

AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO
Y MANEJO DE VERTIMIENTOS Y EL PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL
AGUA MUNICIPIO DE SUCRE-CAUCA



NATHALIE EUGENIA CHAVES LÓPEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2017

AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO
Y MANEJO DE VERTIMIENTOS Y EL PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL
AGUA MUNICIPIO DE SUCRE-CAUCA



Presentado por:
NATHALIE EUGENIA CHAVES LOPEZ
Código: 49092137

ING. LUIS JORGE GONZALES MUÑOZ
Director
Docente Departamento de Hidráulica

Trabajo de grado en la modalidad de Práctica Profesional Empresarial para optar al
título de Ingeniera Ambiental

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2017

Nota de Aceptación

JURADO

JURADO

Popayán ___ de _____ 2017.

DEDICATORIA

Inicialmente quiero dedicarle este trabajo de grado a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, llenándome de paciencia, serenidad y sabiduría para afrontar cada paso en este arduo camino.

A mis padres Juan Manuel y Claudia Patricia por ser el pilar fundamental para la realización de este sueño, por ser ejemplos de dedicación, perseverancia y honestidad; porque creyeron en mi capacidad para culminar esta hermosa carrera y fueron incondicionales en cada paso dado a lo largo de mi vida académica.

A mis hermanos Victor y Claudia por acompañarme siempre y darme esas palabras de aliento en momentos de dificultad, a mí cuñado por ayudarme en el proceso de formación y por cada una de las orientaciones académicas que estuvo dispuesto a brindarme, a mi sobrino Jerónimo que llenó de alegría nuestra familia.

A mi novio David Rios por apoyarme siempre que lo necesite, por comprenderme, por darme todo su amor y estímulo para que alcanzara esta meta, mi graduación.

A mis familiares que me cuidan desde el cielo y les comparto este triunfo, Andres Chaves, Marleny Martínez, Ligia Villaquirán, Luis Alfonso López. A los que me quedan en esta tierra les agradezco por estar siempre pendientes del camino en el que incursioné, por brindarme su apoyo cuando lo necesité, a los que participaron directa o indirectamente de mi formación académica.

A mis amigos, porque al lado de ellos conocí alegrías, tristezas, enojos y siempre nos apoyamos mutuamente en este proceso. Por cada consejo, motivación y reprimenda cuando se necesitó y por estar presentes en este momento tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la prestigiosa Universidad del Cauca, por permitirme la formación profesional en sus aulas, en ella conocí a docentes excepcionales y personas de incalculable valor.

A mi director el Ingeniero Luis Jorge Gonzales Muñoz, por acompañarme en este camino y compartir conmigo sus conocimientos y su experiencia, sin su colaboración no habría sido posible culminar con éxito mis estudios.

A los profesores que durante mi recorrido académico, con su dedicación y entrega aportaron en mi formación profesional.

Al ingeniero Richard Ojeda Gómez por permitirme participar en la actualización de estos documentos, porque al lado suyo aprendí muchos aspectos del ámbito profesional.

A la Empresa Asociación de Usuarios de Servicios públicos de Sucre-Cauca AAA, a su gerente Jhenifer Maritza Daza, a sus operarios Liliana y Don Antonio por la disposición y colaboración brindada.

Y a la administración municipal de sucre-Cauca en cabeza del señor Alcalde Carlos Ruber Mora y los funcionarios que se involucraron con este proceso, gracias porque siempre estuvieron prestos a colaborar.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	12
1. OBJETIVOS	13
1.1OBJETIVO GENERAL	13
1.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. MARCO LEGAL	19
5. MARCO TEÓRICO	23
6. METODOLOGÍA	26
6.1 LOCALIZACIÓN	26
6.2 CONTRATISTA RECEPTOR	27
6.3 EMPRESA ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE SERVICIOS PÚBLICOS AAA SUCRE, CAUCA	28
6.4 ETAPAS PUEAA	29
6.4.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	29
6.4.2 ACTUALIZACIÓN PUEAA	30
6.4.3IDENTIFICACIÓN FUENTE ABASTECEDORA	31
6.4.4 CARTILLAS DE SENSIBILIZACIÓN	32
6.5 ETAPAS DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS	33
6.5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	33
6.5.2 ACTUALIZACIÓN PSMV	36
6.5.3 IDENTIFICACIÓN FUENTE RECEPTORA	37
7. RESULTADOS	38
7.1 RESULTADOS PUEAA	38
7.1.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR	38
7.1.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	38
7.1.3 ACTIVIDADES Y METAS PROPUESTAS.	55

7.1.4 CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD	56
7.2 RESULTADOS PSMV	57
7.2.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR	57
7.2.2 DIAGNOSTICO DE REDES	60
7.2.3 DIAGNOSTICO DE ESTRUCTURAS	61
7.2.5 CALIDAD DEL AGUA VERTIDA	62
8. RECOMENDACIONES	65
9. CONCLUSIONES	66
10 BIBLIOGRAFÍA	68
11 ANEXOS	70

Lista de Figuras

	Pág.
FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO	27
Figura N°2. Visita Bocatoma y desarenador, Quebrada las Minas	30
Figura N°3. Bocatoma, Quebrada Las Minas.	30
Figura N°4. Desarenador, Quebrada las Minas.	30
Figura N°5. Visita PTAP, Municipio de Sucre	30
FIGURA N°6 MICROCUENCA FUENTE ABASTECEDORA ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL	32
FIGURA N° 7. QUEBRADA LAS MINAS	32
FIGURA N°8 ALIVIADERO Y CÁMARA DE CRIBADO.	34
FIGURA N° 9. TANQUE SÉPTICO Y FAFA	34
FIGURA N°10. CÁMARA DE REPARTO	35
FIGURA N° 11. SONDA MULTIPARAMÉTRICA UTILIZADA EN MUESTREO	35
FIGURA N° 12. MUESTREO OPERARIO LABORATORIO CRC EN LA FUENTE RECEPTORA	35
FIGURA N°13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PTAR EL PARAÍSO	36
FIGURA N° 14. RIO MAZAMORRAS	37
FIGURA N° 15. CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE PARTE ALTA, VISITA BOCATOMA	42
FIGURA N° 16. BOCATOMA, VISTA EN PLANTA	52
FIGURA N°17. DESARENADOR	52
FIGURA N°18. CÁMARA DE AQUIETAMIENTO O ENTRADA	53
FIGURA N°19 FLOCULADOR	53
FIGURA N° 20 VISTA EN PLANTA FLOCULADOR	54
FIGURA N° 21 VISTA EN PLANTA SEDIMENTADOR	54
FIGURA N° 22. FILTROS	55
FIGURA N° 23. TANQUE DE ALMACENAMIENTO	55
FIGURA N°24. FUGA EN EL FILTRO	61
FIGURA N°25. VERTIMIENTO PUNTUAL PTAR MUNICIPAL	62

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro N°1. Datos Generales Sucre, Cauca	27
Cuadro N°2. Información Contratista	28
Cuadro N°3. Datos de Altura y temperatura Municipios Patía y Sucre.	39
Cuadro N°4. Datos Variables meteorológicas.	40
Cuadro N°5. Resultados muestra bocatoma, laboratorio C.R.C.	46
Cuadro N°6. Calculo ICA-NSF	50
Cuadro N°7. Clasificación de Calidad del agua ICA-NSF Multiplicativo.	51
Cuadro N°8. Predios municipio.	56
Cuadro N°9. Crecimiento Poblacional	58
Cuadro N°10. Producción Per cápita	59
Cuadro N°11. Proyección Cargas Contaminantes.	59
CuadroN°12. Resumen modelación streeter and phelps.	64

Lista de Gráficos

	Pág.
GRÁFICA N°1 CICLO PHVA PSMV Y PUEAA SUCRE, CAUCA	26
GRÁFICA N°2.Climograma Municipio de Sucre, Cauca	41
GRÁFICO N° 3. RÉGIMEN DE HUMEDAD (BALANCE HÍDRICO) QUEBRADA LAS MINAS	44
Gráfico N°4. Curvas de subíndices ICA-NSF resultados Quebrada las Minas Municipio de Sucre	47
Gráfico N°5. Proyección de QARD	60
Gráfico N°6 Proyección Cargas Contaminantes DBO-SST	60
Gráfico N°7Modelación Streeter and Phelps	64

Lista de Anexos

ANEXO 1 CERTIFICADO PASANTÍA

ANEXO 2 OFICIOS DE PRESENTACIÓN

ANEXO 3. PREDIOS DEL MUNICIPIO EN LA MICROCUENCA

ANEXO 4 RESULTADOS LABORATORIO CARACTERIZACIÓN BOCATOMA

ANEXO 5 REPORTE SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL (IRCA)

ANEXO 6 CARTILLA DE SENSIBILIZACIÓN

ANEXO 7 FORMULARIOS PSMV

**ANEXO 8 RESULTADOS LABORATORIO CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO
CABECERA MUNICIPAL**

INTRODUCCIÓN

El crecimiento indiscriminado de la población ha desencadenado una problemática para la prestación eficiente y amigable con el medio ambiente de los servicios públicos en nuestro país, especialmente el agua y el saneamiento básico, por este motivo, es de vital importancia implementar medidas para la gestión integral del recurso hídrico cuya responsabilidad recae en las corporaciones regionales, las administraciones departamentales, locales y los usuarios.

El municipio de Sucre, ubicado al sur occidente Colombiano en el flanco izquierdo de la cordillera Central, en su plan de desarrollo 2016-2019 “¡Porque ahora... somos más!” propone una dimensión ambiental, debido a que este territorio cuenta con recursos hídricos importantes, en concordancia con este documento se dispondrán de acciones que permitan la sostenibilidad ambiental con el fin de darle frente al fenómeno del Niño, alcanzando una de las metas propuestas, el abastecimiento continuo del agua y la disponibilidad de alcantarillado suficiente para la población Sucreña.

Para cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos en el Trabajo de grado en la modalidad de Práctica Profesional Empresarial, la metodología empleada fue de tipo descriptivo, relacionando las condiciones actuales en el municipio de Sucre, realizando un análisis documental de la información relevante existente y obteniendo los datos correspondientes utilizando diferentes herramientas para el manejo e interpretación de los mismos, dependiendo de las características propias de cada uno de los planes.

El presente informe se encuentra basado en las actividades técnicas y de diagnóstico que se realizaron para la actualización del Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) y el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) del municipio de Sucre-Cauca, cuyas resoluciones 761 de 4 de febrero de 2011 y 1433 de 13 de mayo de 2011 respectivamente, expedidas por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) no se encuentran vigentes. Estos documentos tienen como finalidad dar cumplimiento a la normatividad legal vigente y fueron dispuestos a la autoridad ambiental competente para su posterior aprobación.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar acompañamiento en la actualización del plan de saneamiento y manejo de vertimientos y el plan de uso eficiente y ahorro del agua municipio de sucre-cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la situación ambiental actual del municipio de Sucre-Cauca (etapa de diagnóstico).
- Determinar y evaluar a la entrada y a la salida de los sistemas de potabilización y saneamiento la calidad del agua.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente relacionada con el PSMV y el PUEAA por parte del municipio.
- Participar en la actualización de los documentos, el PSMV y el PUEAA, orientados a la sostenibilidad ambiental del Municipio de Sucre.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente el agua ha sido sinónimo de desarrollo y bienestar social, es decir el progreso se ha visto enmarcado dentro de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, los fracasos en la gobernanza limitan el acceso del vital líquido aumentando la brecha de desigualdad, junto con el aumento de la demanda se genera un déficit en el suministro.

“La competencia por el agua entre “usos” y “usuarios” del agua aumenta el riesgo de conflictos y desigualdades continuadas en el acceso a los servicios con un impacto significativo en las economías locales y bienestar humano”(ONU, 2015)

El crecimiento indiscriminado de la población en las zonas urbanas ejerce una presión sobre el recurso agua, según la ONU, en su informe sobre los recursos hídricos en el mundo, se prevé que para el 2050 la demanda mundial sobre el agua incrementará un 55%, por los diferentes usos y las necesidades que esta situación conlleva, esto implica una permanente competencia por el agua y disputa por sus usos además de una exigencia mayor para el tratamiento de las aguas residuales.

En Colombia existe una problemática bastante marcada en cuanto a la cobertura de los servicios en el sector agua y saneamiento básico, simultaneo con esta situación el país enfrenta un déficit en la calidad del servicio, la respuesta del gobierno nacional respecto a estas circunstancias es que por medio de la normatividad se transfirieren responsabilidades a las municipalidades, donde en muchas ocasiones no se cuenta con las redes de distribución y estructuras de recolección apropiadas para la prestación del servicio.

El municipio de Sucre no es la excepción a la situación expuesta anteriormente, en un diagnóstico realizado en la actual administración exponen lo siguiente:

“El municipio de Sucre cuenta con recursos ambientales importantes como las diferentes corrientes de agua que abastecen a las diferentes poblaciones del área rural y urbana, pero el inconveniente grande y el gran reto es lograr el suministro de agua permanente, constante y potable, debido al detrimento ambiental de los nacimientos de agua y la falta de alternativas no convencionales (pozos profundos), teniendo en cuenta que el fenómeno del Niño dejó un efecto alto en el

provisionamiento del vital líquido. De otro lado y en concordancia con el problema planteado el municipio debe realizar un gran esfuerzo en disminuir la contaminación ambiental debido a la falta de alternativas para de manejo de las aguas residuales domésticas y vertimientos tanto en el área urbana como en el área rural que está afectando la salud de la población infantil”(Alcaldía de Sucre, 2016)

Durante los últimos años en el Municipio de Sucre se ha intensificado la problemática ambiental relacionada con el recurso hídrico, ya que los efectos del fenómeno del Niño han golpeado con fuerza esta comunidad, muchas de las fuentes abastecedoras se ven afectadas drásticamente por la disminución de los caudales, situación que pone en riesgo el suministro continuo del agua a los habitantes del lugar, por otro lado cabe mencionar que por el crecimiento de la población las descargas de aguas residuales son altas y vertidas al Río Mazamorras que provisiona aguas abajo a otras poblaciones, desemboca al Río Guachicono y este a su vez drena sus aguas al Río Patía, esta situación ha puesto en marcha la formulación, actualización y ejecución de planes y programas que protejan el recurso hídrico como el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) y el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA). El primero aprobado por resolución 1104 del 13 de mayo de 2011 por parte de la Autoridad Ambiental (C.R.C), luego de una ardua labor de formulación que inició en el 2007, acompañado por el diseño de la PTARD municipal, el segundo aprobado mediante resolución 061 de 04 de febrero de 2011, donde algunas actividades se realizan en convenio solidario con la Asociación de Usuarios de Servicios Públicos AAA de Sucre-Cauca. La aprobación del PSMV y el PUEAA se concedió a cinco años tiempo que se cumple en el 2016, por este motivo requiere una acción inmediata por parte del municipio para realizar la actualización de estos documentos, garantizando la mejora continua y la sostenibilidad ambiental del municipio de Sucre.

El PSMV y EL PUEAA serán los documentos guías sobre los cuales se fortalecerá la gestión del recurso hídrico en el municipio de Sucre, por tal razón se consideraran como herramientas de planificación que nos permitirán restaurar, preservar y conservar los recursos limitados como el agua, donde se identifican las diferentes variables para un uso adecuado de este vital líquido, que propende al desarrollo y

sobrevivencia de las comunidades. Es de gran importancia integrar los diferentes actores con acciones de mitigación esto con el fin de crear conciencia y sentido de pertenencia de los recursos naturales presentes en nuestro territorio para lograr el objetivo de un municipio sostenible para las generaciones futuras.

3. JUSTIFICACIÓN

Dentro del marco de la gestión integral del recurso hídrico, surge la necesidad de implementar estrategias y establecer directrices que permitan el fortalecimiento del manejo hídrico, que ayuden a resolver la fuerte problemática que actualmente enfrenta el país y que golpea en mayor proporción a los pequeños municipios como es el caso de Sucre, el déficit de agua abre la puerta al desabastecimiento de las comunidades, por este motivo se requiere abordar el manejo del recurso hídrico desde un enfoque integral considerando desde el nacimiento de la fuente hasta su disposición final, es por esto que es necesario el conocimiento de la oferta, demanda y usos del agua en el contexto regional, es de vital importancia implementar el PSMV y el PUEAA, y mantener la información actualizada con el propósito de adelantar acciones de planificación y mitigación que permitan degradar lo menos posible el vital líquido.

Para la gestión, el manejo del agua y tratamiento de las ARD deben incorporarse acciones como la protección de fuentes hídricas de interés, la disminución de vertimientos puntuales a los cauces que muchas veces no tienen una buena capacidad asimilativa para estas cargas contaminantes y esta situación se agrava con la disminución de los caudales, inversión de infraestructura en las PTAP y las PTARD, ampliación en las redes de distribución (acueducto) y saneamiento (alcantarillado) ya que el municipio de Sucre cuenta con una cobertura de 79.8% de disponibilidad de acueducto y de alcantarillado la disponibilidad es insuficiente, la carencia de sistemas de alcantarillado ocasiona que se viertan aguas residuales domesticas sin ningún tipo de tratamiento a corrientes aledañas; todas estas acciones van propuestas en el PSMV y el PUEAA, estos planes son complementarios el uno del otro y se deben ajustar de acuerdo a las condiciones poblacionales e hidrológicas cambiantes con el tiempo, para que sea la carta de navegación en materia ambiental del municipio.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos con el que contaba el municipio de sucre aprobado por la CRC mediante Resolución 1104/2011 con una vigencia de 5 años no tenía tramitado el permiso de vertimientos para la cabecera municipal, para el caso del PUEAA las condiciones hidrológicas han cambiado por el fuerte fenómeno del Niño y por el aumento demográfico, por lo que con la actualización de este se pretende ajustar las falencias para provisionar al municipio de una herramienta de gestión en

donde se implementen acciones de intervención y mitigación en beneficio de la comunidad Sucreña.

Esta práctica empresarial tiene como fin visibilizar la oportunidad que conlleva la incorporación de la gestión integrada del recurso hídrico desde la planificación y las disposiciones legales vigentes, y que en nuestro ejercicio profesional se puede marcar diferencia apoyando a las comunidades de la región, ya que el departamento al tenerla mayoría de sus municipios clasificados en sexta categoría, carecen de necesidades satisfechas en cuanto a agua y saneamiento básico, estas comunidades pueden convertirse en grandes aliados en la gestión, preservación del agua garantizando el desarrollo sostenible del territorio.

4. MARCO LEGAL

Constitución política: Art.8, 79, 80, 89 y 95

“Establece que es deber del Estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental para garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, debiendo prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.”(Constitución Política de Colombia, 1991)

Ley 99/93:

“Art.5 establece la competencia a las corporaciones autónomas regionales las pautas para el ordenamiento y manejo de las cuencas hídricas en su área de jurisdicción.

Art. 42 de la Ley 99 de 1993, establece que la utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.

Art. 43 *Tasas por Utilización de Aguas.* La utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos, para los fines establecidos por el artículo 159 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974. El Gobierno Nacional calculará y establecerá las tasas a que haya lugar por el uso de las aguas.

El sistema y método establecidos por el artículo precedente para la definición de los costos sobre cuya base se calcularán y fijarán las tasas retributivas y compensatorias, se aplicarán al procedimiento de fijación de la tasa de que trata el presente artículo.

Art. 56 Del Diagnóstico Ambiental de Alternativas. En los proyectos que requieran de Licencia Ambiental, el interesado deberá solicitar en la etapa de factibilidad a la autoridad ambiental competente que esta se pronuncie sobre la necesidad de presentar o no un Diagnóstico Ambiental de Alternativas. Con base en la información suministrada, la autoridad ambiental decidirá sobre la necesidad o no del mismo y definirá sus términos de referencia en un plazo no mayor de 30 días hábiles. **Reglamentado** Decreto Nacional 1753 de 1994

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas incluirá información sobre la localización y características del entorno geográfico, ambiental y social de las alternativas del proyecto, además de un análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad y de las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas.

Con base en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas presentado, la autoridad elegirá, en un plazo no mayor a treinta (30) días, la alternativa o las alternativas sobre las cuales deberá elaborarse el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, antes de otorgarse la respectiva licencia. En el evento que la información o documentos que proporcione el interesado no sean suficientes para decidir, la autoridad ambiental le requerirá, por una sola vez, el aporte de lo que haga falta. Este requerimiento interrumpirá el término con que cuenta la autoridad para la elección de la alternativa.”(Congreso de la República, 1993)

Ley 142/94:

“Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la

presente Ley, y a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta Ley.”(Congreso de la República, 1994)

Ley 373/97:

“Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Art 1 Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.”(Congreso de la República, 1997)

Decreto 3100/2003:

“Art. 12 los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa retributiva deberán presentar a la autoridad ambiental competente el plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, de conformidad con la reglamentación que para tal efecto expida el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos. Dicho, plan contendrá la meta, individual de reducción de carga contaminante de los usuarios mencionados que se fijará por la autoridad ambiental competente, cuyo cumplimiento se evaluará de acuerdo con los compromisos establecidos en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

Art. 30 para los usuarios prestadores del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias, el PSMV hará las veces, del respectivo Plan de Cumplimiento.” (Congreso de la República, 2003)

Decreto 2667/2012 por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales

Resolución 2145 del 2005 por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, teniendo en cuenta parámetros de calidad como la DBO_5 y Sólidos Suspendidos.

Resolución 1433 del 2004 Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.

Resolución 0631 del 2015 Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

5. MARCO TEORICO

PSMV: “Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente.” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004)

PUEAA: “Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.” (Congreso de la República, 1997)

CALIDAD DEL AGUA: “Se refiere a las características Físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

ICO'S: Los ICO fueron desarrollados en Colombia por Ramírez, A. y Viña, G. 1997, a partir de análisis de gran cantidad de información fisicoquímica resultante de diferentes estudios Limnológicos relacionados con la industria del petróleo en Colombia. Se clasifican por grupos de contaminantes:

- ICOMI: Por contaminación mineralógica.
- ICOMO: Por contaminación por materia orgánica
- ICOSUS: Por contaminación por Sólidos Suspendidos.
- ICOTRO: Por contaminación trófica

ICA'S: Un índice de calidad de agua, es una expresión simple de una combinación compleja de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los

cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango un símbolo o color.”(Aguirre, 2015)

CAUDAL: Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo.

EFLUENTE: Corresponde a un curso de agua, también llamado distributivo, que desde un lugar llamado confluencia se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial.

AFLUENTE: corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar, sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

BALANCE HÍDRICO: El balance hídrico se basa en la ley física universal de conservación de masas y representa una de las herramientas de mayor uso en la práctica hidrológica; expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica determinada y la cantidad de agua que se evacua por el otro, considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

CARGA CONTAMINANTE: “Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas.

AGUA RESIDUAL: Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios)

AGUA RESIDUAL MUNICIPAL: Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.

VERTIMIENTO: Es cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales.

ADUCCIÓN: Aquel componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea flujo libre o presión.

CONDUCCIÓN: Es el componente a través del cual se transporta el agua tratada.

PTARD: Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales de tipo doméstico.”(Económico, 2000)

6. METODOLOGÍA

“La metodología representa la manera de organizar el proceso de la investigación, de controlar los resultados, y de presentar posibles soluciones al problema que nos llevará a la toma de decisiones”. (Zorrilla y Torres, 1992).

GRÁFICA N°1 CICLO PHVAPSMV Y PUEAA SUCRE, CAUCA



FUENTE: Elaboró Chaves López Nathalie Eugenia.

La metodología descriptiva desarrollada para la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos (PSMV) y el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) del Municipio de Sucre se llevó a cabo en varias etapas marcadas por las características propias de cada uno de los documentos.

6.1 LOCALIZACIÓN

El Municipio de Sucre se localiza al sur occidente Colombiano en el flanco izquierdo de la cordillera Central, parte alta de la cuenca Patía, zona que pertenece a la región andina. Hace parte del Macizo Colombiano básicamente sobre las depresiones formadas por las vertientes de la quebrada Los Huevos y el río Mazamorras. Se encuentra a una distancia de 102 km por vía terrestre de la capital del Departamento

del Cauca Popayán, departamento al que pertenece, posee una extensión de 128 km cuadrados, participando en área con referencia al departamento en un porcentaje de 0.4%.

Limita con los siguientes municipios: Norte con La Vega y El Patía; Sur, con Bolívar y Almaguer; Oriente, con la Vega y Almaguer y por el occidente con El Patía y Bolívar.

Cuadro 1. Datos Generales Sucre, Cauca

Municipio:	SUCRE
Fundación:	10 de Diciembre de 1999
Altitud	1140 msnm
Superficie:	128 km ²
Ubicación:	Sur occidente Colombiano en el flanco izquierdo de la cordillera Central. Distancia: a una distancia de 102 km por vía terrestre de la capital del Departamento del Cauca Popayán.
Población Total:	(Proyección DANE 2016) 8.891 hab.

FUENTE: Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 ¡Porque Ahora...Somos Más!, Sucre-Cauca.

FIGURA 1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO.

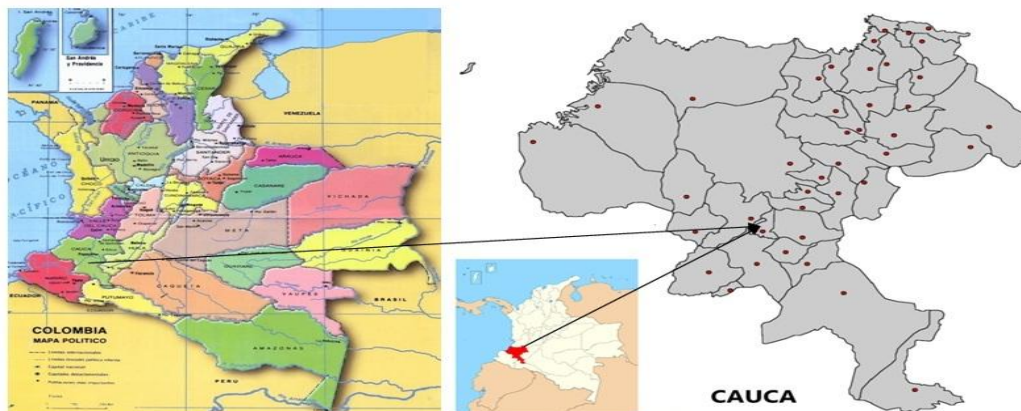


Figura 1. Localización General del Municipio de Sucre

Fuente: Portal Web Municipio de Sucre Disponible en: <http://sucre-cauca.gov.co/index.shtml#2>

6.2 CONTRATISTA RECEPTOR

El Municipio de Sucre formuló y adoptó un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua PUEAA y un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, los cuales fueron aprobados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, mediante las resoluciones 761 de 4 de febrero de 2011 y 1433 de 13 de mayo de 2011 respectivamente. Dicho lo anterior, es importante aclarar que estos documentos se aprobaron con una vigencia de cinco años, este tiempo ya se cumplió el 4 de febrero

de 2016 para el PUEAA y el 13 de mayo de 2016 para el caso del PSMV. Al culminarse esta vigencia se hace necesario que se presente por parte del municipio de Sucre nuevamente a la CRC una actualización de dichos planes según como rezan las resoluciones de aprobación mencionadas anteriormente.

El municipio de Sucre realizó convocatoria por Concurso de Méritos cuyo objetivo fue Realizar la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, PUEAA, la propuesta seleccionada fue la del ingeniero ambiental Richard Cleyder Ojeda Gómez, quien se convirtió en el contratista receptor de la pasantía que se presentó a la Universidad del Cauca.

Cuadro 2. Información Contratista

Contratista:	Richard Cleyder Ojeda
Profesión:	Ingeniero Ambiental
Dirección:	Dirección: Carrera 45 1ª-03, La Capitana.
Municipio:	Popayán-Cauca
Teléfono de Contacto:	3012695145.
Contrato N°	Consultoría C2-069-2016 CM 001-2016.

FUENTE: Elaboración Propia.

6.3 EMPRESA ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE SERVICIOS PÚBLICOS AAA SUCRE, CAUCA.

Su sede ubicada en las instalaciones de la Alcaldía Municipal de sucre, la Empresa Asociación de Usuarios de Servicios Públicos AAA Sucre, Cauca es la encargada de la prestación de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de la cabecera municipal.

El proceso para la creación de La Empresa prestadora de los servicios públicos del municipio de Sucre, Cauca, surge como un esfuerzo comunitario. Creada en Junio del 2013 por 175 usuarios de la cabecera municipal, reunidos en asamblea conformaron la asociación y eligieron la junta directiva constituida por un representante de cada barrio y el representante legal de la empresa escogido por unanimidad, luego de la existencia de 2 empresas anteriores, una de ellas manejada por la administración municipal, posteriormente fueron liquidadas ya que no representaron viabilidad económica, debido a que la comunidad no posee una cultura de pago oportuno por la prestación de los servicios públicos.

6.4 ETAPAS PUEAA

Se encontró, con respecto al Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua 2011-2016, y en cuanto al cumplimiento de las metas propuestas de acuerdo con la información obtenida en la Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC, el Municipio de Sucre y la empresa prestadora del servicio no habrían cumplido con cerca del 90% de las actividades, motivo por el cual se allegó a la alcaldía municipal un oficio de la corporación ambiental competente, CRC, informando de la situación actual del municipio, además en dicho documento se informa sobre la apertura de un proceso jurídico en contra de la administración municipal, vinculando también a la Asociación de Usuarios de Servicios públicos AAA de Sucre Cauca.

6.4.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En esta fase se realizaron varias actividades con el fin de obtener la información necesaria para la actualización del documento que se presentó a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC. Estas actividades serán descritas a continuación:

a) Consulta y recopilación de información secundaria que reposa en la alcaldía municipal y en la empresa prestadora de servicios públicos.

El Plan de uso eficiente y ahorro del agua, PUEAA, es un documento integral cuyo objetivo es la preservación del recurso hídrico, por este motivo se revisaron los diferentes planes municipales que involucran al líquido vital, tales como: El Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019, El Esquema de Ordenamiento Territorial, El Plan Municipal para la Gestión del Riesgo 2015, el PUEAA 2011-2015, planos existentes de la red de distribución, informes de empalme, reportes de Laboratorio de Salud pública adscrito a la Secretaria Departamental del Cauca y la normatividad vigente.

b) Se realizó un reconocimiento y diagnóstico de las estructuras hidráulicas que suministran el agua potable en el municipio de Sucre cauca, visita a la bocatoma bajo la supervisión del ingeniero Richard Ojeda y visita a la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP con el fin de determinar el funcionamiento de las unidades de tratamiento existentes.

En esta fase también se abarcó el estado de saneamiento de la Microcuenca por medio de una inspección ocular, muestreo en la bocatoma cuyos resultados otorgados por el laboratorio de la CRC serán discutidos en el capítulo siguiente y se usó la entrevista previamente formulada, a los habitantes que estuvieron dispuestos a responder las preguntas.

Figura N°2. Visita Bocatoma y desarenador, Quebrada las Minas.



Figura N°3. Bocatoma, Quebrada Las Minas.

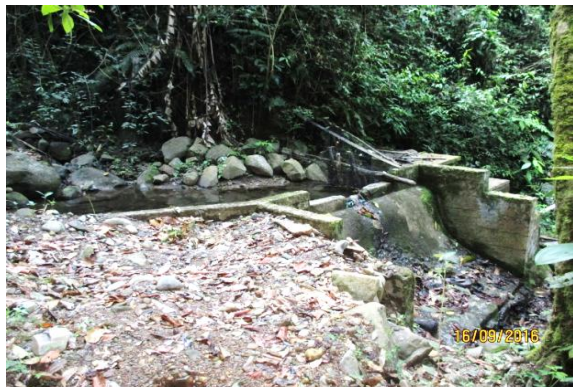


Figura N°4. Desarenador, Quebrada las Minas.



Figura N°5. Visita PTAP, Municipio de Sucre



FUENTE: Informe de Actividades, Empresa Prestadora del Servicio.

6.4.2 ACTUALIZACIÓN PUEAA

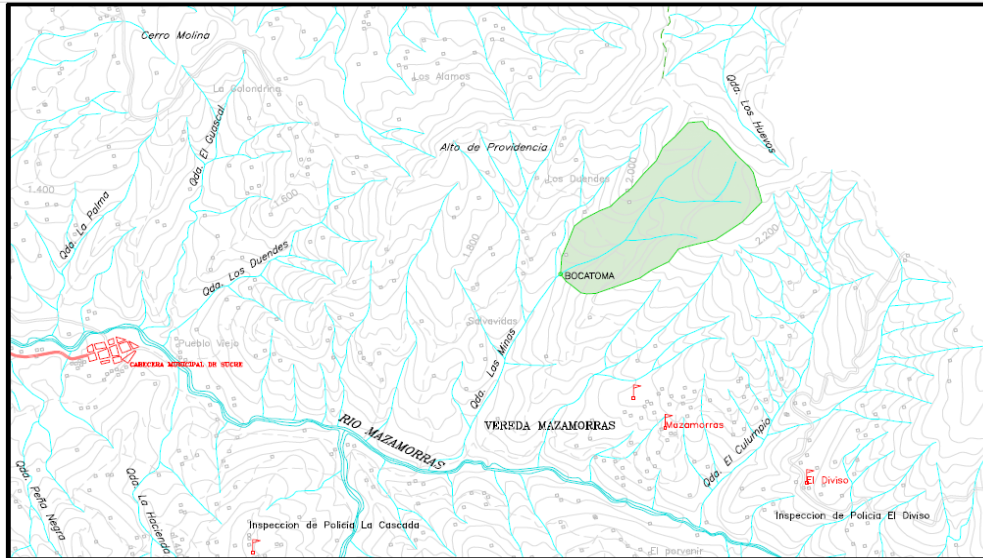
Con la información obtenida se conformó un consolidado y se procedió a actualizar la información pertinente para la presentación del documento a la autoridad competente, la CRC, bajo los siguientes términos de referencia para la elaboración del PUEAA:

- ✓ Información Preliminar: en esta sección se determinan los factores que intervienen en la elaboración del PUEAA.
- ✓ Diagnóstico Ambiental: cuyo objetivo es establecer la situación ambiental actual del Municipio.
- ✓ Diagnóstico del Sistema de abastecimiento de agua potable: en esta sección se plasma la descripción técnica, estado y funcionamiento de las unidades de tratamiento existentes.
- ✓ Formulación del PUEAA: se establecen las metas para el quinquenio y las actividades que se van a realizar para el uso eficiente del agua.
- ✓ Indicadores: se proyectan las actividades de seguimiento que permitirán establecer el estado de cumplimiento de las metas propuestas en el PUEAA.

6.4.3 IDENTIFICACIÓN FUENTE ABASTECEDORA.

El municipio de Sucre, en el departamento del Cauca por encontrarse en el macizo colombiano, estrella pluvial de Colombia, posee una gran variedad de fuentes hídricas, entre las más importantes podemos destacar: Q. Salvavidas, El Charco del Burro, Q. Los Duendes, Q. Las Minas, etc. El acueducto municipal se abastece de la *Quebrada Las Minas*, ubicada en la Vereda Salvavidas con una longitud aproximada de su cauce principal de 3407 metros. La *Quebrada Las Minases* una de las fuentes hídricas que tributa al Rio Mazamoras, y este último deposita sus aguas al Rio Guachicono, en conjunto forman parte de la cuenca hídrica del Patía.

FIGURA N°6 MICROCUENCA FUENTE ABASTECEDORA ACUEDUCTO CABECERA MUNICIPAL.



Fuente: Adaptación de cartografía del Plan de Ordenamiento de las Corrientes Guachicono Bajo, Mazamoras y Q. los Huevos, Universidad del Cauca-CRC, modificó Ojeda Gómez Richard.

FIGURA N° 7. QUEBRADA LAS MINAS.



6.4.4 CARTILLAS DE SENSIBILIZACIÓN

Las cartillas de sensibilización forman parte del Programa propuesto en el PUEAA versión actualizada denominada PROGRAMAS DE SENSIBILIZACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL, cuyo objetivo es la vinculación de la comunidad sucreña, ya que los habitantes juegan un papel preponderante en la implementación del Programa de Uso Eficiente Y Ahorro del Agua.

Las actividades propuestas buscan crear impacto en la comunidad, articulando con la administración local y la empresa prestadora del servicio labores tendientes a la conservación y recuperación del recurso hídrico, esto con el fin de cumplir con el abastecimiento continuo de la demanda municipal.

Se participó en la elaboración parcial de la cartilla de sensibilización dónde se incluyen las temáticas que se mencionaran a continuación:

Tabla N°1. Contenido Cartilla de sensibilización.

Producción de agua	¿De dónde viene el agua que bebemos en Sucre?
	Desde la bocatoma hasta mi casa
Tratamiento del agua	¿Qué ocurre en la PTAP?
Uso eficiente del agua	¿Cómo puedo usar eficientemente el agua en mi casa?
Ahorro del agua	¿Cómo puedo ahorrar agua en mi casa?
Otros proyectos	Otras formas de ayudar a proteger el agua.

Fuente: Cartilla de sensibilización Municipio de Sucre, Cauca

Esta temática fue previamente establecida en coordinación con el Ingeniero contratista, con el propósito de capacitar y promover la participación de los habitantes de Sucre e incentivar a la comunidad sucreña a un uso adecuado del recurso hídrico.

6.5 ETAPAS DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

6.5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

A continuación se mencionaran las actividades que se realizaron para la actualización del documento presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, dónde se tuvieron en cuenta los lineamientos proporcionados por esta autoridad ambiental.

a) Para la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos se acudió a la administración municipal para acceder a la información secundaria que en estas instalaciones reposa, revisando principalmente: Esquema de Ordenamiento Territorial

del Municipio, Plan Municipal Para la Gestión del Riesgo, Diseño PTAR municipal realizado por el Ingeniero Edwin Richard Meneses, Plan de Desarrollo Municipal, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de Sucre 2011 y la Normatividad vigente.

b) Se visitó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, ubicada en el Barrio “el Campin” en la cabecera municipal de Sucre-Cauca, bajo la supervisión del ingeniero Richard Ojeda, para verificar el estado de las unidades de tratamiento existentes.

El sistema de Tratamiento de las Aguas residuales generadas por los habitantes de la cabecera municipal consta de un tratamiento preliminar compuesto por un aliviadero y una cámara de cribado, como tratamiento primario se encuentra un Tanque Séptico, y como tratamiento secundario un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA. Anteriormente se tenía un sistema de recolección de gas, pero este fue desconectado por que la producción de combustible era muy baja.

FIGURA N°8 ALIVIADERO Y CÁMARA DE CRIBADO.



FIGURA N° 9. TANQUE SÉPTICO Y FAFA



FIGURA N°10. CÁMARA DE REPARTO.



c) Para la actualización del PSMV, es de mucha importancia tener como referencia el estado actual del efluente que es vertido a la fuente receptora, con el fin de verificar si este vertimiento cumple con las metas de calidad otorgadas por la CRC y con la Resolución 0631 del 2015, por este motivo el ingeniero contratista solicitó el servicio del laboratorio de la CRC para realizar un muestreo en la entrada y la salida del sistema, los resultados serán discutidos en el capítulo siguiente.

FIGURA N° 11. SONDA MULTIPARAMÉTRICA UTILIZADA EN MUESTREO.

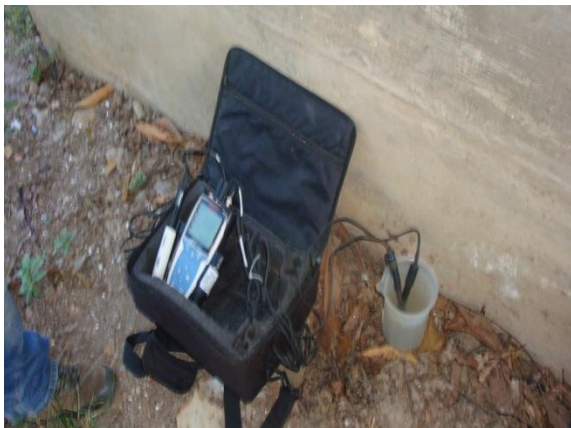
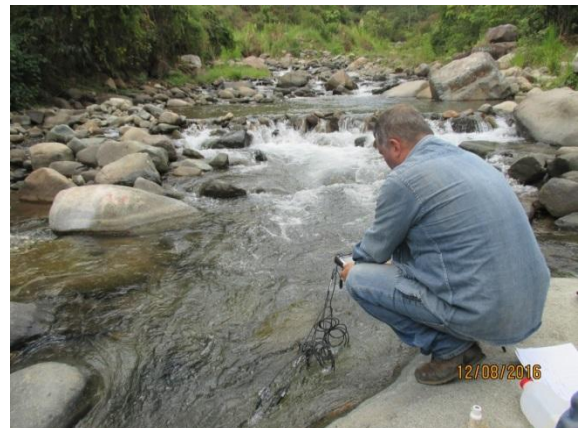


FIGURA N° 12. MUESTREO OPERARIO LABORATORIO CRC EN LA FUENTE RECEPTORA.



d) En el municipio de Sucre, Cauca existen 3 PTAR´s: la de la cabecera municipal, la del matadero (no se encuentra operando) y la tercera ubicada en la vereda El Paraíso. Solo la planta de tratamiento de la cabecera municipal se encuentra en el PSMV 2011, razón por la cual se hace necesario incluir la información pertinente de la PTAR del

Paraíso. Al acudir a la alcaldía municipal no se encontró los diseños ni las memorias de cálculo de esta planta de tratamiento de aguas residuales, por este motivo fue imprescindible determinar esta información. Para la elaboración de los planos de las estructuras se contrató el levantamiento topográfico y con la caracterización del vertimiento se estimó la eficiencia del sistema.

El tren de tratamiento en la PTAR del paraíso consta de un tratamiento preliminar compuesto por un aliviadero y una cámara de cribado, como tratamiento primario se encuentra un Tanque Séptico, y como tratamiento secundario un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA.

FIGURA N°13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PTAR EL PARAÍSO.



6.5.2 ACTUALIZACIÓN PSMV

Con la información obtenida en las fases anteriores, se procesaron los datos y se organizó el documento que se entregó a la corporación autónoma regional del Cauca, CRC, se diligenciaron los formatos pertinentes junto con el permiso de vertimientos y los demás requerimientos de la autoridad ambiental competente.

Los términos de referencia utilizados para la elaboración del PSMV fueron los siguientes:

- ✓ Diagnóstico general
- ✓ Diagnóstico de vertimientos y estructuras existentes
- ✓ Informe de vertimientos y calidad del agua

- ✓ Proyección de cargas contaminantes

6.5.3 IDENTIFICACIÓN FUENTE RECEPTORA

El Rio Mazamorras nace en las estribaciones de cerro negro en el municipio de la vega, este afluente ha tenido gran importancia histórica en el municipio de Sucre desde su conformación como caserío hasta su transformación a municipio. Es una de las fuentes hídricas más importantes ya que atraviesa a la entidad territorial y crea a su alrededor diferentes dinámicas económicas, turísticas y sociales, etc. Su cercanía a la cabecera municipal lo ha convertido en un gran atractivo turístico atrayendo visitantes de diferentes partes del país.

El Rio Mazamorras es uno de los principales tributarios del Rio Guachicono, ambos pertenecientes a la cuenca hídrica del Patía. Es la fuente abastecedora de algunos acueductos veredales aguas arriba, aguas abajo en el tramo urbano de la cabecera municipal es la fuente receptora del efluente proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales municipales. La descarga puntual se localiza en el punto geográfico N: 02°02'19.3" y E: 76°55'46.0".

FIGURA N° 14. RIO MAZAMORRAS.



7. RESULTADOS

Se presentaran los resultados obtenidos en el trabajo final-modalidad práctica empresarial dando cumplimiento a los objetivos expuestos al inicio de este trabajo. Estos resultados serán mostrados en concordancia a la metodología descrita anteriormente.

7.1 RESULTADOS PUEAA.

7.1.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

A través de la articulación con la empresa prestadora de servicios públicos y la administración municipal, se determinó la metodología de trabajo, en coordinación con el Ingeniero Contratista. Se analizó el contexto local con el fin de determinar el alcance del documento a entregar, es decir hasta dónde llega el PUEAA en el municipio; se definieron los objetivos y teniendo en cuenta las entidades (nacionales, departamentales y locales) se realizó el análisis de involucrados haciendo énfasis en la importancia comunitaria para la implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua. Los resultados obtenidos en esta etapa fueron plasmados en el documento entregado a la Corporación Ambiental competente.

7.1.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

“El diagnóstico busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del recurso. Implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información.” (Términos de Referencia CRC, 2016)

a) Determinación Variables Climatológicas

“El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dados, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes

componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera).

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, este se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos; sin embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático.” (IDEAM, 2014)

Se realizó la solicitud de la información de los elementos climáticos al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), como en el municipio de Sucre no se cuenta con una estación meteorológica, los datos suministrados por esta entidad fueron de los observatorios meteorológicos más cercanos, para nuestro caso de estudio, las estaciones de la Fonda Citec y Guachicono ubicadas en los municipios de Patía y Bolívar respectivamente, en el departamento del Cauca.

Con los datos obtenidos de Temperatura procedentes de la estación de la Fonda Citec, se procedió a determinar el gradiente correspondiente al municipio de Sucre, este parámetro es de gran importancia para señalar el descenso de la temperatura a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, obteniendo lo siguiente:

Cuadro N°3 Datos de Altura y temperatura Municipios Patía y Sucre.

Altura sobre el nivel del mar. (m.s.n.m)	Temperatura (°C)
635 (Fonda Citec)	24,72
1140 (Municipio de Sucre)	21,86
$\Delta h = 505$	$\Delta T = 2,86$

FUENTE: Elaboración Propia.

Se determinó con la información anterior el gradiente para el municipio de Sucre cada 100 m.

$$505 \text{ m.s.n.m} \rightarrow 2,86^{\circ}\text{C}$$

$$100\text{m} \rightarrow X (\text{Grad. } T^{\circ})$$

$$\text{Grad. } T^{\circ} = 0,5663$$

Con este gradiente se elaboraron los cambios a los datos suministrados por el IDEAM, con el fin de obtener la información correspondiente para la zona de estudio. A continuación se muestran las variables meteorológicas obtenidas de las estaciones con las modificaciones pertinentes, para el caso de precipitaciones se asumió el mismo régimen pluviométrico que el suministrado por la estación de Guachicón, esto se hizo debido a que es la más cercana. El periodo de tiempo que se tuvo en cuenta fue del año 1990 a 2013.

Cuadro N° 4 Datos Variables meteorológica.

MES	T°	P (mm)
Ene	22.99	196.75
Feb	23.35	152.60
Mar	23.19	215.86
Abr	23.03	225.49
May	23.11	177.41
Jun	23.21	81.90
Jul	23.91	57.25
Ago	24.60	33.13
Sep	24.44	86.98
Oct	23.46	244.10
Nov	22.69	300.71
Dic	22.61	303.58

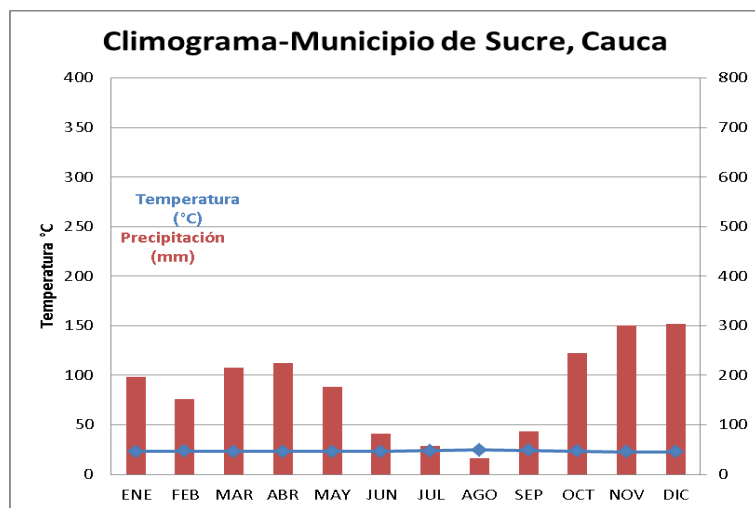
FUENTE: PUEAA Actualización, Modificado por Chaves López Nathalie.

b) Climograma

“El climograma es un gráfico de doble entrada en el que se presentan resumidos los valores de precipitación y temperatura de una estación meteorológica. Se presentan los datos medios de cada mes del año, teniendo en cuenta la precipitación y la temperatura media a lo largo de todos los años observados.”(López, 2012).

Los valores de temperatura y precipitación que se utilizaron para la elaboración del climograma correspondiente para el municipio de sucre fueron los de la Tabla 2.

GRÁFICA N°2. Climograma Municipio de Sucre, Cauca.



FUENTE: PUEAA Actualizado. Elaboró Chaves López Nathalie.

El climograma nos proporciona información importante relacionada con el régimen de lluvias de la zona de estudio y los periodos secos en el periodo comprendido de 1990-2013. En este gráfico podemos observar que el régimen pluviométrico es bimodal, es decir tiene 2 periodos de altas precipitaciones marcadas en los meses de marzo a abril (por encima de los 100 mm mensuales) y de noviembre a diciembre (por encima de los 200 mm mensuales), los 2 periodos secos se presentan uno en el mes de febrero (menos marcado) en el primer semestre y en los meses de julio y agosto en el segundo semestre anual, este último se presenta con mayor intensidad.

De acuerdo con el gráfico el régimen térmico no presenta mayores variaciones, esta depende de la variación altitudinal, ya que la temperatura disminuye a medida que se incrementa la elevación (m.s.n.m).

c) Microcuenca las Minas.

“Es uno de los afluentes del Rio Mazamorras, se encuentra ubicada en la Vereda Salvavidas, la longitud del cauce principal es de 3.407,77 metros y su altura mínima 1.526,81 m.s.n.m, es la fuente hídrica que abastece el acueducto de la cabecera municipal de sucre, cuya concesión de agua fue otorgada por la CRC mediante resolución 3870 del 2013.

La quebrada las Minas, presenta las siguientes características morfométricas:

Área de la Microcuenca: 98.2849 Ha

Lr: 4.19029 km

Parámetros de forma: Oval redonda a redonda.

Densidad de drenaje de la red hidrográfica: 0,23Km/Km² Es baja teniendo en cuenta el criterio para cuencas con drenaje pobre (0,5-3.5 Km/Km²), se debe hacer protección máxima de las pocas redes hídricas de la cuenca, no se puede hacer distritos de riego.

Se identifican 2 afluentes para la Quebrada las Minas.”(Sucre, 2016)

Las características morfométricas de la Microcuenca nos proporcionan información acerca de las propiedades que tiene la quebrada Las Minas para el provisionamiento del vital líquido a la cabecera municipal de Sucre, Cauca; estos parámetros condicionan la capacidad que tiene la unidad hidrológica para abastecimiento sobre todo en temporada seca.

Otro parámetro que se tiene en cuenta es el relieve ya que si este posee pendientes fuertes, el fluido tiene mayor velocidad de escorrentía superficial, en la visita realizada en el mes de Agosto del 2016 se observó que el relieve aledaño a la Quebrada Las Minas posee pendientes fuertes y es bastante ondulado, la vegetación es abundante y se pudo notar la presencia de árboles de gran tamaño que proveen sombra a la fuente hídrica evitando una evapotranspiración alta.

FIGURA N° 15. CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE PARTE ALTA, VISITA BOCATOMA.



La zona de estudio por encontrarse en cercanía a la cuenca del Patía, en los meses de Julio y Agosto, las precipitaciones disminuyen vertiginosamente lo que pone en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico en el municipio, ya que en los últimos años ha sido bastante perjudicado por las altas temperaturas que se han presentado, por este motivo se hace necesario evaluar la disponibilidad de agua en la Microcuenca, el

método que propone los términos de referencia proporcionados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (C.R.C), es el Balance Hídrico de Thornwaite, este método es ampliamente utilizado en hidrología ya que permite estimar la disponibilidad del recurso agua en un territorio determinado, teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Para nuestra zona de estudio con las variables meteorológicas de entrada son los valores medios de temperatura y precipitación.

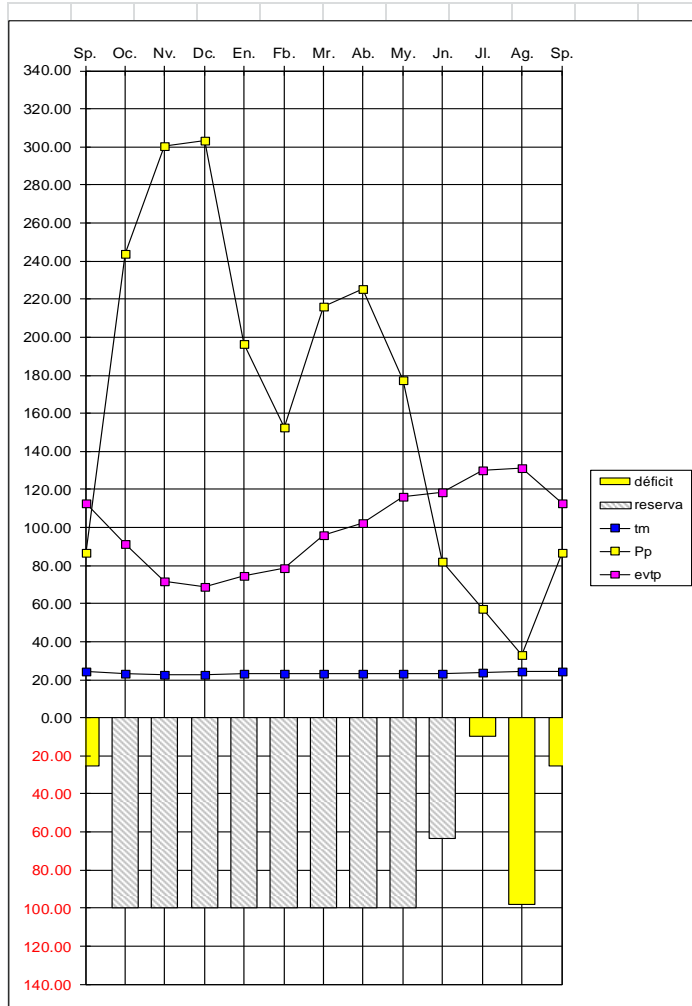
Para determinar este método se utilizó la hoja de cálculo proporcionada por el director de este trabajo final, el ingeniero Luis Jorge Gonzales, obteniéndose los siguientes resultados:

FIG. N° 15. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNWAITE QUEBRADA LAS MINAS.

Estación:	Guachicono				Clasificación								B3	r	A'	a'	
Log.	7656	W			Altura	1,550 metros.											
Lat.	202	N			Período	1990-2013											
	Sp.	Oc.	Nv.	Dc.	En.	Fb.	Mr.	Ab.	My.	Jn.	Jl.	Ag.					
tm	24.44	23.46	22.69	22.61	22.99	23.35	23.19	23.03	23.11	23.21	23.91	24.6					
i	11.05	10.39	9.87	9.82	10.07	10.31	10.21	10.10	10.15	10.22	10.69	11.16					
evt	108.11	96.34	87.70	86.83	91.00	95.07	93.25	91.45	92.35	93.48	101.64	110.12					
ajuste	1.04	0.95	0.82	0.79	0.82	0.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19					
evtp	112.44	91.52	71.91	68.59	74.62	78.91	96.05	102.42	116.36	118.72	130.10	131.04					
Pp	87.0	244.1	300.7	303.6	196.8	152.6	215.9	225.5	177.4	81.9	57.3	33.1					
humedad	-25.46	152.58	228.80	234.99	122.13	73.69	119.81	123.07	61.05	-36.82	-72.85	-97.91					
reserva	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	63.18	0.00	0.00					
evtr	86.98	91.52	71.91	68.59	74.62	78.91	96.05	102.42	116.36	118.72	120.43	33.13					
déficit	25.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.66	97.91					
exceso	0.00	52.58	228.80	234.99	122.13	73.69	119.81	123.07	61.05	0.00	0.00	0.00					

TOTALES		ÍNDICES	
tm	23.38 °C	lh =	85.19
l	124.04	la =	11.15
a	2.82	lm =	78.50
evtp	1192.69 mm.	CLASIFICACIÓN DE THORNTHWAITE	
evtpe	379.86 mm.		
evtpe	31.85 %		
Pp	2075.76 mm.		
reserva ideal	100.00 mm.		
déficit	133.04 mm.	r POCA O NULA FALTA DE AGUA EN VERANO	
exceso	1016.10 mm.	A' MEGATÉRMICO	
torrencialidad	462.41	a'	

GRÁFICO N° 3. RÉGIMEN DE HUMEDAD (BALANCE HÍDRICO) QUEBRADA LAS MINAS.



Como se puede observar en el gráfico, en los meses de Julio, Agosto y Septiembre se genera un déficit de agua, debido a las bajas precipitaciones que se presentan en el periodo comprendido de 1990-2013, en la inspección ocular que se realizó en el mes

de agosto del año 2016, se determinó que había presencia de agua en un mes crítico, lo que nos indica que por la capacidad de almacenamiento del suelo, en los meses que hay altas precipitaciones se crea una reserva de agua, lo que proporciona un parte de tranquilidad para el abastecimiento de la población de la cabecera municipal.

d) Saneamiento básico de la Microcuenca las minas.

Se realizó una entrevista a un habitante del sector aledaño a la Microcuenca las minas, él informó que las condiciones de saneamiento en el área de influencia correspondiente al sitio donde se hace la captación del agua para el abastecimiento de la cabecera del municipio de Sucre tiene unas condiciones óptimas de saneamiento, en su momento esta situación se le atribuyó a que era de conocimiento público que los predios correspondientes al área de influencia de la bocatoma pertenecen al municipio, por lo tanto no habían vertimientos líquidos procedentes de aguas residuales, ni lixiviados de residuos sólidos que puedan afectar la fuente hídrica. La entrevista también arrojó resultados acerca de los agroquímicos de uso común en la parte media y baja de la Microcuenca. En el plan de desarrollo municipal se clasifica este sector como zona N° 1, es decir, que se caracteriza por la baja dinámica agropecuaria; los pequeños cultivos presentes son de tipo permanentes como el plátano, el café, la caña, entre otros y el agroquímico más utilizado es el YARA, este morador indicó que por las buenas propiedades del suelo las concentraciones proporcionadas a los cultivos son bajas lo que permite la cosecha sin mayores inconvenientes, y de generarse algún residuo, este sería incorporado al suelo sin que afecte de manera alguna la zona de influencia de la Microcuenca. (Anexo 3)

Para corroborar la información obtenida en la entrevista mencionada anterior mente se procedió a contratar el servicio del laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C, y utilizando las metodologías de los índices de calidad de agua ICA´S en su versión modificada ICA-NSF, cuya ventaja radica en que con este índice se pueden hacer comparativos entre varios ríos del país, por los parámetros que utiliza “el ICA–NSF, cuya clasificación está orientada a aguas a ser empleadas como fuente de captación para consumo humano, considera 5 usos del recurso: consumo humano, agricultura, pesca y vida acuática, industrial y recreación”.(Torres, Cruz, & Patiño, 2009)

Los resultados de laboratorio fueron los siguientes:

(Anexo 3)

Cuadro N° 5.Resultados muestra bocatoma, laboratorio C.R.C.

Temperatura (°C)	pH (unidad)	Conductividad (µS/cm)	O.D (mg/L)
18.2	6.46	83.8	6.70

VARIABLE	UNIDAD	RESULTADOS
Color	UPC	<2
Turbiedad	UNT	1.5
Nitratos	mgNO ₃ -N/L	0.48
Nitritos	mgNO ₂ -N/L	<0.02
Dureza	mgCaCO ₃ /L	84.0
DBO5	mg/L	<0.9
DQO	mg/L	<15
SST	mg/L	<5
Coliformes Tot.	UFC/100mL	1380
Coliformes Fec.	UFC/100mL	10

FUENTE: PUEAA Actualización, Modificado por Chaves López Nathalie.

La fórmula que se utilizó para la determinación del ICA-NSF según la metodología suministrada(Aguirre, 2015), se presenta a continuación:

$$ICA m = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i} = (I_1^{w_1})(I_2^{w_2}) \dots (I_n^{w_n})$$

Donde *i* corresponde a uno de los parámetros de calidad del agua considerados, y *li* corresponde a la calificación (**entre 0 y 100**) o subíndice de cada variable o determinante de calidad.

Los parámetros fisicoquímicos considerados para la Determinación del ICA-NSF son: DBO, Oxígeno Disuelto en % de saturación, pH, Nitratos, Fosfatos, Coliformes fecales, Sólidos Totales y Temperatura, estos parámetros fueron entregados en el informe de laboratorio de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C. La concentración de oxígeno disuelto entregado en dicho documento, es la base para determinar el porcentaje de saturación (%Sat.) según la fórmula propuesta por (López S. , 2015)

$$\%Sat = -0.6537153 - 0.0104799 * T + 6.918079 * OD + 0.2075711 * T * OD - 0.0129793 * OD * OD$$

Donde T, es la temperatura del agua dada en grados centígrados (°C), y O.D es la concentración de oxígeno disuelto en mg/L o en ppm.

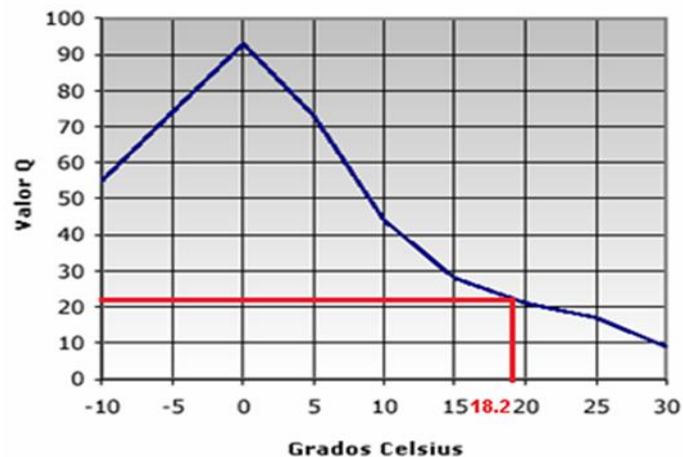
Para la muestra tomada en la bocatoma, el porcentaje de saturación que se obtuvo fue el siguiente:

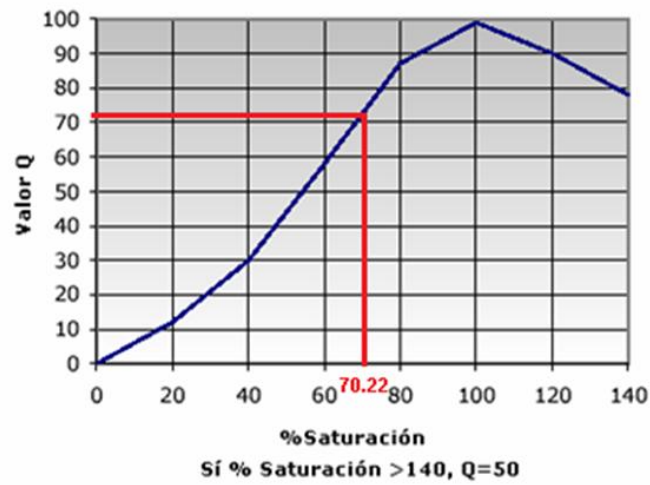
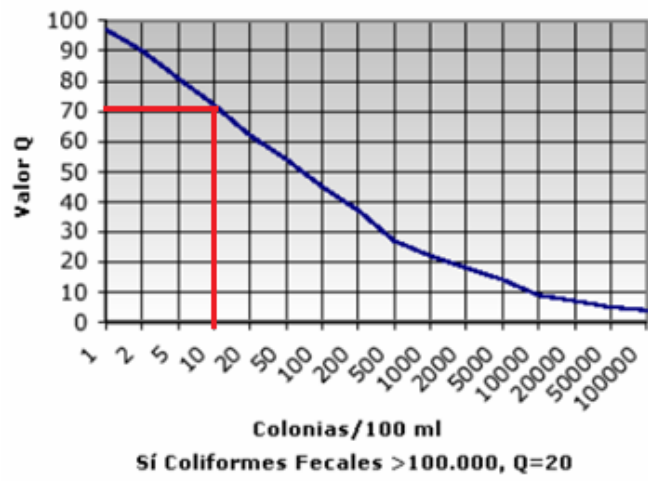
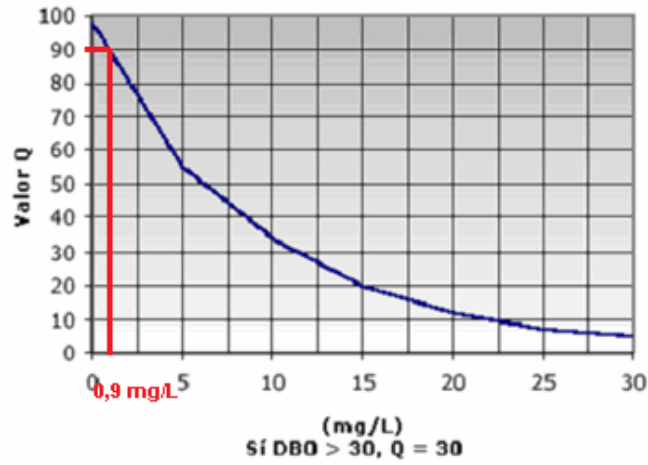
$$\%Sat = 70.22\%$$

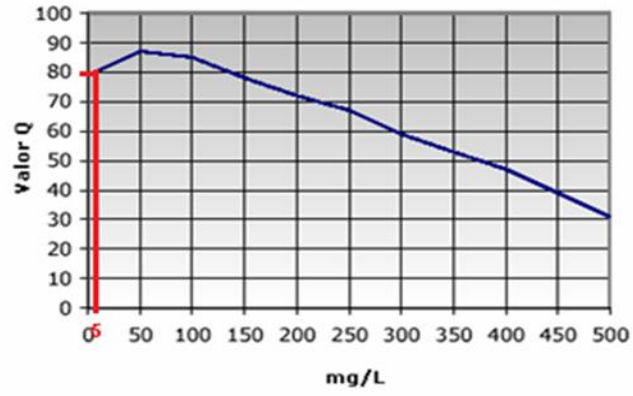
Como fue formulada esta técnica los pesos (o porcentajes) de cada parámetro deben sumar 1.00 (o 100%), donde tiene mayor porcentaje el parámetro con mayor importancia, por lo tanto el oxígeno disuelto es el que tiene mayor importancia. Los pesos utilizados para la determinación del ICA-NSF, son los propuestos por los expertos estadounidenses, estos pesos son los siguientes: "Oxígeno Disuelto, 0.17, Coliformes Fecales, 0.15, pH, 0.12, DBO, 0.10, Nitratos, 0.10, Fosfatos, 0.10, Desviación de Temperatura, 0.10, turbiedad y sólidos totales, 0.08 respectivamente. Si alguno de estos valores falta, el valor total del índice puede ser calculado por la distribución de su peso entre las demás variables y su posterior recálculo." (Universidad de Pamplona, 2015)

A continuación se procede a determinar el subíndice de cada variable con ayuda de las siguientes gráficas, en donde se ingresa con los resultados entregados por el laboratorio de la CRC.

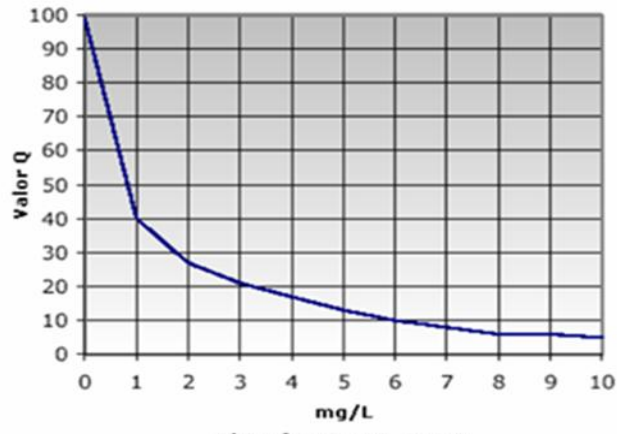
Gráfico N°4. Curvas de subíndices ICA-NSF resultados Quebrada las Minas Municipio de Sucre



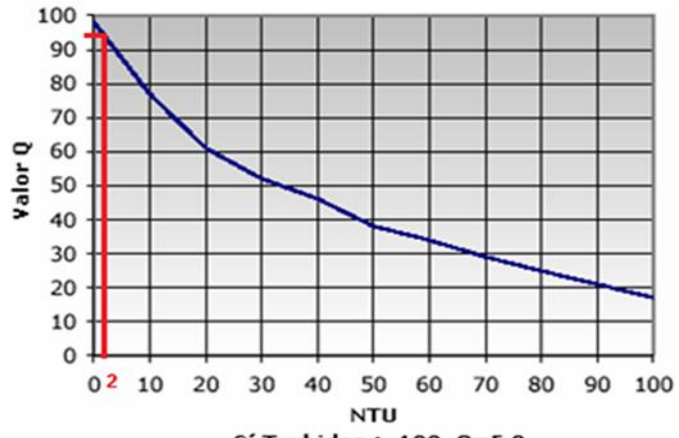




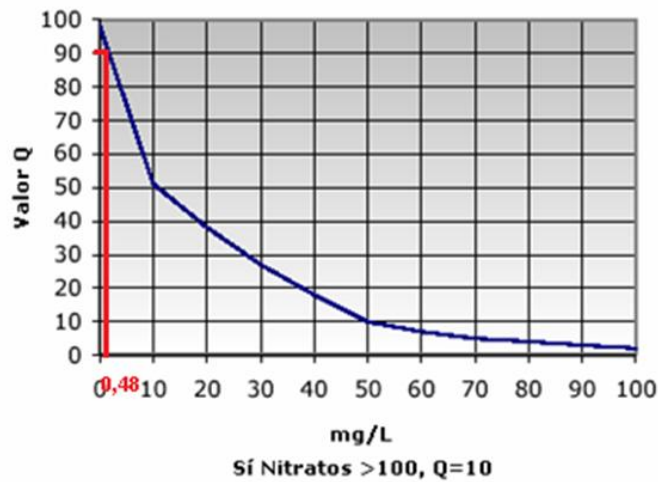
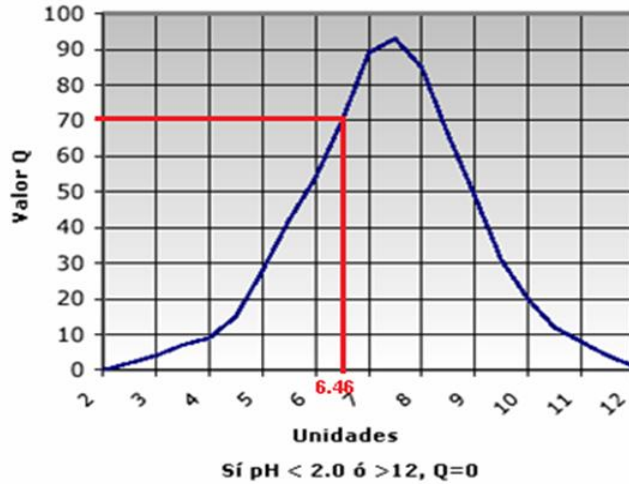
Sí STD > 500, Q=20



Sí Fosfatos > 10, Q=2.0



Sí Turbidez > 100, Q=5.0



FUENTE: Indices de Calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del Agua de Importancia Mundial, Universidad de Pamplona

Cuadro N° 6. Calculo ICA-NSF.

Parámetro	Q-valor	Factor de ponderación
Temperatura	22	0.1125
DBO	90	0.1125
C. Fecales	71	0.1625
% Sat.	72	0.1825
Sólidos Tot.	80	0.1125
Fosfatos	0	0
Turbiedad	94	0.925
pH	70	0.1325
Nitratos	90	0.925

FUENTE: Elaboración Propia.

El resultado obtenido es:

$$ICA-NSF = 68.14$$

Ahora se procede a clasificar la fuente hídrica de acuerdo con el índice determinado anteriormente con la siguiente tabla:

Cuadro N°7. Clasificación de Calidad del agua ICA-NSF Multiplicativo.

Rango del Índice ICA	Calidad del agua	Código de Color
90 – 100	Excelente calidad	Azul claro
70 – 90	Buena calidad	Verde claro
51 – 70	Regular o Mediana calidad	Amarillo claro
25 - 50	Mala calidad	Anaranjado
< 20	Muy mala calidad	Rojo

FUENTE: Sesión Modelación de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales, Proyecto Mauricio Aguirre.

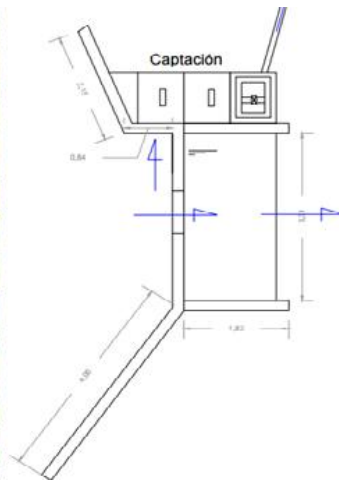
Interpretando el ICA-NSF se puede determinar que la calidad del agua de la Quebrada Las Minas que abastece al acueducto de la cabecera Municipal, es regular o de mediana calidad, ya que se encuentra en el rango 51-70; en relación con los usos del agua para consumo humano requeriría mayor tratamiento, para la vida acuática no sería recomendable para especies muy sensibles.

e) Unidades de Tratamiento

En la planta de tratamiento de agua potable, PTAP, del municipio de Sucre-Cauca, se realiza un tratamiento de tipo convencional al agua para el consumo de los habitantes de la cabecera municipal. El estado y funcionamiento de las mismas será descrito a continuación

Bocatoma: La bocatoma está construida en concreto reforzado y simple, posee una maya metálica que no permite el ingreso de elementos de mayor tamaño (hojas) y así evitar el taponamiento en la tubería. El líquido luego es conducido por una tubería de 4 pulgadas hasta el desarenador que se encuentra aguas abajo.

FIGURA N° 16. BOCATOMA, VISTA EN PLANTA.



FUENTE: Elaboró Ojeda Gómez Richard.

Desarenador: Estructura hidráulica que remueve las partículas de cierto tamaño que la captación permite pasar.

El desarenador presente en la Microcuenca las minas es convencional de flujo horizontal, que por sus dimensiones alargadas y rectangulares disminuyen la velocidad con que las partículas son arrastradas por el agua removiendo sólidos suspendidos de determinado tamaño y peso específico.

FIGURA N°17. DESARENADOR.

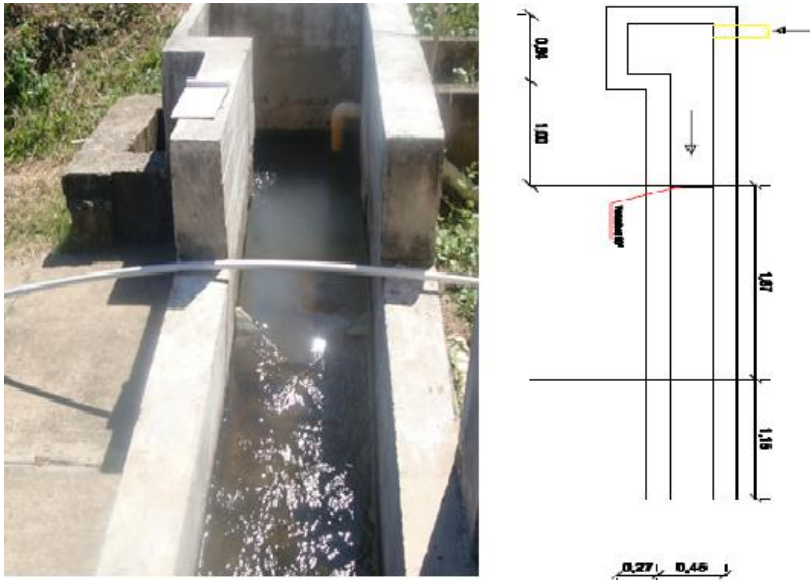


El estado de estas estructuras en cuanto al mantenimiento y limpieza es regular, en cuanto a la funcionalidad de la bocatoma y el desarenador es aceptable.

En la PTAP, tanto a la entrada como a la salida, se realiza aforos de caudales, con un vertedero de 90° y un macro medidor respectivamente.

Cámara de quietamiento: se encuentra a la entrada de la PTAP, su función consiste en disminuir la velocidad de entrada del fluido, en esta sección se afora caudal con un vertedero de 90°.

FIGURA N°18. CÁMARA DE QUIETAMIENTO O ENTRADA.



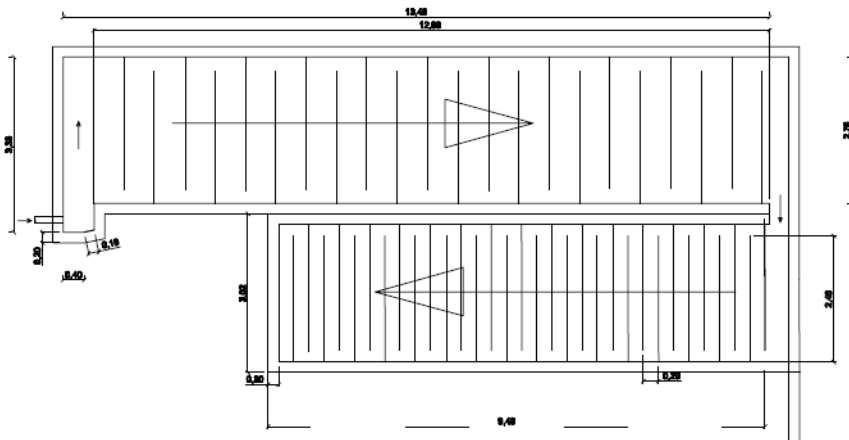
FUENTE: Elaboró, Chaves López Nathalie.

Floculador: Después de la adición de las sales de aluminio, en esta unidad de tratamiento se aglutinan (Floc) las partículas coloidales presentes en el agua, facilitando la sedimentación y filtrado, procesos que se proporcionan en las etapas siguientes.

FIGURA N°19 FLOCULADOR.



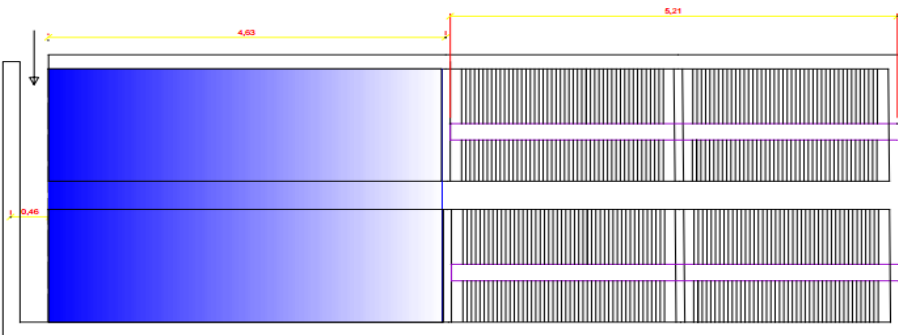
FIGURA N° 20 VISTA EN PLANTA FLOCULADOR



FUENTE: Elaboró, Chaves López Nathalie.

Sedimentadores: en esta etapa del tratamiento, se promueve que los floc's originados en la floculación se trasportan hasta el fondo de la estructura, basándose en el principio de decantación. Se cuenta con dos unidades de sedimentadores convencionales y dos de alta tasa ubicados en paralelo.

FIGURA N° 21 VISTA EN PLANTA SEDIMENTADOR



FUENTE: Elaboró, Chaves López Nathalie.

Filtros: en esta etapa de tratamiento se separan las partículas en suspensión que no quedaron retenidas en los procesos anteriores, los materiales de diferentes diámetros, retienen estos elementos en la parte superior.

FIGURA N° 22. FILTROS



Laboratorio: la PTAP, cuenta con un laboratorio bien equipado en dónde se realizan las pruebas pertinentes.

Desinfección: el sistema de desinfección utilizado es la adición de cloro gaseoso, este método desinfectante requiere una habilidad y destreza por parte de sus operarios para la dosificación. Se cuenta con una caseta que protege de la intemperie el sistema.

FIGURA N° 23. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



La etapa previa a la distribución del líquido a la comunidad, es el almacenamiento, se cuenta con un tanque de almacenamiento, y se registra un caudal de salida de **9,44 L/s**

7.1.3 ACTIVIDADES Y METAS PROPUESTAS.

Como se había mencionado anteriormente, el PUEAA es un documento integral relacionado con los diferentes planes municipales como el esquema de ordenamiento territorial, el plan municipal para la gestión del riesgo, el plan de desarrollo entre otros. Este último propone una dimensión ambiental con el fin de preservar los importantes recursos que tiene el municipio.

Por un pronunciamiento realizado por la Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C, el municipio de Sucre no cumplió con cerca del 90% de las actividades propuestas en el PUEAA anterior, por este motivo en la actualización de este documento se volvieron a formular las actividades y metas propuestas, con la ventaja de que hay un presupuesto destinado para la dimensión ambiental en los diferentes programas de gestión que propone el Plan de Desarrollo del municipio.

7.1.4 CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD

Uno de los objetivos específicos de este trabajo final, modalidad pasantía, es verificar como está el municipio en cuanto a la normatividad ambiental vigente. Este es un tema complejo, ya que se inició una nueva administración que hereda lo que no se cumplió en administraciones pasadas.

Ley 99/93: en cumplimiento con el artículo 111 de la presente ley, se han hecho adquisiciones de predios (Anexo 3) y se han ejecutado contratos para la preservación de los mismos, la relación se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro N°8. Predios municipio

Cédula Catastral	Área (Ha)	N° Contrato	Concepto	Cuantía (COP)
00-02-0009-0143	3,075	F5-F32-136-2015	Reforestación y aislamiento de áreas protectoras de fuentes hídricas del municipio de sucre	14,560,000
00-02-0009-0144	25			
00-02-0009-0145	6,5	F5-F29-055-2014	Prestación de servicios de apoyo en el acompañamiento de identificación de áreas de importancia ecológica del municipio de sucre y mantenimiento de áreas protectoras de fuentes hídricas	7,200,000
00-02-0009-0146	15			
00-02-0009-0147	14	F5-F29-059-2014	Apoyo a la gestión para desarrollar actividades de carácter operativo para los arreglos forestales, instalados en el predio el cajón mediante el convenio 94 de 2012 y del predio los naranjos zona protectora de la quebrada las minas en el municipio de sucre cauca.	5,400,000
00-02-0009-00001	228			
TOTAL	292.25			27,160,000

FUENTE: Carta Catastral IGAC- SECOP I, PUEAA Actualizado, Elaboró Chaves López Nathalie

Ley 373/97: en cumplimiento con el artículo 2 de esta ley, que establece que el Programa de Uso Eficiente y ahorro del agua debe ser quinquenal, por este motivo se realizó el concurso de méritos por parte de la administración local.

Resolución 2115/2007: Para los parámetros fisicoquímicos de conductividad, turbiedad, color aparente, Dureza total cumplen con esta normatividad con los valores aceptables para el agua destinada para consumo humano, en el caso del pH solo se encuentra un poco por debajo del rango recomendado. (Anexo 4).

En cuanto a lo establecido en esta resolución sobre el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua, IRCA, el agua distribuida según el reporte de la Secretaría de Salud Departamental cumple con la Resolución, ya que el resultado del IRCA es “sin Riesgo”. (Anexo 5)

RAS 2000: aunque no es normatividad con fuerza de ley, si establece unos rangos y valores aceptables de los parámetros fisicoquímicos utilizados como criterio de diseño. Para los parámetros de turbiedad (fuente apta para posterior tratamiento), color aparente, dureza total y DBO5, esta fuente de abastecimiento se encuentra dentro de los valores aceptables recomendados.

7.2 RESULTADOS PSMV

7.2.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

La recolección de la información se realizó gracias a un trabajo mancomunado entre la administración local y el ingeniero contratista, la debilidad que afrontó el proceso fue que en la alcaldía municipal no reposaba información de base importante para la actualización del PSMV, debido al cambio de administración y la no legalización de predios correspondientes donde se encuentra la PTAR municipal por parte de las administraciones pasadas.

Se procedió a determinar la información de campo, como se mencionó en la parte metodológica. Con base en la nueva información recopilada se procedió determinar los objetivos y así realizar un diagnóstico para reportar la condición actual del municipio para tener un horizonte, unos lineamientos para la gestión integral del recurso hídrico, determinar las falencias con el fin de aportar soluciones y acciones de mitigación de impactos.

a) Determinación número de Habitantes.

Para poder realizar el cálculo de las cargas contaminantes de DBO Y SST y las proyecciones de las mismas en un horizonte de corto (2 años), mediano (5 años) y largo plazo (10 años), es importante conocer a cuantas personas se les presta el servicio. Para determinar el número de habitantes de la cabecera municipal se tuvo en cuenta la proyección de la población suministrada por del Departamento Administrativo Nacional de estadística, DANE, periodo 2005-2016, 2016-2026.

Con esta información se procedió a determinar la tasa de crecimiento para la cabecera municipal, obteniendo como resultado $r=0,321\%$. Utilizando el método geométrico recomendado en el Ras 2000 se calculó la población futura con la siguiente fórmula.

$$Pf = puc \times (1 + r)^{(tf - tuc)}$$

Dónde:

Pf: población futura

Puc: población último censo

r : tasa de crecimiento anual determinada para el municipio de 0,321% (DANE)

tf: año final

tuc: año último censo

Para el año 2016 la población futura será:

$$Pf = 1420 \times (1 + 0.00321)^{(2016 - 2005)}$$

$$Pf = 1471 \text{ habitantes}$$

Se obtuvo el crecimiento poblacional que se relaciona en la siguiente tabla:

Cuadro N°9. Crecimiento Poblacional.

AÑO	POBLACIÓN (N° de habitantes)
2016	1471
2017	1476
2018	1480
2019	1485
2020	1490
2021	1495
2022	1500
2023	1504
2024	1509
2025	1514
2026	1519

FUENTE: PSMV Actualizado, Proyecto Nathalie Chaves.

b) Aforo caudal entrada- salida PTAR.

Para esta fase de campo se contrató al laboratorio de la C.R.C, con esta información, se realizó el cálculo de la producción per cápita, cargas contaminantes, y proyección de cargas contaminantes. El objetivo de calcular la carga contaminante, es determinar cuánto aporta la comunidad a la fuente hídrica, la producción per cápita nos indica el aporte de cada habitante, con esta información se proyecta a un horizonte de largo plazo para la toma de decisiones y correctivos pertinentes. Esta información se relaciona en las siguientes tablas:

Cuadro N°10. Producción per cápita.

PARÁMETRO	UNIDAD	PRODUCCIÓN PERCÁPITA (kg/hab-día)
DBO5:93.6	mg/L	0.0441
SST:50	mg/L	0.0235
Qard: 8.02	L/s	0.00545 L/hab.seg)

FUENTE: PSMV Actualizado, Proyectó Nathalie Chaves.

Basados en la producción per cápita que se determinó en la tabla anterior se realizaron las proyecciones de las cargas contaminantes para DBO Y SST respectivamente. Para el año 2016 se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{DBO} = 1471 \text{ hab.} \times 0.0441 \text{ kg/hab-día} = 64.87 \text{ kg/día}$$

$$\text{SST} = 1471 \text{ hab.} \times 0.0235 \text{ kg/hab-día} = 36.64 \text{ kg/día}$$

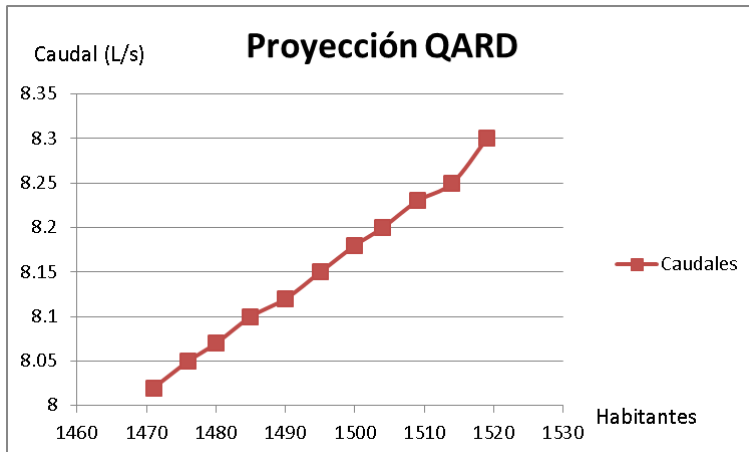
Cuadro N°11. Proyección Cargas Contaminantes.

AÑO	POBLACIÓN (N° de habitantes)	QARD (L/s)	DBO (kg/d)	SST (kg/d)
2016	1471	8.02	64.87	34.64
2017	1476	8.05	65.09	34.69
2018	1480	8.07	65.27	34.78
2019	1485	8.10	65.49	34.90
2020	1490	8.12	65.71	35.01
2021	1495	8.15	65.93	35.13
2022	1500	8.18	66.15	35.25
2023	1504	8.20	66.33	35.34
2024	1509	8.23	66.55	35.46
2025	1514	8.25	66.77	35.58
2026	1519	8.30	66.99	35.70

FUENTE: PSMV Actualizado, Proyectó Nathalie Chaves.

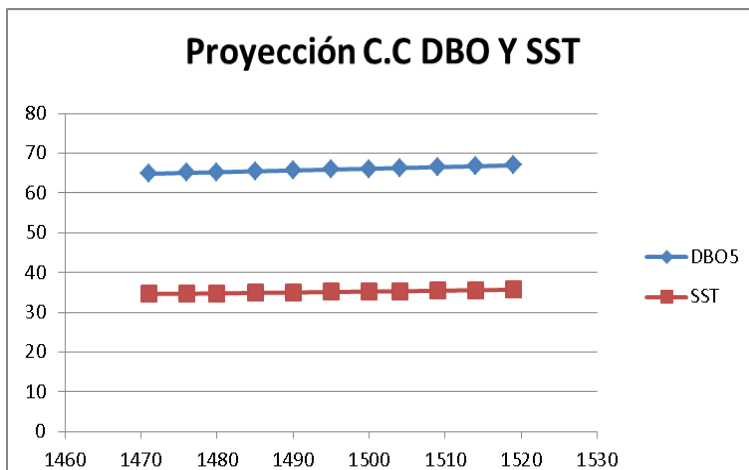
Partiendo del criterio de diseño de alcantarillados, del 100% de agua potable suministrada a la comunidad, el 80% es Agua Residual Doméstica, esta ingresa a la planta de tratamiento de agua residual municipal para el posterior tratamiento.

Gráfico N°5. Proyección de QARD.



FUENTE: PSMV Actualizado, Proyectó Nathalie Chaves.

Gráfico N°6 Proyección Cargas Contaminantes DBO-SST.



FUENTE: PSMV Actualizado, Proyectó Nathalie Chaves.

7.2.2 DIAGNOSTICO DE REDES.

El municipio de Sucre, cuenta con una cobertura del 87.8% de alcantarillado en la cabecera municipal, según la ficha presentada por el municipio ante el DNP por medio de la federación colombiana de municipios, según este mismo documento la población rural la cobertura de alcantarillado es incipiente.

La cabecera municipal cuenta con alcantarillado de tipo combinado, es decir, que no se hace la separación de aguas pluviales y aguas residuales, esto implica que en temporadas de lluvia exista una preocupación por parte de la administración local y la comunidad, ya que se han hecho reportes de inundaciones en la cabecera municipal,

esta situación trae consigo que haya mayor requerimiento de tratamiento en la PTAR, por el ingreso y manejo de estos caudales.

El transporte de estas aguas se hace por medio de tuberías de PVC de 8", 10" y 12" de diámetro, existen algunas conexiones fraudulentas que no han sido contabilizadas por parte de la empresa prestadora del servicio público. Se encuentran 45 cámaras de inspección en el municipio, estas se localizan a lo largo de la cabecera municipal cuando hay cambio de dirección o de pendiente, el estado superficial de estas cámaras en los barrios altos de la zona urbana, está provisto de material rocoso.

7.2.3 DIAGNOSTICO DE ESTRUCTURAS.

En cuanto a la funcionalidad, el tren de tratamiento tiene una eficiencia de aproximadamente un 12.3% para DBO, y de 66.6% para SST (Anexo 8), el parámetro a mitigar es la DBO, ya que con esta eficiencia no cumple con las objetivos de calidad propuestos por la C.R.C.

El estado de las estructuras es funcional, pero se encuentran en condiciones regulares de mantenimiento.

En el momento de la visita técnica se detectó una fuga en uno de los filtros, se deben realizar acciones correctivas para esta estructura.

FIGURA N°24. FUGA EN EL FILTRO



FUENTE: PSMV Actualizado

7.2.5 CALIDAD DEL AGUA VERTIDA

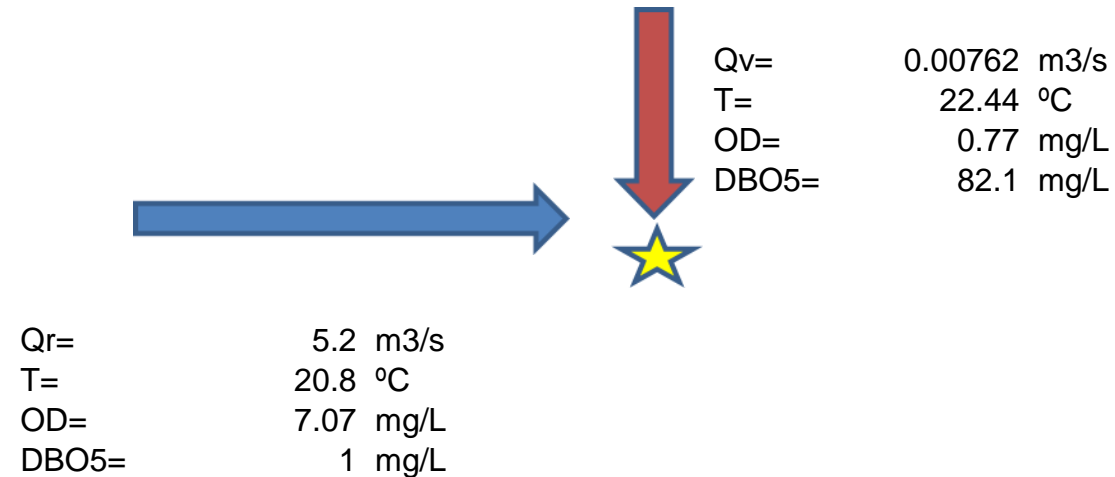
FIGURA N°25. VERTIMIENTO PUNTUAL PTAR MUNICIPAL.



FUENTE: PSMV Actualizado

Se evaluó si la fuente receptora, el Rio Mazamorra que cruza por el Municipio de Sucre, tiene suficiente capacidad de asimilación para recibir la totalidad de los efluentes tratados de la cabecera municipal.

1. determinación condiciones de mezcla



1. determinación caudal de mezcla

$$Q_r + Q_v = Q_m$$

$$5.2 + 0.00762 = 5.207 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. determinación temperatura de mezcla (T_m)

Por balance de masas

$$Q_r \cdot T^{\circ}r + Q_v \cdot T^{\circ}v = Q_m \cdot T^{\circ}m$$

$$T^{\circ}m = \frac{Q_r \cdot T^{\circ}r + Q_v \cdot T^{\circ}v}{Q_m} = \frac{5.2 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 20.8 \text{ mg/L} + 0.00762 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 23.88 \text{ mg/L}}{5.207 \text{ m}^3/\text{s}} = 20.8^{\circ}\text{C}$$

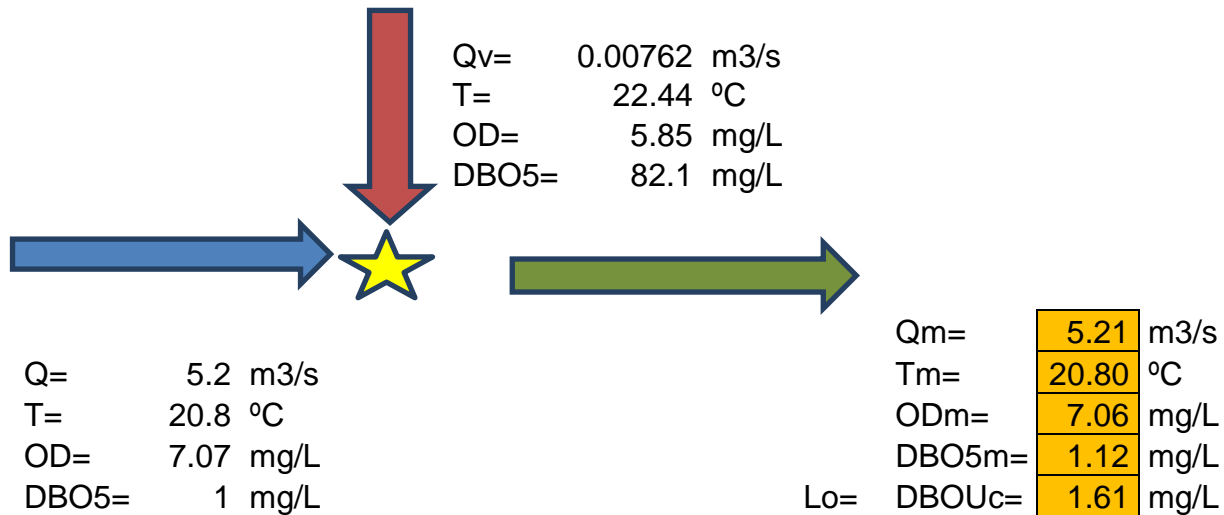
3. balance DBO5

$$DBO5m = \frac{Qr * DBO5r + Qv * DBO5v}{Qm} = \frac{5,2m3/s * 1.0mg/L + 0.00762m3/s * 82,1mg/L}{5,207m3/s} = 1,12mg/L$$

4. balance de O.Dm

$$O.Dm = \frac{5,2m3/s * 7,07mg/L + 0.00762m3/s * 0.77mg/L}{5,207m3/s} = 7,06mg/L$$

5. Determinación constantes de desoxigenación y re aireación, K1 y K2



Con la ecuación de Arrhenius

$$K_1 = k_1 * (1,047)^{(Tm-20)}$$

$$K_2 = k_2 * (1,022)^{(Tm-20)}$$

K1 y k2 a 20°C, es necesario corregir las constantes por la temperatura
Se determinó la k1 usando la ecuación de Wreight y McDonell a T°=20°C

$$k_1 = 1,8 * Q^{-0,49}$$

$$K1=0.83d^{-1}$$

Se utilizó la ecuación teniendo en cuenta los parámetros hidráulicos

$$k_2 = 1.8 * \frac{V^{0.6}}{H^{1.4}}$$

$$K2=1.126d^{-1}$$

Déficit inicial

$$Do = C'S - O.Dm$$

V=	0.36 m/s	Vel media	
h=	0.6 m	Profundidad media	
asnm=	1140 m		
P=	659.12 mmHg	Presión lugar	P= 760*exp(-msnm/8005)
pv=	19 mmHg	Presión vap H2O	Tabla según T°
ODS=	9.05 mg/L		ODS=C _s = 14.59- 0.3965T°+0.007984T° ² - 0.000083T° ³
Cs'=	7.82 mg/L		C _s '=ODS*(P- pv/760-pv)

Déficit de oxígeno inicial

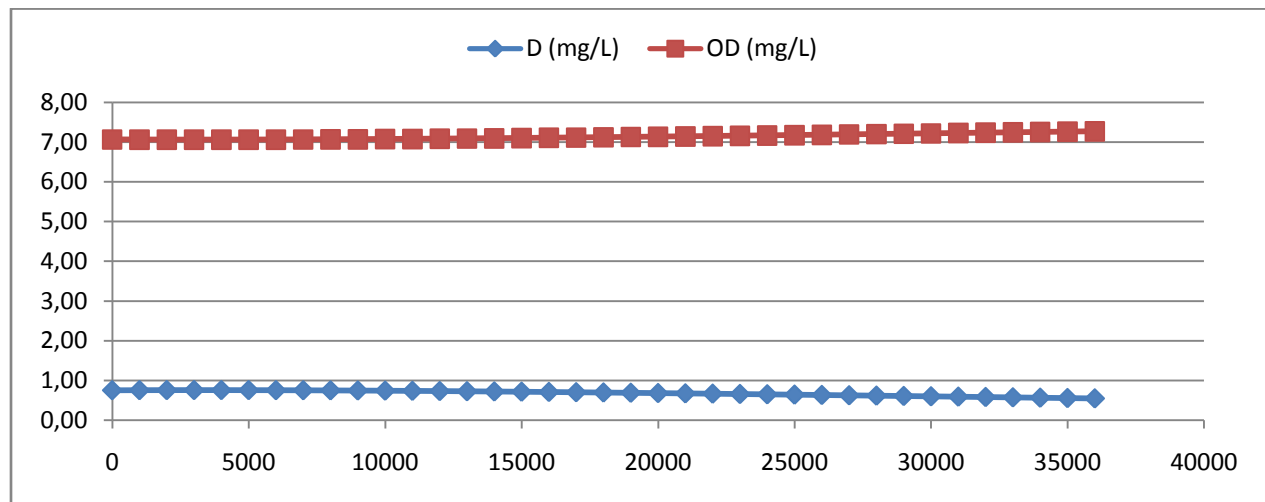
Do= 0.75 mg/L Do= Cs'-ODM

Demanda biológica de oxígeno de carbono

Tiempo al punto crítico

tc= 0.12 tc= 1/(k2-k1)*Ln((k2/k1)*(1-Dm*(k2-k1)/Lo*k1))
 Xc= 3758.8 m Xc= V*tc*86400
 3.8 Km

Gráfico N°7. Modelación Streeter and Phelps.



FUENTE: Modificado Hoja de Cálculo Mauricio Aguirre. Proyectó Nathalie Chaves.

Como se puede observar en el gráfico los valores de Oxígeno Disuelto en el Rio nunca disminuyen de 7 mg/L, la calidad de la fuente receptora después del punto crítico es buena, apta para la vida acuática.

Cuadro N°11. Resumen modelación streeter and phelps.

Parámetros	Cuerpo Receptor	Descarga	Mezcla
Q (L/s)	5200	7.62	5207.62
O.D (mg/L)	7.07	0.77	7.06
DBO5 (mg/L)	1.0	82.1	1.12
T° (°C)	20.8	23.88	20.81

FUENTE: Elaboró Nathalie Chaves.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, mantener actualizada la concesión de aguas por parte de la empresa, ya que esta situación impidió la realización de las correcciones pertinentes y la aprobación oportuna del PUEAA por parte de la Corporación Autónoma Regional del Cauca.
- Se recomienda hacer seguimiento oportuno y periódico, por parte de las autoridades ambientales y la administración local para la ejecución de las actividades y metas propuestas en el PUEAA.
- Se recomienda dar cumplimiento ley 1494/94, o ley de archivo, que indica preservar la información que reposa en las entidades públicas o privadas por 20 años.
- Se recomienda realizar mantenimiento con la frecuencia recomendada en las unidades de tratamiento para mejorar la eficiencia de la PTAR.
- Se recomienda realizar un acompañamiento por parte de la autoridad ambiental competente en cuanto a las actividades y los procedimientos a realizar para el cumplimiento delo propuesto en el PSMV y el PUEAA, con el fin de no llegar a un proceso sancionatorio que afecte al municipio.
- Se recomienda que a los operarios tanto de la PTAP, como la PTAR, se les haga acompañamiento por medio de capacitaciones, que se fomente el cumplimiento y aplicación los manuales de operario, esto con el fin de darle un buen manejo a las unidades de tratamiento, en beneficio de la comunidad y los recursos hídricos del municipio.
- Se recomienda que exista mayor continuidad por parte de los operarios, ya que se cambian cada 30 días, esta situación interrumpe los procesos de manejo y perjudica a la población Sucreña.
- Se recomienda la instalación de una estación meteorológica inscrita al IDEAM en el municipio, con el fin de facilitar la obtención de información meteorológica puntual y no aproximada, y que sirva como insumo de trabajos académicos, investigativos futuros.

9. CONCLUSIONES

- Como nos indica el índice de calidad ICA-NSF, la calidad del agua de la Quebrada Las Minas que abastece la comunidad de la cabecera municipal, es regular, esto implica que requiere tratamiento para que sea apta para el consumo humano.
- La presencia de bacterias en la muestra de agua, puede deberse a que no existe cerramiento en la zona de influencia de la Microcuenca, lo que permite el paso de diferentes especies animales que por escorrentía superficial arrastran contaminantes e interfieren en la calidad del agua de la Quebrada Las Minas.
- En cuanto al cumplimiento de la normatividad de agua potable cumple parcialmente con lo que dicta la norma, en pocos parámetros fisicoquímicos no cumpliría, esta situación se corrige con el tratamiento de la PTAP.
- La calidad del agua distribuida a la comunidad Sucreña es de óptimas condiciones de acuerdo al Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo Humano, IRCA, según reporte de la Secretaría de Salud departamental. (Anexo 5)
- Para el parámetro de la DBO5, en la proyección de la carga contaminante, no cumpliría con las metas de Calidad proporcionadas por la Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.R.C.
- Considerando que la remoción de la PTARD es relativamente baja, aproximadamente de un 12,3% para DBO5, la capacidad del río de asimilar contaminantes es muy buena. Esto se debe a que el aporte del caudal del vertimiento representa el 0.146%, en comparación al caudal del Río Mazamoras de 5200 L/s, este diluye los contaminantes y el periodo de recuperación de la fuente es muy corto.
- Según Romero Rojas, 1999, en aguas naturales, para evitar efectos perjudiciales sobre la vida acuática, se recomienda concentraciones de oxígeno disuelto mayores a 4 mg/L, para este caso los datos superan los 5 mg/L.
- Considerando que la época en que se tomaron las muestras fue en temporada seca (mes de agosto), podríamos decir que esta condición sería crítica y la

dilución y asimilación de contaminantes es buena, en temporada invernal sería mejor.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. (24 de Octubre de 2015). Indices de la Calidad del Agua ICA'S e Indices de Contaminación ICO'S. Popayán, Cauca, Colombia.
- Alcaldía de Sucre. (2016). *Plan de Desarrollo ¡Porque ahora...Somos más!* Sucre, Cauca: Alcaldía de Sucre.
- Congreso de la República. (22 de Diciembre de 1993). Obtenido de Sitio web. secretaria senado:
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- Congreso de la República. (11 de Julio de 1994). *Secretaría Senado*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html
- Congreso de la República. (6 de Junio de 1997). *Secretaría Senado*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0373_1997.html
- Congreso de la República. (31 de Octubre de 2003). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15073>
- Constitución Política de Colombia (Congreso de la República 4 de julio de 1991).
- Corporación Autónoma Regional del Cauca. (2014). Términos de Referencia para Elaborar el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA (Sector Acueducto). Popayán, Cauca, Colombia.
- Económico, M. d. (Noviembre de 2000). *RAS 2000*. Obtenido de <http://camacol.co/sites/default/files/IT-Reglamentos/Anexo%20T%C3%A9cnico%20RAS-2000%20T%C3%ADtulo%20E.pdf>
- López, C. H. (2012). Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/31282>
- López, S. (29 de 03 de 2015). Obtenido de <https://sites.google.com/site/selobu/anuncios/porcentajedesaturaciondeoxigenoenagua>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (13 de 12 de 2004). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15603>

- Municipio de Sucre. (2015). Plan para la Gestión del Riesgo. Sucre, Cauca, Colombia.
- ONU. (agosto de 2011). Hacia una Gestión Integrada de Aguas Urbanas. *Global Water Partnership*.
- ONU. (2015). *Agua para un Mundo Sostenible en el Mundo*. WWAP.
- República de Colombia Ministerio de Ambiente, V. y. (2004). Guía metodológica para la formulación de planes de saneamiento y manejo de vertimientos-PSMV. . Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Sucre, A. d. (2016). *Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua*.
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*.
- Unicef Colombia. (2012). *El Agua Potable y el Saneamiento Básico en los Planes de Desarrollo*. Obtenido de <http://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>
- Universidad de Pamplona. (15 de 03 de 2015). *Indicadores de Calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del Agua de Importancia Mundial*. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf
- Vera, J. P. (2013). *Guía metodológica para la elaboración de planes de programas de optimización de sistemas de acueductos*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

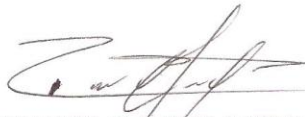
10. ANEXOS

ANEXO 1 CERTIFICADO PASANTÍA



CERTIFICADO DE PASANTÍA

Mediante la presente acta se certifica que la estudiante NATHALIE EUGENIA CHAVES LÓPEZ identificada con cédula de ciudadanía N° 1'061.755.154 expedida en la ciudad de Popayán, perteneciente al programa de ingeniería ambiental de la Universidad del Cauca con código N° 49092137, desempeñó y desarrolló las actividades y tareas programadas en su plan de actividades durante su pasantía AUXILIAR EN LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS Y EL PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA MUNICIPIO DE SUCRE- CAUCA, cumpliendo con las 576 horas que estipula el reglamento interno de la FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL de esta prestigiosa Universidad.

Este certificado se expide a petición de la parte interesada a los 05 días del mes de Diciembre del 2016.



RICHARD CLEYDER OJEDA GÓMEZ
C.C 10'300,616 de Popayán

 Libertad y Orden	REPÚBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE SUCRE NIT: 817.003.440-5		CODIGO: PE-VI-F01-100
			VERSIÓN: 2
			VIGENCIA: 2016
			FECHA: 02/01/2016

Sucre Cauca 06 de Octubre del 2016

Nº de oficio 0541

Doctora
MARIBEL PERAFAN
 Subdirectora Gestión Ambiental
 Corporación Autónoma Regional Cauca C.R.C.
 Popayán Cauca

CRC
 ARCHIVO Y GOBIERNO
RECIBIDO
 Por: 10:10 am
07 OCT 2016
 Sucre: Popayan - Cauca

Asunto: Entrega de documentos de actualización del PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA- PUEAA Municipio de Sucre

Respetada Ingeniera

Atento Saludo

En cumplimiento a la normatividad Ambiental requerida Ley 373 del 97 se hace entrega del documento actualización del PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA -PUEAA - DEL MUNICIPIO DE SUCRE CAUCA", con el fin de que se realice la respectiva revisión y se emita un concepto por parte de la Corporación.

Institucionalmente



CARLOS RUBER MORA MORA
 Alcalde Municipal
 Sucre Cauca.

Proyecto: Iasmme Gerón Muñoz

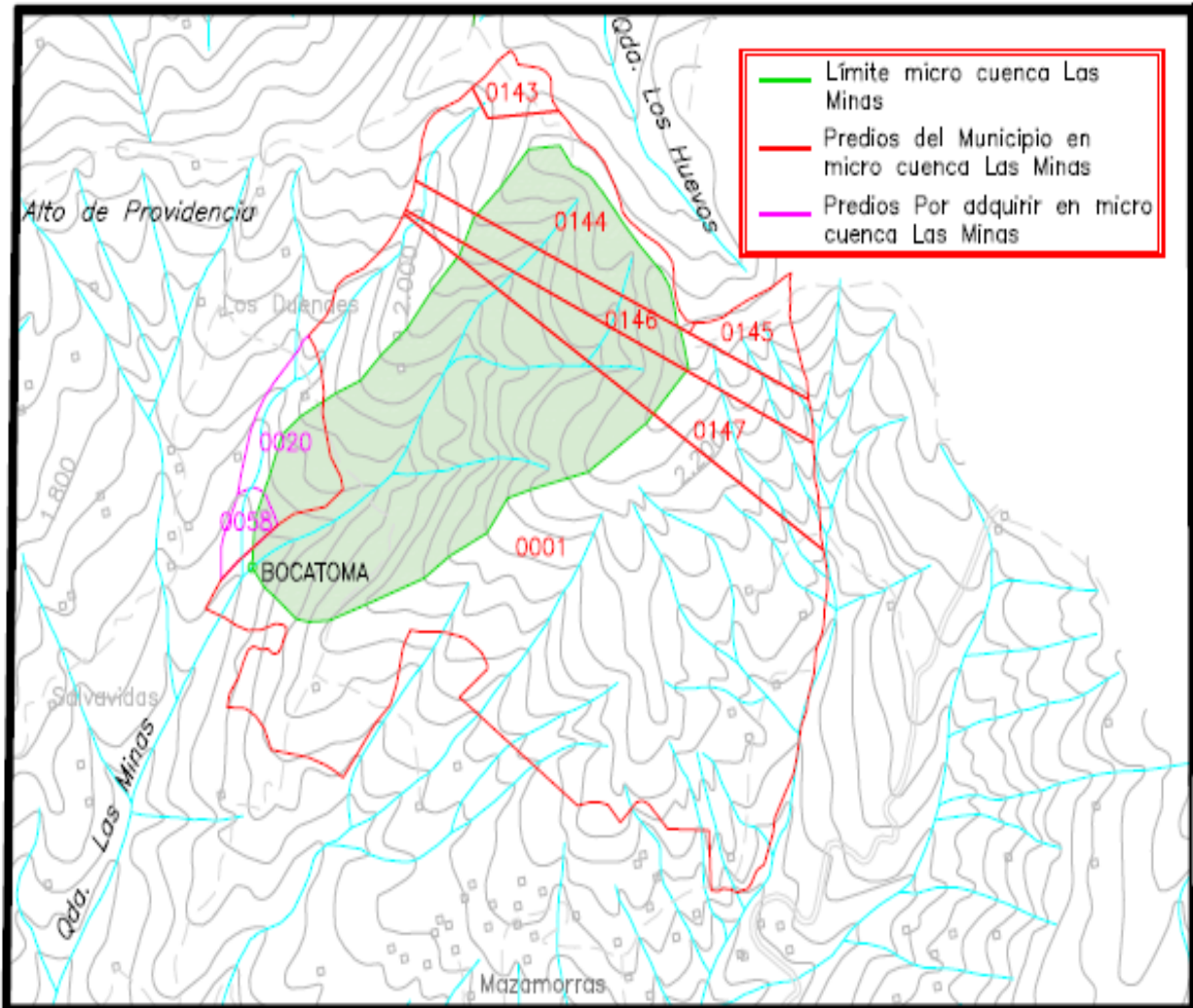
"PORQUE AHORA SOMOS MÁS"
 Paz, Equidad y Medio Ambiente
 Carrera 2 No. 1-19 Barrio Centro Sucre Cauca
 Email: alcaldia@sucre-cauca.gov.co
 Página Web: www.sucre-cauca.gov.co
 Teléfono: 3147552311
 Código Postal: 194060

8203232 ext: 102

}


ANEXO 3.PREDIOS DEL MUNICIPIO EN LA MICROCUENCA

PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA 2016-2021
PREDIOS ADQUIRIDOS POR EL MUNICIPIO DE SUCRE SOBRE LA MICRO CUENCA LAS MINAS



Fuente: Modificó Ojeda Gómez Richard.

ANEXO 4 RESULTADOS LABORATORIO CARACTERIZACIÓN BOCATOMA

Reporte N° 288	 CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL	Código: FT-POPA-LA027
		Fecha: 13/02/2013
REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA		Versión 3
		Página 1 de 1

Fecha: Septiembre 6 de 2016.		Solicitud N°: 202
Cliente: Alcaldía Municipal de Sucre	Teléfono:	
Dirección: Parque Central	Fecha de Recepción: Agosto 24 de 2016.	
Municipio de muestreo: Sucre	Fecha de Análisis: Agosto 24 a septiembre 6	

Muestreo:	
Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	Agosto 24 de 2016
Lugar de Muestreo	Quebrada Las Minas
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

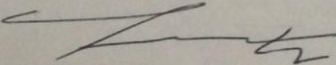
Identificación de la muestra	
Código Muestra	Sitio de Muestreo
0703	Quebrada Las Minas, bocatoma Sucre

Hora	Temp. °C	pH Unidad	Conductividad µS/cm	Oxígeno Disuelto mg/L
9:10	18.2	6.46	83.8	6.70

Resultados laboratorio:			
Variable	Método	Unidad	Resultados
Color	SM 2120 C	UPC	< 2
Turbiedad	SM 2130 B	UNT	1.5
Nitratos	SM 4500-NO ₃ ⁻ B	mg NO ₃ -N/L	0.48
Nitritos	SM 4500-NO ₂ ⁻ B	mg NO ₂ -N/L	< 0.02
Dureza	SM 2340 C	mgCaCO ₃ /L	84.0
DBO ₅	SM5210B/SM4500-OG	mg/L	< 0.9
DQO	SM5220D, modificado	mg/L	< 15
SST	SM2540D	mg/L	< 5
Coliformes Totales	SM 9223 B	Ufc/100ml	1380
Coliformes Fecales	SM 9223 B	Ufc/100ml	10

Observaciones:

-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
 -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.


DIEGO ZULUAGA VERA
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas
 Pbx: 8203232 fax: 092 - 8203251
 Línea verde: 018000932855
 www.crc.gov.co



Laboratorio Ambiental: Vivero CRC, Vereda González, Popayán Telefax: 8245602

ANEXO 5 REPORTE SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL (IRCA)

ANEXO 6 CARTILLA DE SENSIBILIZACIÓN

ANEXO 7 FORMULARIOS PSMV

**ANEXO 8 RESULTADOS LABORATORIO CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO
CABECERA MUNICIPAL**