

**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO
LABATECA**

LINEY YADIRA MOGOLLÓN MORA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN QUÍMICA AMBIENTAL
2006**

**PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS MUNICIPIO
LABATECA**

LINEY YADIRA MOGOLLÓN MORA

**Trabajo presentado como requisito para optar el título de Especialista en
Química Ambiental**

**Director de proyecto:
Dr. JAIRO PUENTE BRUGÈS
Coordinador Especialización Química Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN QUÍMICA AMBIENTAL
2006**

SUMMARY

TITLE: PLAN OF CLEANING AND HANDLING OF POURINGS OF THE LABATECA MUNICIPALITY, NORTH OF SANTANDER.*

AUTHOR: Mogollón Mora, Liney Yadira** **

KEY WORDS: polluting load, pourings, receiving body.

DESCRIPTION: The municipality of Labateca, following the lineaments of the national policies for the preservation of environment and to fulfill the obligations that it has like territorial being before the authorities of control in the environmental área , the denominated document elaborated Plan of Cleaning and Handling of Pourings that include/understand the following raised activities in the resolution 1433 of 2003 which they are:

- Diagnosis of the sewage system system, referred to the identification of the necessities of works and actions with its order of accomplishment.
- Agreed definition to I diagnose the programs, projects and activities with its respective physical goals.
- Identification of the totality of residual the precise water pourings made in the urban areas by the municipality of Labateca.
- Projections of the generated polluting load, collected, transported and treated by pouring and current, receiving water section or body in the short term, medium and long term.
- Detailed description of the programs, projects and activities with its respective cronograms, to short, medium and long term.

This permitirà to the municipality to fulfill the law requirements before the competent environmental authority, in this case CORPONOR and of having an instrument of planning for the advance in the management in the decontamination of the receiving body in this case Culagà river.

The plan was made in 90 days having included/understood the months of October to December of year 2005.As it contributes to the solution of the problematic one of environmental contamination and anticipating the term that the municipality had to elaborate the Plan in mention.

*Monography

**Industrial University of Santander, Specialization in Environmental Chemistry, School of Chemistry.
Adviser: Dr. Jairo Puente Brugès

RESUMEN

TITULO: PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE LABATECA, NORTE DE SANTANDER.*

AUTOR: Mogollón Mora, Liney Yadira** **

PALABRAS CLAVES: carga contaminante, vertimientos, cuerpo receptor.

DESCRIPCION: El municipio de Labateca, siguiendo los lineamientos de las políticas nacionales para la preservación del medio ambiente y para cumplir con las obligaciones que tiene como ente territorial ante las autoridades de control en el área ambiental, elaboró el documento denominado Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos que comprende las siguientes actividades planteadas en la resolución 1433 de 2003 las cuales son:

- Diagnóstico del sistema de alcantarillado, referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización.
- Definición acorde al diagnóstico los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas.
- Identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en las áreas urbanas por el municipio de Labateca.
- Proyecciones de la carga contaminante generada, recolectada, transportada y tratada por vertimiento y por corriente, tramo o cuerpo de agua receptor a corto plazo, mediano y largo plazo.
- Objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales para el corto plazo, mediano y largo plazo, y el cumplimiento de metas de calidad.
- Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas, a corto, mediano y largo plazo. orgánico.

Esto permitirá al municipio cumplir con los requerimientos de ley ante la autoridad ambiental competente, en este caso CORPONOR y tener un instrumento de planificación para el avance en la gestión en la descontaminación de la fuente receptora en este caso río Culagà.

* Monografía

** Universidad Industrial de Santander, Especialización en Química Ambiental, Escuela de Química.
Asesor: Dr. Jairo Puente Brugès

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	13
1.1. DOCUMENTO CONPES 3177 DE 2002	15
1.1.1. Criterios de priorización	16
1.1.2. Modelo de priorización del MDE	16
1.1.3. Modelo de priorización del MDA	17
1.2. RESOLUCION 1433 DE 2004	19
1.3. DECRETO 1594 DE 1984	23
2. METODOLOGÍA	25
2.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	26
2.1.1. Cobertura servicio de alcantarillado	26

2.1.2. Características del sistema	27
2.1.3. Elementos del sistema	28
2.1.4. Estado y funcionamiento actual	28
2.2. IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS PUNTUALES	29
2.3. IDENTIFICACIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS	30
2.4. IDENTIFICACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR	30
2.5. CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO	32
2.6. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA	34
2.6.1. Antes vertimiento	35
2.6.2. Después del vertimiento	36
2.7. APORTE DE LA CONTAMINACIÓN DOMÉSTICA	39
2.7.1. Determinación de carga contaminante	39
2.7.2. Producción Per cápita	41
2.7.3. Proyecciones de carga contaminante	41
3. RESULTADOS Y DISCUSION	45

3.1. ANALISIS DEL VERTIMIENTO	45
3.2. ANALISIS FUENTE RECEPTORA ANTES VERTIMIENTO	47
3.3. ANALISIS FUENTE RECEPTORA DESPUES VERTIMIENTO	51
4. FORMULACIÓN DEL PLAN	54
4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PARA USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA	54
4.1.1. Objetivo	54
4.1.2. Proyecto instalación de macro medidor a la salida de la Planta de tratamiento	54
4.1.3. Proyecto Instalación de micro medidor a los usuarios del acueducto municipal	55
4.1.4. Sensibilización sobre el buen uso y ahorro del agua	55
4.1.5. Implementación del sistema tarifario en los servicios de Acueducto, alcantarillado y aseo	55
4.2. PROGRAMA MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	56
4.2.1. Objetivo	56

4.2.2. Proyecto optimización del alcantarillado municipal	56
4.2.3. Objetivo	56
4.3. PROGRAMA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	57
4.3.1. Objetivo	57
4.3.2. Proyecto diseño y construcción del sistema de Tratamiento de aguas residuales para el área urbana	57
4.3.3. Mantenimiento sistema tratamiento aguas residuales	57
5. CONCLUSIONES	59
6. RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	63

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Límites.	25
TABLA 2. Cobertura sistema de alcantarillado	27
TABLA 3. Identificación de la fuente receptora	31
TABLA 4. Niveles de complejidad de sistema	42
TABLA 5. Proyecciones de población	44
TABLA 6. Proyecciones de carga contaminante	44
TABLA 7. Datos de campo vertimiento compuesta 1	45
TABLA 8. Datos campo vertimiento compuesta 2	46
TABLA 9. Resultados análisis de vertimiento	47
TABLA 10. Datos de campo aguas arriba compuesta 1	48
TABLA 11. Datos de campo aguas arriba compuesta 2	48

TABLA 12. Resultados fuente receptora aguas arriba	49
TABLA 13. Datos de campo aguas abajo compuesta 1	51
TABLA 14. Datos de campo aguas abajo compuesta 2	52
TABLA 15. Resultado fuente receptora después vertimiento	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Punto vertimiento aguas residuales	29
FIGURA 2. Caracterización vertimiento	32
FIGURA 3. Titulación medición Oxígeno Disuelto	34
FIGURA 4. División fuente aguas arriba	36
FIGURA 5. División fuente aguas abajo	38
FIGURA 6. Medición fuente aguas abajo	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Plano sistema de alcantarillado.	63
ANEXO 2. Mapa río Culagá.	64
ANEXO 3. Registro datos de campo compuesta 1.	65
ANEXO 4. Registro datos de campo compuesta 2.	66
ANEXO 5. Resultados laboratorio consultas industriales	67
ANEXO 6. Calculo aforo aguas arriba.	69
ANEXO 7. Calculo aforo aguas abajo.	73

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, debido a la concentración de la población en zonas urbanas, ha aumentado la presión de las ciudades sobre los recursos naturales, la dotación de vivienda y la prestación de servicios públicos (agua, saneamiento básico, energía, etc.). Esto ha intensificado las problemáticas ambientales, entre las que se destaca la contaminación del recurso hídrico generada por la descarga de las aguas residuales no tratadas provenientes de los alcantarillados municipales.

Gran número de países desarrollados y en vía de desarrollo han adoptado, o están en proceso de implementación, de ambiciosos programas para el tratamiento y disposición final de las aguas servidas, especialmente para las grandes ciudades. Esto con el fin de mantener, como mínimo, los criterios de calidad del recurso para los diferentes usos y el equilibrio del sistema natural basado en la capacidad de asimilación.

Colombia no ha estado atrás en las gestiones relacionadas con el control de la contaminación hídrica, y se han implementado nuevas normas como la resolución 1433 de 2004 sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, con los cuales se busca que mediante metas a corto, mediano y largo plazo reducir los impactos ambientales.

El municipio de Labateca, siguiendo los lineamientos de las políticas nacionales para la preservación del medio ambiente y para cumplir con las obligaciones que tiene como ente territorial ante las autoridades de control en el área ambiental, presenta el documento denominado Plan de Saneamiento y Manejo de

Vertimientos que comprende las siguientes actividades planteadas en la resolución 1433 de 2003 las cuales son:

- Realizar el diagnóstico del sistema de alcantarillado, referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización.
- Definir acorde al diagnostico los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas.
- Identificar la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en las áreas urbanas por el municipio de Labateca.
- Proyectar la carga contaminante generada, recolectada, transportada y tratada por vertimiento y por corriente, tramo o cuerpo de agua receptor a corto plazo, mediano y largo plazo.
- Plantear los objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales para el corto plazo, mediano y largo plazo, y el cumplimiento de metas de calidad.
- Realizar la descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas, a corto, mediano y largo plazo.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos es un instrumento de planificación creado por el Documento CONPES 3177 de 2002, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales y el Decreto 3100 de 2003, Tasas Retributivas por contaminación y Desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, publicada el 27 de Diciembre del mismo año.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos tiene como propósito fundamental avanzar en forma realista y concreta en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales domesticas, contribuyendo así a la descontaminación de las fuentes de agua receptoras. Es el conjunto de programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones, que se deben desarrollar para lograrlo. La priorización de programas, proyectos y actividades se realizara siguiendo los criterios que para tal efecto establece el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000. Su horizonte de planificación es de 10 amos y debe ser aprobado por la autoridad ambiental competente, quien además le hará control y seguimiento.

El marco normativo vigente que se relaciona con la gestión de aguas residuales ha sido expedido por los sectores de salud, agua potable y saneamiento básico, y medio ambiente como se describe a continuación:

- Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional.

- Decreto 1594 de 1984: Uso del agua y vertimientos.
- Ley 142 de 1994: Régimen de los servicios públicos domiciliarios.
- Ley 373 de 1997: Uso Eficiente y Ahorro del agua.
- Resolución 1096 de 2000: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento - RAS. Reglamento técnico.
- Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 99 de 1993: Organiza el SINA y crea el Ministerio del Medio Ambiente.
- Resolución 372 de 1998: Monto de las tasas mínimas para las tasas retributivas.
- Decreto 1180 de 2003: Licencias Ambientales.
- Decreto 3100 de 2003: Tasas retributivas.
- Decreto 3440 de 2004: Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003.
- Decreto 155 de 2004: Tasas por utilización del agua.
- Resolución 240 de 2004: Establece tarifa mínima para las tasas por utilización de agua.

- Resolución 1433 de 2004: Por el cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
- Decreto 475 de 1998: Establece criterios sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable.

1.1. DOCUMENTO CONPES 3177 DE 2002

El Consejo Nacional de Política Económica y Social del Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia, expidió en Julio 15 de 2002 mediante el Documento CONPES 3177, del año en mención las acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional del Manejo de Aguas Residuales.

En el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales se han establecido los lineamientos de priorización para la escogencia de municipios donde se deben diseñar e implementar Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, según las condiciones más viables y de mayor impacto.

Lo anterior se ha concretado mediante la identificación y aplicación de criterios que relacionan los componentes generadores de la problemática de contaminación hídrica. Para esto se estableció su importancia relativa, y se priorizaron las acciones para prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana, enfocándolas a áreas específicas (municipios y cuencas hidrográficas).

1.1.1. Criterios de priorización

El Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación, ha reconocido que las prioridades de la inversión en gestión y manejo de aguas residuales deben estratégicamente considerar:

- Las cuencas con problemas graves de tipo ambiental tanto a nivel nacional como a nivel local, generados por el vertimiento de aguas residuales de origen doméstico.
- Los municipios cuyas aguas residuales de origen doméstico son causa de los problemas ambientales dentro de estas cuencas.
- Nivel de afectación de cada municipio sobre los cuerpos receptores de agua residual y su nivel de afectación aguas abajo.
- Nivel de desarrollo de la infraestructura de servicios públicos básicos.
- Capacidad de administración y gestión de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR).

1.1.2. Modelo de priorización del Ministerio de Desarrollo Económico

El Ministerio de Desarrollo Económico planteó los parámetros sectoriales que deben considerarse, a partir de los cuales se identifican como prioritarios aquellos municipios que evidencien una buena estructura y sostenibilidad administrativa y operativa de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales. Los parámetros que deben cumplirse son:

- Cobertura del servicio de alcantarillado mayor al 80%.
- NBI inferior al 50%.
- Municipios con planta de potabilización de agua.
- Municipios con menos de 12.500 habitantes, que hacen vertimientos a los ríos, cuando se estima hay una relación de dilución menor de 1:10.

1.1.3. Modelo de priorización del Ministerio de Medio Ambiente

El Ministerio de Medio Ambiente propuso varios esquemas de priorización (ambiental únicamente, sectorial únicamente e integral), que identifican los municipios y cuencas para diferentes frentes de gestión estratégica.

Esta necesidad de selección de alternativas consideró varios objetivos simultáneos, lo cual requirió de métodos multiobjetivo que permiten incluir en el proceso de toma de decisiones criterios económicos, sociales, ambientales, financieros y técnicos.

Partiendo de una red hídrica estructurada a nivel nacional, información hidroclimatológica, áreas de drenaje, conectividad de las corrientes, comportamiento de la contaminación hídrica, modelación de variables de calidad, entre otros aspectos, y su correlación integrando factores de ponderación para los parámetros asociados con cada municipio en componentes principales, se determinaron los municipios y cuencas de mayor prioridad para el manejo de las aguas residuales municipales.

Los criterios definidos agrupados por temáticas son:

- Criterios ambientales y de salud pública: concentración de coliformes, magnitud de longitud contaminada.
- Criterios de infraestructura de servicios públicos: cobertura de la red de acueducto, planta de tratamiento de agua potable, cobertura de red de alcantarillado.
- Criterios de demanda financiera: NBI y tamaño de la población

Bajo la integración de los dos enfoques descritos anteriormente, el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y el Departamento Nacional de Planeación, reconocen en estos estudios de priorización el instrumento para desarrollar tres líneas de gestión a adoptar de acuerdo con el tipo de problemática que se encuentre en cada municipio. Los problemas identificados involucran alguna o una mezcla de las siguientes características:

- Municipios con baja capacidad institucional y de planeación.

- Bajo desarrollo de infraestructura de agua potable y saneamiento básico.
- STAR con problemas de operación y administración.

1.2. RESOLUCIÓN 1433 DE 2004

La Resolución 1433 fue expedida en Bogotá, D. C., el 13 de diciembre de 2004, por La Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Sandra Suárez Pérez). Mediante esta se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. En ella se resuelve lo siguiente:

- **Artículo 1.** Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, 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.

El Plan deberá formularse teniendo en cuenta la información disponible sobre calidad y uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores. los criterios de priorización de proyectos definidos en el Reglamento Técnico del sector RAS 2000 o la norma que lo modifique o sustituya y lo dispuesto en el

Plan de Ordenamiento y Territorial, POT. Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial. El Plan será ejecutado por las personas prestadoras del servicio de alcantarillado y sus actividades complementarias.

- **Artículo 2°.** Autoridades Ambientales Competentes. Son autoridades competentes para aprobar el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, las siguientes:
 - Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible.
 - Las Unidades Ambientales Urbanas, de los Municipios, Distritos y Áreas Metropolitanas cuya población urbana sea superior a un millón de habitantes.
 - Las autoridades ambientales a las que se refiere el artículo 13 de la Ley 768 de 2002.

- **Artículo 3°.** Horizonte de Planificación. La proyección del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, se realizará para un horizonte mínimo de diez años y su ejecución se programará de acuerdo con el cronograma de actividades establecido en el mismo, en las fases de corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año).

- **Artículo 4°.** Presentación de información. Las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias que requieran el PSMV, presentarán ante la autoridad ambiental competente, en

un plazo no mayor de doce (12) meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, como mínimo la siguiente información:

- Diagnóstico del sistema de alcantarillado, referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización que permitan definir los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas.

El diagnóstico incluirá una descripción de la infraestructura existente en cuanto a cobertura del servicio de alcantarillado (redes locales), colectores principales, número de vertimientos puntuales, Corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores en área urbana y rural. Interceptores o emisarios finales construidos, ubicación existente o prevista de sistemas de tratamiento de aguas residuales. El diagnóstico deberá acompañarse de un esquema, o mapa en el que se represente.

- Identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en las áreas urbanas y rural por las personas prestadoras del servicio público domiciliario de alcantarillado y sus actividades complementarias y de las respectivas corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores.
- Caracterización de las descargas de aguas residuales y caracterización de las corrientes. Tramos o cuerpos de agua receptores, antes y después de cada vertimiento identificado.
- Documentación del estado de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor en términos de calidad, a partir de la información disponible y de la caracterización que de cada corriente. Tramo o cuerpo de agua receptor realice la persona

prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias, al menos en los parámetros básicos que se señalan en el artículo 6° de la presente resolución.

- Proyecciones de la carga contaminante generada, recolectada, Transportada y tratada, por vertimiento y por corriente, tramo o cuerpo de agua receptor, a corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año). Se proyectará al menos la carga contaminante de las sustancias o parámetros objeto de cobro de tasa retributiva.
- Objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales para el corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año), y cumplimiento de sus metas de calidad. Que se propondrán como metas individuales de reducción de carga contaminante.
- Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo, para los alcantarillados sanitario y pluvial y cronograma de cumplimiento de la norma de vertimientos. Cuando se cuente con sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deberá indicar y programar las acciones principales para cubrir incrementos de cargas contaminantes causados por crecimientos de la población, garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento y la calidad definida para el efluente del sistema de tratamiento.
- En los casos en que no se cuente con sistema o sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deberán indicar las fechas previstas de construcción e iniciación de operación del sistema de tratamiento.

- **Artículo 5°.** Evaluación de la Información y Aprobación del PSMV. Una vez presentada la información, la autoridad ambiental competente dispondrá de un término máximo de 30 días hábiles para solicitar al prestador del servicio, información adicional en caso de requerirse.

- **Artículo 6°.** Seguimiento y Control. El seguimiento y control a la ejecución del PSMV se realizará semestralmente por parte de la autoridad ambiental competente en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga contaminante establecida, para lo cual la persona prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias, entregará los informes correspondientes.

- Los programas de monitoreo de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, con respecto a los cuales se haya establecido el PSMV, los realizará la autoridad ambiental competente, en función de los usos esperados, los objetivos y las metas de calidad del recurso, y de la meta de reducción individual establecida. Con base en el comportamiento de al menos los siguientes parámetros: DBO₅, DQO, SST, Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto, y pH.

1.3. DECRETO 1594 DE 1984

El decreto 1594 de 1984 define las normas de vertimiento permisibles para la descarga de residuos líquidos a un cuerpo de agua o alcantarillado sanitario; igualmente establece los conceptos de cargas combinadas, sustancias de interés

sanitario, planes de cumplimiento de los usuarios contaminadores, tasas retributivas y marcos sancionatorios, entre otros aspectos.

Aunque esta norma ha presentado dificultades por su rigidez para alcanzar metas reales de descontaminación (metas de responsabilidad compartida de descontaminación, falta de control en parámetros inorgánicos y tóxicos, factores regionales incrementales), ha sido un instrumento normativo utilizado para consolidar en muchas regiones procesos de producción limpia, cultura de tratamiento de efluentes residuales, cumplimientos sectorizados de límites permisibles, y alcance de metas parciales de descontaminación.

2. METODOLOGÍA

El proyecto se realizó en el municipio de Labateca, Norte de Santander. El municipio, fue fundado en 1719 por Juan Romualdo Bateca y Tomas Bochagá, Elevada a parroquia en 1730 y a municipio en 1930, dotado de una extensión de 253 Km², no tiene un sector dinámico estable con una actividad agrícola y ganadera relativamente estancados y con un bajo aprovechamiento del potencial que se tiene.

La cabecera municipal se levanta sobre una altura del nivel del mar de 1566 m.s.n.m., en una longitud de 72° 29' y una latitud 7° 19' con una temperatura promedio de 20 °C, el casco urbano dista de la capital departamental a 113 Kms.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el municipio de Labateca comparte límites con los siguientes municipios. (Ver Tabla No 1).

Tabla No 1 Límites.

ORIENTACIÓN	MUNICIPIO
Norte	Municipios de Toledo y Pamplonita
Sur	Municipio de Chitagá
Oriente	Municipio de Toledo

*** FUENTE: Esquema de Ordenamiento Territorial**

Acorde a la metodología propuesta por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial en el documento en construcción denominado Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, los pasos seguidos para el proceso de formulación del Plan se describen a continuación:

2.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

2.1.1. Cobertura Servicio De Alcantarillado.

Para establecer el porcentaje de cobertura del servicio de alcantarillado, se consultó en la oficina de servicios públicos del municipio, el censo o catastro de usuarios, a la vez se estimó la población actual revisando el Esquema de Ordenamiento Territorial y con base en los métodos previstos por el RAS 2000 en su aparte B 2.2., para el nivel de complejidad del municipio. Al igual se tomaron como referencia las proyecciones de población del DANE.

El área urbana del Municipio de Labateca cuenta con un total de 344 viviendas y el número de viviendas con conexión al servicio de alcantarillado es de 344, revelando una cobertura del 100%. (Ver Tabla No 2).

Tabla No 2 Cobertura Alcantarillado

No Total de Viviendas Área Urbana	No Total de Viviendas con Servicios de Acueducto	Porcentaje de cobertura
344	344	100%

*** FUENTE: Oficina de Servicios Públicos, Catastro O Censo de Usuarios
Año 2005.**

2.1.2. Características del sistema

El sistema de alcantarillado en la zona urbana del municipio de Labateca es netamente sanitario de tipo convencional separado (solo conduce aguas negras domésticas e industriales causada por el lavado de cocheras).

El manejo de las aguas lluvias por la topografía de la zona se hace aprovechando las grandes pendientes, existen algunas cunetas en las calles orientando el flujo hacia unos canales ubicados en el parque principal y de ahí a la parte mas baja del municipio que es el río Culagá.

Por no tener un alcantarillado pluvial y debido a la cantidad de conexiones erradas producto de las aguas lluvias provenientes de las viviendas y calles, se genera un problema en las tuberías de asbesto cemento antiguas, pues han sufrido desgastes por la infiltración de granos y la fricción de estos con las paredes de los tubos.

2.1.3. Elementos del Sistema

El sistema está constituido por 25 pozos de inspección, 4 sumideros, un canal revestido y el emisario final que tiene una longitud de 599 metros distribuidos en 16 pozos, que va desde la parte mas baja ubicada en la Calle 4 con Calle 1 al río Culagá. Esta Tubería era de 10” en PVC, pero debido al mal estado en que se encontraba y a los daños producto del invierno recientemente se cambio a un diámetro de 12” en PVC y a la construcción de nuevo de todos sus pozos, además de poseer un interceptor del sistema las aguas residuales son depositadas directamente al río.

La red actualmente tiene una longitud total de 4838 metros incluyendo el emisario final y consta de tuberías en diámetro de 8, 10,12 pulgadas (Ver Anexo1 plano del sistema de alcantarillado), formando colectores terciarios, secundarios y primarios de acuerdo a como reciben las aguas residuales.

2.1.4. Estado y funcionamiento actual

El sistema de alcantarillado urbano está conformado por algunos tramos en tubería PVC y de asbesto cemento que las anteriores administraciones han ido renovando, los tramos en tubería PVC van de la Calle 3 con Cra 5 y 1, Calle 2 con Cra 1 al Barrio Enrique Morales y Cra 2 con Calle 4 a 2.

El sistema fue construido por etapas de acuerdo al crecimiento y expansión urbana del pueblo. En términos generales el sistema de alcantarillado se encuentra en estado regular, por lo que se hace necesario ir cambiando las tuberías de asbesto cemento más antiguas. El mantenimiento de la red de alcantarillado es realizado por el municipio.

Nota: Esta información fue extractada de un estudio realizado por el INORSA , a la vez con el acompañamiento de un ingeniero civil se revisaron las cajas de inspección y en general elementos del sistema para corroborar su estado.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS PUNTUALES

Con la colaboración del Fontanero del municipio se identifico el vertimiento, realizando un recorrido por la redes del sistema de alcantarillado hasta el punto donde se descargan las aguas residuales. Al igual con ayuda de un GPS se georreferenció el punto donde se vierten las aguas.

El municipio de Labateca cuenta con un vertimiento puntual el cual está ubicado a 1475 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas Norte 1175074 y Este 1299776. (Ver figura No 1).

Figura No 1 Punto de vertimiento de las aguas residuales



2.3. IDENTIFICACIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS

Para este punto se indagó en las oficinas de control de calidad ambiental en CORPONOR, la existencia de permiso de vertimientos del municipio de Labateca.

El municipio de Labateca no ha tramitado el permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental competente, en este caso CORPONOR.

2.4. IDENTIFICACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR

Para la recolección de la información del cuerpo receptor se tomaron varias fuentes como el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio, a la vez se realizó el recorrido hasta el punto de descarga para identificar el cuerpo de agua donde se vierten las aguas residuales y proceder con ayuda de un GPS a georreferenciarlo.

La fuente receptora de las aguas servidas del área urbana del municipio de Labateca es una de las tres subcuencas que bañan el Municipio, denominada río Culagá en la Tabla No 3 se detallan las quebradas que la conforman, así como la gran cuenca a la que pertenece, la cuenca mayor y la cuenca. Ver anexo 2.

Tabla No 3 Identificación fuente receptora

GRAN CUENCA	CUENCA MAYOR	CUENCA	SUBCUENCA	QUEBRADAS QUE LA CONFORMAN
ORINOCO	ARAUCA	MARGUA	CULAGA	Q. Serrano, Q. El Juncal, Q. Mariscal, Q. Negavita, Q. Grande, Q. Angelina, Q. Hojancha, Q. Balsa, Q La Reforma, Q Uchica, Q. Quitasol, Q. El volcán, Q. Siscata, Q. El Cerro.

*** FUENTE: Esquema de Ordenamiento Territorial; Año 2003.**

La fuente aguas arriba del vertimiento esta ubicada a 1402 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas Norte 1175062 y Este 1299851.

La fuente aguas abajo del vertimiento esta ubicada a 1420 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas Norte 1175106 y Este 1299742.

La fuente receptora frente al vertimiento esta ubicada a 1384 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas Norte 1175085 y Este 1299758

2.5. CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO

Se caracterizó la descarga identificada y georreferenciada previamente, teniendo en cuenta el capítulo E2 del RAS. Los parámetros analizados corresponden a los mínimos que deben medirse para este estudio como son: DBO5, DQO, OD, SST, Coliformes (Totales y Fecales) y pH. Para los métodos de análisis y toma de muestras se consultó el Decreto 1594 de 1984 y la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua del IDEAM.

Según el Capítulo E 2 del RAS 2000 mencionado anteriormente, donde se establece el procedimiento que debe seguirse para la caracterización de las aguas residuales, se realizaron las mediciones de caudales de la siguiente manera:

Para la determinación del caudal en la descarga se efectuaron 6 mediciones cada 4 horas durante 24 horas al vertimiento. (Ver Figura No 2 y Anexos 3 y 4).

Figura No 2 Caracterización del Vertimiento



Se realizaron 2 muestras compuestas para cada 3 mediciones de caudal:

Periodo de composición muestra número 1: 06:00 AM - 6:00 PM
Número de muestras puntuales tomadas: 4
Método para medición del caudal: Volumétrico manual
Volumen de muestra compuesta: 2 litros

Periodo de composición muestra número 2: 06:00 PM - 6:00 AM
Número de muestras puntuales tomadas: 4
Método para medición del caudal: Volumétrico manual
Volumen de muestra compuesta: 2 litros

De las muestras compuestas se tomaron diferentes volúmenes para los análisis de interés: DBO₅, DQO, sólidos suspendidos y Coliformes (Fecales y Totales). La preservación de las muestras fue realizada de acuerdo con los estándares del IDEAM y fue transportada al laboratorio de Consultas Industriales adscrito a la Universidad Industrial de Santander con la correspondiente cadena de custodia. Los análisis de laboratorio siguieron la metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater edición 20, 1998.

A continuación se muestran los parámetros in situ tomados en campo durante el monitoreo realizado al vertimiento. (Ver Figura 3).

Figura No 3 Titulación medición Oxígeno Disuelto



Siguiendo los lineamientos mínimos establecidos en el RAS 2000 capítulo E.2 para niveles de complejidad bajo y la Guía Metodológica para el PSMV, se analizaron los siguientes parámetros Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales (SST), Coniformes (totales y fecales), y Parámetros in situ (Temperatura, pH).

2.6. CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA

La corriente, tramo o cuerpo de agua fue caracterizada antes y después del vertimiento. Los parámetros analizados fueron DBO, DQO, OD, SST, Coliformes Totales y Fecales y pH.

Para los métodos de análisis y toma de muestras se consulto el Decreto 1594 de 1984 y la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua del IDEAM.

2.6.1. Antes vertimiento.

Se realizó un estudio de la fuente receptora del municipio para el cual se conocen las condiciones iniciales del recurso hídrico antes de mezclar las aguas residuales domesticas del municipio de Labateca.

Para la determinación de caudal se efectuaron 6 mediciones cada 4 horas durante 24 horas sobre el río. (Ver Anexo 6).

Se realizaron 2 muestras compuestas para cada 3 mediciones de caudal:

Periodo de composición muestra número 1: 06:00 AM - 6:00 PM

Número de muestras puntuales tomadas: 4

Método para medición del caudal: Batimetría

Volumen de muestra compuesta: 2 litros

Periodo de composición muestra número 2: 06:00 PM - 6:00 AM

Número de muestras puntuales tomadas: 4

Método para medición del caudal: Batimetría

Volumen de muestra compuesta: 2 litros

El aforo sobre el río se realizó 200m antes de la zona de influencia, donde se dividió el ancho del río (14.10 m) en 6 secciones de 2.35 m, con el fin de hallar el área de este. De las muestras compuestas se tomaron diferentes volúmenes para

los análisis de interés: DBO₅, DQO, sólidos suspendidos y Coliformes (fecales y Totales). La preservación de las muestras fue realizada de acuerdo con los estándares del IDEAM y fue transportada al laboratorio de Consultas Industriales adscrito a la Universidad Industrial de Santander con la correspondiente cadena de custodia. Los análisis de laboratorio siguieron la metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater edición 20, 1998. (Ver Figura No 4)

Figura No 4 División Fuente Aguas Arriba



2.6.2. Después del vertimiento.

Se realizó un estudio de la fuente receptora del municipio después de la zona de mezcla de las aguas residuales domésticas del Municipio de Labateca. Para la determinación de caudal se efectuaron 6 mediciones cada 4 horas durante 24 horas sobre el río. (Ver figuras No 5 y 6 y Anexo 7).

Se realizaron 2 muestras compuestas para cada 3 mediciones de caudal:

Periodo de composición muestra número 1: 06:00 AM - 6:00 PM

Número de muestras puntuales tomadas: 4

Método para medición del caudal: Batimetría

Volumen de muestra compuesta: 2 litros

Periodo de composición muestra número 2: 06:00 PM - 6:00 AM

Número de muestras puntuales tomadas: 4

Método para medición del caudal: Batimetría

Volumen de muestra compuesta: 2 litros

El aforo sobre el río se realizó 150 metros después del vertimiento, donde se dividió el ancho del río (16,90 m) en 8 secciones de 2.10 m, con el fin de hallar el área de este. De las muestras compuestas se tomaron diferentes volúmenes para los análisis de interés: DBO₅, DQO, sólidos suspendidos y Coliformes (fecales y Totales). La preservación de las muestras fue realizada de acuerdo con los estándares del IDEAM y fue transportada al laboratorio de Consultas Industriales adscrito a la Universidad Industrial de Santander con la correspondiente cadena de custodia. Los análisis de laboratorio siguieron la metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater edición 20, 1998.

Figura No 5 División Fuente Aguas Abajo.



Figura No 6 Medición Fuente Aguas Abajo.



2.7. APORTE DE LA CONTAMINACIÓN DOMÉSTICA

Para diagnosticar el aporte de la contaminación doméstica se calculó para la carga contaminante de origen doméstico aportada por la población total del área del prestador del servicio, por cada uno de los parámetros enunciados en el párrafo anterior. Esto se realizó empleando la ecuación del Decreto 901 del 1 de Abril de 1997.

En este ítem también se realizaron las proyecciones de carga contaminante teniendo en cuenta las proyecciones de población acorde al RAS 2000.

2.7.1. Determinación de carga contaminante

Con base en las concentraciones reportadas por el laboratorio y el caudal promedio hallado en cada muestra compuesta se calcula la carga contaminante en el vertimiento, empleando la ecuación del decreto 901 del 1 abril de 1997 donde define la carga contaminante diaria (Cc) como 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, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0.0864 \times (t/24)$$

Donde:

C_c = Carga Contaminante, en kilogramos por día (kg/día)

Q = Caudal promedio, en litros por segundo (l/s)

C = Concentración de la sustancia contaminante, en miligramos por litro (mg/L)

0.0864 = Factor de conversión de unidades

t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

$$C_c (\text{DBO}_5) = 11.94 * 40 * 0.0864$$

- $C_c (\text{DBO}_5) = 41.26 \text{ kg/día}$

$$C_c (\text{DQO}) = 11.94 * 150 * 0.0864$$

- $C_c (\text{DQO}) = 154.74 \text{ Kg/día}$

$$C_c (\text{SST}) = 11.94 * 102 * 0.0864$$

- $C_c (\text{SST}) = 105.22 \text{ kg/día}$

2.7.2. Producción Per cápita

Para el siguiente cálculo se tomo la población del municipio según el SISBEN para el presente año que corresponde a una población de 1387 Habitantes.

- $C_c (\text{DBO}_5)/\text{hab}/\text{día} = C_c \text{DBO}_5/ \text{No habitantes}$

Carga Habitante/ día = (41.26 kg/día)/ 1387hab

Carga Habitante día = 0,029 kg /día/hab

- $C_c (\text{DQO})/\text{hab}/\text{día} = C_c(\text{DQO})/ \text{No habitantes}$

Carga Habitante/ día = (154,74 kg/día)/ 1387

Carga Habitante día = 0,111 kg/día/hab

- $C_c (\text{SST})/\text{hab}/\text{día} = C_c(\text{SST})/ \text{No habitantes}$

Carga Habitante/ día = (105,22 kg/día)/ 1387

Carga Habitante día = 0,076 kg/día/hab

2.7.3. Proyecciones de carga contaminante

Las proyecciones de carga están basadas en las cargas actuales, según las proyecciones realizadas para población acorde al RAS 2000. (Ver Tabla No 16), siguiendo la Metodología propuesta en la Resolución No. 1096 de 17 de Noviembre de 2000 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.” El método de cálculo para la

proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema, que para El Municipio de Labateca corresponde a un nivel de complejidad bajo como se puede observar en la Tabla No 4.

Tabla No 4 Niveles de Complejidad del Sistema

Nivel de Complejidad del Sistema	Población proyectada del área urbana	Capacidad económica de los Usuarios
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 – 12500	Baja
Medio Alto	12501 – 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

*** FUENTE: Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio Labateca, Año 2003.**

Para este nivel de complejidad se utilizara el Método geométrico, el cual puede ser utilizado para este nivel de complejidad acorde al RAS 2000.

El Método Geométrico es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. (Ver ecuación 1 y 2).

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{(T_f - T_{uc})} \quad (1)$$

$$r = (P_{uc} / P_{ci})^{1/(T_{uc} - T_{ci})} - 1 \quad (2)$$

Donde:

P_f = Población (Hab) correspondiente al año que se quiere proyectar.

P_{uc} = Población (Hab) correspondiente al último año censado con información.

P_{ci} = Población (Hab) correspondiente al censo inicial con información.

T_{uc} = Año correspondiente al último año censado con información.

T_{ci} = Es el año correspondiente al censo inicial con información.

r = Tasa de crecimiento anual en forma decimal.

Hallamos r :

$$r = (1628/1298)^{(1/(2005-1995))} - 1$$

$$r = (1.254)^{0.1} - 1$$

$$r = 1,0228 - 1$$

- $r = 0,0229$

$$P_{f(2007)} = 1628 (1+r)^{(2007-2005)}$$

$$P_{f(2007)} = 1628*(1+0.0229)^2$$

$$P_{f(2007)} = 1628*(1.0229)^2$$

$$P_{f(2007)} = 1628*1.0463$$

- $P_{f(2007)} = 1703.41 \text{ Hab}$

Tabla No 5 Proyecciones de población

PROYECCIÓN POR AÑO	NUMERO DE HABITANTES
1995*	1298
2005	1628
2010	1823. 14
2015	2041.67

*Año Base censado Fuente DANE.

Tabla No 6 Proyecciones de carga contaminante

PARAMETROS	AÑO BASE 2005		Carga Total (Kg/día)		
	Carga Total (kg/día)	Carga Per cápita (Kg/día/hab.)	AÑO (2) 2007	AÑO (5) 2010	AÑO (10) 2015
DBO ₅	41,26	0,029	49,39	52,87	59,21
DQO	154,74	0,111	189,07	202,37	226,62
SST	105,22	0,076	129,46	138,56	155,16

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DEL VERTIMIENTO

En las siguientes tablas podemos observar los resultados de los parámetros in situ tomados como datos de campo del vertimiento muestra compuesta 1 y 2.

Tabla No. 7 Datos de campo vertimiento. Compuesta 1

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (L/S)
1	06:00 AM	7,62	6.4	18,06	12,1
2	10:00 AM	7,31	5.4	23,12	13,8
3	2:00 AM	7,24	5.1	25,24	15,5
4	6:00 PM	7,53	5.8	22,16	12,4

Tabla No 8. Datos de campo vertimiento. Compuesta 2

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (L/S)
1	10:00 PM	7,6 5	6.1	21,05	10,99
2	2:00 AM	7,7	6.3	18,13	7,23
3	6:00 AM	7,6 8	6.1	18,8	11,56

Según los resultados del vertimiento en cuanto al cumplimiento del Decreto 1594 de 1984 en su artículo 72, respecto a las normas que todo vertimiento a un cuerpo de agua debe cumplir en cuanto a los parámetros in situ se tiene que:

- El pH de acuerdo al artículo en mención debe estar entre 5 a 9 unidades, por lo tanto éste parámetro cumple con la norma de vertimientos.
- La temperatura en el artículo en mención debe ser menor de 40grados, la temperatura observada en el vertimiento es menor, por tanto éste parámetro cumple con la norma de vertimientos.

Los resultados de los análisis del vertimiento emitidos por el Laboratorio de Consultas Industriales de La Universidad Industrial de Santander, se muestran en la siguiente tabla y Anexo No 5.

Tabla No 9 Resultados análisis vertimiento

PARAMETRO	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	40	30
DQO(mgO ₂ /l)	150	86
SST (g/L)	102	76
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	2000	
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	1000	

Teniendo en cuenta el decreto 1594 de 1984 de las normas de vertimiento, artículo 72 para vertimientos a un cuerpo de agua, y de acuerdo a los resultados obtenidos, las aguas residuales vertidas por el municipio de Labateca al río Culagá no cumplen con dicho decreto en cuanto a :

- Sólidos Suspendidos y Demanda Bioquímica de Oxígeno: Para usuarios existentes como es el caso, según el decreto, se debe remover mas del 50% en carga para Sólidos y para Demanda Bioquímica de Oxígeno el porcentaje de remoción debe ser mayor del 30%, el municipio por no poseer sistema de tratamiento no cumple con este porcentaje de remoción.

3.2. ANÁLISIS FUENTE RECEPTORA ANTES DEL VERTIMIENTO

En las siguientes tablas podemos observar los resultados de los parámetros in situ tomados como datos de campo en la fuente receptora antes del vertimiento.

Tabla No 10. Datos de campo Aguas Arriba río Culagá. Compuesta 1

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (M3/S)
1	06:20 AM	8,4	12.2	17,18	12,02
2	10:20 AM	8,3	13	20.1	12,26
3	2:20 PM	8,6	14	22.6	13,03
4	6:20 PM	8,3	12.8	20.5	9,60

Tabla No 11. Datos de Aguas Arriba río Culagá. Compuesta 2

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (M3/S)
1	10:20 PM	8.2		18.6	10,05
2	2:20 AM	8.5	10.9	17.34	11,96
3	6:20 AM	8.3	11.8	17.58	11,24

Los resultados de los análisis de la fuente receptora antes del vertimiento, emitidos por el Laboratorio de Consultas Industriales de la Universidad Industrial de Santander, se pueden observar en la siguiente tabla y Anexo No 5.

Tabla No 12 Resultados análisis fuente receptora aguas arriba

PARÁMETRO	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	10	10
DQO(mgO ₂ /l)	60	53
SST (g/L)	20	4
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	2000	
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	540	

Según los criterios de calidad del Decreto 1594 de 1984, la fuente receptora antes del vertimiento cumple con los criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, indicando que para su potabilización se requeriría solamente de un tratamiento convencional por lo siguiente:

En el capítulo IV de los criterios de calidad para destinación del recurso artículo 38, el agua cumple con los siguientes parámetros:

- pH en el artículo del mencionado decreto se admiten valores de 5,0 – 9,0, en los parámetros in situ tomados este valor no sobrepasa los límites establecidos.
- Coliformes totales los resultados obtenidos son 2000 UFC/100ML y los admitidos por la norma son 20000 microorganismos/100ML.
- Coliformes fecales los resultados obtenidos son de 540 UFC/100ML y los admitidos por la norma son 2000 microorganismos/100ML.

La fuente receptora antes del vertimiento puede ser utilizada para uso agrícola, porque según el artículo 40 cumple con los criterios admisibles en cuanto a:

- pH que puede ser de 4,5 a 9,0 y en el resultado varía de 8,2 a 8,6, cumpliendo con este requerimiento.
- Coliformes Totales su número más probable no deberá exceder los 5000 para este uso cuando se rieguen frutas y verduras que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto, en el resultado obtenido que es 2000 UFC/100ML cumple con este requerimiento.
- Coliformes fecales su número más probable no deberá exceder los 1000, para el mismo uso del párrafo anterior, en el resultado obtenido el número de coliformes fecales es de 540 UFC/100ML, cumpliendo con este requerimiento.

En general se tiene que acorde a los resultados obtenidos, el agua de la fuente receptora antes del vertimiento puede servir para uso agrícola, recreativo de contacto primario y secundario, y para consumo humano siempre y cuando se haga un tratamiento convencional.

3.3. ANÁLISIS FUENTE RECEPTORA DESPUES DEL VERTIMIENTO

En las siguientes tablas podemos observar los resultados de los parámetros in situ tomados como datos de campo en la fuente receptora después del vertimiento.

Tabla. No 13 Datos de Campo Aguas Abajo río Culagá. Compuesta 1

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO ₂ /l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (M3/S)
1	06:40 AM	7,9	11,5	18,10	14,90
2	10:40 AM	8,1	12	21.1	14,88
3	2:40 PM	8,0	12	22.4	15,69
4	6:40 PM	7,8	12,5	20.02	14,11

Tabla No 14. Datos de Aguas Abajo río Culagá. Compuesta 2

MUESTRA No	HORA	pH	OXIGENO DISUELTO (mgO₂/l)	TEMPERATURA (°C)	CAUDAL (M³/S)
1	10:20 PM	8.2	11.1	19.34	14,02
2	2:20 AM	8.5	10.9	17.25	14,00
3	6:20 AM	8.3	11.8	17.08	14,63

Los resultados de los análisis de la fuente receptora después del vertimiento, emitidos por el Laboratorio de Consultas Industriales de La Universidad Industrial de Santander, se muestran en la siguiente tabla y anexo 5.

Tabla No 15 Resultados análisis fuente receptora aguas abajo

PARAMETRO	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	20	10
DQO(mgO ₂ /l)	48	20
SST (g/L)	44	34
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	4000	
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	1800	

Analizando el cumplimiento de los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola, pecuario y recreativo mediante contacto primario, tenemos que el agua de la fuente receptora después del vertimiento no cumple los parámetros del Decreto 1594 por lo siguiente:

- El análisis de coliformes totales y fecales de la fuente receptora después del vertimiento muestra el incumplimiento al Decreto para dar uso agrícola a esta, debido a que el número de coliformes fecales es más alto que el permitido para este uso.

- El análisis tanto de coliformes fecales, como de totales demuestra el incumplimiento del decreto para poder utilizar el agua de la fuente receptora después del vertimiento para fines recreativos mediante contacto primario.

4. FORMULACIÓN DEL PLAN

Con base en el análisis de la situación actual y acorde a las prioridades establecidas en el Reglamento para Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, se plantea El Plan de Acción a corto, mediano y largo plazo, con los siguientes programas:

4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA PARA USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA.

4.1.1. Objetivo

Disminuir el despilfarro indiscriminado del líquido servido a la población con el fin de que esta haga un mejor uso y aprovechamiento de este.

4.1.2. Proyecto Instalación de Macro medidor a la salida de la Planta de Tratamiento.

Este proyecto consiste en realizar la compra de un micro medidor y accesorios, para como su nombre lo indica medir el agua que sale de la planta de tratamiento de aguas, estableciendo así el consumo de toda la población en las diferentes épocas del año.

La ejecución de este proyecto es a corto plazo y tiene un costo de 6.000.000 millones de pesos, el responsable de este proyecto es el municipio y la fuente de financiación es el dinero recolectado por el servicio de acueducto.

4.1.3. Proyecto Instalación de micro medidor a los usuarios del acueducto Municipal.

El proyecto consiste en la compra de 344 micro medidores para la totalidad de usuarios del municipio, accesorios para su instalación y pago de mano de obra, de esta manera se tendrá el consumo por usuario y el general de la población, para establecer si existen fugas y realizar un cobro justo, promoviendo el ahorro del liquido.

La ejecución del proyecto es a corto plazo y según un estudio existente su valor asciende a los 40.000.000, el responsable de este proyecto es el municipio y la fuente de financiación son los recursos del sistema general de participaciones ley 715.

4.1.4. Sensibilización sobre el buen uso y ahorro del agua.

El proyecto consiste en realizar una serie de talleres a la población, para la mejor utilización del agua, logrando que esta disminuya el consumo sin afectar la calidad de vida, para esto se contratara un profesional especializado en educación ambiental.

La ejecución de este proyecto es a corto plazo, su costo es de 6.000.000, el responsable es el municipio y la fuente de financiación son los recursos del Plan de Atención Básica o PAB municipal.

4.1.5. Implementación del Sistema tarifario en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

El proyecto consiste en realizar el estudio tarifario, para hacer que los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo sean auto sostenibles, teniendo en cuenta la normatividad expedida por la Comisión Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Con este proyecto el usuario pagara costos reales en la tarifa, generando incentivos para el ahorro y castigo para el derrochador. En este estudio el usuario pagaría lo correspondiente a la tasa retributiva, según la nueva normatividad.

La ejecución es a corto plazo, la financiación la haría el municipio con recursos de funcionamiento de la unidad, y según propuestas está por el orden de los 10.000.000 millones de pesos.

4.2. PROGRAMA MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

4.2.1. Objetivo

El objetivo de este Programa consiste en elevar las condiciones de vida a través de la prestación de un servicio eficiente, continuo y de calidad protegiendo el entorno y el medio ambiente.

4.2.3. Proyecto Optimización del Alcantarillado Municipal.

El proyecto consiste en realizar la rehabilitación y el mantenimiento de las redes averiadas, junto con el Plan Maestro de Alcantarillado.

El responsable del proyecto es el municipio con el apoyo institucional del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o entidad quien haga sus veces.

4.3. PROGRAMA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

4.3.1. Objetivo

Es el de proteger el cuerpo receptor de las aguas residuales contra impactos negativos que este pudiera generar por incumplimiento del Decreto 1594 de 1984.

4.3.2. Proyecto Diseño y Construcción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el área urbana.

El proyecto consiste en contratar la consultaría para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales, en este se establecerá el tipo de sistema a implementar acorde a las características del municipio, la adquisición de terrenos para su construcción. Una vez culminado el estudio el municipio procederá a gestionar los recursos para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales ante Ministerio del ambiente, vivienda y desarrollo territorial y el Departamento.

El plazo de ejecución es a mediano plazo y los recursos serán destinados del presupuesto para inversión en agua potable y saneamiento básico.

El valor del proyecto aún no ha sido estipulado.

4.3.3. Mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Área Urbana.

Una vez construido el sistema de tratamiento de aguas residuales el municipio deberá proyectar el mantenimiento del sistema acorde a un estudio previo, para que el sistema opere de manera adecuada cumpliendo con los requerimientos del Decreto 1594 de 1984.

5. CONCLUSIONES

- El municipio de Labateca, no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales, y como se puede observar en los resultados de los análisis realizados el nivel de afectación del vertimiento sobre la corriente es notorio, debido al incumplimiento de los parámetros exigidos en el Decreto 1594 de 1984.
- El desmesurado aumento en la demanda de agua por parte de la población, tal y como se evidencia en este estudio, tiene como consecuencia un aumento en el volumen de los residuos líquidos, cuya descarga, sin una adecuada recolección, evacuación y tratamiento, deteriora la calidad de la fuente receptora y contribuye con los problemas de disponibilidad del recurso hídrico.
- Acorde a los resultados obtenidos en cuanto a la calidad del agua de la fuente receptora, esta es un factor que limita no solo la disponibilidad del recurso hídrico, sino que al igual restringe su uso.
- La corriente hídrica afectada por la creciente contaminación generada por el vertimiento de aguas residuales, puede generar condiciones anóxicas, o desencadenar en problemas de eutrofización o colmatación, por otra parte el agua puede contener elementos nocivos para los diferentes usos del recurso por vertimiento no solo de sustancias patógenas, sino tóxicas mutagénicas, corrosivas o abrasivas
- La contaminación de las aguas con residuos fecales, puede causar enfermedades diarreicas, hepatitis A, tifoidea, cólera, y shigellosis, entre otras. Estas tienen un costo económico significativo y están asociadas con dolor

físico particularmente para la población infantil. Al costo de los tratamientos médicos se debe adicionar el costo de la pérdida laboral y ausencia escolar.

- Actualmente el municipio de Labateca, cuenta con una cobertura del servicio de alcantarillado del 100%, por lo tanto acorde al esquema de priorización de proyectos del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, no necesita obras de ampliación de este sistema.
- El municipio de Labateca sobrepasa notoriamente las dotaciones del servicio de agua potable establecidas en el reglamento antes mencionado, no cumpliendo con la cobertura de macro y micro medición, para un mejor uso del recurso por parte de la población sin que se corra el riesgo de contaminar agua potable con desechos líquidos.
- Es necesario un programa de mantenimiento y/o rehabilitación de redes.

6. RECOMENDACIONES

El municipio de Labateca debe adelantar diferentes acciones con la finalidad de reducir los impactos sanitarios y ambientales más significativos, implementando diferentes estrategias, con metas específicas, desarrollando instrumentos económicos como la tasa retributiva, y los diagnósticos, guías y modelos de priorización para la gestión de aguas residuales.

Adicionalmente, el municipio debe adelantar la construcción de la infraestructura en saneamiento básico y del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR), para contribuir al fortalecimiento de la gestión para la descontaminación del recurso hídrico.

Por otra parte se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en la ley 373 de 1997, con énfasis en el Uso Eficiente y Ahorro del agua, para de manera indirecta obtener una menor generación de aguas residuales y fomentar el desarrollo del reuso de las aguas residuales como una alternativa de bajo costo que debe ser valorada.

Las autoridades municipales deben concentrarse en las acciones a emprender para disminuir la contaminación generada por las aguas residuales domésticas, que básicamente comprende reducciones en los niveles de DBO, SST y coliformes, y generar gestión para reducir la contaminación causada por las pequeñas industrias que en un futuro viertan sus aguas residuales al sistema de alcantarillado.

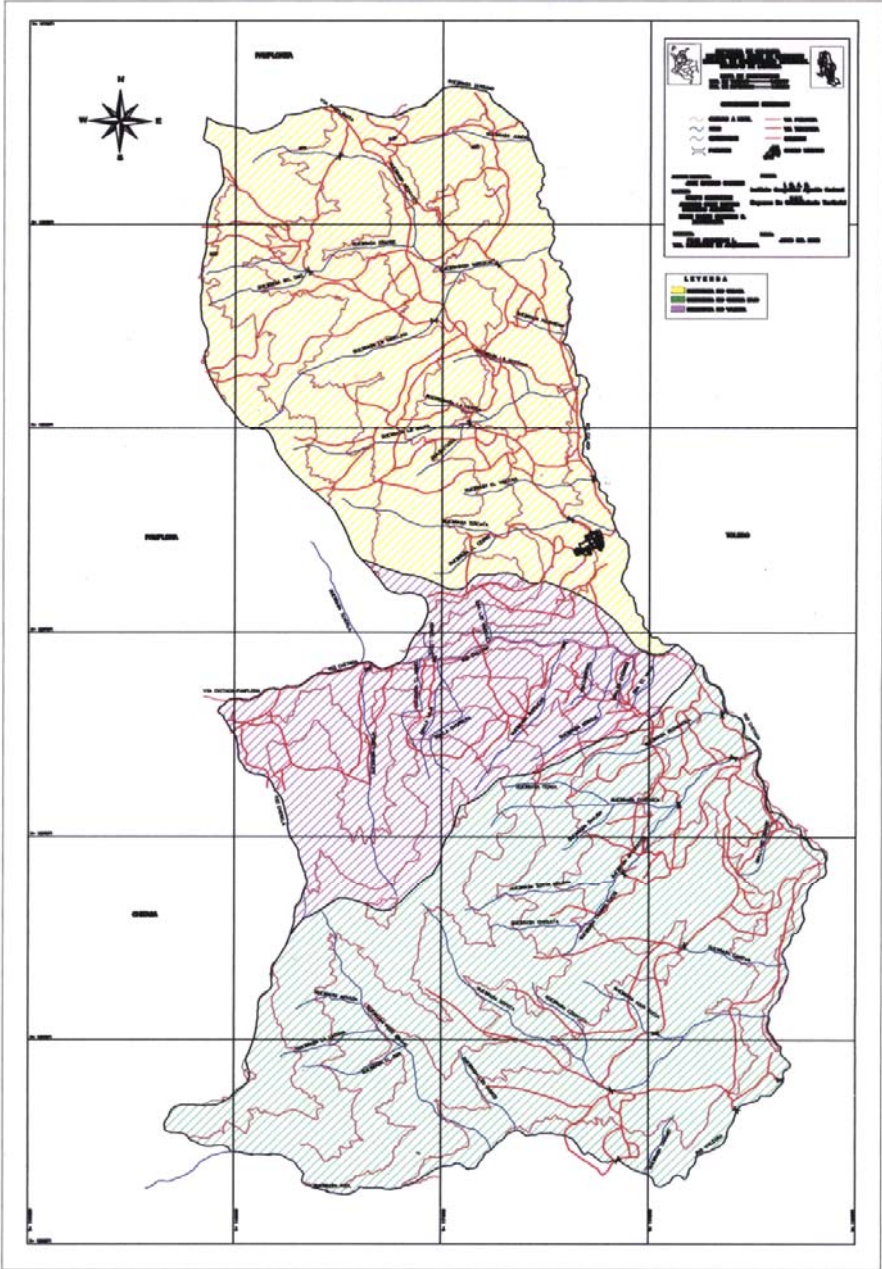
BIBLIOGRAFÍA

- 1) Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Ministerios de Ambiente y Salud.
- 2) MAVDT. Resolución 1433 del 13 de Diciembre de 2004.
- 3) Resolución 1096 de 2000. Ministerio de Ambiente.
- 4) IDEAM. Guía para el monitoreo de Aguas Residuales Superficiales, y Vertimientos. Julio de 2004.
- 5) MAVDT. Guía metodológica para la formulación del Plan de Saneamiento y manejo de Vertimientos.
- 6) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, edición 20, 1998.

ANEXO 1. Plano sistema de alcantarillado



ANEXO 2. Mapa río Culagá



ANEXO 3. Registro datos de campo compuesta 1

PARÁMETROS Y CAUDALES

MUNICIPIO: LABATECA
COMPUESTA 1

VERTIMIENTO: AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

HORA	PARÁMETROS		TIEMPO [segundos]	VOLUMEN DE AFORO [L]	CAUDAL [L/s]		VOLUMEN PARA LA COMPUESTA [V _i]
					q _i = v _i /t _i	PROMEDIO [Q _p]	
6: 00AM	pH:	7.62	0,58	8	13,79	Q ₁ : 12.1	V ₁ : 451.4
	T °C:	18.06	0,62	8.7	14		
			0,95	10	10.5		
			0,87	9	10.3		
10:0 AM	pH:	7.31	0.64	8.6	13.4	Q ₂ : 13.8	V ₂ : 514.9
	T °C:	23.12	0.57	7.9	13.8		
	Salinidad [ppm CaCO ₃]		0.6	8.2	13.6		
	Conductividad [μS/cm]		0.55	8	14.5		
2:00 PM	pH:	7.24	0.68	10.2	15	Q ₃ : 15.5	V ₃ : 578.3
	T °C:	25.24	0.7	11	15.7		
	Salinidad [ppm CaCO ₃]		0.69	10.8	15.6		
	Conductividad [μS/cm]		0.61	9.7	15.9		
6:00 PM	pH:	7.53	0.65	8.2	12.6	Q ₄ : 12.4	V ₄ : 462.6
	T °C:	22.16	0.70	8.6	12.2		
	Salinidad [ppm CaCO ₃]		0.6	7.9	13.1		
	Conductividad [μS/cm]		0.68	8.1	11.9		
Observaciones: Fórmula para la compuesta: $V_i = 2000 * Q_i / [4 * Q_p]$							

ANEXO 4. Registro datos de campo compuesta 2

PARÁMETROS Y CAUDALES

MUNICIPIO: LABATECA
COMPUESTA 2

VERTIMIENTO: AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

HORA	PARÁMETROS		TIEMPO [segundos]	VOLUMEN DE AFORO [L]	CAUDAL [L/s]		VOLUMEN PARA LA COMPUESTA [V _i]
					q _i = v _i /t _i	PROMEDIO [Q _p]	
10:00 PM	pH:	7,65	0,95	10	10,52	Q ₁ : 10,99	V ₁ 738,57
	T °C:	21,05	0,92	10,8	11,74		
			0,87	9,6	11,03		
			0,85	9,1	10,70		
2:00 AM	pH:	7,7	0,96	6,9	7,19	Q ₂ : 7,23	V ₂ 485,88
	T °C:	18,13	0,69	5,37	7,78		
			0,64	6,1	9,53		
			0,89	6	6,74		
6:00 AM	pH:	7,68	0,61	7,2	11,80	Q ₃ : 11,56	V ₃ 776,88
	T °C:	18,8	0,56	6,9	12,32		
			0,87	9,2	10,57		
<p>Observaciones:</p> <p>Fórmula para la compuesta:</p> $V_i = 2000 * Q_i / [3 * Q_p]$							

ANEXO 5. Resultados laboratorio consultas industriales



REPORTE DE RESULTADOS

FECHA: Diciembre 15 de 2005 SOLICITUD No 196
NOMBRE DEL SOLICITANTE: YADIRA MOGOLLON
NOMBRE DE LAS MUESTRAS: Agua
No DE MUESTRAS: 6
MUESTRAS TOMADAS POR: El Solicitante
FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO: Diciembre 5 de 2005

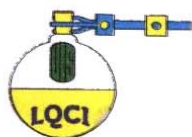
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICO

Identificación de las Muestras:

- No. 1. Aguas Arriba Labateca Compuesta 1
- No. 2. Aguas Arriba Labateca Compuesta 2
- No. 3. Aguas Abajo Labateca Compuesta 1
- No. 4. Aguas Abajo Labateca Compuesta 2
- No. 5. Vertimiento Labateca Compuesta 1
- No. 6. Vertimiento Labateca Compuesta 2

PARAMETRO	No 1	No 2	No 3	No 4	METODO NORMA
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	60	53	48	20	Espectrofotométrico SM 5220D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	10	10	20	10	Respirométrico SM 5210D
Sólidos Suspendidos (mg/L)	20	4	44	34	Filtración con Membrana SM 2540 D

Ciudad Universitaria - Edificio Camilo Torres / Laboratorio 222
Apartado Aereo 0678 - Conmutador : 6344000 Ext. 2465. Directo : 6349009
Telefax : 6349009
E-mail : labquimco@yahoo.es



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUIMICA
LABORATORIO QUIMICO DE CONSULTAS
INDUSTRIALES



REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	No 5	No 6	METODO NORMA
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L)	150	86	Espectrofotométrico SM 5220D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L)	40	30	Respirométrico SM 5210D
Sólidos Suspendedos (mg/L)	102	76	Filtración con Membrana SM 2540 D

Identificación de las Muestras:

- No. 1. Aguas Arriba Labateca
- No. 2. Aguas Abajo Labateca
- No. 3. Vertimiento Labateca

PARAMETRO	No 1	No 2	No 3	METODO NORMA
Coliformes Fecales Totales (UFC/100ml)	540	1800	1000	Filtración por Membrana
Coliformes Totales (UFC/100ml)	2000	4000	2000	Filtración por Membrana

Luz Yolanda Vargas
Luz Yolanda Vargas Fallo
Director Laboratorio Químico
de Consultas Industriales
Matrícula Profesional No. 1144



NOTA: En caso de ser copia del resultado original se realizará la siguiente aclaración. COPIA DE RESULTADO ORIGINAL.

Ciudad Universitaria - Edificio Camilo Torres / Laboratorio 222
Apartado Aereo 0678 - Conmutador : 6344000 Ext. 2465. Directo : 6349009
Telefax : 6349009
E-mail : labquimco@yahoo.es

ANEXO 6. Calculo aforo aguas arriba

CALCULO DE AFORO

AGUAS ARRIBA RIO CULAGA

PUNTO :

Aforo 1

Ancho de la corriente : 14,1 m

Tiempo de rotación del rotor (T)

: rotor (T) :

Fecha

:

2 de

Diciembre/05

Hora Inicial : 6:20 a.m.

Hora Final : 6:20 a.m.

Datos de Campo				Datos Calculados						
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ / s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,722	0,285	2,35	0,670	0,484
2,35	0,57	0,34	3,9	1,083	1,083	1,583	0,770	2,35	1,810	2,865
4,70	0,97	0,78	9,5	2,639	2,083	2,097	0,985	2,35	2,315	4,855
		0,19	5,5	1,528						
7,05	1,00	0,80	9,5	2,639	2,111	1,153	0,745	2,35	1,751	2,018
		0,20	5,7	1,583						
9,40	0,49	0,29	0,7	0,194	0,194	1,431	0,375	2,35	0,881	1,261
11,75	0,26	0,16	9,6	2,667	2,667	1,778	0,130	2,35	0,306	0,543
14,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V media = 1,555 m / s						Totales		14,10	7,732	12,025

Convenciones :

X : Distancia desde la orilla al punto de aforo, m

Pa : Altura del rotor a partir del piso, m

N / T : RPS del rotor

VM : Velocidad media, m / s

AP : Ancho parcial, m

Pt : Profundidad total del punto de aforo, m

N : Revoluciones del rotor en 50 s

VP : Velocidad puntual, según ecuación

PM : Profundidad media, m

SP : Sección parcial, m²

$$\text{Ecuación : } VP = 0,2520 * (N / T) + 0,006$$

$$V \text{ media} = \text{Caudal total, m}^3 / \text{s} / \text{Área sección total, m}^2$$

AFORO 2

HORA: 10:20 a.m.

Datos de Campo					Datos Calculados					
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ / s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,611	0,310	2,35	0,729	0,445
2,35	0,62	0,37	3,3	0,917	0,917	1,507	0,795	2,35	1,868	2,815
4,70	0,97	0,78	9,8	2,722	2,097	2,111	0,970	2,35	2,280	4,812
		0,19	5,3	1,472						
7,05	0,97	0,78	9,2	2,556	2,125	1,215	0,740	2,35	1,739	2,113
		0,19	6,1	1,694						
9,40	0,51	0,31	1,1	0,306	0,306	1,458	0,415	2,35	0,975	1,422
11,75	0,32	0,19	9,4	2,611	2,611	1,741	0,160	2,35	0,376	0,655
14,10	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,539 m / s						Totales		14,10	7,967	12,263

AFORO 3

HORA: 2:20 pm

Datos de Campo					Datos Calculados					
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ / s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,722	0,330	2,35	0,776	0,560
2,35	0,66	0,40	3,9	1,083	1,083	1,271	0,785	2,35	1,845	2,344
4,70	0,91	0,73	5,9	1,639	1,458	1,722	1,205	2,35	2,832	4,877
		0,18	4,6	1,278						
7,05	1,50	1,20	9,2	2,556	1,986	1,110	1,100	2,35	2,585	2,869
		0,30	5,1	1,417						
9,40	0,70	0,42	0,84	0,233	0,233	1,436	0,510	2,35	1,199	1,721
11,75	0,32	0,19	9,5	2,639	2,639	1,759	0,160	2,35	0,376	0,661
14,10	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,355 m / s						Totales		14,10	9,612	13,033

AFORO 4

HORA: 6:20 pm

Datos de Campo		Datos Calculados								
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ / s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,722	0,275	2,35	0,646	0,467
2,35	0,55	0,33	3,9	1,083	1,083	1,444	0,675	2,35	1,586	2,291
4,70	0,80	0,64	8,4	2,333	1,806	1,868	0,900	2,35	2,115	3,951
		0,16	4,6	1,278						
7,05	1,00	0,80	8,8	2,444	1,931	1,132	0,700	2,35	1,645	1,862
		0,20	5,1	1,417						
9,40	0,40	0,24	1,2	0,333	0,333	1,042	0,305	2,35	0,717	0,747
11,75	0,21	0,13	6,3	1,750	1,750	1,167	0,105	2,35	0,247	0,288
14,10	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,380 m / s						Totales		14,10	6,956	9,605

AFORO 5

HORA: 10:20
pm

Datos de Campo		Datos Calculados								
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ / s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,581	0,300	2,35	0,705	0,410
2,35	0,60	0,36	3,14	0,872	0,872	1,281	0,670	2,35	1,575	2,016
4,70	0,74	0,59	7,96	2,211	1,689	1,775	1,020	2,35	2,397	4,255
		0,15	4,2	1,167						
7,05	1,30	1,04	8,2	2,278	1,861	1,064	0,860	2,35	2,021	2,150
		0,26	5,2	1,444						
9,40	0,42	0,25	0,96	0,267	0,267	1,036	0,345	2,35	0,811	0,840
11,75	0,27	0,16	6,5	1,806	1,806	1,204	0,135	2,35	0,317	0,382
14,10	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,284 m / s						Totales		14,10	7,826	10,053

AFORO 6

HORA: 2:20 am.

Datos de Campo		Datos Calculados								
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,778	0,305	2,35	0,717	0,557
2,35	0,61	0,37	4,2	1,167	1,167	1,479	0,685	2,35	1,610	2,381
4,70	0,76	0,61	8,1	2,250	1,792	1,965	1,030	2,35	2,421	4,757
		0,15	4,8	1,333						
7,05	1,30	1,04	9,2	2,556	2,139	1,292	0,910	2,35	2,139	2,762
		0,26	6,2	1,722						
9,40	0,52	0,31	1,6	0,444	0,444	1,053	0,430	2,35	1,011	1,064
11,75	0,34	0,20	5,98	1,661	1,661	1,107	0,170	2,35	0,400	0,442
14,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V media = 1,442 m / s						Totales		14,10	8,296	11,964

AFORO 7

HORA: 6:20 AM

Datos de Campo		Datos Calculados								
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km /h Veloc	Velocidad (m / s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m / s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	0,685	0,315	2,35	0,740	0,507
2,35	0,63	0,38	3,7	1,028	1,028	1,451	0,785	2,35	1,845	2,677
4,70	0,94	0,75	9,2	2,556	1,875	2,014	0,970	2,35	2,280	4,591
		0,19	4,3	1,194						
7,05	1,00	0,80	9,5	2,639	2,153	1,201	0,745	2,35	1,751	2,103
		0,20	6	1,667						
9,40	0,49	0,29	0,9	0,250	0,250	0,931	0,420	2,35	0,987	0,918
11,75	0,35	0,21	5,8	1,611	1,611	1,074	0,175	2,35	0,411	0,442
14,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V media = 1,402 m / s						Totales		14,10	8,014	11, 239

ANEXO 7. Calculo aforo aguas abajo

CALCULO DE AFORO

AGUAS ABAJO RIO CULAGA

Fecha

2 de Diciembre/05

PUNTO :

:

Ancho de la corriente

: 16,9 m

Hora Inicial : 6:40 a.m.

Hora Final : 6:40 a.m.

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,185	0,225	2,10	0,473	0,560
2,10	0,45	0,27	6,4	1,778	1,778	2,083	0,315	2,10	0,662	1,378
4,20	0,18	0,11	8,6	2,389	2,389	1,264	0,210	2,10	0,441	0,557
6,30	0,24	0,11	0,5	0,139	0,139	1,389	0,445	2,10	0,935	1,298
8,40	0,65	0,39	9,5	2,639	2,639	2,417	0,815	2,10	1,712	4,136
10,50	0,98	0,78	6,3	1,750	2,194	2,569	0,835	2,10	1,754	4,506
		0,20	9,5	2,639						
12,60	0,69	0,41	10,6	2,944	2,944	2,236	0,470	2,10	0,987	2,207
14,70	0,25	0,15	5,5	1,528	1,528	1,019	0,125	2,10	0,263	0,267
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 2,06 m / s						Totales		16,80	7,224	14,909

Convenciones :

X : Distancia desde la orilla al punto de aforo, m

Pt : Profundidad total del punto de aforo, m

N : Revoluciones del rotor en 50

s

Pa : Altura del rotor a partir del piso, m

VP : Velocidad puntual, según ecuación

N / T : RPS del rotor

PM : Profundidad media, m

VM : Velocidad media, m / s

SP : Sección parcial, m²

AP : Ancho parcial, m

AFORO 2

HORA: 10:40 a.m.

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,130	0,225	2,10	0,473	0,534
2,10	0,45	0,27	6,1	1,694	1,694	2,000	0,330	2,10	0,693	1,386
4,20	0,21	0,13	8,3	2,306	2,306	1,194	0,245	2,10	0,515	0,615
6,30	0,28	0,13	0,3	0,083	0,083	1,403	0,475	2,10	0,998	1,399
8,40	0,67	0,40	9,8	2,722	2,722	2,479	0,805	2,10	1,691	4,191
10,50	0,94	0,75	6,3	1,750	2,236	2,521	0,810	2,10	1,701	4,288
		0,19	9,8	2,722						
12,60	0,68	0,41	10,1	2,806	2,806	2,153	0,470	2,10	0,987	2,125
14,70	0,26	0,16	5,4	1,500	1,500	1,000	0,130	2,10	0,273	0,273
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 2,02 m/s						Totales		16,80	7,329	14,810

AFORO 3

HORA: 2:40 p.m.

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,148	0,225	2,10	0,473	0,543
2,10	0,45	0,27	6,2	1,722	1,722	2,083	0,375	2,10	0,788	1,641
4,20	0,3	0,18	8,8	2,444	2,444	1,347	0,310	2,10	0,651	0,877
6,30	0,32	0,18	0,9	0,250	0,250	1,458	0,500	2,10	1,050	1,531
8,40	0,68	0,41	9,6	2,667	2,667	2,444	0,845	2,10	1,775	4,338
10,50	1,01	0,81	6,9	1,917	2,222	2,417	0,865	2,10	1,817	4,390
		0,20	9,1	2,528						
12,60	0,72	0,43	9,4	2,611	2,611	2,042	0,490	2,10	1,029	2,101
14,70	0,26	0,16	5,3	1,472	1,472	0,981	0,130	2,10	0,273	0,268
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,997m/s						Totales		16,80	7,854	15,688

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,148	0,235	2,10	0,494	0,567
2,10	0,47	0,28	6,2	1,722	1,722	1,986	0,355	2,10	0,746	1,481
4,20	0,24	0,14	8,1	2,250	2,250	1,153	0,270	2,10	0,567	0,654
6,30	0,3	0,14	0,2	0,056	0,056	1,292	0,495	2,10	1,040	1,343
8,40	0,69	0,41	9,1	2,528	2,528	2,292	0,805	2,10	1,691	3,874
10,50	0,92	0,74	5,9	1,639	2,056	2,375	0,760	2,10	1,596	3,791
		0,18	8,9	2,472						
12,60	0,6	0,36	9,7	2,694	2,694	2,125	0,460	2,10	0,966	2,053
14,70	0,32	0,19	5,6	1,556	1,556	1,037	0,160	2,10	0,336	0,348
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,897 m/s						Totales		16,80	7,434	14,109

AFORO 5

HORA: 10:40 p.m.

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,093	0,205	2,10	0,431	0,470
2,10	0,41	0,25	5,9	1,639	1,639	2,000	0,320	2,10	0,672	1,344
4,20	0,23	0,14	8,5	2,361	2,361	1,250	0,245	2,10	0,515	0,643
6,30	0,26	0,14	0,5	0,139	0,139	1,333	0,495	2,10	1,040	1,386
8,40	0,73	0,44	9,1	2,528	2,528	2,306	0,790	2,10	1,659	3,825
10,50	0,85	0,68	6,1	1,694	2,083	2,361	0,740	2,10	1,554	3,669
		0,17	8,9	2,472						
12,60	0,63	0,38	9,5	2,639	2,639	2,083	0,515	2,10	1,082	2,253
14,70	0,4	0,24	5,5	1,528	1,528	1,019	0,200	2,10	0,420	0,428
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,901 m/s						Totales		16,80	7,371	14,018

HORA: 2:40 a.m.

AFORO 6

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,167	0,225	2,10	0,473	0,551
2,10	0,45	0,27	6,3	1,750	1,750	2,042	0,350	2,10	0,735	1,501
4,20	0,25	0,15	8,4	2,333	2,333	1,250	0,230	2,10	0,483	0,604
6,30	0,21	0,15	0,6	0,167	0,167	1,361	0,500	2,10	1,050	1,429
8,40	0,79	0,47	9,2	2,556	2,556	2,299	0,835	2,10	1,754	4,031
10,50	0,88	0,70	6,7	1,861	2,042	2,243	0,730	2,10	1,533	3,439
		0,18	8	2,222						
12,60	0,58	0,35	8,8	2,444	2,444	1,972	0,490	2,10	1,029	2,029
14,70	0,4	0,24	5,4	1,500	1,500	1,000	0,200	2,10	0,420	0,420
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 1,873 m/s						Totales		16,80	7,476	14,003

AFORO 7

HORA: 6:40 a.m.

Datos de Campo						Datos Calculados				
X (m)	Pt (m)	Pa (m)	Km/h Veloc	Velocidad (m/s)	VMV (m/s)	Sección				Caudal Parcial (m ³ /s)
						VM (m/s)	PM (m)	AP (m)	SP (m ²)	
0,00	-	-	-	-	-	1,241	0,225	2,10	0,473	0,586
2,10	0,45	0,27	6,7	1,861	1,861	2,069	0,345	2,10	0,725	1,499
4,20	0,24	0,14	8,2	2,278	2,278	1,194	0,205	2,10	0,431	0,514
6,30	0,17	0,14	0,4	0,111	0,111	1,292	0,400	2,10	0,840	1,085
8,40	0,63	0,38	8,9	2,472	2,472	2,333	0,865	2,10	1,817	4,239
10,50	1,1	0,88	6,5	1,806	2,194	2,500	0,870	2,10	1,827	4,568
		0,22	9,3	2,583						
12,60	0,64	0,38	10,1	2,806	2,806	2,125	0,430	2,10	0,903	1,919
14,70	0,22	0,13	5,2	1,444	1,444	0,963	0,110	2,10	0,231	0,222
16,90	-	-		-		-	-	-	-	-
V media = 2,019 m/s						Totales		16,80	7,245	14,632

