....	29
4.4.2 Causas indirectas .....	30
4.5 Efectos generados por el problema .....	30
4.5.1 Efectos directos .....	30
4.5.2 Efectos indirectos .....	30
4.6 Diagrama de Árbol de Problemas.....	31
5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS .....	32
5.1 Contextualización del análisis a realizar.....	32
5.2 Matriz de Análisis de Involucrados .....	32
5.3 Población Afectada .....	34
5.4 Población Objetivo.....	35
6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	36

6.1 Descripción de la iniciativa.....	36
6.2 Localización.....	38
6.3 Aporte a la política pública.....	39
6.4 Análisis del mercado.....	41
6.5 Objetivo General.....	42
6.6 Objetivo Específico.....	42
6.7 Diagrama del árbol de Soluciones .....	43
7. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS .....	44
8. COSTOS DE LA ALTERNATIVA.....	50
8.1 Estructura de Desglose de Trabajo .....	50
9. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS.....	53
9.1 Identificación y definición .....	53
9.2 Cuantificación de beneficios.....	53
10. MATRIZ DE MARCO LÓGICO .....	55
11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	58
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distribución del Agua en el Planeta .....	3
Ilustración 2. Disponibilidad del Agua en el Planeta.....	4
Ilustración 3. Áreas Hidrográficas para Colombia .....	6
Ilustración 4 Índice de Uso del Agua en Condiciones de Año Medio y Seco .....	8
Ilustración 5. Índice de Uso del Agua en Condiciones de Año Medio en la Región Cornare.....	10
Ilustración 6. Panorámica del Municipio de Guarne .....	11
Ilustración 7. Localización Cuenca La Brizuela.....	13
Ilustración 8. Uso Actual del Suelo Cuenca La Brizuela.....	15
Ilustración 9. Uso Potencial del Suelo Cuenca La Brizuela .....	16
Ilustración 10. Conflictos por el Uso del Suelo Cuenca La Brizuela .....	17
Ilustración 11. Árbol de Problema .....	31
Ilustración 12. Localización Cuenca La Brizuela.....	38
Ilustración 13. Árbol de Soluciones.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la Oferta Hídrica y Caudales para Colombia .....	7
Tabla 3. Generalidades Municipio de Guarne .....	12
Tabla 4. Distribución Porcentual de las Veredas que Conforman la Cuenca La Brizuela .....	14
Tabla 5. Uso Actual del Suelo Cuenca La Brizuela.....	14
Tabla 6. Uso Potencial del Suelo Cuenca La Brizuela .....	15
Tabla 7. Conflictos por el Uso del Suelo Cuenca La Brizuela .....	17
Tabla 8. Concesiones de Agua Vigentes Otorgadas por CORNARE en la Cuenca La Brizuela .	18
Tabla 9. Modelación de Caudales Cuenca La Brizuela .....	19
Tabla 10. Interpretación del Índice de Uso del Agua .....	20
Tabla 11: Cálculo del Índice de Uso del Agua en la Cuenca La Brizuela.....	20
Tabla 12. Índice de Uso del Agua en la Cuenca La Brizuela .....	29
Tabla 13. Proyección de Población Municipio de Guarne 2.020 .....	32
Tabla 14. Identificación de Involucrados.....	32
Tabla 15. Análisis de Involucrados.....	34
Tabla 16. Lugar de Ejecución del Proyecto .....	38
Tabla 17. Proyecto en el Marco de las Políticas Públicas.....	39
Tabla 18. Matriz de Riesgos .....	44
Tabla 19. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto de Inversión.....	50
Tabla 20. Cuantificación de Beneficios .....	53
Tabla 21. Comparativo Cuantificación de Beneficios vs Inversiones Anuales del Proyecto .....	54
Tabla 22. Matriz de Marco Lógico .....	55
Tabla 23. Cronograma de Ejecución.....	58

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1. Índice de Uso del Agua.....	19
---	----

## 1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

El Oriente Antioqueño es una región que dispone de una diversa oferta de servicios ecosistémicos, sumado a esta condición de ubicación estratégica y la densa red vial que la conecta con la Autopista Medellín – Bogotá, la convirtieron en polo de atracción para el desarrollo de megaproyectos hidroeléctricos, la expansión industrial del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la producción agroindustrial intensiva para la construcción de infraestructura de servicios como el Aeropuerto Internacional José María Córdova, la Zona Franca, la mega obra actualmente en construcción conexión túnel Aburra Oriente, complejos hoteleros, restaurantes, estaciones de servicio, centros comerciales, parques industriales y universidades, y para el asentamiento de complejos urbanísticos como parcelaciones y condominios. Además de caracterizarse, por hacer parte de la despensa agrícola y la proveedora de aproximadamente de un 60% del agua que consumen los habitantes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Guarne también llamado la Puerta de Oriente hace parte ésta región, y por lo tanto no es ajeno a las condiciones citadas, situación que ha contribuido a una importante transformación del medio físico y socioeconómico, con una alta demanda de sus recursos naturales. El municipio tiene un área total de 151 Km<sup>2</sup> y una población total proyectada al año 2.020 de 52.129 habitantes, donde 19.817 de ubican en la cabecera y 32.312 en el área rural. (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE, 2007)

Los habitantes del área urbana del Municipio de Guarne se abastecen de la cuenca La Brizuela, localizada al sur - oeste de la cabecera, con un área total de 719.344 ha, en la cual se presenta una presión en el aprovechamiento de los recursos naturales, el uso actual que predomina en el territorio corresponde a pastos mezclados con plantaciones de coníferas, ocasionando en la zona grandes conflictos por el uso del suelo, que pueden conllevar a una disminución de la oferta hídrica superficial de la principal fuente de abastecimiento del área urbana. La cuenca presenta índices de uso del agua superiores al 50%, situación que corresponden a una alta demanda, denotando una presión sobre el ecosistema ya que se está consumiendo más del 50% de la oferta total disponible. (Universidad Nacional de Colombia, 2006)

Según lo anterior, se hace necesario diseñar e implementar la red de monitoreo para el conocimiento de la oferta hídrica total y disponible y la obtención de balances hídricos confiables, con el fin de generar información que sirva de apoyo a la Autoridad Ambiental competente en la zona, para la toma de decisiones en el desarrollo de las funciones delegadas por la norma, en especial la atención de los trámites de permisos ambientales y al Ente Territorial y a la Empresa de Servicios Públicos, para que cuenten con una línea base confiable que pueda ser empleada en los procesos de planificación del territorio y el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

**Palabras clave:** Cuenca, usos del agua, índice de uso del agua, desabastecimiento, año hidrológico, uso actual, uso potencial, conflictos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco de Referencia

**2.1.2 Distribución de Agua en un Contexto Mundial.** El 70% de la superficie mundial está cubierto por agua, pero el 97,5% del agua se encuentra en mares y océanos, es decir, es agua salada. La mayor concentración de agua dulce se encuentra congelada en los casquetes polares (2,0%) y en el agua subterránea almacenada hasta los 1.000 m de profundidad (0,5%) superando el agua fácilmente accesible de lagos y ríos del mundo. (Fernandez Cirelli & du Mortier, 2005, pág. 1)

La distribución del agua en el planeta se muestra en la ilustración 1.



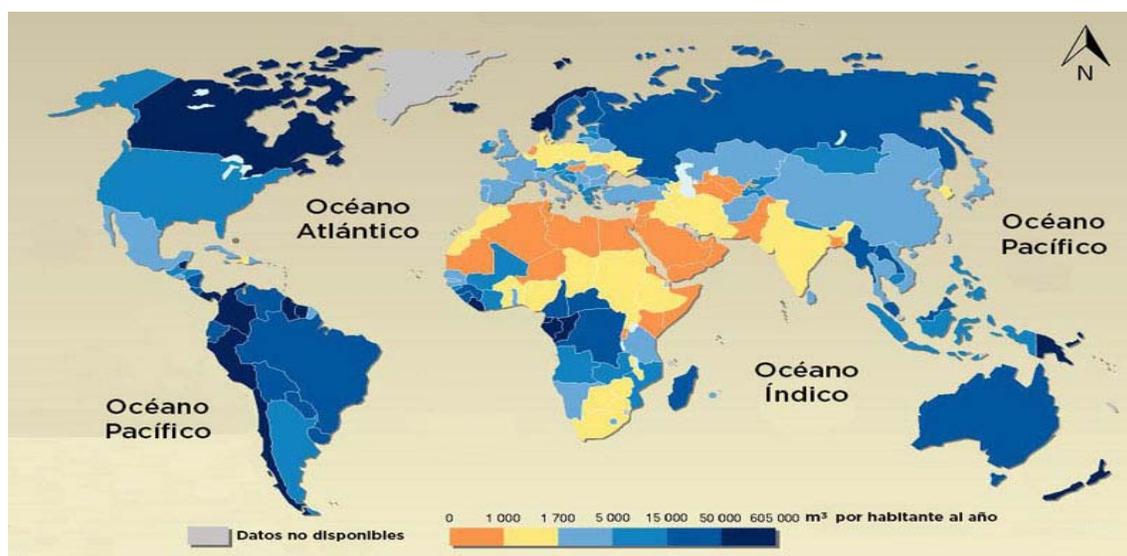
**Ilustración 1. Distribución del Agua en el Planeta**

Fuente: (Agua.org.mx, 2018). Agua en el Planeta. (Figura). Recuperado de <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>

Aunque muchas regiones cuenten aún con agua suficiente para cubrir las necesidades de cada individuo, ésta no se encuentra distribuida equitativamente y por lo tanto requiere que sea manejada y usada adecuadamente. (Fernandez Cirelli & du Mortier, 2005, pág. 1)

El agua dulce disponible en el planeta presenta los siguientes patrones de aprovechamiento: sector agropecuario (69%), sector industrial (19 %) y el uso doméstico domiciliario (12%) (Agua.org.mx, 2018, pág. 1).

En la ilustración 2., se muestra la disponibilidad promedio de agua a nivel mundial por  $m^3$  habitante año, en la que se puede observar que, en varios países de los continentes de Asia, África y Europa, ya se presenta una disponibilidad del recurso limitada para satisfacer las necesidades básicas. (Departamento General de Irrigación, 2016, pág. 1).

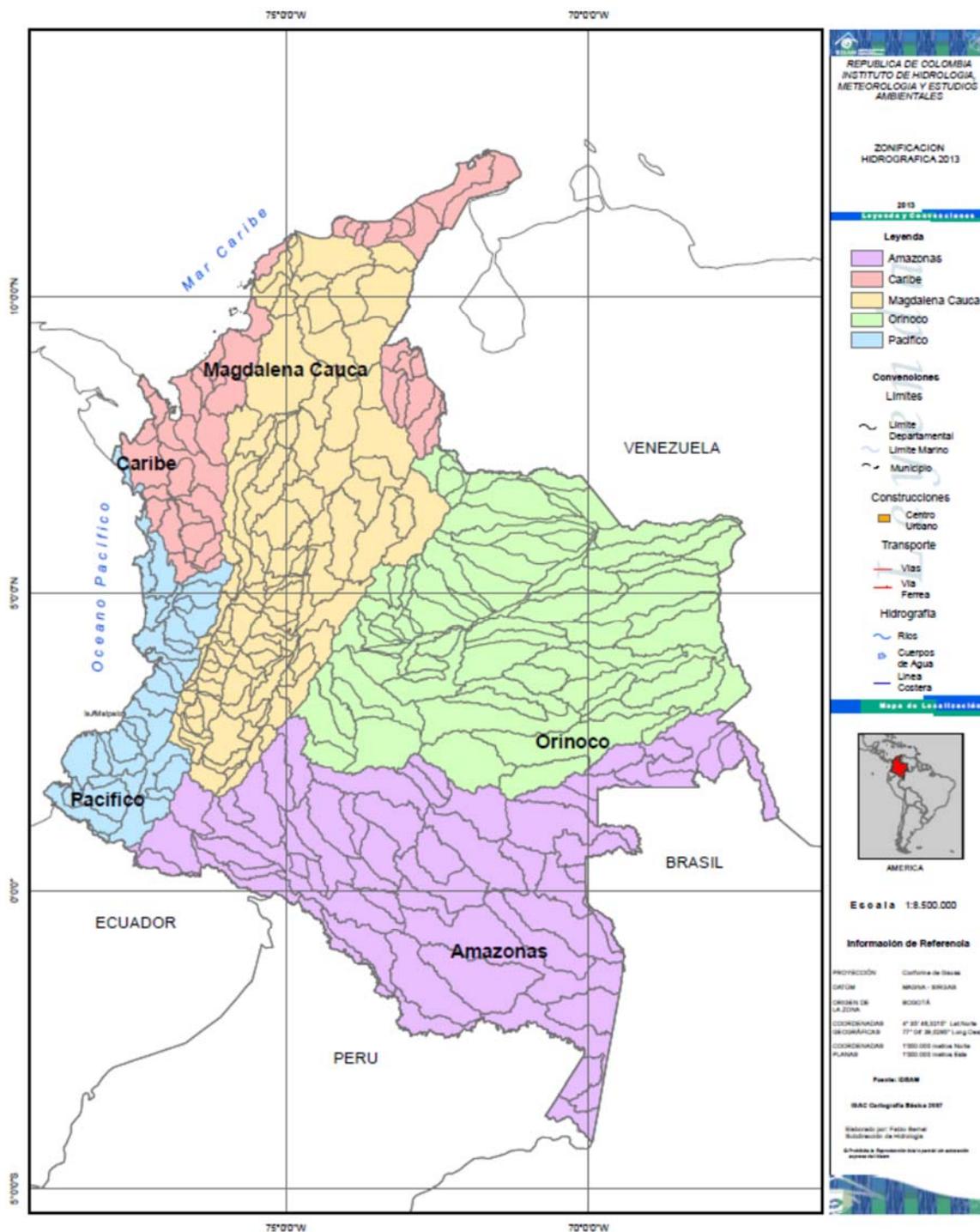


**Ilustración 2. Disponibilidad del Agua en el Planeta**  
Fuente: (Departamento General de Irrigación, 2016). Disponibilidad de Agua y Población. (Mapa). Recuperado de: [http://aquabook.agua.gob.ar/1024\\_0](http://aquabook.agua.gob.ar/1024_0)

**2.1.2 Distribución de Agua en un Contexto Nacional.** Colombia se encuentra ubicada en el extremo noroccidental de América del Sur, comprendida entre las coordenadas 4° 13' latitud sur y entre los 17° 50' de latitud norte y entre los 66° 50' de longitud oeste y los 84° 46' de longitud oeste de Greenwich, incluidos los territorios marítimos, lo cual le permite tener costas en el Atlántico y el Pacífico. Tiene un área continental de 1.141.742 km<sup>2</sup>. Adicionalmente, tiene un área oceánica de 988.000 km<sup>2</sup> (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-, 2013, pág. 9)

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM (2013), en la ilustración 3., establece para el territorio Colombiano cinco áreas hidrográficas a saber:

- Área hidrográfica del Caribe
- Área hidrográfica del Pacífico
- Área hidrográfica del Magdalena-Cauca
- Área hidrográfica del Orinoco
- Área hidrográfica del Amazona



**Ilustración 3. Áreas Hidrográficas para Colombia**

**Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, 2013).  
Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas. (Mapa).**

**Recuperado de:**

**[documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf)**

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, (2015), en la tabla 1., plantea la distribución de la oferta hídrica y caudales, para cada una de las áreas hidrográficas que conforman el país:

**Tabla 1. Distribución de la Oferta Hídrica y Caudales para Colombia**

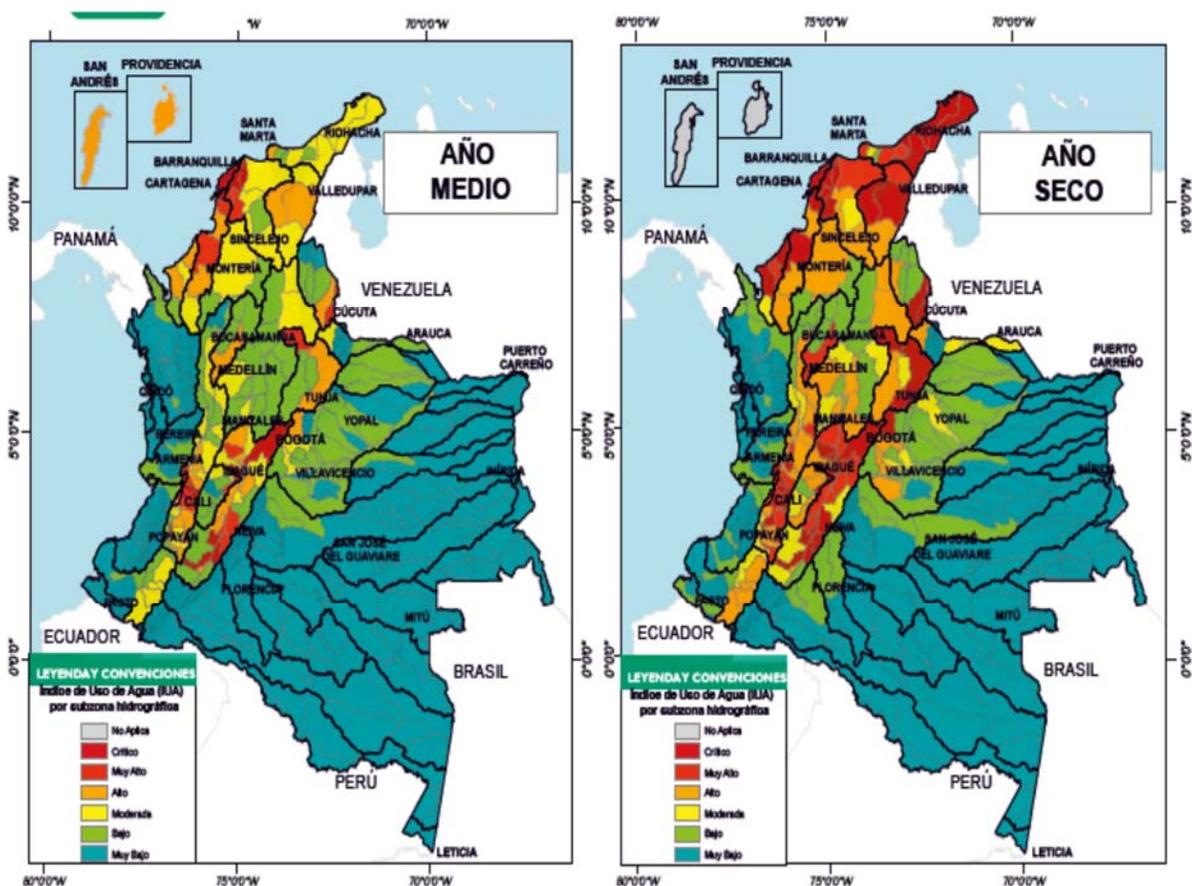
	Área hidrográfica	Oferta Total (Mm <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Porcentaje de la Oferta
1	Caribe	182.565	5.799	9.1
2	Magdalena - Cauca	271.049	8.595	13.54
3	Orinoco	529.469	16.789	26.3
4	Amazonas	745.070	23.626	37.0
5	Pacífico	283.201	8.980	14.1
	<b>Total</b>	<b>2011.655</b>	<b>63.789</b>	<b>100</b>

**Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015). Estudio Nacional del Agua. Recuperado de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)**

El mayor uso de agua se concentra en el área hidrográfica de los ríos Magdalena y Cauca con 20.247 millones de m<sup>3</sup> (67% del total), seguida de la Caribe con 4.904 millones de m<sup>3</sup> (16%), en tercer lugar, se encuentra el Orinoco con 3.624 millones de m<sup>3</sup> (12%), posteriormente se ubica el Pacífico con 1.281 millones de m<sup>3</sup> (4%) y en último lugar el Amazonas con 162 millones de m<sup>3</sup> (1%). (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2019)

Tal situación es una respuesta a la tendencia de ocupación del territorio debido a que en las áreas hidrográficas Magdalena-Cauca y Caribe, se concentra el 80% de la población nacional con estimativos que se aproximan a 17.500.000 habitantes y se produce el 80% del PIB Nacional; y en estas tan sólo se cuenta con 22% de la oferta total de agua superficial. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2019)

La ilustración 4., corresponde al mapa de índice de uso del agua para el territorio Colombiano en condiciones de año hidrológico medio y seco:



**Ilustración 4. Índice de Uso del Agua en Condiciones de Año Medio y Seco**  
**Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2019).**  
**Estudio Nacional del Agua Año 2018. (Mapa). Recuperado de:**  
<https://www.ambienteysociedad.org.co/es/estudio-nacional-del-agua-2018/>

En el mapa de índice de uso del agua, se observa que las cuencas Magdalena –Cauca y Caribe prestan índices de usos de agua clasificados en las categorías de demandas críticas, muy altas y altas, representadas por el color rojo, naranja y mostaza, respectivamente.

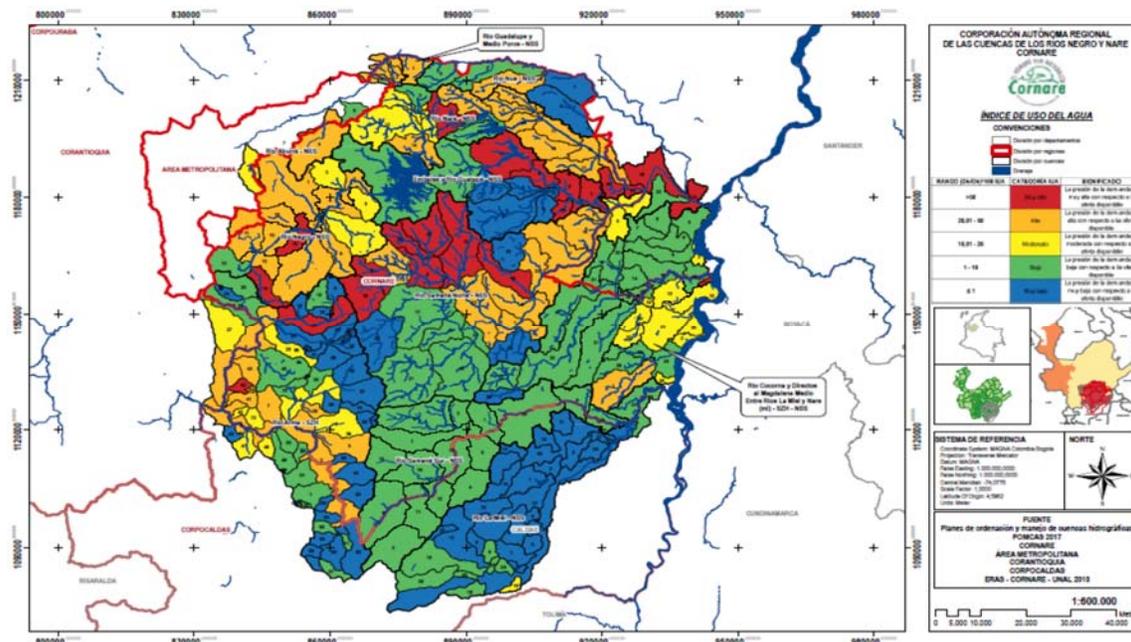
**2.1.3 Distribución de Agua en un Contexto Regional.** La región Cornare presenta un área total de 8.318 Km<sup>2</sup> y una población de 381.544 habitantes. La oferta hídrica total en la región se estima en 12.24 Km<sup>3</sup> al año la cual corresponde a 19.855 m<sup>3</sup> anuales por habitante. Así mismo, se determina que, aplicando las reducciones por calidad y por estiaje, esta disponibilidad disminuye a 9.927 m<sup>3</sup> por habitante por año. Según la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – Cornare (2014), en la tabla 2., se plantea la distribución de la oferta hídrica y caudales, para cada una de las cuencas de la región:

**Tabla 2. Distribución de la Oferta Hídrica y Caudales Región Cornare**

Cuenca	Área Total (Km <sup>2</sup> )	Municipios que la conforman	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Rendimiento (l/s/km <sup>2</sup> )
Río Nare	5.676,86	San Vicente, Santo Domingo, Concepción, Alejandría, San Roque, San Rafael, El Peñol, Guatapé y San Carlos	347,31	347.310	61,18
Río Samaná Norte	2.656,19	San Rafael, San Carlos, Granada, Cocorná, San Luís, san Francisco. El Carmen de Viboral y Sonsón	186,55	186.550	70,23
Río Nus	850,51	Santo Domingo y San Roque	43,94	43.940	51,66
Río Negro	924,83	El Retiro, La Ceja, Rionegro, Guarne, Marinilla, El Santuario, San Vicente y El Carmen de Viboral	39,67	39.670	42,89
Río Samaná Sur	1.183,54	Argelia, Nariño y Sonsón	98,98	98.980	83,63
Río Arma	1.939,79	El Retiro, Abejorral, La Ceja, La Unión y Sonsón	96,58	96.580	49,79
Río Porce	1.142,00	San Luís, San Francisco, Puerto Triunfo y Sonsón	34,25	3.4250	29,99
Río claro- Cocorná sur	850,76	San Luís, San Francisco, Puerto Triunfo y Sonsón	45,76	45.760	53,79
Directos al Magdalena		Sonsón y Puerto Triunfo	Sin datos	Sin datos	Sin datos

**Fuente: (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare, 2014) Plan de Gestión Ambiental Regional 2014 - 2032. Recuperado de <http://www.cornare.gov.co/PGAR/Final-PGAR-2014-2032.pdf>**

La ilustración 5, corresponde al mapa de índice de uso del agua de la región Cornare, en el que se observa para las cuencas Río Negro, Río Nare y Samaná Norte, índices de usos de agua clasificados en las categorías de demandas muy altas y altas, representadas por el color rojo y naranja, respectivamente. Tal situación es una respuesta a la tendencia de ocupación del territorio debido a que la cuenca del Río Negro, se concentra el 72% de la población de Cornare con estimativos que se aproximan a 275.249 habitantes, en el Río Nare se ubica el sistema interconectado de Embalses que generan el 15% de la energía eléctrica del país y en la cuenca Samaná Norte se desarrollan proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas que aprovechan las condiciones del territorio para explotar las caídas de agua para generar energía sin necesidad de embalses.



**Ilustración 5. Índice de Uso del Agua en Condiciones de Año Medio en la Región Cornare**  
**Fuente: Elaboración Propia**

## 2.2 Marco de Antecedentes

### 2.2.1 Generalidades del Municipio Guarne.



**Ilustración 6. Panorámica del Municipio de Guarne**

**Fuente: (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare, 2005). Panorámicas Municipios de Cornare. (Foto). Recuperado de: Atlas biofísico de la Cuenca del Río Negro Oriente Antioqueño.**

**Tabla 2. Generalidades Municipio de Guarne**

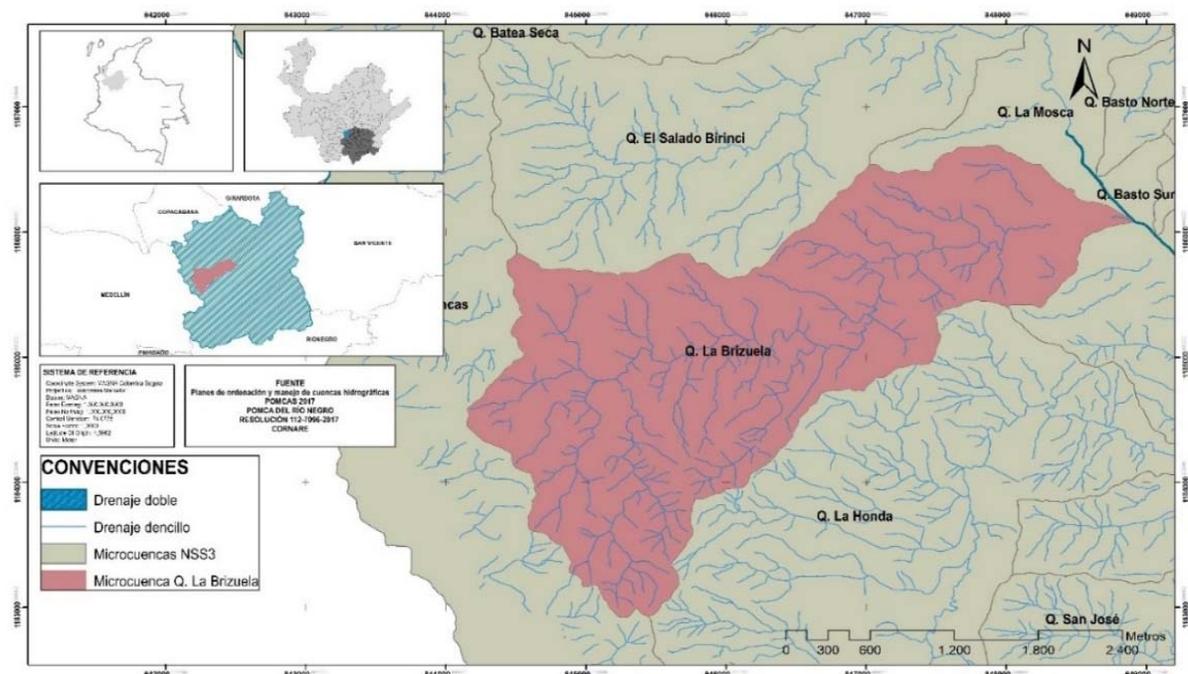
<b>Generalidades Municipio de Guarne</b>																					
Área	151 Km <sup>2</sup>																				
Veredas	33: El Palmar, Barro Blanco, Canoas, El Colorado, Bellavista, La Honda, La Hondita, Piedras Blancas, San Isidro, La Pastorcita, Alto de la Virgen, Romeral, Hojas Anchas, El Molino, Guamito, Juan XXIII, Chaparral, Guapante Arriba, Guapante abajo, Yolombal, La Enea, San Ignacio, La Mosquita, Toldas, Garrido, La Mejía, Montañez, La Clara, La Charanga, La Brizuela San José, El Salado y El Zango.																				
Altura de la Cabecera	2.150 msnm																				
Clima	Frío																				
Temperatura Promedio	18 ° C																				
Precipitación Media	2.370 mm/año																				
A continuación, se presentan el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI, total, cabecera y resto para el Municipio de Guarne y las proyecciones de población del 2015- 2034, según el censo de DANE del año 2005:																					
Caracterización de la Población	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Código Municipio</th> <th rowspan="2">Nombre Municipio</th> <th colspan="3">Personas en NBI</th> </tr> <tr> <th>Cabecera (%)</th> <th>Resto (%)</th> <th>Total (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>318</td> <td>Guarne</td> <td>9,36</td> <td>22,28</td> <td>17,73</td> </tr> </tbody> </table>	Código Municipio	Nombre Municipio	Personas en NBI			Cabecera (%)	Resto (%)	Total (%)	318	Guarne	9,36	22,28	17,73							
	Código Municipio			Nombre Municipio	Personas en NBI																
Cabecera (%)		Resto (%)	Total (%)																		
318	Guarne	9,36	22,28	17,73																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Proyección de población municipio de Guarne</th> </tr> <tr> <th>Año</th> <th>2015</th> <th>2020</th> <th>2034</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Población Cabecera</b></td> <td>17.609</td> <td>19.817</td> <td>25.632</td> </tr> <tr> <td><b>Población Resto</b></td> <td>30.188</td> <td>32.312</td> <td>38.455</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>47.797</td> <td>52.129</td> <td>64.087</td> </tr> </tbody> </table>		Proyección de población municipio de Guarne				Año	2015	2020	2034	<b>Población Cabecera</b>	17.609	19.817	25.632	<b>Población Resto</b>	30.188	32.312	38.455	<b>Total</b>	47.797	52.129	64.087
Proyección de población municipio de Guarne																					
Año	2015	2020	2034																		
<b>Población Cabecera</b>	17.609	19.817	25.632																		
<b>Población Resto</b>	30.188	32.312	38.455																		
<b>Total</b>	47.797	52.129	64.087																		
Actividades Económicas Principales	Agricultura: Fríjol, hortalizas, mora, tomate de árbol; Avicultura; Ganadería: Lechera, Porcina; Turismo; Industria manufacturera.																				

**Fuente: (Cadavid Gallego & Iral Zapata, 2012). Atlas biofísico de la Cuenca del Río Negro Oriente Antioqueño. Recuperado de: Atlas biofísico de la Cuenca del Río Negro Oriente Antioqueño**

### 2.2.2 Generalidades Cuenca La Brizuela.

La cuenca de la Quebrada La Brizuela está localizada al sur - oeste de la cabecera del área urbana de Guarne, desemboca en la Quebrada La Mosca en inmediaciones del municipio, la cual a su vez aporta a sus aguas a la gran cuenca del Río Negro. Limita con las cuencas El Salado, La Honda y Piedras Blancas. (Universidad Nacional de Colombia, 2006, pág. 5)

La parte alta de la cuenca está ubicada en el sitio denominado Alto de Medina al cual se llega por la vía que desde la Autopista Medellín-Bogotá comunica al Municipio de Guarne con el parque recreativo de protección especial Piedras Blancas, el cual es un espacio de importancia turística para la población de la ciudad de Medellín, el Oriente Antioqueño y visitantes foráneos. Son variadas las ofertas recreativas y de disfrute del paisaje que ofrece el parque, desde espejos de agua como la represa Piedras Blancas, riachuelos, bosques naturales, un desarrollo urbanístico armonizado con la oferta natural del paisaje, caminos indígenas y de la colonia, entre muchos otros atractivos y servicios. (Universidad Nacional de Colombia, 2006, pág. 5)



**Ilustración 7. Localización Cuenca La Brizuela**  
**Fuente: Elaboración Propia**

La cuenca La Brizuela tiene un área total de 719.344 ha, y se encuentra distribuida porcentualmente de la siguiente forma:

**Tabla 3. Distribución Porcentual de las Veredas que Conforman la Cuenca La Brizuela**

Vereda	Área total (ha)	Área dentro de la cuenca (ha)	Porcentaje del área de la vereda dentro de la cuenca	Porcentaje de la cuenca ocupado por la vereda
Área urbana	175.72	19.37	11.02%	2,65%
La Brizuela	794.82	582.93	73.34%	79,77%
La Honda (sector Pueblito)	1,145.86	12.89	1.12%	1,76%
Otras	249.94	4.22	1.69%	0,58%
Piedras Blancas	788.89	102.33	12.97%	14,00%
<b>Zona Suburbana</b>	<b>77.49</b>	<b>9.05</b>	<b>11.68%</b>	<b>1,24%</b>

**Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2006). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca La Brizuela. Recuperado de: Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca La Brizuela**

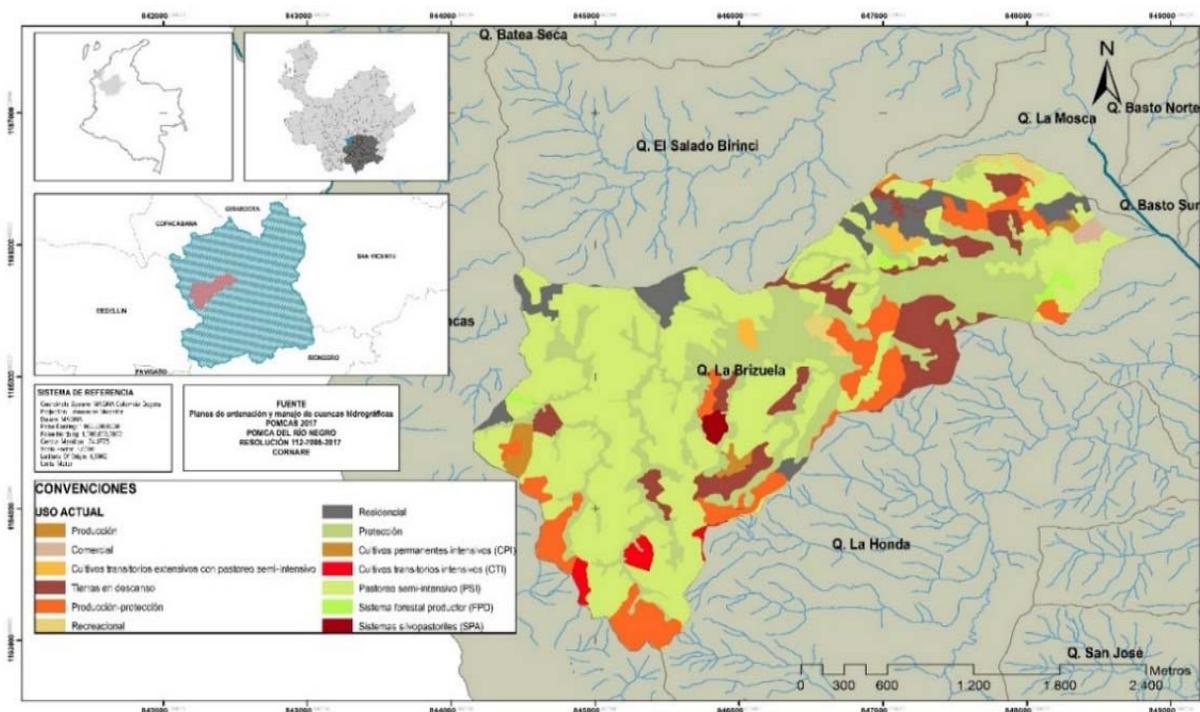
### 2.2.3 Usos del Suelo en la Cuenca La Brizuela.

**2.2.3.1. Uso Actual.** Según el Consorcio Pomcas Oriente Antioqueño (2017), en la tabla 4 e ilustración 8, se establece el uso actual del suelo en la Cuenca La Brizuela, donde el mayor porcentaje del área es utilizado actualmente en pastoreo Semi-Intensivo (PSI) (47%), seguido del de Protección (24 %), posteriormente, se ubica el de Producción-Protección (10 %) y tierra en descanso con un (9%). Las demás clasificaciones se encuentran en porcentajes inferiores al 5%.

**Tabla 4. Uso Actual del Suelo Cuenca La Brizuela**

Uso Actual	Total (ha)	%
Comercial	0,228	0,03%
Cultivos permanentes intensivos (CPI)	7,989	1,11%
Cultivos transitorios extensivos con pastoreo semi-intensivo	6,256	0,87%
Cultivos transitorios intensivos (CTI)	7,490	1,04%
Pastoreo semi-intensivo (PSI)	334,859	46,55%
Producción	1,444	0,20%
Producción-protección	71,812	9,98%
Protección	171,919	23,90%
Recreacional	7,592	1,06%
Residencial	34,249	4,76%
Sistema forestal productor (FPD)	5,365	0,75%
Sistemas silvopastoriles (SPA)	3,294	0,46%
Tierras en descanso	66,848	9,29%
<b>Total</b>	<b>719,344</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente: Elaboracion Propia**



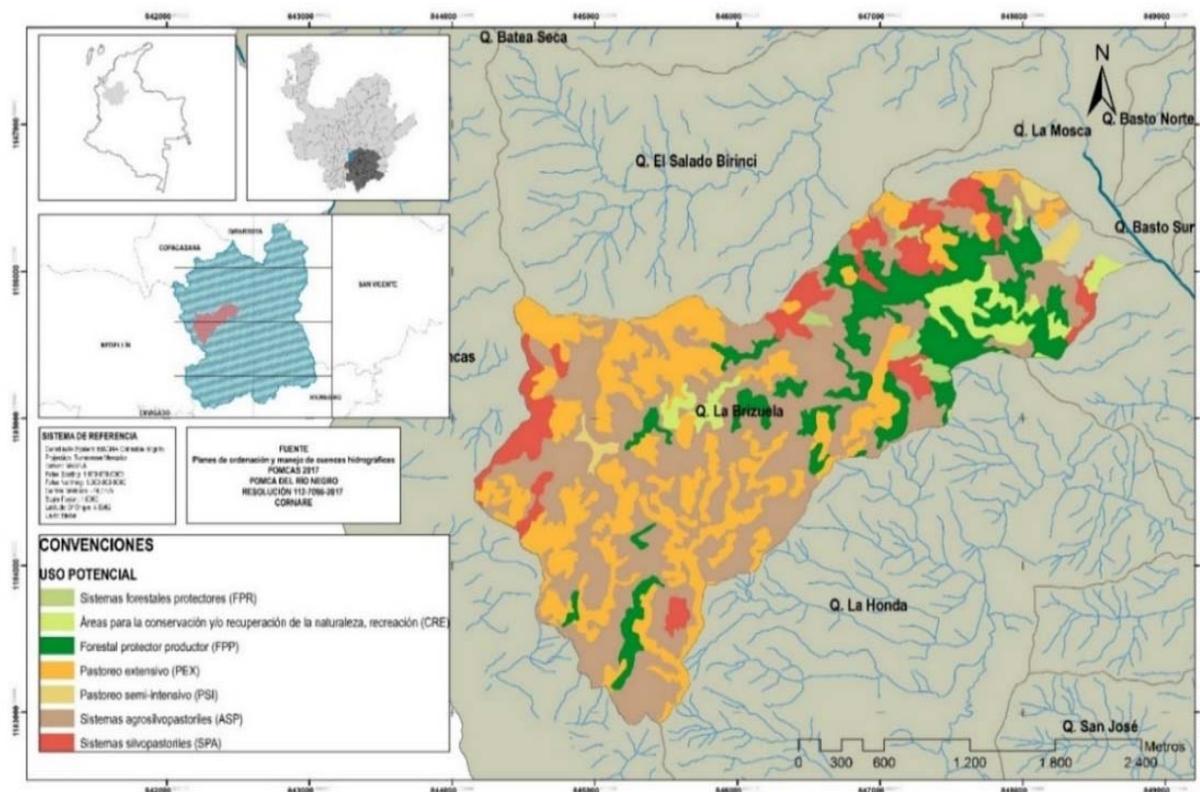
**Ilustración 8. Uso Actual del Suelo Cuenca La Brizuela**  
Fuente: Elaboración Propia

**2.2.3.2 Uso Potencial.** En la tabla 5 e ilustración 9, el Consorcio Pomcas Oriente Antioqueño (2017), determina el uso potencial del suelo en la Cuenca La Brizuela que acorde a sus características, debería ser utilizado en Sistemas agrosilvopastoriles (ASP) (42%), seguido de Pastoreo extensivo (PEX) (26%) y el de Forestal protector productor (FPP) (15%). Las demás clasificaciones se encuentran en porcentajes inferiores al 10%.

**Tabla 5. Uso Potencial del Suelo Cuenca La Brizuela**

Uso Potencial	Total (ha)	%
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	30,465	4,24%
Forestal protector productor (FPP)	107,718	14,97%
Pastoreo extensivo (PEX)	189,398	26,33%
Pastoreo semi-intensivo (PSI)	17,97346	2,50%
Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)	303,135	42,14%
Sistemas forestales protectores (FPR)	8,233	1,14%
Sistemas silvopastoriles (SPA)	62,422	8,68%
Total	<b>719,344</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 9. Uso Potencial del Suelo Cuenca La Brizuela**  
**Fuente: Elaboracion Propia**

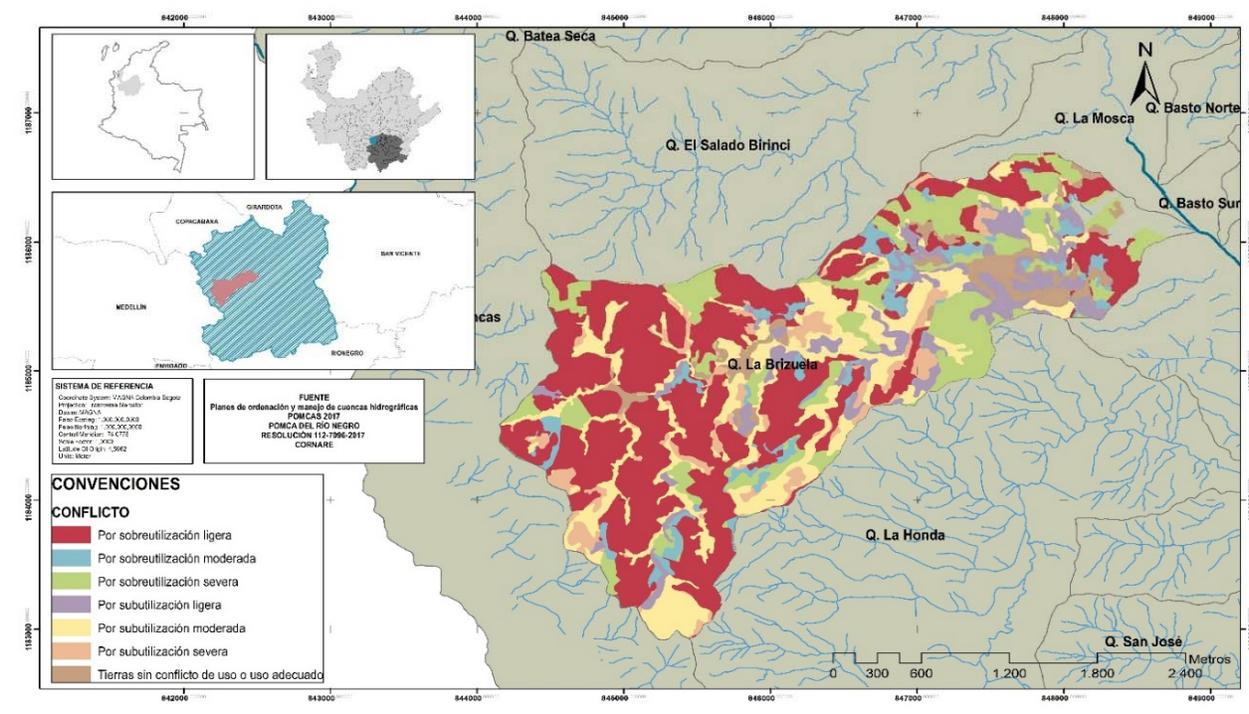
Por la forma del relieve en la cuenca La Brizuela, el uso potencial deberían ser los Sistemas agrosilvopastoriles (ASP), es decir, la combinación de cultivos o actividades pecuarias con prácticas agro - tecnológicas conservacionistas y los bosques o plantaciones forestales, productores y/o protectores. El mantenimiento y expansión de las áreas cultivadas debe hacerse con cultivos semilimpios permanentes y cultivos densos, que conllevan labores poco severas, las que por su sistema radicular no exigen remociones anuales y constituyen una buena cobertura vegetal. (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017)

**2.2.3.3 Conflictos.** Para el tema de Conflictos el Consorcio Pomcas Oriente Antioqueño, (2017), establece en la tabla 6 e ilustración 10, que en la cuenca se presenta un uso inadecuado del suelo por sobreutilización en el (64%), subutilización en el (32%) y a tan solo al (4%) del territorio se le está dando un uso adecuado acorde a sus potencialidades.

**Tabla 6. Conflictos por el Uso del Suelo Cuenca La Brizuela**

Conflictos	Total (ha)	%
Por sobreutilización ligera	302,551	42,06%
Por sobreutilización moderada	37,870	5,26%
Por sobreutilización severa	117,231	16,30%
Por subutilización ligera	59,586	8,28%
Por subutilización moderada	125,232	17,41%
Por subutilización severa	42,374	5,89%
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	34,501	4,80%
<b>Total</b>	<b>719,344</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente: Elaboracion Propia**



**Ilustración 10. Conflictos por el Uso del Suelo Cuenca La Brizuela**

**Fuente: Elaboracion Propia**

## 2.2.4 Análisis de Oferta y Demanda del Agua en la cuenca La Brizuela

**2.2.4.1 Demanda.** En el cálculo de la demanda según la información de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – Cornare (2018), se establece para la cuenca La Brizuela lo siguiente:

**Tabla 7. Concesiones de Agua Vigentes Otorgadas por CORNARE en la Cuenca La Brizuela**

<b>Uso</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
Comercial	0,003
Doméstico	110,889
Generación de Energía Cinética	48,333
Industrial	11,160
Ornamental	0,007
Pecuario	0,296
Piscícola	1,564
Riego	1,617
<b>Total</b>	<b>173,869</b>

**Fuente: Elaboracion Propia**

El mayor porcentaje de la demanda existente en esta cuenca corresponde al uso doméstico, dentro del cual se identifica como gran usuario a la Empresa de Servicios Públicos de Guarne Aquaterra S.A E.S. P, que abastece al municipio y posee una concesión de 106.1 l/s, caudal que corresponde al 96% de la demanda total doméstica concesionada. En segundo lugar, encontramos la Generación de Energía Cinética con un 27% y en tercer lugar el Uso Industrial con un 6%, donde sobresale la concesión otorgadas a la Empresa New Stetic S.A. Finalmente, un 1.9% del total concesionado corresponde a otros usos. (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare, 2018)

**2.2.4.2 Oferta.** Para el cálculo de la Oferta la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – Cornare (2018), a partir de la herramienta *HidroSIG*, la cual aplica la metodología de balance hídrico, obtiene los caudales al cierre antes de la descarga sobre la Q. La Mosca, resultado del proceso de modelación se obtienen los siguientes datos:

**Tabla 8. Modelación de Caudales Cuenca La Brizuela**

<b>Caudal</b>	<b>(l/s)</b>
Medio	368
Mínimo (TR 10 Años)	106
Ecológico	53

**Fuente: Elaboracion Propia**

**2.2.4.3 Cuantificación de la Oferta Hídrica Neta e Índice de Uso del Agua.** Con base en la propuesta metodológica de la Resolución 0865 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004), propone para el cálculo del índice de uso del agua, relacionar porcentualmente la demanda de agua teniendo en cuenta el conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico, empujando la siguiente expresión:

**Ecuación 1. Índice de Uso del Agua**

$$I_e = \frac{DH}{ON - CE} \cdot 100\%$$

*Donde:*

*DH = Demanda Hídrica*

*ON = Oferta Natural*

*CE = Caudal Ecológico*

La interpretación del índice de uso del agua se presenta en la Tabla 9

**Tabla 9. Interpretación del Índice de Uso del Agua**

<b>Categoría</b>	<b>Rango</b>	<b>Color</b>	<b>Explicación</b>
Alto	> 50 %	Rojo	Demanda Alta
Medio Alto	21-50 %	Naranja	Demanda Apreciable
Medio	11-20 %	Amarillo	Demanda Baja
Mínimo	1-10 %	Verde	Demanda Muy Baja
No Significativo	< 1 %	Azul	Demanda No significativa

**Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Resolución 0865 de 2004. Recuperado de:**  
[https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/ie\\_mejorado/documentos/Resolucio\\_n865-04.pdf](https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/ie_mejorado/documentos/Resolucio_n865-04.pdf)

**Tabla 10. Cálculo del Índice de Uso del Agua en la Cuenca La Brizuela**

Caudal Medio (l/s)	368
Caudal Mínimo (Periodo de Retorno: 10 Años) (l/s)	106
Caudal Ecológico (l/s)	53
Caudal Otorgado (Concesiones Vigentes) (l/s)	174
Oferta Neta Caudal. Medio (Caudal Medio – Caudal Ecológico) (l/s)	315
Caudal Disponible (l/s)	141
Oferta Neta Caudal Mínimo (Caudal Mínimo – Caudal Ecológico) (l/s)	53
Caudal Disponible Mínimo (l/s)	-33
Índice de Uso del Agua (Caudal Medio)	55,20
Índice de Uso del Agua (Caudal Mínimo)	328,06

**Fuente: Elaboracion Propia**

Después de efectuar los cálculos respectivos para la cuenca la Brizuela para años hidrológicos de medios y mínimos, se encuentra que en ésta se presentan índices de uso del agua superiores al 50%, situación que corresponden a una Demanda Alta, denotando una presión sobre el ecosistema ya que se está consumiendo más del 50% de la oferta total disponible. (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare, 2018)

### 2.3 Marco Conceptual

**Agua superficial:** La oferta hídrica superficial se refiere al volumen de agua continental, almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo, se cuantifica a través de la escorrentía y rendimientos hídricos ( $l/s - km^2$ ) en las unidades espaciales de análisis definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia, clasificada en tres niveles; áreas, zonas y subzonas hidrográficas. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Año hidrológico:** Período de 12 meses a lo largo del cual se miden las precipitaciones sobre una determinada cuenca hidrográfica. (Franzini, 1978)

**Año hidrológico Seco:** Año en el que se presentan precipitaciones inferiores al menos en un 15% a la media aritmética (Franzini, 1978)

**Año hidrológico Húmedo:** Año en el que se presentan precipitaciones que superan al menos en un 15% a la media aritmética. (Franzini, 1978)

**Año hidrológico Medio:** Año en el que se promedian ambos extremos del seco y húmedo (Franzini, 1978)

**Caudal:** Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, 2013)

**Caudal ecológico:** Volumen de agua mínima necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce, tales como: Los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como dilución de contaminantes, la amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos y/o la preservación del paisaje. (Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT)., 2011)

**Caudal medio diario:** Cantidad de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Caudal medio mensual:** Promedio de los caudales medios diarios del mes. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Caudal medio anual:** Promedio de los caudales medios diarios del año. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Cuenca hidrográfica:** Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Demanda:** La demanda de agua estimada corresponde a la cantidad o volumen de agua usado por los sectores económicos y la población. Considera el volumen de agua extraído o que se almacena de los sistemas hídricos y que limita otros usos; contempla el volumen utilizado como materia prima, como insumo y el retornado a los sistemas hídricos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004)

**Índice de uso del agua:** Relación entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004)

**Módulo de consumo hídrico:** Cantidad de agua necesaria expresada en una unidad de medida, para ser utilizada en una actividad específica desarrollada por el hombre. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

**Módulo de consumo doméstico o dotación:** Cantidad de agua asignada a una población o aun habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

**Oferta del agua:** La oferta del agua está asociada al régimen hidrológico, se define como las variaciones del estado y de las características de una masa de agua que se repiten de forma regular en el tiempo y en el espacio y que muestran patrones estacionales o de otros tipos. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Período de retorno:** Lapso de tiempo promedio que separa dos eventos de determinada magnitud. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

**Unidad hidrológica de análisis:** Área natural de concentración y recolección de aguas superficiales y/o subterráneas que tiene connotación principalmente hidrológica en la cuantificación, distribución y utilización de los recursos hídricos disponibles. Para aguas superficiales su delimitación se realiza siguiendo la divisoria topográfica de aguas, y para aguas subterráneas siguiendo criterios hidrogeológicos. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2015)

### 3. JUSTIFICACIÓN

#### 3.1 Entorno del proyecto

El proyecto se realizará en la cuenca La Brizuela, localizada al sur - oeste de la cabecera del área urbana del Municipio de Guarne; la cual tributa sus aguas a la Quebrada La Mosca en inmediaciones de la zona urbana, la cual a su vez aporta a sus aguas a la gran cuenca del Río Negro. Limita con las cuencas El Salado, La Honda y Piedras Blancas. La parte alta de la cuenca está ubicada en el sitio denominado Alto de Medina al cual se llega por la vía que desde la Autopista Medellín-Bogotá comunica al municipio de Guarne con el parque recreativo de protección especial Piedras Blancas, el cual es un espacio de importancia turística para la población de la ciudad de Medellín, el Oriente Antioqueño y visitantes foráneos. Son variadas las ofertas recreativas y de disfrute del paisaje que ofrece el parque, desde espejos de agua como la represa Piedras Blancas, riachuelos, bosques naturales, un desarrollo urbanístico armonizado con la oferta natural del paisaje, caminos indígenas y de la colonia, entre muchos otros atractivos y servicios. (Universidad Nacional de Colombia, 2006, pág. 5)

#### 3.2 Análisis de la Situación Actual

En la cuenca La Brizuela se presenta una presión por el aprovechamiento de los recursos naturales, el uso actual que predomina en el territorio corresponde a pastos mezclados con plantaciones de coníferas presentándose procesos de deforestación para el establecimiento de cultivos de papa, como roturador de suelos que luego son reemplazados por pastos, tanto

naturales para ganado de carne como pastos mejorados para el ganado de leche, ocasionando en la zona grandes conflictos por el uso del suelo, que pueden conllevar a una disminución de la oferta hídrica superficial de la principal fuente de abastecimiento del área urbana del municipio de Guarne.

La cuenca La Brizuela proveedora de agua para 19.817 habitantes asentados en el área urbana del municipio de Guarne, actualmente se encuentran demandando un caudal de 106.1 l/s, cifra que corresponde a la concesión vigente de la Empresa de Servicios Públicos Aquaterra S.A E.S.P, prestadora del servicio de acueducto (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare, 2018).

En la zona se presentan conflictos relacionados con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, por lo que se hace necesario diseñar e implementar la red de monitoreo para el conocimiento de la oferta hídrica total y disponible y la obtención de balances hídricos confiables, que sirvan de apoyo a la Autoridad Ambiental competente en la zona, para la toma de decisiones en el desarrollo de las funciones delegadas por la norma, en especial la atención de los trámites de permisos ambientales y al Ente Territorial y a la Empresa de Servicios Públicos, para que cuenten con una línea base confiable que pueda ser empleada en los procesos de planificación del territorio y el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales

## 4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS

### 4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema

La región del Oriente Antioqueño se destaca a nivel nacional y regional debido a su ubicación estratégica, su gran importancia ecológica por la alta biodiversidad, riqueza natural y turística, razones por las cuales se constituyó en polo de atracción para el desarrollo de megaproyectos y la construcción de infraestructura de servicios y habitacionales. Según datos de Camacol Antioquia (2017) para el período 2010 -2015, en la región presentó un incremento del 250 % pasando de 694 unidades habitacionales a 2.424. Adicionalmente, según cifras de la Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia el desarrollo urbanístico del Oriente Antioqueño para el año 2017 presentó un incremento del 22% respecto al 2016 con 3.943 unidades inmobiliarias comercializadas frente a las 3.220 unidades vendidas el año anterior.

El Municipio de Guarne hace parte de la Región del Oriente cercano y no es ajeno a las condiciones citadas que han contribuido a una importante transformación del medio físico y socioeconómico con una alta demanda de sus recursos naturales. La Brizuela principal fuente de abastecimiento, presenta una presión en el aprovechamiento de los recursos naturales, determinado por el conflicto en el uso del suelo, que conllevan a una disminución de la oferta hídrica superficial de la principal fuente de abastecimiento del área urbana del municipio y dado que no existe una red de estaciones de caudal que permitan realizar un monitoreo continuo de la oferta en la cuenca, impidiendo determinar su variabilidad para diferentes años hidrológicos.

## 4.2 Problema Central

El área urbana del Municipio de Guarne según las proyecciones realizadas por Cornare, cuenta con una población de 19.817 habitantes que se abastecen de la Cuenca La Brizuela la cual presenta un caudal estimado para condiciones hidrológicas de año medio de 368 l/s, año seco de 106 l/s, un ecológico de 53 l/s y un total otorgado correspondiente a 174 l/s. Según estimaciones del índice de uso de agua en la cuenca, mediante el cual se relacionan los datos de caudales para año medio, seco, ecológico y la demanda, en esta se presenta un porcentaje de uso superior al 50% del caudal para ambas épocas, denotando una presión sobre el ecosistema ya que se está consumiendo más de la mitad de la oferta total disponible.

Los cálculos realizados corresponden a estimaciones y debido a la ausencia de una red para medir el caudal de forma continua, imposibilita tener información confiable para calcular la oferta real a fin de realizar balances hidrológicos ajustados a las condiciones actuales del territorio.

## 4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base

La cuenca la Brizuela presenta un caudal medio 368 l/s y un caudal mínimo de 106 l/s, presentándose disminuciones de la oferta hídrica superficial del 71 % en épocas de bajas precipitaciones. El índice de Uso del Agua calculado para la cuenca con caudales medios y mínimos presenta porcentajes superiores al 50%, situación que corresponden a una Demanda

Alta, denotando una presión sobre el ecosistema ya que se está consumiendo más de la mitad del agua total disponible como se observa en la tabla N° 11.

**Tabla 11. Índice de Uso del Agua en la Cuenca La Brizuela**

Caudal Medio (l/s)	368
Caudal Mínimo (Periodo de Retorno: 10 Años) (l/s)	106
Caudal Ecológico (l/s)	53
Caudal Otorgado (Concesiones Vigentes) (l/s)	174
Oferta Neta Caudal. Medio (Caudal Medio – Caudal Ecológico) (l/s)	315
Caudal Disponible (l/s)	141
Oferta Neta Caudal Mínimo (Caudal Mínimo – Caudal Ecológico) (l/s)	53
Caudal Disponible Mínimo (l/s)	-33
Índice de Uso del Agua (Caudal Medio)	55,20
Índice de Uso del Agua (Caudal Mínimo)	328,06

**Fuente: Elaboración Propia**

#### 4.4 Causas que generan el problema

Las causas de esta situación obedecen a lo siguiente:

##### 4.4.1 Causas directas.

- Baja capacidad operativa de la Autoridad Ambiental para realizar control y seguimiento al usos y aprovechamiento de los recurso naturales
- Limitada asignación de recursos económicos y técnicos

#### **4.4.2 Causas indirectas.**

- Deficiencia en el control del uso y aprovechamiento de los recursos naturales
- Poca voluntad política e institucional para invertir en soluciones
- Recursos limitados (Económicos y técnicos)

#### **4.5 Efectos generados por el problema**

Generándose los siguientes efectos:

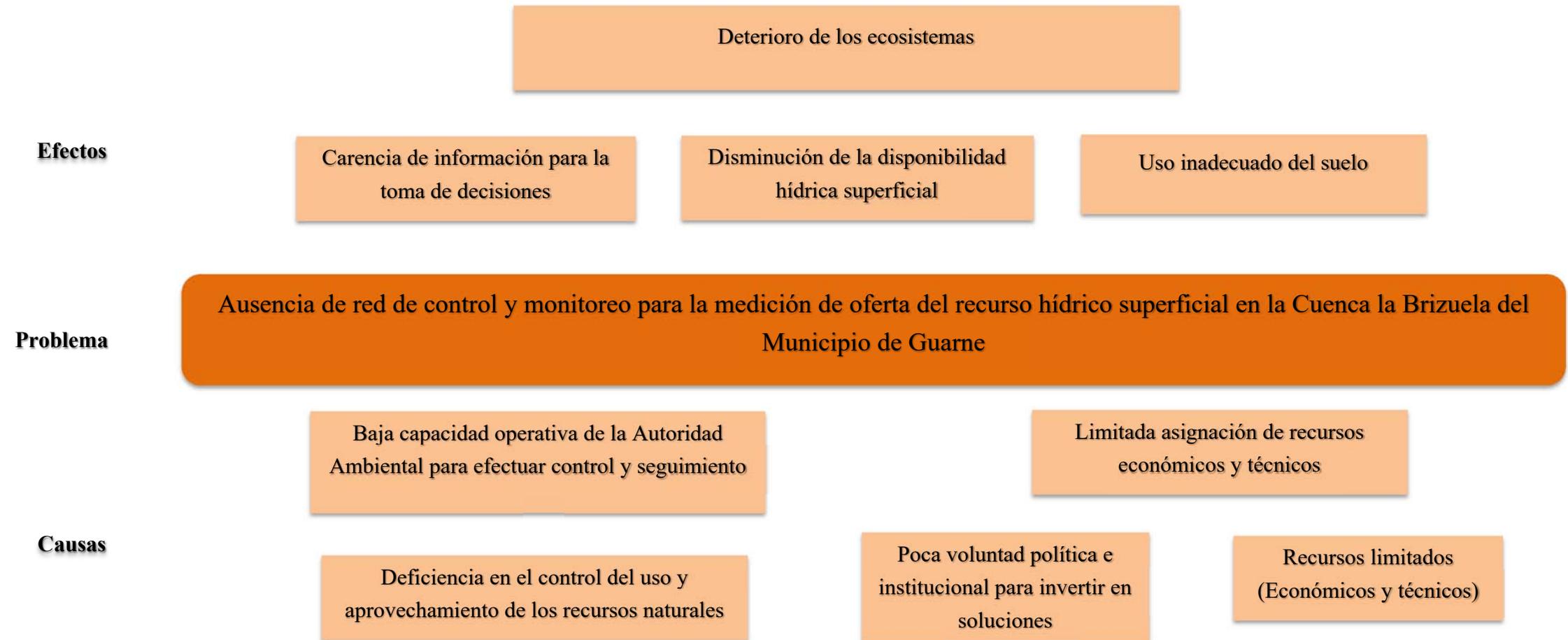
##### **4.5.1 Efectos directos.**

- Carencia de información para la toma de decisiones
- Disminución de la disponibilidad hídrica superficial
- Uso inadecuado del suelo

##### **4.5.2 Efectos indirectos.**

- Deterioro de los ecosistemas

#### 4.6 Diagrama de Árbol de Problemas



**Ilustración 11. Árbol de Problema**  
Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

### 5.1 Contextualización del análisis a realizar

Con base en la proyección elaborada por Cornare, según los datos del Censo DANE (2005) el Municipio de Guarne al año 2020 tendrá una población estimada distribuida de la siguiente forma:

**Tabla 12. Proyección de Población Municipio de Guarne 2.020**

Año	2020
Población Cabecera	19.817
Población Resto	32.312
Total	52.129

**Fuente:** (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE, 2007). **Proyecciones de Población. Recuperado de: Proyecciones de Población**

### 5.2 Matriz de Análisis de Involucrados

Para el desarrollo del proyecto se realizó la identificación de los involucrados arrojando lo siguiente:

**Tabla 13. Identificación de Involucrados**

Involucrados	Problemática	Interés	Recursos
Población del Área Urbana del Municipio de Guarne	Vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico	Contar con recurso hídrico suficiente para satisfacer su demanda actual y futura	- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico
Líderes del Municipio	Vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico	Contar con recurso hídrico suficiente para satisfacer su demanda actual y futura	- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico - Representar la población del área urbana - Promocionar el proyecto

Líderes de los comerciantes y sector productivo asentado en el área urbana	Vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico	Contar con recurso hídrico suficiente para satisfacer su demanda actual y futura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico</li> <li>- Representar a los comerciantes y sector productivo</li> <li>- Promocionar el proyecto</li> </ul>
Representantes del sector educativo	Vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico	Contar con recurso hídrico suficiente para satisfacer su demanda actual y futura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico</li> <li>- Representar al sector educativo</li> <li>- Promocionar el proyecto</li> </ul>
Población asentada en la Cuenca La Brizuela	Vulnerabilidad al desabastecimiento del recurso hídrico y uso inadecuado del suelo	Contar con recurso hídrico suficiente para satisfacer su demanda actual y futura y desarrollar sus actividades productivas en los predio aledaños a la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico, dar uno adecuado al suelo acorde a sus potenciales</li> <li>- Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>- Disposición para implementar medidas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en su actividad productiva,</li> </ul>
Productores ubicados en predios de la cuenca	Actividades no compatibles con el uso potencial del suelo y no respetando la normatividad ambiental	Continuar con el desarrollo de sus actividades en la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uno adecuado al suelo acorde a sus potenciales</li> <li>- Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> </ul>
Empresa de Servicios Públicos Aquaterra S.A E.S.P	No contar con la disponibilidad suficiente del recurso hídrico para prestar un buen servicio y recursos limitados para aprovechar otras fuentes de abastecimiento	Prestar un servicio con calidad y oportunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos para ser invertidos en el área de estudio</li> <li>- Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> </ul>
Administración Municipal	Baja capacidad operativa para realizar control y seguimiento al uso adecuado del suelo en el área de estudio	Velar por el bienestar y la calidad de vida de la población de municipio y dar cumplimiento a lo establecido en los instrumento de planificación POMCA y EOT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos para ser invertidos en el área de estudio a partir de la implementación de su plan de desarrollo,</li> <li>- Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>- Poder decisión para el uso adecuado del suelo en el territorio</li> </ul>
Corporación Autónoma Regional de la Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare	Baja capacidad operativa para realizar control y seguimiento al uso y aprovechamiento de los recursos naturales en el área de estudio	Velar por el uso y aprovechamiento razonable del recurso naturales y por el estricto cumplimiento de la zonificación del uso del suelo establecida en el POMCA y dar cumplimiento a su componente programático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos para ser invertidos en el área de estudio a partir de la implementación de su plan de acción y POMCA,</li> <li>- Cumplimiento de la normatividad ambiental</li> <li>- Poder decisión para el uso adecuado de los recursos naturales en el territorio</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 14. Análisis de Involucrados**

<b>Actor</b>	<b>Expectativa</b> Alta: 5 Media: 3 Baja:1	<b>Fuerza</b> Alta: 5 Media: 3 Baja:1	<b>Resultante</b>	<b>Posición Potencial</b>
			Adeptos - favorecedores: 16 - 25 Indiferentes - Neutros: 6 - 15 Opositores - Obstaculizadores: 0 - 5	
Población del Área Urbana del Municipio de Guarne	5	1	5	Indiferentes
Líderes del Municipio	5	5	25	Adeptos
Líderes de los comerciantes y sector productivo asentado en el área urbana	5	5	25	Adeptos
Representantes del sector educativo	5	5	25	Adeptos
Población asentada en la Cuenca La Brizuela	3	5	15	Indiferentes
Productores ubicados en predios de la cuenca	1	5	5	Opositores
Empresa de Servicios Públicos Aquaterra S.A E.S.P	5	5	25	Adeptos
Administración Municipal Corporación Autónoma Regional de la Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare	5	5	25	Adeptos

**Fuente: Elaboración propia**

### **5.3 Población Afectada**

Con base en la proyección elaborada por Cornare, la población afectada corresponde a un total de 21.279 personas distribuidas así: 19.817 habitantes del Área Urbana de Municipio y 1.462 habitantes de la cuenca la Brizuela

### **5.4 Población Objetivo**

La población objetivo corresponde a 19.817 habitantes del Área Urbana de Municipio, quienes son los beneficiarios directos del proyecto, ya que se abastecen directamente del agua que provee la cuenca La Brizuela a través de la operación del servicio de acueducto que realiza la Empresa de Servicios Públicos Aquaterra S.A. E.S.P

## 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

### 6.1 Descripción de la iniciativa

Diseñar e implementar la red monitoreo para la medición de la oferta del recurso hídrico superficial en la Cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne, para lo cual se realizarán las siguientes actividades:

- 1. Levantamiento del diagnóstico:** Recolección, revisión y análisis de información disponible en el área de estudio, con el fin de comprender su dinámica en el uso del suelo y el aprovechamiento del recurso hídrico proveniente de esta.
- 2. Diseño de la red:** Recorrido de campo para la identificación y selección de los sitios adecuados para la ubicación de las estaciones de caudal, definición de las características de los equipos y la infraestructura necesaria para la instalación.
- 3. Socialización con los involucrados:** Presentación del proyecto a los involucrados con el fin de darles a conocer la importancia de su implementación y recoger las expectativas de los diferentes grupos de interés.
- 4. Adquisición de equipos, adecuación de infraestructura e instalación:** Compra de las estaciones para la medición del caudal (Sensores) y construcción de los brazos para

instalación de los equipos, adecuación del sistema de seguridad para evitar el robo de las piezas y ajuste a la sección transversal sobre el cauce de la quebrada, con el fin de garantizar el levantamiento adecuado de datos. Paralelamente, se adecuará el centro de análisis de la información donde se recibirá y procesarán los datos que se emitirán desde los sensores instalados en campo.

5. **Capacitación para la operación de la estación y la obtención de datos:** Entrenamiento al equipo técnico encargado de recibir la información captada por los sensores, para su procesamiento y emisión de alertas.
6. **Operación de la red:** Poner en funcionamiento los equipos instalados en campo y el centro de análisis y recepción de datos.
7. **Socialización de avance con los involucrados:** Presentación de los avances a los diferentes grupos de interés.
8. **Mantenimiento preventivo y correctivo de la red:** Anualmente, a partir del segundo año de ejecución del proyecto y durante toda su totalidad, se realizará revisión de los equipos instalados en campo con el fin de verificar su correcto funcionamiento y tomar las medidas preventivas para evitar su deterioro.
9. **Seguimiento y evaluación:** Anualmente se efectuará un informe detallado de las actividades realizadas durante la vigencia, a fin de detectar posibles desviaciones que

impidan su desarrollo y la toma inmediata de las medidas correctivas. Finalmente, el informe debe detallar el avance en el cumplimiento de los objetivos y el reporte de los indicadores.

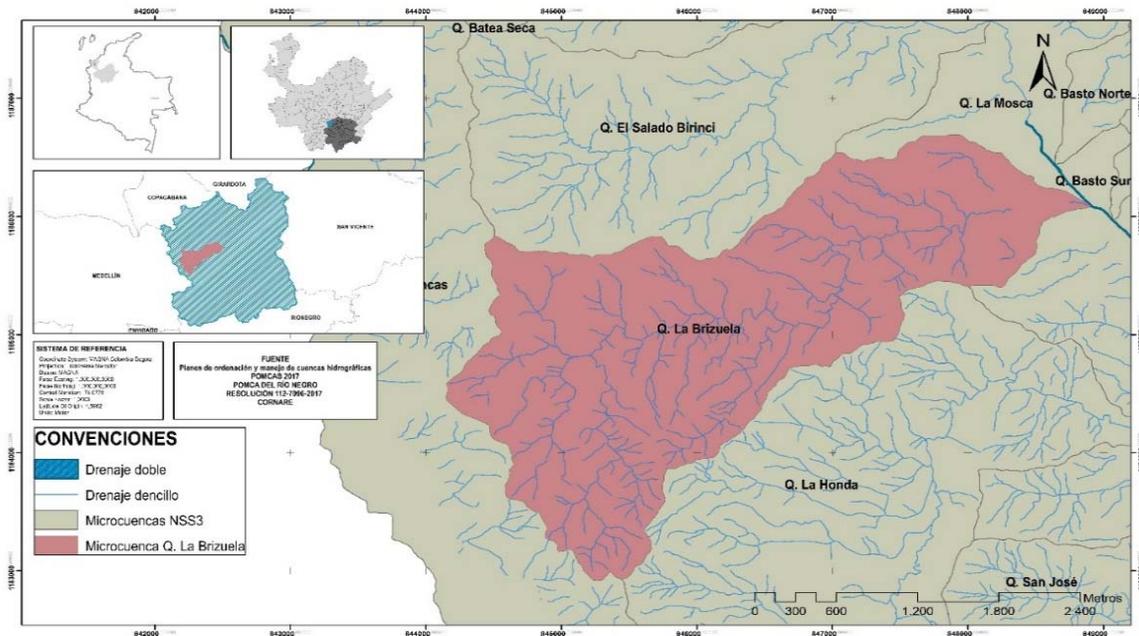
## 6.2 Localización

El proyecto de desarrollará en la siguiente ubicación:

**Tabla 15.** Lugar de Ejecución del Proyecto

Región	Departamento	Subregión	Municipio	Vereda
Andina	Antioquia	Oriente Antioqueño	Guarne	La Brizuela

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 12.** Localización Cuenca La Brizuela  
Fuente: Elaboración Propia

### 6.3 Aporte a la política pública

**Tabla 16.** Proyecto en el Marco de las Políticas Públicas

Nivel	Política	Objetivo	Estrategia	Meta	Indicador
<b>Internacional</b>	Objetivos de desarrollo sostenible	ODS 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos		De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Nivel de estrés hídrico: Extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles
<b>Nacional</b>	Política Nacional para la gestión Integral del Recurso Hídrico	Objetivo 1. Oferta: Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país	Estrategia 1.1. Conocimiento: Ampliar y consolidar a nivel de cuenca el conocimiento de la oferta hídrica total y disponible del país, para tener balances hídricos confiable	Conocer la oferta del 100% de las cuencas hidrográficas y de los acuíferos priorizados en el Plan Hídrico Nacional	Número de cuencas priorizadas en el Plan Hídrico Nacional que cuentan con información acerca de la oferta hídrica / número total de cuencas priorizadas en el Plan Hídrico Nacional
<b>Departamental</b>	Plan de Desarrollo 2016 – 2019 del Departamento de Antioquia. "Pensando en Grande"	1. Defensa del Agua 2. Mitigación y adaptación al Cambio Climático	Línea 4. Sostenibilidad Ambiental	Protección y Conservación del Recurso Hídrico: Estudio de actualización del estado de los recurso hídrico en el departamento de Antioquia	
<b>Regional</b>	Plan de Gestión Ambiental Regional de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare 2014 - 2032.	Conocer y monitorear la oferta, aprovechamiento, disponibilidad y calidad del recurso hídrico para su sostenibilidad en respuesta la dinámica de crecimiento social y económico de la región.	Gestión Integral del Recurso Hídrico	Conocimiento de la oferta, demanda y disponibilidad hídrica superficial y subterránea	
<b>Regional</b>	Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Rio Negro	Mitigación de la vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico de las microcuencas abastecedoras de acueductos municipales e identificación de potenciales fuentes de abastecimiento en la cuenca	Gestión y conocimiento de nuevas tecnologías para la conservación y el aprovechamiento sostenible de la oferta ecosistémica	Elaboración y ejecución de la metodología de análisis de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico	% de microcuencas con potencial de abastecimiento con nuevas áreas de conservación

<b>Regional</b>	Plan de Acción de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare 2016 - 2019. "Por un Territorio equitativo, Sostenible e Incluyente"	Contribuir al conocimiento de la oferta, demanda y calidad del Recurso hídrico en las cuencas de la Región Cornare, teniendo como punto de partida la evaluación de las condiciones actuales de uso y aprovechamiento del recurso hídrico	Gestión Integral del Recurso Hídrico	Ampliar y consolidar el conocimiento de la oferta, la demanda y la calidad del recurso hídrico en la Región Cornare
<b>Local</b>	Plan de Desarrollo 2016 – 2019 del Municipio de Guarne. "Tus Ideas nos Inspiran, Construcción Colectiva de Futuro"	Gestión Ambiental del Territorio	Línea Estratégica 2. Hábitat para el Desarrollo Social	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación del plan de Cambio Climático</li> <li>2. Protección de Afluentes Hídricos</li> <li>3. Estudio de Disponibilidad de Agua para las demandas Futuras</li> </ol>

---

**Fuente: Elaboración propia**

## 6.4 Análisis del mercado

Riesgo por desabastecimiento de agua de la población del área urbana del Municipio de Guarne debido a la falta de control sobre la demanda del recurso hídrico en la Cuenca La Brizuela, aumentando el índice de Uso del Agua.

### **Línea base**

#### **Oferta**

Caudal Medio (l/s):368

Caudal Mínimo (Periodo de Retorno: 10 Años) (l/s):106

Caudal Ecológico (l/s):53

#### **Demanda**

Caudal Otorgado (Concesiones Vigentes) (l/s):174

#### **Déficit**

Oferta Neta Caudal. Medio (Caudal Medio – Caudal Ecológico) (l/s): 315

Caudal Disponible (l/s): 141

Oferta Neta Caudal Mínimo (Caudal Mínimo – Caudal Ecológico) (l/s): 53

Caudal Disponible Mínimo (l/s): -33

En año hidrológico medio se está consumiendo más del 50% de la oferta neta disponible y en año hidrológico mínimo se presenta un déficit con relación a la oferta neta que obedece a – 33 l/s.

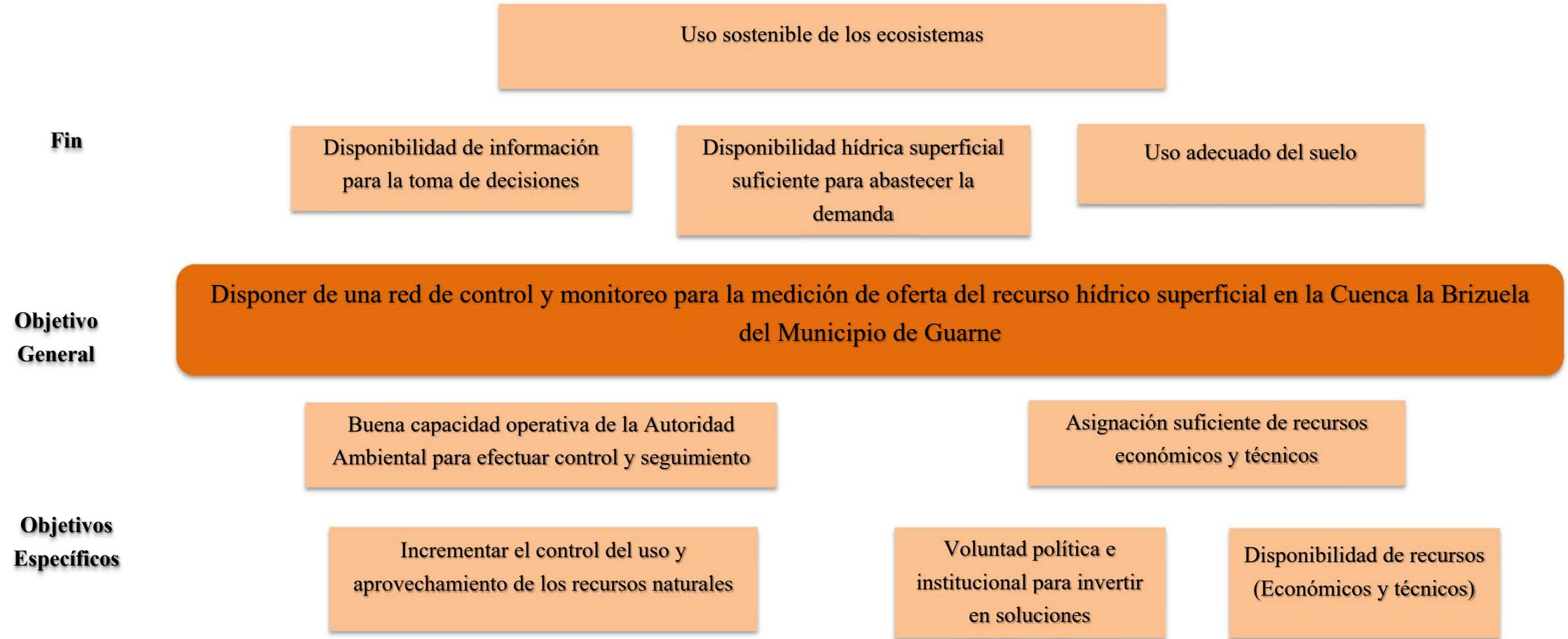
### **6.5 Objetivo General**

Diseñar e implementar la red monitoreo para la medición de la oferta del recurso hídrico superficial en la Cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne durante el quinquenio 2019-2023.

### **6.6 Objetivo Específico**

Mejorar la capacidad operativa de la Autoridad Ambiental para el monitoreo continuo del caudal en la cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne, mediante el diseño y la implementación de una red de monitoreo.

6.7 Diagrama del árbol de Soluciones



**Ilustración 13. Árbol de Soluciones**  
**Fuente: Elaboración propia**

## 7. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Tabla 17. Matriz de Riesgos

1. IDENTIFICAR Y CLASIFICAR LOS RIESGOS					2. EVALUAR Y CALIFICAR LOS RIESGOS						3. ASIGNACIÓN Y TRATAMIENTO								
No	ACTIVIDAD	ETAPA	FUENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO (¿qué puede pasar y cómo puede ocurrir?)	IMPACTO		CATEGORÍA	VALORACIÓN DEL RIESGO			A QUIEN SE LE ASIGNA	TRATAMIENTO (controles a ser implementados)	CALIFICACIÓN CUALITATIVA DEL CONTROL	IMPACTO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO			Responsable Tratamiento	
						CALIFICACIÓN CUALITATIVA	CALIFICACIÓN MONETARIA		PROBABILIDAD	C. CUALITATIVA	C. MONETARIA				TOTAL	EFFECTIVIDAD	VALORACIÓN		CATEGORÍA
1	Levantamiento del diagnóstico	Pre-inversión	Interno	Operacionales	Falta de la información	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	4	1	3,5	Gestión del Proyecto	Búsqueda de información en cuencas con características similares	Seguro	1	3,5	2,3	Gestión del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	4	1	3,5	Gestión del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	3,5	2,3	Gestión del Proyecto
			Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gestión del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gestión del Proyecto

2	Diseño de la red	Inversión	Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Obstruye la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Accidente trabajo de campo	Obstruye la ejecución del proyecto de manera intrascendente	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	1	1	2,0	Gerencia del Proyecto	Dotaciones implementos de seguridad y afiliación del personal a la seguridad social	Seguro	1	2,0	1,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
3	Socialización con los involucrados	Inversión	Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Obstruye la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gerencia del Proyecto
			Externo	Operacionales	Falta de interés de los involucrados	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	5	1	4,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de estrategias comunicativas	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
4	Adquisición de equipos, adecuación de infraestructura e instalación	Ejecución	Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto

Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gerencia del Proyecto
Externo	Tecnológicos	Falta oferta de equipos requeridos	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda en el mercado internacional	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
Externo	De la naturaleza	Falta de lugares adecuados para instalación de equipos	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Probable	2	4	1	4,5	Gerencia del Proyecto	Adecuaciones de infraestructura y terreno	Seguro	1	4,5	2,8	Gerencia del Proyecto
Externo	Sociales o políticos	Vandalismo	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Improbable	1	5	4	5,5	Gerencia del Proyecto	Pólizas y cerramiento de equipos	Seguro	1	5,5	3,3	Gerencia del Proyecto
Externo	De la naturaleza	Riesgo asociados al clima (avalanchas-inundaciones)	Obstruye la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Improbable	1	5	4	5,5	Gerencia del Proyecto	Pólizas	Seguro	1	5,5	3,3	Gerencia del Proyecto
Externo	Regulatorios	Demoras en la importación de equipos	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Probable	2	4	1	4,5	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Improbable	5	4,5	4,8	Gerencia del Proyecto
Externo	Económicos	Variabilidad en el precio de la moneda	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Probable	2	4	4	6,0	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Improbable	5	6,0	5,5	Gerencia del Proyecto

5	Capacitación para la operación de la estación y la obtención de datos	Operación	Interno	Operacionales	Accidente trabajo de campo	Obstruye la ejecución del proyecto de manera intrascendente	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	1	1	2,0	Gerencia del Proyecto	Dotaciones implementos de seguridad	Seguro	1	2,0	1,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de presupuesto	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Factible	3	5	5	8,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	8,0	5,0	Gerencia del Proyecto
6	Operación de la red	Operación	Externo	Tecnológicos	Falta oferta de repuestos para equipos disponibles en el mercado local	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Posible	2	4,0	3,0	Gerencia del Proyecto
			Externo	Sociales o políticos	Vandalismo	Obstruye la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Improbable	1	5	4	5,5	Gerencia del Proyecto	Pólizas y cerramiento de equipos	Seguro	1	5,5	3,3	Gerencia del Proyecto

7	<b>Socialización de avance con los involucrados</b>	Operación	Externo	De la naturaleza	Riesgo asociados al clima (avalanchas-inundaciones)	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Improbable	1	5	4	5,5	Gerencia del Proyecto	Pólizas	Seguro	1	5,5	3,3	Gerencia del Proyecto
			Externo	Regulatorios	Demoras en la importación de equipos	sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Probable	2	4	1	4,5	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Improbable	5	4,5	4,8	Gerencia del Proyecto
			Externo	Operacionales	Variabilidad en el precio de la moneda	sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Generan un impacto sobre el valor del proyecto entre el 15% y el 30%	Probable	2	4	4	6,0	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Improbable	5	6,0	5,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Regulatorios	Falta de personal calificado	sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos Perturba la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Financieros	Falta de presupuesto	de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos Dificulta la ejecución del proyecto	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Posible	4	5	5	9,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	9,0	5,5	Gerencia del Proyecto
			Externo	Sociales o políticos	Falta de interés de los involucrados y beneficiarios en general	de manera baja, aplicando medidas mínimas se pueden lograr los objetivos Obstruye la ejecución del proyecto	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	2	1	2,5	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de estrategias comunicativas	Seguro	1	2,5	1,8	Gerencia del Proyecto
			8	<b>Mantenimiento preventivo y correctivo de la red</b>	Operación	Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1

9	Seguimiento y evaluación	Operación	Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Improbable	1	5	5	6,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	6,0	4,0	Gerencia del Proyecto
			Externo	Operacionales	Accidente trabajo de campo	Obstruye la ejecución del proyecto de manera intrascendente	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	1	1	2,0	Gerencia del Proyecto	Dotaciones implementos de seguridad	Seguro	1	2,0	1,5	Gerencia del Proyecto
			Externo	Tecnológicos	Falta oferta de repuestos para equipos disponibles en el mercado local	Afecta la ejecución del proyecto sin alterar el beneficio para las partes	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	3	2	3,5	Gerencia del Proyecto	Excedente presupuestal	Improbable	5	3,5	4,3	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Falta de personal calificado	Obstruye la ejecución del proyecto sustancialmente pero aun así permite la consecución de los objetivos	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del proyecto	Improbable	1	4	2	4,0	Gerencia del Proyecto	Contratación de personal	Seguro	1	4,0	2,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Financieros	Falta de presupuesto	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Impacta sobre el valor del proyecto en más del 30 %	Probable	2	5	5	7,0	Gerencia del Proyecto	Búsqueda de cofinanciación	Posible	2	7,0	4,5	Gerencia del Proyecto
			Interno	Operacionales	Accidente trabajo de campo	Obstruye la ejecución del proyecto de manera intrascendente	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del proyecto	Improbable	1	1	1	2,0	Gerencia del Proyecto	Dotaciones implementos de seguridad	Seguro	1	2,0	1,5	Gerencia del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

## 8. COSTOS DE LA ALTERNATIVA

## 8.1 Estructura de Desglose de Trabajo

Tabla 18. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) del Proyecto de Inversión

Objetivo General	Objetivo Específico	Identificador	Actividad	Etapa	Meta	Costos				%					
						Recurso	Cantidad	Unidad Medida	Costo Unitario		Costo Total				
Diseñar e implementar la red monitoreo para la medición de la oferta del recurso hídrico superficial en la Cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne durante el quinquenio 2019-2023	Levantamiento del diagnóstico	1	Pre-inversión	Coordinación	Meta: Un (01) Documento Indicador: % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Documento Levantado/Programado*100</i>	Profesional	80	Horas	\$ 19.327,17	\$ 1.546.173,67	16,04%				
						Auxiliar	80	Horas	\$ 6.626,45	\$ 530.116,00	5,50%				
						Horas de computador	240	Horas	\$ 18.750,00	\$ 4.500.000,00	46,70%				
						Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	2,08%				
						Oficina	240	Horas	\$ 7.500,00	\$ 1.800.000,00	18,68%				
						<b>Subtotal Actividad N° 1.</b>								<b>\$ 9.636.521,67</b>	<b>100,00%</b>
						Diseño de la red	2	Inversión	Coordinación	Meta: Un (01) Documento Indicador: % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Documento Levantado/Programado*100</i>	Profesional	80	Horas	\$ 19.327,17	\$ 1.546.173,67
	Auxiliar	80	Horas	\$ 6.626,45	\$ 530.116,00						6,69%				
	Horas de computador	240	Horas	\$ 8.870,00	\$ 2.128.800,00						26,86%				
	Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00						2,52%				
	Transporte	3	días	\$ 220.000,00	\$ 660.000,00						8,33%				
	Oficina	240	Horas	\$ 7.500,00	\$ 1.800.000,00						22,71%				
	<b>Subtotal Actividad N° 2.</b>													<b>\$ 7.925.321,67</b>	<b>100,00%</b>
	Socialización con los involucrados	3	Inversión	Coordinación	Meta: Dos (02) Reuniones Indicador: % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Reuniones Ejecutadas/Programadas*100</i>	Profesional	32	Horas	\$ 19.327,17	\$ 618.469,47	16,12%				
						Auxiliar	32	Horas	\$ 6.626,45	\$ 212.046,40	5,53%				
						Horas de computador	96	Horas	\$ 8.870,00	\$ 851.520,00	22,20%				
						Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	5,21%				
						Transporte	2	días	\$ 220.000,00	\$ 440.000,00	11,47%				
						Refrigerios	50	Unidad	\$ 5.000,00	\$ 250.000,00	6,52%				
						Oficina	32	Horas	\$ 7.500,00	\$ 240.000,00	6,26%				
<b>Subtotal Actividad N° 3.</b>								<b>\$ 3.836.128,67</b>	<b>100,00%</b>						
Adquisición de equipos, adecuación de infraestructura e instalación	4	Inversión	Coordinación	Meta: Dos (02) Equipos Indicador: % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Equipos Instalados/Programados*100</i>	Profesional	80	Horas	\$ 19.327,17	\$ 1.546.173,67	3,23%					
					Auxiliar	80	Horas	\$ 6.626,45	\$ 530.116,00	1,11%					
					Horas de computador	240	Horas	\$ 8.870,00	\$ 2.128.800,00	4,45%					
					Alquiler de Auditorio	16	Horas	\$ 37.500,00	\$ 600.000,00	15,64%					

			Oficina	80	Horas	\$ 7.500,00	\$ 600.000,00	1,25%	
			Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	0,42%	
			Repuestos de Equipos	1	Unidad	\$ 10.000.000,00	\$ 10.000.000,00	20,90%	
			Transporte	4	Días	\$ 220.000,00	\$ 880.000,00	1,84%	
			Adecuación de Infraestructura	2	Unidad	\$ 2.000.000,00	\$ 4.000.000,00	8,36%	
			Compra de estaciones (Sensores de caudal)	2	Equipo	\$ 10.000.000,00	\$ 20.000.000,00	41,79%	
			Adquisición de Pólizas	2	Unidad	\$ 1.000.000,00	\$ 2.000.000,00	4,18%	
			Computador para procesar datos	1	Unidad	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	8,36%	
			Licencia de procesamiento de datos	1	Unidad	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	1,46%	
			Telefonía Móvil	6	Meses	\$ 35.000,00	\$ 210.000,00	0,44%	
			<b>Subtotal Actividad N° 4.</b>				<b>\$ 47.855.321,67</b>	<b>100,00%</b>	
5	Capacitación para la operación de la estación y la obtención de datos	Operación	<b>Meta:</b> Dos (02) Capacitaciones <b>Indicador:</b> % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Capacitaciones Ejecutadas/Programadas*100</i>	Coordinación	16	Horas	\$ 19.327,17	\$ 309.234,73	26,18%
				Técnico	16	Horas	\$ 13.252,90	\$ 212.046,40	17,95%
				Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	8,47%
				Oficina	16	Horas	\$ 7.500,00	\$ 120.000,00	10,16%
				Transporte	2	Días	\$ 220.000,00	\$ 440.000,00	37,25%
			<b>Subtotal Actividad N° 5.</b>				<b>\$ 1.181.281,13</b>	<b>100,00%</b>	
6	Operación de la red	Operación	<b>Meta:</b> Dos (02) Equipos <b>Indicador:</b> % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Estaciones Funcionamiento/Instaladas*100</i>	Coordinación	1.632	Horas	\$ 19.327,17	\$ 31.541.942,80	17,18%
				Profesional	1.632	Horas	\$ 13.252,90	\$ 21.628.732,80	11,78%
				Profesional	1.632	Horas	\$ 13.252,90	\$ 21.628.732,80	11,78%
				Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	0,05%
				Actualización Licencia	1	Unidad	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	0,38%
				Soporte Técnico	8	Unidad	\$ 500.000,00	\$ 4.000.000,00	2,18%
				Renovación de Pólizas	8	Unidad	\$ 1.000.000,00	\$ 8.000.000,00	4,36%
				Transporte	4	Días	\$ 220.000,00	\$ 880.000,00	0,48%
				Oficina	51	Meses	\$ 1.800.000,00	\$ 91.800.000,00	49,99%
				Telefonía Móvil	96	Meses	\$ 35.000,00	\$ 3.360.000,00	1,83%
			<b>Subtotal Actividad N° 6.</b>				<b>\$ 183.639.408,40</b>	<b>100,00%</b>	
7	Socialización de avance con los involucrados	Operación	<b>Meta:</b> Ocho (08) Talleres <b>Indicador:</b> % de Avance <b>Fórmula Indicador:</b> <i>Reuniones Ejecutados/Programados*100</i>	Coordinación	64	Horas	\$ 19.327,17	\$ 1.236.938,93	4,91%
				Profesional	64	Horas	\$ 11.044,10	\$ 706.822,40	2,81%
				Auxiliar	64	Horas	\$ 6.626,45	\$ 424.092,80	1,68%
				Profesional Social	64	Horas	\$ 11.044,10	\$ 706.822,40	2,81%
				Comunicador Social	64	Horas	\$ 11.044,10	\$ 706.822,40	2,81%
				Horas de computador	320	Horas	\$ 8.870,00	\$ 2.838.400,00	11,27%
				Insumos Oficina (Tóner, papelería, lapiceros, entre otros)	1	Unidad	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	0,40%
				Transporte	8	Días	\$ 220.000,00	\$ 1.760.000,00	6,99%
				Refrigerios	2.500	Unidades	\$ 5.000,00	\$ 12.500.000,00	49,64%
				Oficina	64	Horas	\$ 7.500,00	\$ 1.800.000,00	7,15%
				Alquiler de Auditorio	64	Horas	\$ 37.500,00	\$ 2.400.000,00	9,53%
			<b>Subtotal Actividad N° 7.</b>				<b>\$ 25.179.898,93</b>	<b>100,00%</b>	



## 9. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS

### 9.1 Identificación y definición

1. Disminución de los gastos en inversión asociados con la construcción de una nueva planta de tratamiento de agua potable y tanque de almacenamiento del sistema de acueducto
2. Ahorros en adquisición de agua potable para el consumo de población del área urbana
3. Ahorros en las pérdidas de agua

### 9.2 Cuantificación de beneficios

**Tabla 19. Cuantificación de Beneficios**

Beneficio	Unidad de Medida	Programación de Beneficios														
		Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5		
		Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total
Disminución de los gastos en inversión asociados con la construcción y una nueva planta de tratamiento de agua potable y tanque de almacenamiento del sistema de acueducto	Unidad	1	\$ 4.144.781.299	\$ 828.956.260	1	\$ 4.144.781.299	\$ 828.956.260	1	\$ 4.144.781.299	\$ 828.956.260	1	\$ 4.144.781.299	\$ 828.956.260	1	\$ 4.144.781.299	\$ 828.956.260
Ahorros en adquisición de agua potable para el consumo de población del área urbana	Consumo m <sup>3</sup> /año	171.202	\$ 13.228	\$ 2.264.586.284	171.202	\$ 13.757	\$ 2.355.169.736	171.202	\$ 14.307	\$ 2.449.376.525	171.202	\$ 14.879	\$ 2.547.351.586	171.202	\$ 15.474	\$ 2.649.245.649
	Consumo m <sup>3</sup> /año	642.082	\$ 18.739	\$ 12.032.095.519	642.082	\$ 19.489	\$ 12.513.379.339	642.082	\$ 20.268	\$ 13.013.914.513	642.082	\$ 21.079	\$ 13.534.471.094	642.082	\$ 21.922	\$ 14.075.849.937
	Consumo m <sup>3</sup> /año	42.811	\$ 22.046	\$ 943.832.840	42.811	\$ 22.928	\$ 981.586.153	42.811	\$ 23.845	\$ 1.020.849.599	42.811	\$ 24.799	\$ 1.061.683.583	42.811	\$ 25.791	\$ 1.104.150.927
Ahorros en las pérdidas de agua	Pérdidas m <sup>3</sup> /año	559.872	\$ 22.046	\$ 2.343.162.061	559.872	\$ 22.928	\$ 12.836.888.543	559.872	\$ 23.845	\$ 13.350.364.085	559.872	\$ 24.799	\$ 13.884.378.648	559.872	\$ 25.791	\$ 14.439.753.794
<b>Totales</b>				<b>\$ 28.412.632.963</b>			<b>\$ 29.515.980.031</b>			<b>\$ 30.663.460.982</b>			<b>\$ 31.856.841.171</b>			<b>\$ 33.097.956.567</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20. Comparativo Cuantificación de Beneficios vs Inversiones Anuales del Proyecto**

<b>Periodo</b>	<b>Costo Beneficios</b>	<b>Costos Anuales del Proyecto</b>
<b>Periodo 1</b>	\$ 28.412.632.963	\$ 82.284.030
<b>Periodo 2</b>	\$ 29.515.980.031	\$ 57.577.707
<b>Periodo 3</b>	\$ 30.663.460.982	\$ 57.577.707
<b>Periodo 4</b>	\$ 31.856.841.171	\$ 57.577.707
<b>Periodo 5</b>	\$ 33.097.956.567	\$ 57.577.707
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 153.546.871.715</b>	<b>\$ 312.594.858</b>

**Fuente: Elaboración propia**

## 10. MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Tabla 21. Matriz de Marco Lógico

Componentes	Indicadores	Fuente de Verificación	Supuestos
<b>Objetivo General (Fin)</b> Diseñar e implementar la red monitoreo para la medición de la oferta del recurso hídrico superficial en la Cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne durante el quinquenio 2019-2023	<p style="text-align: center;"><b>Indicador de Impacto</b></p> <p>Disminuir el índice de Uso del Agua de la cuenca la Brizuela a la categoría medio alto del 35% (Resolución 0865/2004 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), mediante un sistema de control y monitoreo del recurso hídrico durante el quinquenio 2019-2023</p> <p><b>Meta:</b> 35%</p> <p><b>Indicador:</b> Índice de Uso del Agua</p> <p><b>Fórmula Indicador:</b></p> $I_e = \frac{DH}{ON - CE} \cdot 100\%$ <p>Donde:</p> <p><math>DH =</math> Demanda Hídrica</p> <p><math>ON =</math> Oferta Natural</p> <p><math>CE =</math> Caudal Ecológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informes de verificación y seguimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio Climático</li> <li>- Fenómenos naturales</li> <li>- Inseguridad</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Indicador de Resultado</b></p> <p><b>Meta:</b> Una (01) Red de Control y Monitoreo</p> <p><b>Indicador:</b> Red de Monitoreo en Operación</p> <p><b>Fórmula Indicador:</b></p> <p>Red Monitoreo: <math>\frac{Implementada}{Programada} * 100</math></p>		
<b>Objetivo Específico</b> Mejorar la capacidad operativa de la Autoridad Ambiental para el monitoreo continuo del caudal en la cuenca la Brizuela abastecedora del acueducto urbano del Municipio de Guarne, mediante el diseño y la implementación de una red de monitoreo	<p style="text-align: center;"><b>Indicador de Resultado</b></p> <p><b>Meta:</b> Operación Red de Control y Monitoreo</p> <p><b>Indicador:</b> Red de Monitoreo en Operación</p> <p><b>Fórmula Indicador:</b></p> <p>Red Monitoreo: <math>\frac{Operada}{Programada} * 100</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informes de seguimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio Climático</li> <li>- Fenómenos naturales</li> <li>- Inseguridad</li> </ul>

<b>Resultado</b>	Red de control y monitoreo del recurso hídrico en la Cuenca La Brizuela.	<b>Indicador de Gestión</b>		
		<b>Meta:</b> Una (01) Red de Control y Monitoreo		
		<b>Indicador:</b> Red de Monitoreo en Operación		
		<b>Fórmula Indicador:</b> <i>Red Monitoreo:</i> $\frac{\text{Implementada}}{\text{Programada}} * 100$	- Informes de seguimiento	- Cambio Climático - Fenómenos naturales - Inseguridad
	1. Levantamiento del diagnóstico	<b>Indicador de Gestión</b>		
		<b>Meta:</b> Un (01) Documento		
		<b>Indicador:</b> % de Avance		
		<b>Fórmula Indicador:</b> <i>Documento:</i> $\frac{\text{Levantado}}{\text{Programado}} * 100$	- Documento	
	2. Diseño de la red	<b>Indicador de Gestión</b>		
		<b>Meta:</b> un (01) Documento		
		<b>Indicador:</b> % de Avance		
		<b>Fórmula Indicador:</b> <i>Documento:</i> $\frac{\text{Levantado}}{\text{Programado}} * 100$	- Documento	
	3. Socialización con los involucrados	<b>Indicador de Gestión</b>		
		<b>Meta:</b> Dos (02) Reuniones		
		<b>Indicador:</b> % de Avance		
		<b>Fórmula Indicador:</b> <i>Reuniones:</i> $\frac{\text{Ejecutadas}}{\text{Programadas}} * 100$	- Actas de reunión - Listados de asistencia - Evidencias con registro fotográfico	- Cambio Climático - Fenómenos naturales - Inseguridad
<b>Actividades</b>	4. Adquisición de equipos y adecuación de infraestructura.	<b>Indicador de Gestión</b>		
		<b>Meta:</b> Dos (02) Equipos		
		<b>Indicador:</b> % de Avance		
		<b>Fórmula Indicador:</b> <i>Equipos:</i> $\frac{\text{Instalados}}{\text{Programados}} * 100$	- Equipos adquiridos - Estaciones implementadas	

	<b>Indicador de Gestión</b>	
	<b>Meta:</b> Dos (02) Capacitaciones	
5. Capacitación para la operación de la estación y la obtención de datos	<b>Indicador:</b> % de Avance	- Listados de asistencia - Evidencias de Capacitaciones - Evidencias con registro fotográfico
	<b>Fórmula Indicador:</b>	
	<i>Capacitaciones:</i> $\frac{Ejecutadas}{Programadas} * 100$	
	<b>Indicador de Gestión</b>	
	<b>Meta:</b> Dos (02) Equipos	
6. Operación de la red	<b>Indicador:</b> % de Avance	- Estaciones en funcionamiento - Bases de datos con análisis
	<b>Fórmula Indicador:</b>	
	<i>Estaciones:</i> $\frac{Funcionamiento}{Instaladas} * 100$	
	<b>Indicador de Gestión</b>	
	<b>Meta:</b> Ocho (08) Talleres	
7. Socialización de avance con los involucrados	<b>Indicador:</b> % de Avance	- Actas de reunión - Listados de asistencia - Evidencias con registro fotográfico
	<b>Fórmula Indicador:</b>	
	<i>Talleres:</i> $\frac{Ejecutadas}{Programadas} * 100$	
	<b>Meta:</b> Dos (02) Equipos	
8. Mantenimiento preventivo y correctivo de la red.	<b>Indicador:</b> % de Avance	- Estaciones con mantenimiento
	<b>Fórmula Indicador:</b>	
	<i>Estaciones:</i> $\frac{Con\ Mantenimiento}{Total\ Estaciones} * 100$	
	<b>Indicador de Gestión</b>	
	<b>Meta:</b> Un (01) Documento	
9. Seguimiento y evaluación	<b>Indicador:</b> % de Avance	- Informes de seguimiento y evaluación
	<b>Fórmula Indicador:</b>	
	<i>Documento:</i> $\frac{Levantado}{Programado} * 100$	

---

**Fuente: Elaboración propia**



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua.org.mx. (18 de Noviembre de 2018). *Agua.org.mx*. Obtenido de <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- Cadavid Gallego, J. C., & Iral Zapata, G. O. (2012). *Atlas biofisico de la Cuenca del Río Negro Oriente Antioqueño*. El Sanuario.
- Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT). (2011). *Conceptos y métodos sobre el régimen de caudales ecológicos*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Caudal\\_ecol%C3%B3gico&action=edit&section=1](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Caudal_ecol%C3%B3gico&action=edit&section=1)
- Consorcio Pomcas Oriente Antioqueño. (2017). *Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro (Código 2308-01)*. Medellín.
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare. (2005). *Panorámicas Municipios Jurisdicción Cornare*. El Santuario, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2007). *Proyecciones de Población*. Antioquia, El Santuario.
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare. (2014). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2014 - 2032*. Antioquia, El Santuario. Obtenido de <http://www.cornare.gov.co/PGAR/Final-PGAR-2014-2032.pdf>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE.

(Marzo de 2018). 2018. *Mapas de Indices de Usos del Agua Región Cornare*. El Santuario.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare. (13

de Noviembre de 2018). F-TA-39. Bases de Datos de Concesiones de Agua. El Santuario, Colombia.

Departamento General de Irrigación. (2016). Disponibilidad de agua y población. Mendoza,

Argentina. Recuperado el 14 de Noviembre de 2018, de

[http://aquabook.agua.gob.ar/1024\\_0](http://aquabook.agua.gob.ar/1024_0)

Fernandez Cirelli, A., & du Mortier, C. (2005). *Evaluación de la condición del agua para*

*consumo humano en Latinoamérica*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31367666/01\\_Capitulo\\_01.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542051640&Signature=6xVCmUFlwbglQOwEprbKVShGStI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D01\\_Capitulo\\_01.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31367666/01_Capitulo_01.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542051640&Signature=6xVCmUFlwbglQOwEprbKVShGStI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D01_Capitulo_01.pdf)

Franzini, L. &. (1978). *Engenharia de recursos hídricos*. Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1o\\_hidrol%C3%B3gico](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1o_hidrol%C3%B3gico)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2015). *Estudio*

*Nacional del Agua 2014*. Bogotá D.C, Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de

[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (Marzo de 2019).

Estudio Nacional del Agua Año 2018. 452. Bogotá D.C. Obtenido de

<https://www.ambienteysociedad.org.co/es/estudio-nacional-del-agua-2018/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. (2013).

*Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas.* Bogota

D.C, Colombia. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (22 de Julio de 2004).

*Resolución 0865.* Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de

[https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/ie\\_mejorado/documentos/Resolucion865-04.pdf](https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/ie_mejorado/documentos/Resolucion865-04.pdf)

Ministerio de Desarrollo Económico. (17 de Noviembre de 2000). Reglamento Técnico

para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. *Resolución 1096.* Bogotá

D.C, Colombia.

Universidad Nacional de Colombia. (2006). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca La*

*Brizuela.* Medellín.