

**MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL  
NACIMIENTO EL SALITRE, FUENTE ABASTECEDORA DEL CASCO URBANO DEL  
MUNICIPIO DE SORACA – BOYACA**



1

**SECRETARIA DE SALU DE BOYACA  
DIRECCION TECNICA DE SALUD PÚBLICA  
PROGRAMA DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO  
2012**

Gobernación de Boyacá  
Avenida Colón  
N° 22A - 16  
<http://www.boyaca.gov.co>

**DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA**  
Tel: 7420111 – 7420131. Ext. 4136  
Correo: [dirección.saludpublica@boyaca.gov.co](mailto:dirección.saludpublica@boyaca.gov.co)



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION .....	5
1. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	7
2. MARCO LEGAL.....	9
3. AREA DE ESTUDIO .....	13
4. DESCRIPCION Y RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA. ....	24
4.1. Captación de refuerzo en nacedero .....	24
4.2. Captación y/o reservorio El Salitre (EL MANANTIAL).....	24
4.2.1. Pretratamiento. ....	25
4.3. Tuberías de Aducción.....	28
4.4. Sistema de tratamiento de agua cruda.....	28
4.4.1. Planta de tratamiento.....	29
5. AFECTACIONES DE ORIGEN ANTROPICO (BOCATOMA).....	34
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	37
6.1. Resultado de Amenazas .....	37
7. RESULTADO AMENAZAS .....	42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA .....	48

## LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Mapa Provincial Departamento de Boyacá.....	14
Grafico 2. Mapa geográfico de Soraca.....	16
Grafico 3. Valores totales mensuales de precipitación.....	18
Grafico 4. Bocatoma del nacede. localizado aguas arriba del nacedero el salitre. 24	
Grafico 5. Bocatoma nacimiento el salitre .....	25
Grafico 6. Desarenador .....	27
Grafico 7. Vista frontal del desarenador .....	27
Grafico 8. Cambio de Diámetro. ....	28
Grafico 9. Tubería de 4” .....	29
Grafico 10. Dosificación del Hipoclorito de calcio.....	30
Grafico 11. Filtro dinámico.....	31
Grafico 12. Filtros gruesos. ....	32
Grafico 13. Filtración lenta en arena. ....	33
Grafico 14. Filtro lento en arena y tanque de almacenamiento. ....	33
Grafico 15: Preparación del terreno para cultivos .....	34
Grafico 16. Falta de mantenimiento en la bocatoma .....	35
Grafico 17. Eutrofización del agua por la presencia de algas en el desarenador y bocatoma.....	36
Grafico 18. Eutrofización del agua por la presencia de algas en el desarenador y bocatoma.....	36
Grafico 19. Deslizamien. que puede ocasionar daño a la tubería de conducción	37
Grafico 20. Falta la construcción del paso elevado <b>N: 1099329 E: 1082601</b> .....	38
Grafico 21. Tubería desprotegida <b>N: 1099250 E: 1082650</b> .....	39
Grafico 22. Accesorio que falta protegerlos <b>N: 1098101 E: 1083547</b> . ....	39
Grafico 23. Accesorio que falta protegerlos <b>N: 1098157 E: 1083608</b> . ....	40
Grafico 24. Potreros que se inundan en época de invierno y que causan flotabilidad de la tubería. ....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparativo extensión y demografía Provincia de centro de Boyacá ....	15
Tabla 2. Usos del suelo .....	17
Tabla 3. Valores totales mensuales de precipitación. ....	18
Tabla 4. Matriz de riesgo .....	42

## INTRODUCCION

Es una herramienta que permite organizar la información sobre los riesgos de las comunidades y visualizar su magnitud, con el fin de establecer las estrategias adecuadas para su manejo.

Los mapas de riesgos pueden representarse con gráficos o datos. Los gráficos corresponden a la calificación de los riesgos con sus respectivas variables y a su evaluación de acuerdo con el método utilizado en cada comunidad. Los datos pueden agruparse en tablas, con información referente a los riesgos; a su calificación, evaluación, controles y los demás datos que se requieran para contextualizar la situación de la empresa y sus procesos, con respecto a los riesgos que la pueden afectar y a las medidas de tratamiento implementadas.

El Mapa de Riesgo se fundamenta en la investigación sanitaria que deben realizar las autoridades de salud, para establecer la existencia o presencia de una sustancia en el agua de consumo humano, cuyas características físicas, químicas y microbiológicas en concentraciones superiores a las establecidas por la OMS y normas de calidad de agua potable, puedan producir o generar una alteración a la salud como consecuencia de una exposición a la misma.

El mapa de riesgos permite también monitorear el desempeño de la comunidad en la administración de sus riesgos, con el establecimiento de comparativos anuales a partir de las evaluaciones de los diferentes riesgos y el análisis de la efectividad de las medidas de control implementadas.

El artículo 2° del decreto 1575, define mapa de riesgo como “Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos”.

El artículo 15 del decreto 1575/2007, establece que La autoridad sanitaria departamental o distrital y la autoridad ambiental competente serán las responsables de elaborar, revisar y actualizar el Mapa de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y de distribución en la respectiva jurisdicción. Para tal efecto, deberán coordinar con los Comités de Vigilancia Epidemiológica Departamentales, Distritales y Municipales, Coves, con las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y con la administración municipal; la identificación de los factores de riesgo y las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua aferentes a las captaciones de acueducto que puedan afectar la salud humana, contribuyendo con ello a las acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades competentes.

La revisión y actualización del Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y red de distribución de la respectiva jurisdicción, se hará anualmente con base en la información suministrada por las autoridades ambientales competentes y Secretarías de Planeación Municipal, según las normas legales vigentes.

Para la elaboración de los Mapas de Riesgo, se deberá tener en cuenta, entre otros aspectos, los usos del suelo definidos en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial, POT, y el ordenamiento de las cuencas realizado por las autoridades ambientales competentes.

En tal razón y de acuerdo a la responsabilidad de la Autoridad Sanitaria departamental, en este caso la Secretaria de Salud de Boyacá SESALUB, está en proceso de elaboración de los Mapas de Riesgos de la Calidad del agua para Consumo Humano del departamento, priorizando las cabeceras municipales que tienen una mayor afectación ambiental y sanitaria en sus fuentes abastecedoras, de acuerdo a la información recopilada. Consientes de dicha problemática, se identificó al municipio de Soraca y su sistema de suministro urbano, abastecido por el nacimiento el salitre, la cual será el objeto de la investigación sanitaria, para establecer la existencia o presencia de sustancias de interés sanitario en el agua de consumo humano, cuyas características físicas, químicas y microbiológicas en concentraciones superiores a las establecidas por la OMS y normas de calidad de agua potable, puedan producir o generar una alteración a la salud como consecuencia de una exposición a las mismas.

Así mismo la Autoridad Sanitaria deberá realizar y como complemento mínimo una inspección ocular a las cuencas abastecedoras iniciando desde el punto de la captación y así poder confirmar o identificar fuentes de contaminación que se deben vigilar y controlar en el municipio.

Analizar la información obtenida en los anteriores numerales y realizar un listado previo de las posibles características físicas, químicas y microbiológicas que puedan afectar la salud humana y la calidad del agua de la fuente hídrica abastecedora de acueducto de cada persona prestadora.

6



## 1. DEFINICION DEL PROBLEMA

Este acueducto está compuesto por tres sistemas de abastecimiento uno del Nacedero El Salitre, el segundo del sector la Roca y el tercero del Nacedero El Manzano, en los cuales se le han realizado actividades para proteger las fuente abastecedora solo a El salitre, ya que el predio pertenece a la comunidad, los otros dos se encuentran desprotegidos. En el área donde encontramos las captaciones hay rastrojo, cultivos, pastos y ganado.

**Acueducto El Salitre.** El acueducto fue construido hace aproximadamente 25 años, prestando el servicio. La bocatoma está compuesta por un lecho filtrante que finalmente se encausa en una pequeña represa donde es captada el agua lateralmente. El agua viene de varios Nacederos arriba de la bocatoma donde se encuentra ganado, cultivos y algunos arbustos, los efluentes de estos son los que aportan la mayor cantidad de sedimentos ya que toda el área se encuentra deforestada, la pequeña micro cuenca inicia en los predios del señor José Gámez en las coordenadas N 5° 29 26.9 W 73° 19 21.9, continua en la finca del señor Francisco Rodríguez en las coordenadas N 5° 29 17.9 W 73° 19 34.5 y finalmente se llega al punto de toma en las coordenadas N 5° 29 14.1 W 73° 19 35.5 donde nace agua. La comunidad compro el lote donde se encuentra la bocatoma y realizo reforestación con aliso pero esto no es suficiente para proteger la fuente, debido a la intervención que está sufriendo aguas arriba. Esta captación está siendo reparada donde parte dos líneas de aducción en 4" hasta un desarenador, se ubica en las coordenadas N 5° 29 8.2 W 73° 19 42.2. Continúa la red de conducción en 6", 4" y 3" la cual en sectores se encuentra a la intemperie lo que le disminuye la vida útil, continuamos con la planta de tratamiento la cual consta de dos unidades de Filtro Grueso, dos unidades Filtro Lento localizadas en las coordenadas N 5° 29 59.7 W 73° 20 00.2.

Un análisis de los resultados obtenidos por los laboratorios de la Secretaria de Salud de Boyacá y La Fundación Universitaria de Boyacá muestran el siguiente comportamiento:

- **PH**

Se observa unas pequeñas variaciones en los cuatro análisis realizados de los cuales se puede decir que este parámetro se encuentra dentro del rango permitido por la legislación vigente sobre esta materia.

- **Turbiedad**

De las cuatro muestras dos se encuentra por fuera de la norma, lo que nos muestra los valores máximos de este parámetro en épocas de lluvias y que se hace necesario un continuo mantenimiento en la bocatoma para evitar que esta se cólmate de sedimentos.

- **Color**

Este parámetro se encuentra por fuera del decreto 475/98 en dos de las cuatro muestras analizadas de Soracá.

- **Hierro**

La muestra se encontró por fuera de la norma, lo que ratifica la apreciación comentada en el parámetro de turbiedad.

- **Microbiológicamente**

Se detectó la presencia de Bacterias Mesofilicas, Coliformes Totales y fecales valores por encima de lo estipulado en el decreto 475/98.

De acuerdo a la visita sanitaria ocular, se pudo identificar la problemática que incide representativamente en la calidad del agua del nacimiento el salitre, aumentando sus concentraciones en términos de color y turbiedad.

De otra parte se identificó la presencia de cultivos de papa en las rondas de la quebrada, los cuales pueden generar contaminación por la aplicación de plaguicidas. Así mismo se encontraron animales de pastoreo, los cuales contribuyen a la afectación de calidad del agua en términos microbiológicos.



## 2. MARCO LEGAL

Como se mencionó anteriormente, la calidad de los recursos hídricos se entiende como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen el agua en su estado natural, pero para establecer los parámetros que permiten clasificar el agua según su calidad es necesario especificar el uso predominante que se le dará. En el caso que nos interesa ahora, se abordará la calidad del agua para consumo humano.

**Normas de calidad del agua para consumo humano.** Desde 1984, con la emisión del decreto 1594 se estipulan los criterios de calidad que deben alcanzar las fuentes de agua para posibilitar los diferentes usos; en él se indican los criterios de calidad como guías para ser utilizadas para el ordenamiento, asignación de usos al recurso y determinación de las características del agua para cada uso.

Establece que los usos del agua serán: consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial y transporte así como que en los sitios donde se asignen usos múltiples, los criterios de calidad para la destinación del recurso, corresponderán a los valores más restrictivos de cada referencia.

La Resolución 1096 de 2000 (RAS), contiene lineamientos para definir los niveles de tratamiento del agua para “consumo humano”, en función de la calidad de la fuente, que va desde aceptable a muy deficiente, de acuerdo con su grado de contaminación. El nivel de tratamiento requerido va desde desinfección más estabilización, hasta tratamientos específicos para agua de muy mala calidad. Señala que la fuente debe caracterizarse en período seco y de lluvia y estos parámetros deben alcanzar los criterios de calidad para la destinación del recurso, estipulados por el Decreto 1594 de 1984.

De igual manera, el RAS indica que las corrientes hídricas superficiales están sometidas a contaminación, por lo cual sólo pueden considerarse como fuente de agua “potable”, una vez se tomen medidas para la protección de la calidad del agua, como la vigilancia de la cuenca, aislamiento de las rondas hídricas e instalación de plantas de tratamiento de agua. En el caso en que la fuente de agua corresponda a recursos hídricos subterráneos, el reglamento indica los tratamientos que deben realizarse para la remoción de hierro y manganeso. Este reglamento establece que el agua para consumo humano debe cumplir los requisitos de calidad microbiológica, organoléptica y fisicoquímica exigidos en el Decreto 475 de 1998.

En materia de medidores, el RAS señala la obligatoriedad de instalar medidores domiciliarios para cada uno de los suscriptores individuales del servicio de acueducto. En este sentido, la Ley 142 de 1994, establece como un derecho tanto de la Empresa de Servicio Público (ESP) como del usuario, la medición de los consumos de agua, indicando que éste debe ser el elemento principal del precio que se cobre al suscriptor o usuario en la tarifa. Sin embargo, según los datos del MAVDT, en el sector rural, el avance en la instalación de micros medidores está muy rezagado, ya que en año 2005, sólo el 10,5% de los sistemas contaban con ellos.

La ley 142 también exige a todas las entidades prestadoras de servicios de acueducto y riego adelantar programas para instalar medidores de consumo a todos los usuarios cuyos costos pueden ser financiados por la ESP. El Decreto 302 de 2000 indica que los contratos de prestación del servicio pueden exigir a los suscriptores o usuarios la adquisición, instalación, mantenimiento y reparación de los instrumentos de medición de los consumos de agua cuando se establezca que el funcionamiento no permite determinarlos adecuadamente.

El Decreto 475 de 1998, que fue modificado por el Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias 2115 de 2007, 0811 de 2008. Señalan las normas que el agua suministrada para consumo doméstico por las Empresas de Servicio Público (ESP), debe cumplir con los requisitos independientemente de las características que tenga el agua de la fuente hídrica.

El cambio de normatividad, obedeció a los nuevos conocimientos en materia de contaminantes del agua que afectan directamente a la salud humana y a que al nuevo arreglo institucional debía establecerse las labores de vigilancia y control según las competencias de cada entidad, así como al abuso del empleo de los parámetros de “agua segura” establecidos en el decreto 475.

La norma vigente sobre calidad de agua para consumo humano, incluye la elaboración de un mapa de riesgo como el “instrumento que permite definir las acciones de vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de los sistemas de suministro de agua para consumo humano”, Sin embargo, no tiene una claridad conceptual requerida en este tema y por ello genera un gran vacío en el alcance de este nuevo componente de análisis, que resulta vital para la mitigación de las vulnerabilidades de los sistemas de captación, tratamiento, distribución y entrega.

Resulta alarmante que el concepto sanitario se base en la evaluación de las “Buenas Prácticas Sanitarias”, sin que éstas estén definidas explícitamente. Adicionalmente, no se ha dado cumplimiento a lo establecido en el Artículo 7 del Decreto 1575 con relación a la obligación del Ministerio de la Protección Social de adoptar, antes de diciembre de 2007, el “manual de instrucciones que deben utilizar la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para consumo humano para determinar su calidad física, química y microbiológica”.

Según los soportes suministrados por el MAVDT y las observaciones realizadas por ACODAL, el valor del pH se relaciona más con la corrosión de los sistemas de abastecimiento que repercutirá directamente en la salud humana, por lo tanto, no es entendible que el valor del parámetro no se haya ajustado a lo establecido por la OMS, entre 6.5 – 8.0 y tampoco se haya relacionado con los efectos que causa.

Por otra parte, inquieta que se haya eliminado el control sobre sustancias como el boro, cloroformo, fenoles totales y plata, toda vez que se ha demostrado que estas sustancias generan afectaciones graves a la salud y que su uso no ha sido suprimido totalmente del país. Igualmente preocupa que el valor máximo aceptable del antimonio se haya disminuido sustancialmente en un 100% pasando de 0.005 mg/l a 0.02 mg/l, máxime si se

tiene en cuenta que internacionalmente el valor aceptable es de 0.006 mg/l. Además, el valor aceptable de 300 mg/l establecido para el parámetro de dureza, no guarda coherencia con lo reportado como soporte técnico, ya que se indica que este parámetro se encuentra asociado con la presencia de calcio y magnesio, por tanto la dureza por encima de 200 mg/l puede causar incrustaciones en los sistemas de tratamiento. También se aumentó el valor aceptable para cloro residual, que según los informes del SIVICAP es uno de los parámetros que más se incumple.

En virtud de lo establecido en la Ley 9 de 1979, Ley 175 de 2001 y Decreto modificatorio, 1575 del 9 de mayo de 2007 y la Resolución 4716 de 2010 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamentaria del párrafo del Artículo 15 del Decreto en mención, la cual tiene por objeto establecer las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que deben cumplir las autoridades sanitaria departamental, distrital y municipal categoría especial, 1, 2 y 3 y ambiental competente, para elaborar, revisar y actualizar los Mapas de riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

El marco normativo sanitario está dado por:

**Constitución Política de Colombia:** El estado protegerá la diversidad e integridad del ambiente, conservará las áreas de especial importancia ecológica y fomentará la educación para el logro de estos fines.

**Ley 9 de 1979 “Código Sanitario Nacional”:** Ordena el cumplimiento de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano con el objeto de prevenir o impedir la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación que atente contra la salud de la comunidad.

**Ley 142 de 1994:** Por la cual se establece el Régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

**Ley 715 de 2001:** Ley orgánica de recursos y competencias. Ratifica al sector salud la competencia de realizar la vigilancia de la calidad del agua.

**Decreto 1575 de 2007:** Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Resolución 2115 de 2007:** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

**Resolución 811 de 2008:** Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.

**Resolución 82 2009** Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

**Resolución 4716 2010:** Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007”.

**Resolución 5554 de 2010:** Por la cual se autoriza a algunos laboratorios para que realicen análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.

### 3. AREA DE ESTUDIO

El 20 de Agosto de 1537, el mariscal don Gonzalo Jiménez de Quezada llega a Soracá como a las tres de la tarde, con 245 jinetes y 25 soldados de infantería. La mayor parte de la gente la dejó en ciénaga y el resto andaba explorando a ordenes de Juan de San Martín.

El mismo día que se dirigía don Gonzalo Jiménez de Quezada y su ejército, a la región del zaque los expedicionarios cuando llegaron a la cima del alto de Soracá, observaron llenos de asombro, que en la colina occidental de Hunza, (Tunja) se levantaban muchas horcas y de los patibulos pendían cadáveres de indígenas.

Ante este horrendo espectáculo, la pequeña eminencia recibió de los extranjeros el título de “Loma de los ahorcados” hoy alto de San Lázaro.

Soracá es elevada a parroquia el 7 de Octubre de 1776 por el arzobispo de Santa Fe don Agustín de Alvarado y Castillo.

Hasta 1954 fue tenido en cuenta como municipio y por decreto No. 2453 fue convertido en corregimiento de Tunja, ratificado posteriormente por la ley 141 de 1961; luego el 15 de Julio de 1976 se declara inasequible la ley anterior volviendo a la categoría de municipio. Y la ordenanza 41 del 1978 ratifico los límites municipales.

Soracá pertenece a la cordillera central de los andes y se encuentra en las estribaciones de la meseta cundiboyacense; la zona urbana se esconde en una meseta entre los cerros Arzobispo, los chorros y Tibará en donde contrastan tierras erosionadas, frías y de barrancos amarillos. Soracá es una región apta para la producción de papa, trigo, frutales y pastos para la ganadería.

**Contexto Provincial.** En cuanto a la localización departamental, está localizado en la zona centro del departamento de Boyacá a 5° 30´ de latitud Norte y 73° de longitud Oeste de Greenwich.

Está a 2.942 m sobre el nivel del mar al oriente de Tunja y al pie del páramo de Peña Negra. Forma parte de la provincia de Centro junto con catorce (14) municipios más, ocupa el décimo lugar después de Tunja, Samacá, Ventaquemada, Cómbita, Toca, Sotaquirá, Siachoque, Tuta y Chíquiza.

Soracá limita: Al Norte = Chivata  
Al Oeste = Siachoque y Viracachá  
Al Sur = Ramiriqui y Boyacá (Boyacá)  
Al Este = Boyacá (Boyacá) y Tunja

Soracá presenta como divisiones administrativas tradicionales el sector urbano determinado por el perímetro urbano y el sector rural el cual está conformado por doce (12) veredas: Alto negro, Centro, Cruz Blanca, Chaine, Faitoque, Otro lado, Puente Hamaca, Quebrada Grande, Quebrada Vieja, Rominguirá, Rosal y Salitre.



Grafico 1. Mapa Provincial Departamento de Boyacá.



Fuente: [www.soraca.gov.co](http://www.soraca.gov.co)



Tabla 1. Comparativo extensión y demografía Provincia de centro de Boyacá

MUNICIPIO	POBLACIÓ N 1993	(1)	EXTENSIO N	(2)	DENSIDAD DEMOGRA FICA HAB/KM
TUNJA	107444	1	117	8	918
COMBITA	9855	5	148	6	67
CUCAITA	3586	13	43	15	52
CHIQUEIZA	6052	9	116	9	52
CHIQUEIZA	3305	14	51	13	
MOTAVITA	4126	11	61	10	68
OICATÁ	2375	15	59	11	40
SAMACÁ	13615	2	160	4	85
SIACHOQUE	8120	7	125	7	65
SORA	3671	12	46	14	80
<b>SORACÁ</b>	<b>5.734</b>	<b>10</b>	<b>57</b>	<b>12</b>	<b>101</b>
SOTAQUIRÁ	9136	6	284	1	32
TOCA	10209	4	187	2	55
TUTA	7168	8	164	3	44
VENTAQUEMADA	10621	3	150	5	71
<b>TOTAL DE LA PROVINCIA</b>	<b>205017</b>		<b>1768</b>		<b>115</b>
<b>TOTAL DEL DPTO</b>	<b>1179948</b>		<b>23189</b>		<b>51</b>

Fuente: E.O.T

Según los datos del DANE, correspondientes al Censo 93, el total de la población provincial es de 205.017 habitantes, en donde al municipio le corresponde 5.734 habitantes, porcentualmente el 2.79 % respecto a la Provincia y el 0.48% del total del departamento.

Dentro del total de extensión territorial de la Provincia corresponde a 1.768 Km.2, para una participación del Municipio de 57 Km.2, equivalente al 3.22%. Siendo el tercero más pequeño de la provincia.

**Usos del Suelo.** El uso de los suelos en el Municipio está dado en un 60% al Sector Agrícola, un 30% al pastoreo y un 10% a otros usos, lo que significa que tienen un uso muy superior en el sector agrícola comparado con el total de la provincia y Departamento.

15

Grafico 2. Mapa geográfico de Soraca.



Fuente: Google Earth.

Tabla 2. Usos del suelo

MUNICIPIOS	USO DEL SUELO		
	AGRICOLA %	PASTOS %	OTROS %
TUNJA	50	33	17
COMBITA	43	46	11
CUCAITA	53	16	30
CHIVATA	42	31	28
CHIQUIZA	48	31	21
MOTAVITA	53	42	5
OICATÁ	53	24	32
SAMACÁ	64	21	15
SIACHOQUE	35	33	31
SORA	58	19	23
<b>SORACÁ</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>10</b>
SOTAQUIRÁ	9	37	54
TOCA	56	19	25
TUTA	27	55	19
VENTAQUEMADA	40	18	42
<b>TOTAL DE LA PROVINCIA</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>28</b>
<b>TOTAL DEL DPTO</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>37</b>

Fuente: E.O.T.

**Geología Regional.** El área de estudio para el Municipio de Soracá se ubica en la cordillera oriental y hace parte de la meseta Cundí boyacense. Las formaciones presentes se han depositado en el transcurso del tiempo geológico y lo conforman rocas de origen sedimentario del cretácico, terciario y cuaternarios estas últimas las formaciones más recientes con materiales de baja consolidación. Las formaciones presentes en el área son: Formación Conejo(Kscn), Grupo Guadalupe (Ksg) con las formaciones Plaeners (Ksgp), Labor yTierna (kspt), Formación Guaduas (Tkg), Formación Cacho (Tpc), y Cuaternarios.

**Clima.** Con base en los boletines del Ideam y de las estaciones climatológicas de la región limítrofe, representativas de las dos zonas de influencia correspondiente al municipio de estudio, motivo a que directamente sobre el municipio de Soracá no se encuentran ubicadas estaciones de hidroclimatología, se elaboraron análisis de los promedios multianuales (1988-1997) de los registros de temperatura, y precipitación de Tunja y Estaciones de precipitación de Toca, Siachoque corriente del Río Cormechoque, y del sector represa de la copa Toca, Ramiriquí, y Jenesano corriente Teatinos, Igualmente se elaboró diagrama hídrico de Thornwaite para zona de estudio.

**Precipitación.** El promedio mensual de valores medios de precipitación es de 35,7 mm, en el mes Agosto, máximos en el mes de marzo con 141,0 mm y mínimo mes de enero con 0.5 mm. De acuerdo a la figura el patrón de distribución de lluvias es de tipo bimodal con un periodo de concentración de aproximadamente de 3 meses de duración. El valor máximo se alcanza en octubre, más húmedo, el más seco es enero y febrero con 0,5 y 11,8 mm; La variación interanual para un periodo de 10 años con un valor anual promedio de 606.1 mm, muestra una repartición irregular de años secos que húmedos y con un

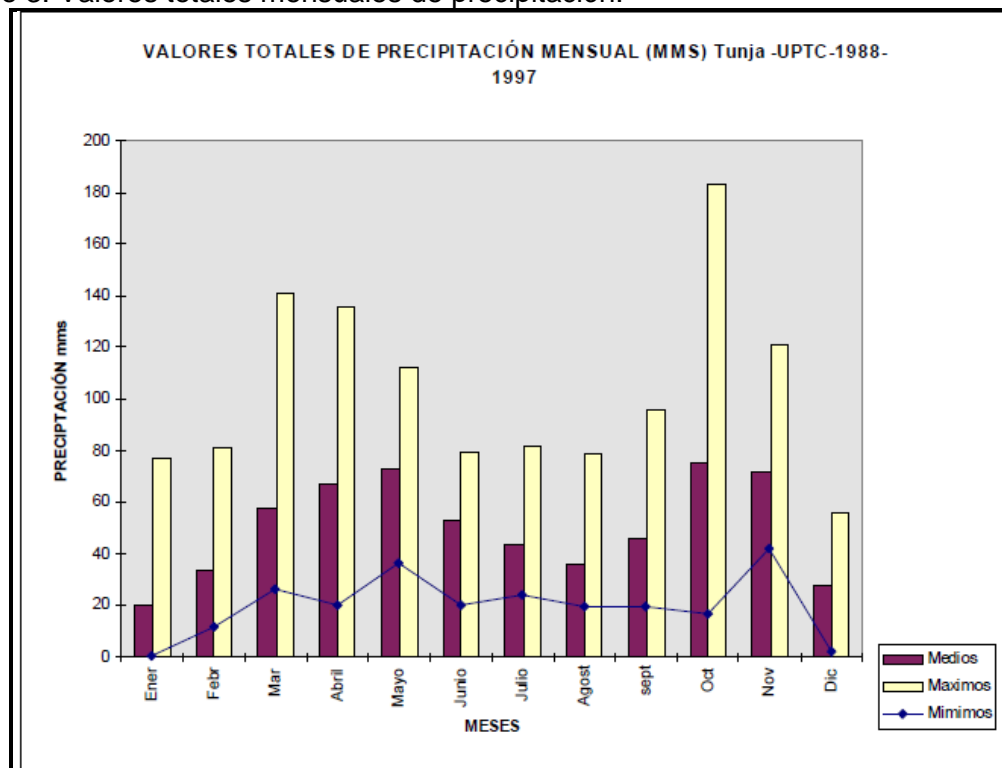
ligero predominio de años secos. En un año seco típico como 1997 la cantidad de lluvia recibida fue de 418,8 mm, mientras que un año húmedo como 1988 registra 694,6 mm.

Tabla 3. Valores totales mensuales de precipitación.

	Ener	Febr	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Medios	20,3	33,7	58,1	66,8	73,2	53,0	44,1	35,7	46,2	75,5	72,0	27,6	606,1
Maximos	76,8	81,3	141,0	136,2	112,4	79,0	82,0	78,6	96,2	183,0	121,6	56,1	183,0
Mimimos	0,5	11,8	26,3	20,1	36,3	20,1	24,4	19,5	19,5	16,9	41,9	2,5	0,5

Fuente: E.O.T.

Grafico 3. Valores totales mensuales de precipitación.



Fuente: E.O.T.

**Topografía.** La situación geográfica hace que sea la topografía del bh- MB variable y con paisajes de valles pequeños, suaves ondulados y ásperas vertientes del flanco cordillerano, por donde descienden pequeñas quebradas y aparecen mesetas onduladas, donde hoy se explota con agricultura de papa, trigo, cebada, maíz y ganadería.

El monte nativo hoy en su mayoría esta transformado y predominan los pastos y pequeños rastrojos como matorrales dispersos entre los pastizales.

Para el municipio de Soracá se encuentra la zona sur en límites con Viracachá vereda de Rominguirá, Cruz Blanca Faitoque. En esta zona se encuentra una gran diversidad de especies de árboles indicadores del bosque original como tunos, encenillos, raques, trompeta, espino, salvio, romero, juco o garrocho, mortiño, laurel, cucharo, uva camarona, Pegamosco y mano de oso igual helechos, orquídeas y quichés.

Fisionómicamente predominan estratos, Arbóreos, arbustivo y herbáceo; el epifitismo es una condición media presente (musgos, quichés, líquenes, orquídeas, lianas y bejucos).

Se observa y se registra previos recorridos de campo 1998-1999 que especies arbóreas de los siguientes géneros como : mano de oso, *Oreopanax spp.*, Tobo *Escallonia spp.*, Laurel *Myrica sp.*, Guamo *Inga sp.*, arrayán, *Myrsianthes spp.*, canelo *Drymis sp.*, garrocho *Viburnum sp.* Y Encenillo *Weinmannia tomentosa*, sangredado *Croton sp.* son de escasa frecuencia para regiones muestreadas y nula para la mayoría del territorio de Soracá motivo a la tala y al minifundio de la región que realiza labores agrícolas.

**Vegetación.** Previamente con base en los mapas se realizaron excursiones en los meses de diciembre de 1998 y hasta febrero de 1999, realizando observaciones al azar y exhaustivas de flora en áreas de prioridad social de zona de páramo: turberas, matorral, pajonal, frailejónal, sucesiones. Bosque alto andino y zona andina seca y húmeda: Bosques riparios, rastrojo seco y húmedo, matorral, pastizal, humedal, sucesiones y bosques cultivados, previo recorrido establecido con base en la cartografía, preparada para las excursiones de campo.

En el inventario de especies vegetales se realizó uno directamente en campo, referenciando en lo posible todas las especies presentes en la zona, Los grupos que se incluyen Angiospermas (Monocotiledóneas y Dicotiledóneas), Pteridophytas, Briophytas y líquenes estos dos últimos grupos de escasa referencia por ser todavía un tema árido en expertos dentro del país, sin embargo se referencia en base a estudios de tesis en la Zona de Universidad Nacional de Colombia.

La fase de terminación se efectuó directamente en campo previa observación de ejemplares, comparándolo con claves disponibles, floras generales, monografías y descripciones de flora colombiana.

En la determinación florística, se contó el número de familias, géneros y especies presentes en general para cada ecosistema como páramo andino. Teniendo en cuenta la inclusión de angiospermas, y algunas especies de Pteridophytas, Briophytas y líquenes.

**Caracterización Del Recurso Hídrico.** El municipio de Soracá cuenta con un gran número de nacederos principalmente en las veredas de El Rosal, Faitoque, Chaine, Quebrada Vieja y Quebrada Grande los cuales forman las Micro cuencas de las Quebradas El Muerto, El Arzobispo, Puente Hamaca y Quebrada Vieja.

**Micro cuenca Quebrada Susa.** Esta Micro cuenca conformada por las veredas de Faitoque, Rosal y Cruz Blanca se encuentra distribuida de la siguiente manera:



De la parte alta de las veredas El Rosal y Faitoque se encuentran los Nacedero que forman esta Micro cuenca, el primero de estos el Nacedero Cardonal en la finca de la señora Pastora Cárdenas Moreno en las coordenadas N 5° 28 29.1 W 73° 19 55, luego el Nacedero El Gaque que se encuentra a 2900 m.s.n.m en las coordenadas N 05 28 11.8 W 073 19, Continuamos con le Nacedero el Papayo ubicado a 2900 m.s.n.m en las coordenadas N 05 27 35.4 W 073 19 29.3, Por ultimo encontramos el Nacedero Las Lajas a 2900 m.s.n.m en las coordenadas N 05 27 47 W 073 19 02.4 los cuales forman con sus efluentes la Quebrada El Muerto que desemboca a la margen izquierda de la Quebrada Susa.

El Nacedero de Doña Teodosa Acuña ubicado en las coordenadas N 5° 28 40.9 W 73° 19 57.3, con el Nacedero Santa Librada que se localiza en las coordenadas N 5° 28 40 W 73° 20 23.8, Nacedero el Cerezo de doña Pastora Cárdenas en las coordenadas N 5° 28 7.6 W 73° 20 6.8 y el Nacedero Pantano Amarillo de la finca del Señor Pedro Martínez ubicado en las coordenadas N 5° 28 39.9 W 73° 21 7.0 conforman la Quebrada El Arzobispo que a su vez con la Quebrada El muerto forman la Quebrada Susa. A la margen izquierda de esta llega la Quebrada la Moya que nace en las coordenadas N 5° 26 53.0 W 73° 20 0.8.

El balance hídrico utilizando el método de aforo Area – Velocidad reporta los Sigüientes caudales:

Quebrada el Muerto 16.6 lps  
Quebrada El Arzobispo 17.1 lps  
Quebrada La Moya 1.22 lps

20

Para un caudal Total de la micro cuenca en época de Transición de la Quebrada Susa de 34.92 lps. Durante el recorrido de campo se pudo observar que las márgenes de las quebradas se encuentran desprotegidas ya que existen abundantes pastos, ganado y cultivos, lo cual están deteriorando significativamente la calidad de estas aguas en lo que hace referencia a Sólidos y a la parte Microbiológica.

El área total de la micro cuenca en el municipio de Soracá es de 12.044 Km<sup>2</sup> y su pendiente estructural es del %. De acuerdo con los datos de caudal obtenidos en campo y el área de esta cuenca se puede concluir que el caudal específico de escorrentía es de 2.89 l/s/ Km<sup>2</sup>.

La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita total para esta Micro cuenca equivale a 1012.8 m<sup>3</sup>/hab/año y la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales equivale al 20 % de la oferta per cápita total 202.6 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual muestra una limitación hídrica en esta Micro cuenca que frena el desarrollo socioeconómico, es decir se encuentra en una preocupante situación de escasez de agua.

**Micro cuenca Quebrada Puente Hamaca.** La micro cuenca está compuesta por varias Quebradas que son afluentes de esta y se distribuyen de la siguiente manera:

Inicialmente encontramos la Quebrada Chica que nace en la Vereda de Chainé en los predios de don Aurelio Martínez, don Severo Moreno y el Nacedero Agua Blanca



ubicados en las coordenadas N 5° 31 29.5 W 73 17 34.9, N 5° 31 17.3 W 73° 17 30.4, N 5° 31 3.7 W 73° 17 35.3 respectivamente, son zonas muy intervenidas ya que no existe vegetación arbustiva o arbórea, solo pastizales y cultivos. Esta fuente atraviesa toda la vereda de alto negro y finalmente llega al casco urbano del municipio donde desemboca sobre la quebrada Grande a la margen derecha aportando un caudal de 60.2 lps. Continuando con el recorrido se encuentra la Quebrada Grande que nace en la vereda El Salitre en los predios de los señores José Gamez y la Familia Cuevas localizados en las coordenadas N 5° 29 26.9 W 73° 19 21.9 y N 5° 29 10.4 W 73° 19 17.3 parte alta, N 5° 29 5.1 W 73° 19 21.2 y N 5° 29 7.4 W 73° 19 32 respectivamente, donde encontramos las mismas características de la fuente anterior. Atraviesa toda la vereda el Salitre hasta el sector la Roca donde se une una Cañada que viene de la parte alta de la vereda de Faitoque del Nacedero de la finca del señor José Abel Muñoz quien construyó 5 represas, donde en época de verano no permiten que el agua continúe su recorrido por la cañada secando este drenaje totalmente. Llega al casco urbano y se encuentra con la desembocadura de la quebrada Chica, hasta este punto la quebrada lleva un caudal de 68 lps, sitio de donde es captada el agua para un canal de riego que pertenece al señor Willian Muñoz reduciendo el caudal de estas dos fuentes a 27.4 lps, el canal tiene de longitud 300 m hasta unirse con la Quebrada Puente Hamaca a la margen derecha. Aguas abajo de la unión de las dos quebradas toman el nombre de Quebrada Grande y desemboca en la Quebrada Puente Hamaca a la margen derecha.

Finalmente encontramos La Quebrada La Colorada que nace en la parte alta de la vereda Quebrada Grande que es el límite con el Municipio de Tunja en las coordenadas N 5° 29 40.6 W 73° 21 52.1, la cual lleva un caudal de 4 lps, por otro lado encontramos la Quebrada el Espejo que nace en el municipio de Tunja con un caudal de 11.3 lps y al unirse con la Quebrada la Colorada forman la Quebrada Puente Hamaca, donde aguas abajo se les une una pequeña cañada que en época de verano se seca, la cual nace en los predios de Don Israel Rojas que se localiza en las coordenadas N 5° 29 10.3 W 73° 21 11.1 pasa las fincas de las Familias Paipa y Martínez hasta las coordenadas N 5° 29 20.6 W 73° 20 55.7 la cual lleva un caudal de 11 lps y desemboca a la margen derecha de la Quebrada Puente Hamaca.

Continuando el recorrido de esta micro cuenca encontramos en la vereda de Chaine un Nacedero en la finca del señor Gabriel Guerrero en las coordenadas N 5° 30 59.1 W 73° 18 47.1 que forma una cañada denominada el Chuscal, pero en época de verano disminuye considerablemente su caudal, las aguas de este Nacedero son recogidas por una represa ubicada en las coordenadas N 5° 31 1.6 W 73° 19 1.2. de acuerdo con el drenaje de esta cañada en la actualidad no hay escorrentía superficial de esta agua.

Durante el recorrido de campo se pudo observar que todas las fuentes presentan unas características físicas regulares, pendientes bajas y piedras pequeñas.

Por ser una región micro fundista se aceleró la deforestación de la zona, lo cual afectó directamente a las quebradas y caños existentes en la zona provocando un desequilibrio hídrico.

El caudal total en época de transición de esta micro cuenca es de 262.5 lps. El área total de la micro cuenca en el municipio de Soracá es de 29.9 Km<sup>2</sup> y su pendiente es del %.

De acuerdo con los datos de caudal obtenidos en campo y el área de esta cuenca se puede concluir que el caudal específico de escorrentía es de 8.75 l/s/ Km<sup>2</sup>. La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita total para esta Micro cuenca equivale a 2494.2 m<sup>3</sup>/hab/año y la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales equivale al 20 % de la oferta per cápita total 498.8 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual muestra una limitación hídrica en esta Micro cuenca que frena el desarrollo socioeconómico, es decir se encuentra En una preocupante situación de escasez de agua.

**Micro cuenca Quebrada Centenario.** Estas Micro cuenca cuentan con Nacederos que provienen de las veredas de Rominguirá, Alto Negro Y Quebrada Vieja con las siguientes características:

La Quebrada vieja nace en la finca de los herederos de don Parmenio Fuquen en las coordenadas N 5° 30 21.8 W 73° 18 8.4 y confluye a esta el efluente del Nacedero de la Familia yanquen que viene de la vereda Rominguirá en las coordenadas N5° 30 46.6 W 73° 17 31.6 y N 5° 30 44.1 W 73° 17 26.8, que desembocan a la margen izquierda de la quebrada llevando un caudal de 18.8 lps. Por otro lado de la parte alta de la vereda Alto Negro encontramos el Nacedero el Cardón en las coordenadas N 5° 29 49.2 W 73° 19 02.3 que baja hacia la vereda de Quebrada Vieja y se une con el Pantano el Cardón en las coordenadas N 5 29 30.7 W 73 18 23.8 para conformar la Quebrada El Cardón que aporta un caudal de 26.2 lps, para un caudal total de estas fuentes de 45 lps.

Por el otro lado de la vereda de Quebrada Vieja encontramos el Nacedero de don Segundo Medina localizado en las coordenadas N 5° 29 28.2 W 73° 18 57.2, del cual se forma la Quebrada Puente Suarez con un caudal 12.8 lps y se une aguas abajo con el efluente del Pantano El Chuscal o Barro negro el cual se encuentra protegido, aporta un caudal de 26.3 lps para un caudal total de estas fuentes de 39.1 lps.

Que finalmente son las que conforman la parte alta de la micro cuenca de la Quebrada Centenario del municipio de Viracachá aportando un caudal total de 84.1 lps.

El área total de la micro cuenca en el municipio de Soracá es de 10.24 Km<sup>2</sup> y su pendiente es del %. De acuerdo con los datos de caudal obtenidos en campo y el área de esta cuenca se puede concluir que el caudal específico de escorrentía es de 8.21 l/s/ Km<sup>2</sup>.

La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita total para esta Micro cuenca equivale a 1768.1 m<sup>3</sup>/hab/año y la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales equivale al 20 % de la oferta per cápita total 353.6 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual muestra una limitación hídrica en esta Micro cuenca que frena el desarrollo socioeconómico, es decir se encuentra en una preocupante situación de escasez de agua.

**Vereda El Rosal.** De esta vereda encontramos el nacimiento de la Quebrada el Rosal en los predios del señor Pedro H. Bernal en las coordenadas N 5° 27 14.5 W 73° 19 7.6 que

aporta un caudal de 0.7 lps el cual se encuentra totalmente desprotegido. Esta quebrada pertenece al municipio de Ramiriquí y conforma la parte alta de la cuenca del Río Viracachá.

**Vereda Puente Hamaca.** En esta vereda encontramos el nacimiento de la quebrada la cebolla en y aporta un caudal de lps a cual se encuentra totalmente desprotegida. Su afluente corre hacia el municipio de Tunja.

#### 4. DESCRIPCIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA.

##### 4.1. Captación de refuerzo en nacedero

Localizada en la coordenada **N: 1098456 E: 1083633**, ubicado aguas arriba del punto de captación, consta de una caja reguladora de caudales con dos cámaras intercomunicadas con tubo de 4" de diámetro, estas cámaras cuentan con las siguientes dimensiones:

Cámara 1: 0,65 m de largo, 0,60 m de ancho y 0,40 m de profundo tomados por la parte externa.

Cámara 2: 0,68 m de largo, 0,68 m de ancho y 0,94 m de profundo tomados por la parte externa.

Las dos cámaras cuentan con muros de 0,20 m de espesor, de esta cámara sale una tubería de 3 "de diámetro que conduce el agua hacia la Bocatoma principal o punto de captación del Municipio de Soraca.

Grafico 4. Bocatoma del nacedero localizado aguas arriba del nacedero el salitre



Fuente: Autor

##### 4.2. Captación y/o reservorio El Salitre (EL MANANTIAL)

Localizada en la coordenada **N:1098351 E: 1083602**, Consta de un muro en concreto reforzado, construido sobre el nacimiento, formando una especie de lago, a este punto confluyen diferentes nacederos y también se abastece de aguas de escorrentía teniendo en cuenta que es una estructura tipo galería de infiltración, el muro tiene una longitud de 82 ml de perímetro, un espesor de pared que oscila entre los 0,23 m y los 0,27 m, la

totalidad del agua es tomada por el acueducto, no existe vertedero de excesos, la captación del agua para el municipio se hace directamente por medio de dos tubos de 3" de diámetro cada uno los cuales van al desarenador en un tramo aproximado de dos metros.

A dos metros del punto donde se encuentran los tubos de salida se encuentra un muro con dimensiones 6,05 m de largo, 0,15 m de ancho y 0,15 m de alto, el cual sirve como vertedero de excesos.

Esta estructura que forma un pequeño embalse tiene profundidades promedio entre 0,46 m y 0,82 m, también cuentan con dos tubos de salida o vaciado para lavado de 3" de diámetro, uno de ellos tiene una válvula de lavado de HF con vástago ascendente y rueda de manejo tipo bola como reguladora y el otro cuneta con un tapón, estos se encuentran en una caja en concreto con solamente tres paredes de 0,75 m de largo, 6,35 m de ancho y altura de 0,45 m con espesor de muros de 0,10 m.

El estado de la bocatoma es regular, teniendo en cuenta que tiene agrietamientos que permite la fuga de agua almacenada, el día de la visita se encontraron obreros trabajando que según el fontanero se firmo un contrato para el mantenimiento de la bocatoma.

Grafico 5. Bocatoma nacimiento el salitre



Fuente: Autor

#### 4.2.1. Pretratamiento.

El proceso de Pretratamiento del agua cruda del nacimiento denominado el salitre, consiste en la remoción del material suspendido por medio de un proceso efectuado por el desarenador, el cual cumple la función de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad.



**Desarenador.** El desarenador se encuentra a dos metros de la estructura de captación, a esta estructura entran dos tubos provenientes de la bocatoma, en una entrada hay un registro de bola en bronce con diámetro de 3", con sus extremos unidos con rosca y la otra entrada llega directo al desarenador (Bypass).

El desarenador no cuenta con sistema de medición y el agua entra directamente de la captación, llegando inicialmente a una cámara de control que recibe las aguas del nacedero el salitre mediante una tubería de 3" en PVC y la conduce a la zona de sedimentación y luego a una cámara de control.

La estructura está construida en concreto reforzado con medidas de 1.72 m de ancho, 7.40 m de largo y 1.35 m de latos tomados por el exterior, no existe reboce a ninguna fuente hídrica, el estado del desarenador es regular, teniendo en cuenta que tiene grietas en su estructura.

La entrada la conforman dos tuberías de 3" de diámetro PVC que vienen de la bocatoma, las cuales entran a la estructura y se encuentran con dos cámaras, una más profunda que la otra, las cuales se comunican entre si pro medio de un vertedero de excesos, la profundidad de esta parte es de 0.58 m tomados del suelo hasta la cresta de la estructura.

De la estructura anteriormente mencionada el agua es conducida a la zona de sedimentación, la cual cuenta con una profundidad de 1.44 m desde la cresta del muro hasta el suelo de la misma, en esta zona se encuentra una pantalla, la cual tiene las siguientes dimensiones de alto 0.94 m, de ancho 1.08 m y de espesor 0.10 m, localizada desde la cresta de la estructura, este hace el trabajo de pantalla deflectora, pero en este caso no se encuentra perforada, teniendo en cuenta la ubicación de esta pantalla con respecto a la profundidad de la estructura en este punto se establece que de la parte inferior de la pantalla hasta el suelo de la estructura queda un espacio libre de 0.50 m, que es por donde sigue el flujo el agua dentro de la estructura, esta pantalla se encuentra a 2.40 m desde la entrada del desarenador a la misma, la estructura anteriormente mencionada tiene las siguientes dimensiones, 0.75 m de largo, 0.75 m de alto y 1.20 m de ancho.

La cámara de salida cuenta con una altura de 1.20 m desde la cresta del muro hasta el suelo, en esta parte de la estructura se encuentra una pantalla de 0.44 m de altura, 1.01 m de largo y 0.20 m de espesor, dejando un espacio libre de 0.67 m entre la cresta inferior de la pantalla y el suelo de la estructura, este muro se encuentra a 5.7 m desde la estructura de entrada del desarenador, la estructura anteriormente mencionada tiene las siguientes dimensiones 1.1 m de alto, 1.02 m de largo y 0.52 m de ancho.

Para la salida del agua pretratada hacia la red de conducción se hace por medio de dos tubos de 4" de diámetro, los cuales conducen el agua a una caja de 0.50 m de ancho, 0.55 m de alto y 0.85 de largo en concreto reforzado, la salida del desarenador y de ahí el agua sale por una tubería de 6" de diámetro hacia la red de conducción, la cual aproximadamente 15 m aguas abajo reduce el diámetro a 4" de diámetro.



Grafico 6. Desarenador



Fuente: Autor

Grafico 7. Vista frontal del desarenador



Fuente: Autor

#### 4.3. Tuberías de Aducción.

De la bocatoma salen dos tubos de 3" de diámetro en PVC cada una en un tramo aproximado de 2 m de longitud, uno de los tubos llega al desarenador y es controlado por medio de un registro de bronce tipo bola, y el otro tubo llega directo al desarenador sin control como bypass.

#### 4.4. Sistema de tratamiento de agua cruda.

**Línea de conducción.** La red de conducción del casco urbano sale con tubería de 6" (N: 1098195 E: 1083629) de diámetro del sistema de Pretratamiento (DESARENADOR), en un tramo de 15 m aproximadamente, donde se reduce a tubería de 4" (N: 1099070 E: 1082815) la cual recorre un tramo de 1180 m de allí reduce a 3" en los restantes 1170 metros hasta llegar a la PTAP.

Grafico 8. Cambio de Diámetro.



Fuente: Autor

Grafico 9. Tubería de 4"



Fuente: Autor

#### 4.4.1. Planta de tratamiento

La infraestructura de la planta de potabilización, corresponde a una planta FIME (Filtración en múltiples etapas), que recibe mantenimiento mediante autolavado, se implementa el sistema de desinfección utilizando hipoclorito de calcio al 70% granulado para lo que se utiliza una bomba dosificadora.

Existe una caseta de operación, en esta área se realiza la dosificación y adicionalmente se almacenan los productos químicos como el cloro.

La planta de tratamiento presenta un buen estado físico en sus estructuras y presenta una continuidad en el servicio por sectores, los siete días de la semana.

Grafico 10. Dosificación del Hipoclorito de calcio.



Fuente: Autor

**Filtros dinámicos. (N: 1099665 E: 108285)**, Esta estructura es utilizada para reducir los extremos de los picos de turbiedad y proteger de esta manera la planta de tratamiento de altas cargas de sólidos transportada por la fuente durante unas pocas horas.

30

Cuando la fuente transporta valores elevados de sólidos fácilmente sedimentables, estos se depositan en la superficie del lecho de grava, colmatándolo rápidamente y restringiendo parcial o totalmente el paso de agua. Esta respuesta protege las unidades de tratamiento siguientes.



Grafico 11. Filtro dinámico.



Fuente: Autor

**Filtros Gruesos. (N: 1099681 E: 1082816).** Está comprendido por dos unidades de filtración gruesa, las cuales funcionan en paralelo, están en buenas condiciones de funcionamiento y su mantenimiento es adecuado; estos filtros consisten en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo.

Para el caso del filtro de flujo ascendente (el cual se presenta en este caso), se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.

Conforme funciona el filtro, los espacios vacíos se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo cual se requiere una limpieza semanal controlada mediante las válvulas de apertura a la salida de la unidad.

31



Grafico 12. Filtros gruesos.



Fuente: Autor

**Filtración lenta en arena. (N: 1099684 E: 1082810)** El sistema cuenta con dos FLA, los cuales al igual que los filtros gruesos, funcionan en paralelo pero su flujo es descendente, este tratamiento es el producto de un conjunto de mecanismos de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad microbiológica del agua.

Este tanque de lecho de arena fina colocado sobre una capa de grava que constituye el soporte de la arena la cual, a su vez, se encuentra sobre un sistema de tuberías perforadas que recolectan el agua filtrada.

El flujo es descendente, con una velocidad de filtración muy baja que puede ser controlada preferiblemente al ingreso del tanque.

32

Grafico 13. Filtración lenta en arena.



Fuente: Autor

Grafico 14. Filtro lento en arena y tanque de almacenamiento.



Fuente: Autor

## 5. AFECTACIONES DE ORIGEN ANTROPICO (BOCATOMA)

**Agricultura (N: 1098464 E: 1083644).** Una de las afectaciones que presenta el nacimiento el salitre es la posible contaminación por aspersión de plaguicidas y escorrentía de residuos de fertilizantes utilizado en las labores de agricultura, en este caso cultivos de papa y alverja que se encuentran a lado y lado de la fuente hídrica.

Grafico 15: Preparación del terreno para cultivos



Fuente: Autor

**Degradación de hojas en el sitio de captación.** Es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente. Sin embargo, muchos compuestos biológicos (lignina, celulosa, etc.) son difícilmente degradados por los microorganismos debido a sus características químicas. La biodegradación es un proceso natural, ventajoso no sólo por permitir la eliminación de compuestos nocivos impidiendo su concentración, sino que además es indispensable para el reciclaje de los elementos en la biosfera, permitiendo la restitución de elementos esenciales en la formación y crecimiento de los organismos (carbohidratos, lípidos, proteínas). La descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica). La primera es más completa y libera energía, dióxido de carbono y agua, es la de mayor rendimiento energético. Los procesos anaeróbicos son oxidaciones incompletas y liberan menor energía.

En el sitio de captación debido a que existe una vegetación frondosa y a la falta de mantenimiento de las estructuras de captación se está incrementando los microorganismos en el agua y los valores turbiedad y color.



Grafico 16. Falta de mantenimiento en la bocatoma



Fuente: Autor

**Proliferación de algas (Eutrofización) (N: 1098249 E: 1083602).** Eutrofización significa enriquecimiento por nutrientes de corrientes y lagos naturales. Este enriquecimiento es a menudo aumentado por las actividades humanas, tales como agricultura (adición del abono). En un cierto plazo, los lagos entonces se convierten en eutróficos debido a un aumento en la concentración de nutrientes.

Eutrofización es causada principalmente por un aumento en los niveles del nitrato y del fosfato y tiene una influencia negativa en la vida acuática. Debido al enriquecimiento, plantas del agua tales como algas crecerán extensivamente. Consecuentemente el agua absorberá menos luz y ciertas bacterias aerobias llegarán a ser más activas. Estas bacterias agotan los niveles del oxígeno y en el futuro, solamente las bacterias anaerobias puedan ser activas. Esto hace imposible la vida en el agua para los pescados y otros organismos.

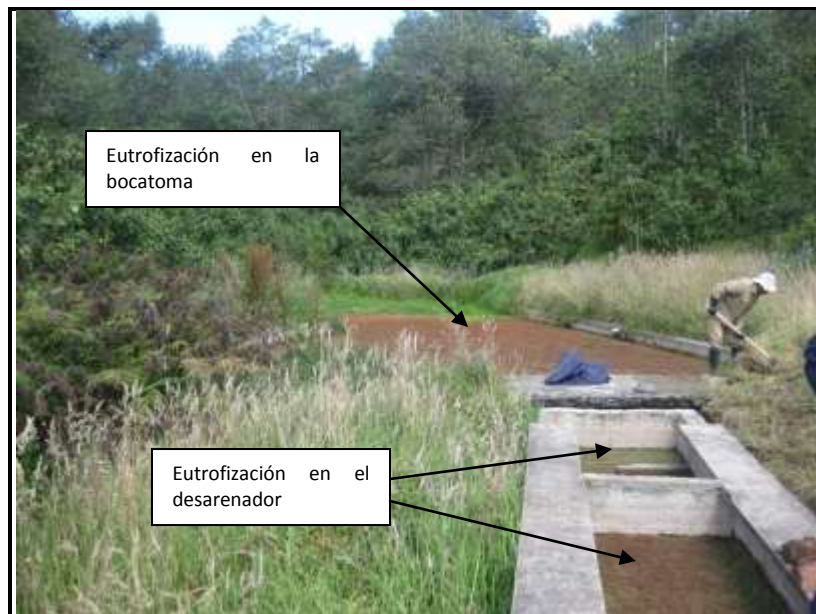
Debido tal vez a los químicos que por escorrentía e infiltración pueden llegar al agua y por la falta de mantenimiento como la bocatoma y el desarenador se han venido incrementando la presencia de algas en el agua.

Grafico 17. Eutrofización del agua por la presencia de algas en el desarenador y bocatoma



Fuente: Autor

Grafico 18. Eutrofización del agua por la presencia de algas en el desarenador y bocatoma



Fuente: Autor



## 6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

### 6.1. Resultado de Amenazas

Dentro de estas afectaciones se identifican, por la misma naturaleza del suelo o terreno, por la presencia de hierro, los cuales alteran principalmente los parámetros fisicoquímicos del agua como son color aparente, turbiedad y la presencia de valores de las mismas sustancias por fuera de los valores máximos admisibles por la norma.

Las corrientes en estudio, se encuentran al interior de zona vegetativa, lo que ocasiona presencia de materia orgánica en abundancia, que al descomponerse altera los parámetros de calidad de la fuente.

Existen corrientes secundarias que confluyen a la fuente abastecedora, estas fuentes atraviesan terrenos pertenecientes a particulares, lo que genera arrastre de sustancias orgánicas que pueden alterar las características de la fuente.

**Riesgo por deslizamiento. (N: 1099327 E: 1082608).** En un tramo de la tubería se puede estar presentando problemas de ruptura de la tubería, lo que ocasionaría que el Municipio de Soracá quedara sin abastecimiento del preciado líquido lo que podría ocasionar una emergencia sanitaria, Los deslizamientos de tierra se han dado donde el suelo es franco arenoso a arenosos profundos (los cuales no tienen mucha cohesión o amarre), y que se encuentran en áreas de mucha pendiente o pronunciadas.

Grafico 19. Deslizamiento que puede ocasionar daño a la tubería de conducción.



Fuente: Autor

**Riesgo por falta de protección de la tubería y accesorios.** Debido a la falta de inversión de recursos en la línea de aducción se encuentran varios tramos expuestos a la intemperie lo que ocasiona vitrificación de la tubería que conlleva al colapso de la misma, en un tramo en el cual también hay problemas de deslizamiento falta la protección e implementación de paso elevado para evitar que cuando empieza la temporada invernal colapse el acueducto.

Grafico 20. Falta la construcción del paso elevado N: 1099329 E: 1082601.



Fuente: Autor

Grafico 21. Tubería desprotegida N: 1099250 E: 1082650



Fuente: Autor

Grafico 22. Accesorio que falta protegerlos N: 1098101 E: 1083547.



Fuente: Autor



Grafico 23. Accesorio que falta protegerlos N: 1098157 E: 1083608.



Fuente: Autor

**Riesgo y amenaza por inundación.** Debido al cambio climático en la última temporada invernal, lo cual provoca altas velocidades en épocas de estiaje, y contemplando que la zona que encierra la corriente es abundante en vegetación, se observa que ante una eventual creciente, se pueden presentar arrastre de material orgánico de considerable volumen, como troncos, ramas y deslizamientos esporádicos que pueden generar represamientos y posteriores desbordamientos.

40

Grafico 24. Potreros que se inundan en época de invierno y que causan flotabilidad de la tubería.



Fuente: Autor

Dentro de las corrientes secundarias, se encuentran humedales que por estancamiento, pueden atraer vectores que alteren la calidad del recurso para consumo humano, estas aguas estancadas generan olores y alteran el color y turbiedad del recurso.



## 7. RESULTADO AMENAZAS

Tabla 4. Matriz de riesgo




MATRIZ DE RIESGO POR AMENAZAS ANTROPICAS Y NATURALES DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE SORACA		
RIESGO	FOTOGRAFIA	COORDENADAS
PREPARACION DEL TERRENO PARA CULTIVO AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA		N: 1098464 E:1083644
PASO ELEVADO EN MALAS CONDICIONES		N: 1099344 E:10882601
DESLIZAMIENTO QUE PUEDE CAUSAR DESABASTECIMIENTO EN EL CASCO URBANO		N: 1099327 E:1082608

42

<p>TUBERIA DESPROTEGIDA QUE POR ACCION DE LOS CAMBIO CLIMATICOS PUEDE CAUSAR RUPTURA</p>		<p>N: 1099263 E:1082611</p>
<p>TUBERIA DESPROTEGIDA QUE POR ACCION DE LOS CAMBIO CLIMATICOS PUEDE CAUSAR RUPTURA VIA SORACA-BOYACA</p>		<p>N: 1099250 E:1082650</p>
<p>TUBERIA DESPROTEGIDA QUE POR ACCION DE LOS CAMBIO CLIMATICOS PUEDE CAUSAR RUPTURA VIA PASO DE PUENTE EN CONCRETO</p>		<p>N: 1099070 E:1082815</p>



<p>FLOTACION DE TUBERIA POR INVIERNO</p>		<p>N: 1098936 E:1082773</p>
<p>POSIBLE RUPTURA POR VITRIFICACION DE TUBERIA</p>		<p>N: 1098123 E:1083293</p>
<p>REGISTRO EXPUESTO A CONDICIONES CLIMATICAS SIN PROTECCION.</p>		<p>N: 1098157 E:1083608</p>

<p>POSIBLE RUPTURA POR CAMBIO DE DIAMETRO DE 6" A 4, EXPUESTA A LAS CONDICIONES CLIMATICAS, ZONA DE INUNDACION EN EPOCA DE INVIERNO.</p>		<p>N: 1098157 E:1083608</p>
<p>EUTROFICACION DEL DESARENADOR Y LA BOCATOMA POR FALTA DE MANTENIMIENTO</p>		<p>N: 1098351 E:1083602</p>
<p>CASETA DE BOMBEO VEREDA EL SALITRE QUE REFUERZA EL CAUDAL UNA VEZ EN EL MES EN LAS MISAS DE SANACION.</p>		<p>N: 1099176 E:1083642</p>

<p>TUBERIA QUE VA DE LA CASETA DE BOMBEO AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO QUE FUE ARRASTRADA DURANTE LA OLA INVERNAL Y QUE ACTUALMENTE ESTA DESPROTEGIDA</p>		<p>N: 1099589 E:1082941</p>
<p>CASETA DE BOMBEO EN EL PUBLLO QUE REFUERZA EL CAUDAL PERO QUE PRESENTA CONTAMINACION ANTROPICA</p>		<p>N: 1100020 E:1082609</p>

Fuente: Autor



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Es importante cuidar las fuentes de agua para tener en el futuro la posibilidad de usarlas para obtener agua para consumo de las personas.
- ✓ Realizar el análisis y evaluación de la capacidad de cada una de las unidades de operación que componen el sistema de acueducto, con el objeto de compararlas con la población proyectada y los lineamientos de desarrollo existentes en el EOT del municipio de Soraca.
- ✓ Realizar los estudios de tratabilidad de la fuente de abastecimiento actual, con el objeto de evaluar los distintos parámetros antes, durante y al final de los procesos de potabilización.
- ✓ Elaborar el catastro de redes, la modelación del sistema de distribución y su posterior calibración del modelo hidráulico.
- ✓ Implementación del sistema de macro medición de caudales y niveles.
- ✓ Realizar el mantenimiento adecuado a la micro cuenca con el fin de evitar contaminación microbiológica y física, para evitar gastos excesivos en productos para la poblizacion del agua.
- ✓ Construcción del paso elevado para evitar que se tengan que hacer racionamientos por el daño en la línea de conducción.
- ✓ Protección de las estructuras y accesorios para que no queden a la intemperie y se puedan vitrificar por el sol y dañar para que en un futuro no toque realizar gastos excesivos del presupuesto del municipio.
- ✓ Implementación del Plan de ahorro y uso eficiente del agua para que se mejoren las condiciones de todos los componentes del acueducto.
- ✓ La intervención de las redes de acueducto por parte de los usuarios ha contribuido a la contaminación del agua en la conducción y en las redes de distribución.
- ✓ En el caso de Soracá los prestadores para cubrir en su totalidad la demanda del servicio están mezclando las aguas tratadas de fuentes superficiales con aguas de pozos subterráneos sin ningún tipo de tratamiento, desmejorando la calidad del agua distribuida.

## BIBLIOGRAFÍA

Documento Técnico, Plan de Ordenamiento Territorial municipio de Soraca, 2007

Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007, Resolución 2115 del 22 de junio de 2007, expedidas por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Resolución 4716 del 18 de Noviembre de 2010, expedida por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

RESOLUCION 2115 DE de junio 22 2007, expedida por Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**P&E HECTOR ALONSO GOMEZ SANDOVAL**  
**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL GRUPO SALUD AMBIENTAL**

48