DETERMINACIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO CANOAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES (SUCRE)

JUAN CARLOS BARBOZA NOVOA
NEDER CASTRO CASTRO
ELLA LUCIA OVIEDO PEREZ

DIRECTOR:
TULIO R. RUIZ ALVAREZ
ING. QUÍMICO
ESPECIALISTA EN GERENCIA DEL AMBIENTE

CODIRECTOR:
GUSTAVO BARROS CANTILLO
ING. AGRÍCOLA
ESPECIALISTA EN CIENCIAS AMBIENTALES

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRÍCOLA
SINCELEJO
2005

DETERMINACIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO CANOAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES (SUCRE)

JUAN CARLOS BARBOZA NOVOA
NEDER CASTRO CASTRO
ELLA LUCIA OVIEDO PEREZ

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRÍCOLA
SINCELEJO
2005

DETERMINACIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO CANOAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES (SUCRE)

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo, Febrero del 2005

DETERMINACIÓN DE LA LINEA BASE AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO CANOAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES EN EL MUNICIPIO DE SAMPUES (SUCRE)

Solo los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo

Artículo 12, ley 23 / 2.000

DEDICATORIAS

"A Dios, padre glorioso, por ser mi apoyo y guía para conseguir mis metas, por fortalecerme al estar conmigo en los momentos agradables y difíciles.

A mis padres, Pedro Barboza (Q.E.P.D) y Olga Novoa quienes con su apoyo incondicional, constante, lleno de amor y comprensión ayudaron a hacer realidad este sueño.

A mis hermanos, motivación y apoyo en mis planes y proyectos.

A mis amigos y compañeros, consejeros de camino.

Juan Carlos Barboza Novoa

A Dios que nos redime, nos enseña y nos muestra con su luz el camino, la verdad y la vida.

A mis padres, Eugenio y Normaris por su amor y haberme dado la mejor herencia: la educación.

A mi hija Maria Lucia, el angelito que ilumina mi vida, lo más bello del mundo.

A mis hermanos, Carlos, Wilson y Carmen Karina por ser incondicionales.

A mi novia Ella, por enseñarme el verdadero significado del amor.

A mi compadre, Teofilo.

A mis amigos, Daniel y Marlon.

Al ministro, Misael González.

Neder Carlos Castro Castro.

"A Dios por mostrarme el camino, por estar siempre conmigo y fortalecerme en los momentos difíciles. Por que nunca me ha desamparado.

A mis padres Juan Oviedo y Esther Judith Pérez, por su apoyo, dedicación y esmero en que sus hijos salgan adelante.

A mis hermanos Inglis, Juan Carlos, Mónica y Elkin, Por su apoyo incondicional y ser mis mas duros críticos.

A mi ahijado, José Andrés, la ternura mas grande de mi vida.

A mi novio, Neder Castro, por brindarme su amor y fidelidad.

A mis amigos, Teofilo, Daniel P, Ricardo, Margarita, Sofía, Eliana y Daniel M.

Ella Lucia Oviedo Pérez

AGRADECIMIENTOS

LOS AUTORES EXPRESAN SUS AGRADECIMIENTOS A:

A **DIOS**, por iluminarnos con su sabiduría para poder alcanzar nuestros propósitos.

TULIO RUIZ ALVAREZ, Ingeniero Químico, especialista en Gerencia del Ambiente, funcionario de la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE) y Director del proyecto de grado.

GUSTAVO BARROS CANTILLO, Ingeniero Agrícola, especialista en Ciencias Ambientales, Docente de la Universidad de Sucre, Codirector del trabajo de grado.

MISAEL GONZALEZ, Ingeniero Agrónomo, especialista en Ciencias Ambientales, funcionario del equipo humano de la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE), por su valiosa e incondicional colaboración.

A los **INGENIEROS:** JORGE LUIS MARTINEZ, CESAR MERLANO RIOS, ALBEIRO SALAZAR, YAMID OBEID, RAFAEL ESCUDERO Y BELISARIO JALAFFS por su colaboración.

A los **DOCENTES:** ERIC RAUCHWERGER, CARLOS VERGARA, ALBERTO TATIS, EURIEL MILLAN por su enseñanza y colaboración.

A nuestros **compañeros, asesores y amigos**: ISMAEL SEHUANES, ANDREIS PATERNINA, ARNALDIS MOJICA, LILIÁN BARBOZA, SEÑORA OLGA NOVOA, TEOFILO NARANJO, DANIEL PÉREZ, RICARDO SIERRA, MARLON SANEZ, MARGARITA CÁRDENAS, ELIANA AVILA, CAMILO NUÑEZ, LEONARDO

BANQUEZ, RAFAEL REINO, OSVALDO AYALA, LUZARDO MARTÍNEZ, JADER CASTILLA, VICENTE VERGARA.

A la UNIVERSIDAD DE SUCRE, por ayudarnos en nuestra formación intelectual y sus servicios.

A la CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SUCRE, (CARSUCRE) por su aceptación y apoyo al proyecto.

CONTENIDO

		Pág.
RESUMEN		**14**
ABSTRACT		**15**
1.	**INTRODUCCION**	**16**
2.	**OBJETIVOS**	**17**
2.1	OBJETIVOS GENERALES.	**17**
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	**17**
3.	**REVISION DE LITERATURA**	**18**
3.1	NATURALEZA DE LAS AGUAS RESIDUALES.	**18**
3.1.1	Origen.	**18**
3.1.2	Transporte.	**19**
3.1.3	Composición.	**19**
3.1.4	Características Típicas de las Aguas Residuales.	**20**
3.2	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	**23**
3.2.1	Lagunas de estabilización.	**24**
3.2.2	Caudales de Aguas Residuales.	**24**
3.2.2.1	Calculo de caudales de aguas residuales.	**25**
3.2.3	Control de calidad de los vertimientos líquidos a cuerpos de aguas superficiales.	**26**
3.3	CONTAMINACION POR MATERIA ORGANICA Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.	**28**
3.4	CARGAS CONTAMINANTES POR VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.	**29**
3.4.1	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5).	**29**
3.4.2	Demanda Química de Oxigeno (DQO).	**29**
3.4.3	Sólidos Suspendidos Totales (SST).	**29**
3.5	TASAS RETRIBUTIVAS POR CONTAMINACIÓN HÍDRICA.	**30**
3.5.1	Legislación ambiental vigente.	**31**

3.5.1.1 Constitución Política de Colombia. **31**
3.5.1.2 Decreto 1594 del 26 de junio 1984. **31**
3.5.1.3 Ley 99 del 1993. **32**
3.5.1.4 Decreto 901 del 1 de Abril 1997. **32**
3.5.1.5 Decreto 3100 del 30 de Octubre 2003. **33**
3.5.1.6 Decreto 1729 del 2002. **36**
4. METODOLOGIA. 39
4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. **39**
4.1.1 Microcuenca arroyo Canoas. **39**
4.1.2 Aspectos físicos de la microcuenca arroyo Canoas. **42**
4.1.3 Aspectos socioeconómicos del Municipio de Sampues y corregimientos que hacen parte del área de influencia. **42**
4.1.4 Identificación del componente ambiental. **43**
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA DEL BOSQUE DE GALERÍAS DEL ARROYO CANOAS. **43**
4.2.1 Galería florística. **43**
4.2.2 Galería faunistica. **43**
4.3 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS PUNTUALES ARROJADOS AL ARROYO CANOAS. **44**
4.4 Caracterización Física y Química de los parámetros de vertimientos identificados en la microcuenca arroyo Canoas. **44**
4.5 CALCULO DE LAS CARGAS CONTAMINANTES OBJETO DE COBRO DE TASAS RETRIBUTIVAS VERTIDAS AL ARROYO CANOAS. **44**
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES. 45
5.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS. **45**
5.1.1 Municipio de Sampués. **45**
5.1.1.1 Corregimiento de Palito. **52**
5.1.1.2 Corregimiento de San Luís. **52**

5.1.1.3 Corregimiento de Segovia. **53**
5.1.1.4 Corregimiento de mateo Pérez. **53**
5.1.1.5 Corregimiento de Sabana Larga. **54**
5.1.2 Municipio de Corozal. **55**
5.1.2.1 Corregimiento de Don Alonso. **55**
5.1.3 Municipio de Sincelejo. **55**
5.1.3.1 Corregimiento de Chochó. **55**
5.2 CARACTERISTICAS BIOFISICAS DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS. **56**
5.2.1 Clima. **56**
5.2.2 Geología. **59**
5.2.3 Hidrogeología. **60**
5.2.4 Suelos. **60**
5.2.5 Hidrografía. **61**
5.2.6 Flora. **61**
5.2.7 Fauna. **64**
5.3 ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LOS MUNICIPIOS ASENTADOS EN LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS. **65**
5.3.1 Zonificación biofísica del Municipio de Sampues. **65**
5.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE VERTIDA EN LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS. **68**
5.4.1 Caudales de aguas residuales. **68**
5.4.2 Caracterización de las aguas residuales urbanas. **69**
5.4.3 Caracterización de los puntos de muestreo en el arroyo. **71**
5.4.4 Cálculo de las cargas contaminantes (DBO_5 y SST) vertida a la microcuenca arroyo Canoas. **77**
6. CONCLUSIONES. **79**
7. RECOMENDACIONES. **81**
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. **82**
9. ANEXOS. **84**

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Composición típica del agua residual cruda.	**20**
Tabla 2.	Concentraciones máximas permisibles para verter a un cuerpo de agua o red de alcantarillado.	**27**
Tabla 3.	Extensión del área de la microcuenca arroyo Canoas.	**39**
Tabla 4.	Distribución de la población y ubicación geográfica – sexo y zona del Municipio de Sampues.	**36**
Tabla 5.	Composición Nº de personas y propiedades de la Vivienda-Sampues.	**47**
Tabla 6.	Materiales utilizados en la construcción de la vivienda Sampues.	**48**
Tabla 7.	Balance hídrico del Municipio de Sampues.	**58**
Tabla 8.	Registro de estaciones pluviométrica.	**59**
Tabla 9.	Galería florística del área de influencia de la microcuenca.	**61**
Tabla 10.	Galería faunistica del área de influencia de la microcuenca.	**64**
Tabla 11.	Caudales de aguas residuales de vertimientos.	**68**
Tabla 12.	Datos "in situ" de vertimientos.	**70**
Tabla 13.	Datos de laboratorio de vertimientos.	**70**
Tabla 14.	Clasificación de los vertimientos.	**71**
Tabla 15.	Datos "in situ" de los puntos muestreados del arroyo Canoas.	**72**
Tabla 16.	Datos de laboratorio de los puntos muestreados en el arroyo Canoas.	**72**
Tabla 17.	Determinación de las cargas contaminantes vertidas en la microcuenca arroyo Canoas.	**77**

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. Elementos hidráulicos de un caudal de sección circular. **26**

FIGURA 2. Extensión del área de la microcuenca arroyo Canoas. **40**

FIGURA 3. Distribución de la población por sexo y rango de edades. **46**

FIGURA 4. Distribución temporal de la precipitación. **57**

FIGURA 5. Caudal de vertimientos. **69**

FIGURA 6. Grafica de parámetros de los puntos muestreados en el arroyo Canoas. **73**

FIGURA7. Graficas de SST y DBO_5 de puntos muestreados en el arroyo. **75**

FIGURA 8. Grafica de Cargas Contaminantes de origen urbano vertidas en la microcuenca Arroyo Canoas. **78**

RESUMEN

En este estudio se tomó unidad de análisis la microcuenca del arroyo Canoas, en donde se plantea realizar un diagnóstico ambiental, que permita implementar el instrumento económico de tasas retributivas, para lograr unas metas de descontaminación a un bajo costo, permitiendo de esta manera tener una microcuenca saneada.

En este sentido, se determinó caracterizar 5 puntos de vertimientos para calcular las cargas contaminantes de los parámetros DBO_5 y SST y además, se establecieron una red de monitoreo con 3 puntos georreferenciados en el arroyo Canoas.

De los resultados, se pudo determinar que la parte más contaminada de la microcuenca del arroyo Canoas, es la parte media, donde las concentraciones de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron altos, confirmándose así la contaminación que existe en este sector, por las descargas de aguas residuales domésticas vertidas por la empresa EMPASAM del municipio de Sampués.

Para determinar el diagnóstico, se realizaron cuatro transeptos lineales de (20*60) mts, cada uno, para así identificar la galería florística a través del método de Simpson y faunística por observación directa.

Con este trabajo se pretende, dar las bases para que la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE) implemente el cobro de las tasas retributivas como un mecanismo para reducir la contaminación a un bajo costo, por quienes utilizan directamente este cuerpo de agua como receptor de vertimientos.

ABSTRATC

In this study was took analysis unit the microcuenca of the stream Canoes where thinks about to carry out an environmental diagnosis that allows to implement the economic instrument of recompensing rates, to achieve some decontamination goals at a low cost, allowing this way to have a cleaned up microcuenca.

In this sense, it was determined to characterize 5 vertimientos points to calculate the polluting loads of the parameters DBO and SST and also, they settled down a monitored net with 3 points georreferenciados in the stream Canoes.

Of the results, you could determine that the polluted part in the microcuenca of the stream Canoes, is the half part (Property the Carmelo), where the concentrations of the parameters Demand Biochemistry of I Oxygenate (DBO5) and Total Suspended Solids (SST) they were high, being confirmed this way the contamination that exists in this sector, by the discharges of waters residual maidservants poured by the company EMPASAM of the municipality of Sampués.

For determining the diagnosis, you carrying out 4 lineal transepts of (20*60) mts, each one, stops this way to identify the gallery floristic through the method of Simpson and faunística for direct observation.

With this work it is sought, to give the bases so that the Regional Autonomous Corporation of Sucre (CARSUCRE) it implements the collection of the recompensing rates as a mechanism to reduce the contamination at a low cost, for those who use this body of water directly as vertimientos receiver.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo investigativo se desarrolló gracias al apoyo incondicional y logístico de la Corporación Autónoma Regional de Sucre "CARSUCRE" ente institucional encargado de vigilar y preservar el medio ambiente en su área de jurisdicción en el Departamento de Sucre, la Universidad de Sucre alma mater y los proponentes ya mencionados.

El propósito principal de este estudio ambiental fue la introducción de un mecanismo económico para una economía que necesita tasas de crecimiento sostenidas conocidas como tasas retributivas por vertimientos puntuales creadas por el Ministerio del Medio Ambiente a través del Decreto 901 de 1997, el cual busca minimizar o mitigar la contaminación que llevan nuestras fuentes de agua. Este instrumento consiste en una retribución por parte de los responsables de la contaminación de cuerpos de agua, mediante el aporte de recursos económicos que serán invertidos en la recuperación de la cuenca afectada, de forma gradual y regional concertada. Posteriormente el 30 de Octubre del 2003 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial crea el Decreto 3100 el cual reglamenta la priorizacion a las cuencas que presentan vertimientos puntuales por sus condiciones de calidad.

Las anteriores condiciones constituyen un llamado urgente a los diferentes Sectores, Autoridades Municipales y la Comunidad en general, a fomentar el interés por la implementación de tecnologías amplias, tratamiento de sistemas colectores de aguas servidas y manejo adecuado de residuos sólidos; es ahí donde los programas de divulgación y educación ambiental deben centrar sus esfuerzos, ampliando la cobertura y aceptación de usuarios para mejorar las condiciones de sus vertidos con una finalidad no solo económica, sino también la de conseguir una conciencia ambiental colectiva.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la línea base ambiental de la microcuenca arroyo Canoas para la implementación de la tasa retributiva por vertimientos puntuales en el Municipio de Sampues, Departamento de Sucre.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Describir las características sociales, económicas y culturales de la micro cuenca arroyo Canoas.

2. Caracterizar la flora y fauna del bosque de galería del arroyo Canoas.

3. Identificar y clasificar los vertimientos puntuales arrojados al arroyo Canoas.

4. Caracterizar física y químicamente los parámetros de los vertimientos identificados en la microcuenca arroyo Canoas.

5. Calcular las cargas contaminantes, objeto de cobro de tasas retributivas vertidas al arroyo Canoas.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 NATURALEZA DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión cuando son frescas, su color es gris y tienen olor a moho desagradable, flotan en ellas cantidades variables de materias, sustancias fecales, trozos de alimentos, basuras y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una población.

Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente de gris a negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable y sólidos negros aparecen flotando en la superficie del líquido; en este estado se denominan aguas residuales sépticas.

3.1. 1 Origen de las aguas residuales.

Las aguas residuales resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas de habitación, de las actividades industriales y de servicios.

- Desechos humanos y animales: Son las exoneraciones corporales que llegan a formar parte de las aguas residuales, mediante sistemas hidráulicos, y en cierto grado procedente de los animales, que van a dar a las alcantarillas al ser lavadas en el suelo o en las calles.
- Desechos Procedentes de las manipulaciones domesticas: lavada de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de alimentos y lavado de platos.
- Desechos industriales y de servicio: Los productos de los desechos de cualquier proceso de esta índole, son parte importante de las aguas residuales de una población para tratamiento y evacuación.

3.1.2 Transporte de aguas residuales.

Las aguas residuales son transportadas desde su punto de origen, hasta las instalaciones de los sistemas de tratamiento municipal, a través de una red de tuberías que conduce las aguas residuales, industriales y de servicio, definido como alcantarillado municipal.

Los sistemas de alcantarillado que transportan tanta agua lluvia como residuales se denominan alcantarillados mixtos.

Las instalaciones domésticas suelen conectarse mediante tuberías de arcillas o Poli Cloruro Vinilo (PVC), de ocho y diez cms de diámetro; el tendido de alcantarillado con tuberías maestras de mayor diámetro puede estar situado a lo largo de la calle a 1.8 metros o mas de profundidad.

Las aguas residuales circulan a través del alcantarillado por el efecto de la gravedad, a una velocidad aproximada de 0.46 m/seg; ya que a velocidades más bajas la materia sólida tienden a depositarse.

3.1.3 Composición de las aguas residuales.

La composición de las aguas residuales se analiza por diferentes métodos y procedimientos como físicos, químicos y biológicos; las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxigeno, la demanda química de oxigeno y el pH.

Los residuos sólidos comprenden sólidos disueltos y sólidos en suspensión.

En la tabla 1, se presentan datos típicos de los constituyentes encontrados en el agua residual domestica, en función de las concentraciones de estos constituyentes. Podemos clasificar el agua residual como: concentrada, media, débil.

Tabla 1. Composición típica del agua residual cruda.

CONTAMINANTE	UNIDAD	CONCENTRACION		
		DEBIL	MEDIA	FUERTE
DBO_5	Mg/L	110	220	400
DQO	Mg/L	250	500	1000
ST	Mg/L	1200	720	350
SST	Mg/L	100	220	350
Sólidos Disueltos	Mg/L	250	500	850
Alcalinidad	Mg Ca Co3	50	100	200
Grasas	Mg/L	50	100	150
pH	U	5	6.5	7
Turbiedad	UNT	20	76	140

Fuente: Resolución 1074. Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) Bogotá, 1997.

3.1.4 Características típicas de las aguas residuales.

Los estudios de caracterización del agua residual están encaminados a determinar las características físicas, químicas, y biológicas del agua, además de las concentraciones de los constituyentes presentes en el agua residual.

- CARACTERISTICAS FISICAS: Dentro de las características físicas evaluadas en el presente estudio tenemos, temperatura, salinidad, sólidos disueltos, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, oxigeno disuelto, turbidez y color.

- CARACTERISTICAS QUIMICAS: Los análisis químicos de las aguas residuales, proporcionan datos respecto al estado de concentración de los contaminantes, las propiedades químicas más representativas son: DBO_5, DQO, pH, Alcalinidad, Acidez y Conductividad.

- CARACTERISTICAS BIOLOGICAS: Se determinan a través de análisis microbiológicos para identificar la presencia de microorganismos (coliformes fecales, y coliformes totales), los cuales son indicadores de contaminación fecal por existencia de posibles patógenos.

Dentro de los elementos que caracterizan el agua residual se destacan:

- TEMPERATURA "in situ": La temperatura "in situ" es un parámetro muy importante, ya que influye en la obtención de resultados confiables en el campo o en el laboratorio. Este parámetro no es un indicador de contaminación, pero permite la proliferación de microorganismos.

- CONDUCTIVIDAD, SALINIDAD Y SÓLIDOS DISUELTOS (SDT) "in situ": La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica; esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad y valencia, y medición de la temperatura.

  La medida de la conductividad permite evaluar la mineralización global del agua residual y se expresa en mhos/cms o umhos/cm.

  Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere para su remoción: oxidación biológica y sedimentación.

- pH "in situ": El agua siempre se ioniza por la presencia de sustancias ácidas y básicas disueltas en ella, formando iones de hidrógeno (H^+) e iones negativos, llamados hidroxilos (OH^-) cuando hay la misma cantidad de iones de ambos signos, la concentración de los iones de hidrógeno (H^+) es 0,0000001 veces el peso de los iones gramo del hidrogeno, expresados en gramos por litro.

  Para evitar tener que trabajar con decimales, se dice que el pH en este caso es siete (es decir, igual al numero de ceros que preceden a la unidad).

El equipo utilizado es el pH-meter, tipo: HACH, el cual registra datos con aproximaciones de 0.01 unidades de pH en un rango de 0 a 14. Así mismo, este equipo viene dotado de un compensador de temperatura.

- ALCALINIDAD: La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidroxilos, carbonos y bicarbonatos de elementos como el Calcio (Ca+), el Magnesio (Mg+), el Potasio (K), y el Amoniaco (NH_4); de entre todos ellos, los más comunes son el Bicarbonato de Calcio ($CaHCO_3$) y el Bicarbonato de Magnesio ($MgHCO_3$), normalmente el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de los materiales añadidos en los usos domésticos.

  La alcalinidad se determina por titulación con un ácido normalizado, expresándose los resultados en carbonatos de calcio ($CaCO_3$), aguas residuales con alcalinidad cáustica reaccionan con el CO_2 producido por la actividad microbiana para generar bicarbonato (CO_3) y reducir el valor del pH. Los límites permisibles de la alcalinidad están entre 50mg/L y 200mg/L.

- COLOR: Las aguas residuales domésticas frescas son generalmente de color gris y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. El color negro de las aguas residuales sépticas es producido principalmente por la formación de sulfatos metálicos.

- OXÍGENO DISUELTO: El oxígeno disuelto es necesario para el proceso de respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. La presencia de oxigeno disuelto en el agua residual es deseable porque evita la formación de olores desagradables debido a la oxidación de la materia orgánica.

- SÓLIDOS TOTALES: Los sólidos totales del agua residual proceden de las actividades agroindustriales y domésticas. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, baños, lavaderos, etc. Analíticamente, el contenido total de sólidos de un agua residual se define como toda la materia que queda como residuo de evaporación a 105°C.

3.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Los métodos empleados para el tratamiento de las aguas residuales han mostrado una constante evolución y desarrollo; estos métodos se empezaron a desarrollar ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas provocadas por las descargas de agua residual al medio ambiente.

No obstante, la prevención de la contaminación del agua y del suelo es solamente posible si se definen técnicas y procedimientos apropiados de tratamiento y disposición de las aguas residuales.

Los contaminantes presentes en el agua residual pueden eliminarse con procesos químicos, físicos y/o biológicos.
El tratamiento biológico cuando se aplica a las aguas residuales supone la remoción de contaminantes mediante actividad biológica; esta se aprovecha para remover principalmente sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas mediante su transformación en gases que escapan a la atmósfera y en biomasa extraíble mediante sedimentación (R. Rojas, 1.999).

Debido a las limitaciones de adquisición de terrenos, cargas orgánicas fluctuantes, limitantes económicas y escasez de personal idóneo, el tratamiento biológico más apropiado corresponde al de lagunas de

estabilización. El objetivo primordial de estas lagunas es la reducción del contenido de sólidos y materia orgánica del agua residual.

3.2.1 Lagunas de estabilización:

Una laguna de estabilización, conocida comúnmente como laguna de oxidación, es una masa de agua relativamente poco profunda contenida en un tanque excavado en el terreno.

Las lagunas de estabilización se clasifican según funcionamiento, número de estanques, posición y conexiones, de esta forma se tiene:

- Según su funcionamiento: Lagunas Anaerobias, Facultativas y de Maduración.
- Según el número de estanques: Lagunas Simples y Compuestas.
- Según su posición en el sistema lagunar: Primarias, Secundarias y Terciarias.
- Según sus conexiones: En Serie o en Paralelo.

3.2.2 Caudales de aguas residuales:

Los caudales de aguas residuales oscilan ampliamente durante el año, cambian de un día a otro y fluctúan de una hora a otra, en las zonas dotadas de red de alcantarillado, la determinación de los caudales se lleva a cabo a través de datos obtenidos en aforos por medición directa.

Así mismo, en los sistemas de tratamiento el caudal de agua residual se puede determinar mediante el uso de aforadores tipo Parshall y/o Ballofet, entre otros; estos tipos de aforadores son estructuras hidráulicas que normalmente se construyen antes que el afluente ingrese al sistema de aguas residuales; cuando no se cuenta con estos aforadores el caudal se puede estimar mediante la aplicación de ecuaciones hidráulicas.

Todos los factores anteriores, entre otros, deben tenerse en cuenta en la medición de caudales de aguas residuales.

En alcantarillados combinados se presenta una mayor concentración de material inorgánico, que en alcantarillado sanitarios o separados, debido a la introducción de aguas lluvias, así mismo, las variaciones de caudal y de concentración de aguas residuales (A.R) son más extremas.

3.2.2.1 Cálculo de caudal de aguas residuales:

Según Maskew y Fair (1981), para todo escurrimiento de caudal Q es igual a la velocidad de flujo V, multiplicado por el área de la sección A.

$$Q = V A$$

Donde:

Q = caudal (l/s)

V = velocidad (m/s)

A = área sección (m^2)

Método de velocidad área:

Existen varias técnicas para determinar la velocidad, entre los cuales encontramos las medidas con flotadores superficiales, con los caudales se registra el tiempo (t), que el cuerpo flotador, emplea para recorrer una distancia (L), previamente definida de donde la velocidad está dada por:

$$V = \frac{L}{t}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

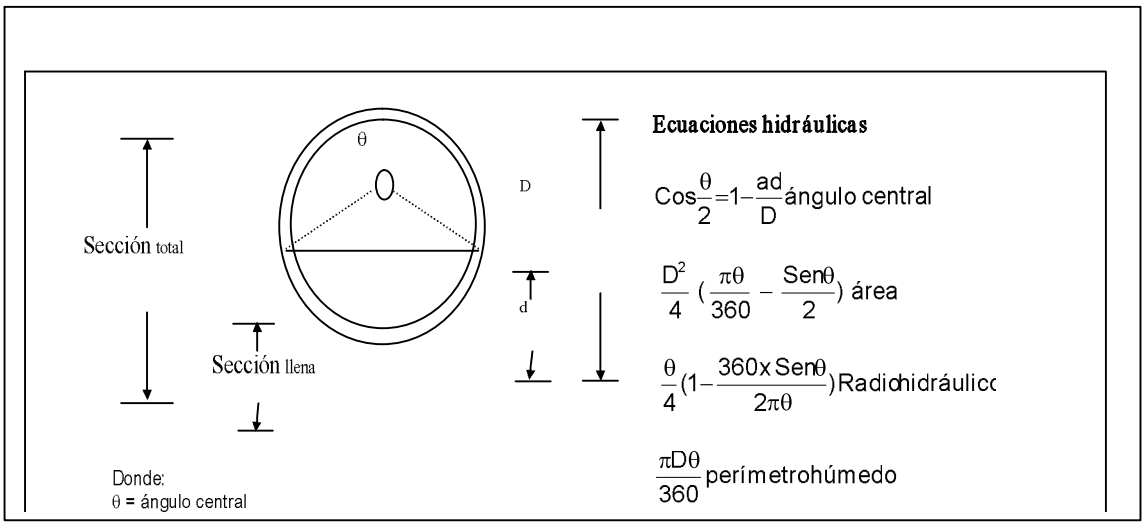
L = distancia (m)

t = tiempo (seg.)

Sección transversal:

Los elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular parcialmente llenas, como en el caso de todos los emisarios finales de los sistemas de tratamiento estudiados (figura 1).

Figura 1. Elementos hidráulicos de un canal de sección circular.



Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos. Ven Te Chow, 1959.

3.2.3 Control de calidad de los vertimientos líquidos a cuerpos de aguas superficiales.

El manejo sanitario de las aguas residuales intervienen en cada fase de la evacuación técnica; se inicia donde termina el suministro de aguas, en los accesorios y equipos a través de los cuales las aguas residuales son vertidas a los colectores, continua con el sistema de alcantarillado a través de las plantas de tratamiento y termina hasta cuando los cuerpos receptores de aguas han sido retornados a su pureza deseada (Metcalf & Eddy, 1.996).

El propósito esencial del análisis de un agua residual consiste en encontrar la composición, concentración y condición de agua residual cruda, y los posibles efectos que puedan causar a los cuerpos de aguas receptores.

El Decreto 1594 de 1984, del Ministerio de Salud, establece en su artículo 72: Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

Tabla 2.Concentraciones máximas para verter a un cuerpo de agua y a un alcantarillado público.

Referencia	Usuario Existente	Usuario Nuevo
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	< 40°C	< 40°C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción > 80% en carga	Remoción> 80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga
Demanda bioquímica de oxígeno:		
Para desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga

Carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con lo establecido en los artículos 74 y 75 del decreto citado.

Para la evaluación de las diferentes características de un agua residual se deben seguir los métodos normales o estándar; estos métodos se utilizan para apoyar las normas de calidad de agua en todos los niveles gubernamentales.

Para efectuar éste control en el ámbito regional, primero es necesario conocer y comprender los parámetros y conceptos en que se basa la calidad del agua así como los tipos de contaminantes que la puedan afectar.

3.3 CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.

Los efectos de las aguas residuales sobre el sistema de tratamiento y sobre el cuerpo receptor, se observan en función de su concentración, así como de su cantidad o caudal.

Materia Orgánica Biodegradable:

La materia orgánica biodegradable se mide en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigeno), si se descargan al entorno sin tratar, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales.

Sólidos en Suspensión:

Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar a los cuerpos de agua.

Grasas y/o Aceites:

La presencia de grasas y aceites en el agua residual puede provocar problemas tanto en la red alcantarillado, como en los sistemas de tratamiento municipal. Si no se elimina el contenido de grasas previo vertido del agua residual, este puede interferir con la vida biológica en curso de aguas superficiales y crear películas y acumulaciones de materia flotante desagradable.

3.4 CARGAS CONTAMINANTES POR VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.

El producto de la concentración por el caudal, en un sitio especifico, se denomina carga y generalmente se expresa en Kg/día. (Metcalf & Eddy, 1.996).

3.4.1 Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5):

La demanda bioquímica de oxigeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno usada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, bajo condiciones determinadas de tiempo y temperatura. Es la principal prueba usada para la evaluación de la naturaleza del agua residual.

La DBO_5 se determina generalmente a 20°C, después de incubación durante cinco días se mide el oxígeno consumido por las bacterias durante la oxidación de la materia orgánica presente en el agua residual, (R. Mendoca, Sergio, 1.997).

Los resultados de los ensayos de DBO_5 se emplea para:

- Determinar la cantidad aproximada de oxigeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
- Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento.
- Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.

3.4.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO):

El ensayo de la DQO se emplea para la medición de la materia orgánica presente en las aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos contaminantes para la vida biológica.

La DQO de un agua residual suele ser mayor que la correspondiente DBO_5, esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.

3.4.3 Sólidos Suspendidos Totales (SST):

Los sólidos suspendidos totales, es un ensayo de tipo físico que cualifica los sólidos en suspensión, contenidos en las aguas residuales.

La obtención de éste parámetro se ioniza por filtración, haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro de fibra de vidrio, con un tamaño nominal de poro de 1,2 micrómetros.

3.5 TASAS RETRIBUTIVAS POR CONTAMINACION HIDRICA.

Las tasas retributivas tienen sus inicios en el año de 1.974 cuando en el Código Nacional de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente se adoptó como un instrumento económico para el control de las emisiones de desechos líquidos y gaseosos.

Más adelante el Ministerio de Salud, en el año de 1.984 se reglamentó el Decreto 1594 del 26 de Junio por la cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 del 1979, así como el Decreto 1541 del 1.978 en cuanto al uso del agua y residuos líquidos.

Posteriormente el Ministerio del Medio Ambiente, en el Artículo 42 de la Ley 99 del 1.993, introduce el concepto de las tasas retributivas y compensatorias por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales.

En 1.997, el Ministerio del Medio Ambiente sancionó el Decreto 901 del 1º de Abril, por el cual se reglamenta el Artículo 42 de la Ley 99 del 1.993, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y la Resolución 0273 del mismo año se establecen los parámetros (Demanda Bioquímica de Oxigeno - DBO_5 - y Sólidos Suspendidos Totales – SST -) que se tendrán en cuenta para el cobro y se fijan las tarifas de estas.

El 30 de Octubre del 2003, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió el Decreto 3100, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se deroga el decreto 901 de 1997.

3.5.1 Legislación ambiental vigente.

Se resaltan las Normas Ambientales, Artículos y Decretos de interés para el presente estudio.

3.5.1.1 Constitución Política de Colombia.

Articulo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.

Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Articulo 80. El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

3.5.1.2 Decreto 1594 del 26 de Junio de 1.984 del Ministerio de Salud.

Por lo cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1.979, así como el Capítulo II del Título VI- parte III- Libro II y el Título III de la parte III- Libro I, del Decreto 2811 de 1.974 en cuanto al uso del agua y residuos líquidos.

Artículo 6. Entendiéndose por vertimiento líquido cualquier descarga líquida a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

Artículo 62. Se prohíbe la utilización de aguas del recurso del acueducto público y las de almacenamiento de aguas lluvias, con el propósito de diluir los vertimientos con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor.

Artículo 72. Todo vertimiento a un cuerpo de aguas deberá cumplir, por lo menos con las siguientes normas:

3.5.1.3 Ley 99 de 1.993 del Ministerio del Medio Ambiente.

Articulo 42: La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua o del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros, industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, que sean resultados de actividades antropicas o propiciadas por el hombre, o actividades de servicios, sean o no lucrativas se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.

3.5.1.4 Decreto 901 del 1 de Abril de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente.

"Por medio de la cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas".

Articulo 2. El presente Decreto contempla lo relacionado con el establecimiento de la tarifa mínima y su ajuste regional; define los sujetos pasivos de la tasa, los mecanismos de recaudo, fiscalización y control, y el procedimiento de reclamación.

3.5.1.5 Decreto 3100 del 30 de Octubre 2.003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Artículo 3. Priorizacion de Cuencas. Las Autoridades Ambientales competentes cobrarán las tasas retributivas por vertimientos puntuales en aquellas cuencas que se identifiquen como prioritarias por sus condiciones de calidad, de acuerdo a los Planes de Ordenamiento del Recurso establecidos en el Decreto 1594 de 1.984 o en aquellas normas que lo modifiquen o sustituyan.

Para el primer quinquenio de cobro, en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso, las Autoridades Ambientales Competentes podrán utilizar las evaluaciones de calidad del recurso disponibles, con base en las cuales realizaran dicha priorización.

Articulo 4. Para la interpretación y aplicación de las Normas contenidas en el presente Decreto se adoptarán las siguientes definiciones:

- ***Carga contaminante diaria (Cc).*** Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la carga contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medidos en horas, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0{,}0864 \times (t/24)$$

Donde :

Cc = Carga contaminante, en kilogramos por día (Kg /día).

Q = Caudal promedio, corresponde al volumen de vertimiento por unidad de tiempo durante el período de muestreo en litros por segundo (lts/Seg).

C = Concentración de sustancias contaminantes en miligramos por litro (mg/lts).

0.0864 = Factor de conversión de unidades.

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

Artículo 13. ***Tarifa regional (Tr)***. La Autoridad Ambiental competente establecerá la Tarifa regional (Tr) para el cobro de la Tasa Retributiva (TR), con base en la Tarifa mínima (Tm) multiplicada por el Factor regional (Fr), así:

$$Tr = Tm \times Fr$$

Artículo 11. ***Valor del factor regional***. El factor regional empezará con un valor igual a uno (1) el cual se ajustara anualmente a partir de finalizar el segundo año y que se aplicará a los usuarios sujetos al pago de la tasa que no hayan cumplido con la meta de reducción en el calculo del valor a pagar del año siguiente, de conformidad con la siguiente formula:

$$FR_1 = FR_0 + \frac{(Cc - Ccm)}{CcL - CcM}$$

Donde:

FR_1 = Factor regional ajustado.

FR_0 = Factor regional del año inmediatamente anterior.

Cc = Total de carga contaminante recibida por la cuenca, y vertida por los sujetos pasivos de la tasa retributiva al cuerpo de agua o tramo en el año inmediatamente anterior expresada en Kg/año; descontando la carga contaminante vertida de los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujeto al pago de la tasa.

Cc_m = Meta global de la carga contaminante para la cuenca, cuerpo de agua o tramo expresada en Kg/año; descontando la meta de reducción de los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujeto al pago de la tasa.

Cc_L = Total de carga contaminante vertida por los usuarios sujetos al pago de la tasa a la cuenca, cuerpo de agua o tramo al inicio del quinquenio expresada en Kg/año; descontando a la carga contaminante al inicio del quinquenio de los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujeto al pago de la tasa.

Artículo 16. ***Cálculo del monto mensual a cobrar por concepto de tasa retributiva.*** La Autoridad Ambiental competente iniciará cobrando la tarifa mínima de la tasa retributiva y evaluará anualmente, a partir del segundo año, el cumplimiento de la meta global de reducción de la carga contaminante del cuerpo de agua o tramo, así como el cumplimiento de las metas individuales y sectoriales.

El monto a cobrar de cada usuario sujeto al pago de la tasa dependerá de su carga contaminante vertida y de su correspondiente meta sectorial o individual. Si se cumple con la meta respectiva, el factor regional aplicado al usuario será igual a uno; si se cumple, el valor del factor regional será el calculado conforme al Artículo 15 del presente Decreto. El monto a cobrar por concepto de la tasa retributiva será de conformidad con la siguiente fórmula:

$$mp = \sum_{i}^{n} Ci * Tmi * Fr_i$$

Donde:

MP = Total monto a pagar.

Ci = Carga contaminante de la sustancia i vertida durante el periodo de cobro.

Tmi = Tarifa mínima del parámetro i.

Fri = Factor regional del parámetro i aplicado al usuario. Si cumple con su meta individual o sectorial es igual a uno; si incumple es calculado de acuerdo al Artículo 15 del Decreto 3100 del 30 de Octubre del 2.003.

N = Total de parámetro sujeto a cobro.

3.5.1.6 Decreto 1729 del 6 de Agosto. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.

Con el diagnóstico de la microcuenca del arroyo Canoas, se pretende aportar un insumo muy importante para el ordenamiento de la misma; en este sentido se detallarán los siguientes elementos del diagnóstico:

1. Delimitación, extensión, localización y situación ambiental de la cuenca hidrográfica, especialmente de las zonas de nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.
2. Zonificación ambiental de la cuenca. Apoyados en la que realizó Carsucre en su jurisdicción en 1999.
3. Caracterización físico-biótica, que comprende, entre otros, los siguientes aspectos: geográficos, hidroclimáticos y biológicos.
4. Caracterización de las condiciones socioeconómicas y culturales de la población.
5. Inventario y caracterización de los recursos naturales renovables de la cuenca y de los ecosistemas de la misma.
6. Inventario específico del recurso hídrico que contenga estimación cuantitativa y cualitativa, distribución temporal del recurso en el ámbito territorial, lo cual comprende, entre otros aspectos: la dinámica del régimen natural de las aguas superficiales y subterráneas y la calidad del agua.

7. Inventario detallado de usuarios y usos actuales y potenciales de los recursos naturales renovables de la cuenca, priorizando lo relacionado con el recurso hídrico.
8. Identificación de las obras de infraestructura física existentes en el área de la cuenca para las actividades productivas y domésticas, entre ellas, agropecuarias, industriales, mineras, petroleras, vivienda y de servicios.
9. Determinación de los impactos ambientales sobre los recursos naturales renovables, generados por el aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca.
10. Identificación de riesgos, amenazas y vulnerabilidad.
11. La identificación de conflictos de uso de los recursos naturales renovables y potencialidades de la cuenca.

El diagnóstico está dirigido fundamentalmente a identificar la situación ambiental de la cuenca, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones de los recursos naturales renovables.

- **Guía técnico científica para la ordenación de cuencas.**

  En el Artículo 25 del Decreto 1729 del 2.002 se prevé la elaboración por parte del Instituto de Hidrologia, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de una guía técnico-científica que permita a las Autoridades Ambientales competentes o la comisión conjunta, según el caso, desarrollar las fases establecidas para la ordenación de cuencas.

  Se espera que esta guía resulte útil para:

  - Clarificar el objetivo de la ordenación de cuencas en el contexto más amplio del manejo integrado de los recursos hídricos y ambientales.
  - Demostrar las interacciones e interdependencias de los sistemas y la forma de trabajar con ellas para proveer un marco unificador orientado a la evaluación de los problemas.

- Alentar el desarrollo de planes prácticos y viables formulados a la medida de las realidades específicas y complejas de cada situación local.
- Planificar el uso y manejo sostenible de los recursos naturales de la cuenca y ejecución de programas y proyectos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y restaurar la cuenca hidrográfica.

4. METODOLOGIA

Para lograr los objetivos propuestos en este trabajo se aplicó una metodología enmarcada dentro de un esquema básico diseñado a partir de la implementación de las políticas ambientales establecidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y ejecutadas por la Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), en el área de su jurisdicción del Departamento de Sucre.

4.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

4.1.1 Microcuenca arroyo Canoas.

La microcuenca del arroyo Canoas, se encuentra ubicada sobre la geografía de los Municipios de Sincelejo, Corozal y Sampués, ocupando la mayor extensión el Municipio de Sampués (Tabla 3 y Figura 2).

Tabla 3. Extensión del área de la microcuenca arroyo Canoas.

Microcuenca arroyo Canoas	Área (Has)	%
Sincelejo	2.940,0	15,90
Corozal	3.274,3	17,70
Sampués	12.277,0	66,40
Área total	18.491,3	100

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Sucre CARSUCRE, 2004.

La principal microcuenca del Municipio de Sampués es, sin lugar a duda la del arroyo Canoa, el cual en su recorrido recibe la afluencia de otros arroyos tales como: arroyo Pachotó, arroyo Payorró, arroyo el Puerco, La Peña, El Llorado, El Búho, El Peñón, arroyo El Tigre, entre otros. A su vez, algunos de estos arroyos 2reciben las aguas de otros arroyuelos y/o arroyos de corto recorrido, por lo general colectores de aguas residuales procedentes del asentamiento urbano, como es el caso del arroyo Payorró, al cual llegan las aguas del arroyo Pasatuza, colector de aguas negras de la vertiente sur del Municipio de Sampués.

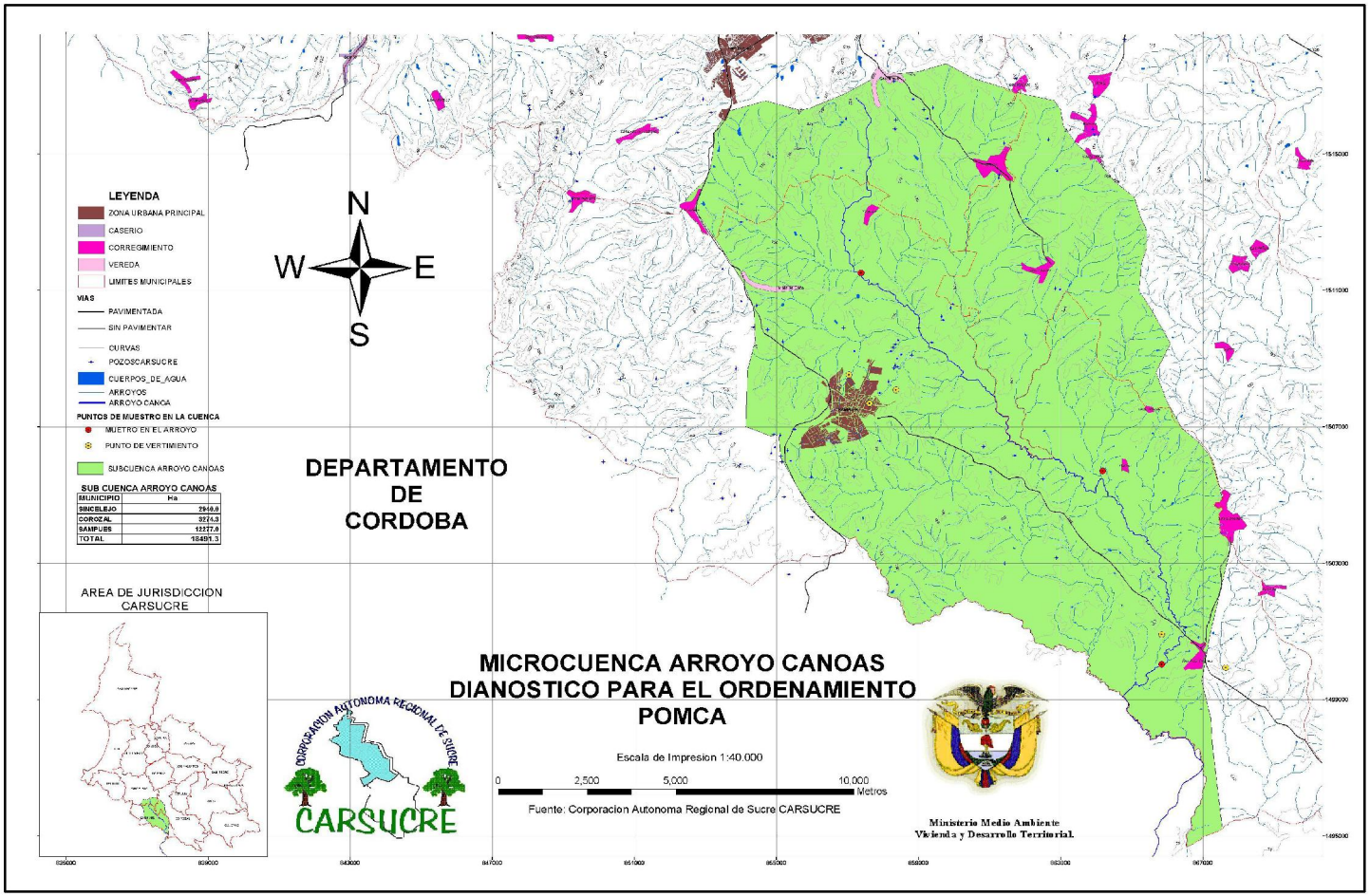


Figura Nº 2 Extensión del área de la microcuenca arroyo Canoas.

En Sampués sus afluentes principales son: arroyo La Peña, El Llorado, El Búho, (Segovia); Payorró (Mateo Pérez); El Peñón (Cabecera Municipal); El Tigre (Palito); y arroyo Pachotó (limites entre el Corregimiento Sabana Larga y la Vereda San José).

Es necesario a cotar que el arroyo Canoas en su recorrido recibe diferentes nombres, así, en los Corregimientos de Mateo Pérez y Segovia es llamado "Las Marías" y en Sabana Larga "La Laguna".

Este arroyo es el de mayor extensión e importancia para el municipio, con cursos de aguas temporales y recorridos rápidos hacia la zona sur oriental. El Canoa entra al municipio por el Norte sirviendo de límite geográfico entre los Corregimientos de Mateo Pérez y Segovia, dirigiéndose al sur oriente para luego variar su recorrido hacia el sur en el Corregimiento de San Luis. En su cause aguas arriba atraviesa por los Corregimientos: Segovia, Mateo Pérez, Cabecera Municipal, Sabana Larga, Palito y San Luis; en donde hace un recorrido de 22 Km aproximadamente desde su entrada en Segovia a una altura de 150 m.s.n.m(Zona Alta), en la mitad de su recorrido , aproximadamente en el Corregimiento de Sabana Larga se encuentra a 125 m.s.n.m. (Zona Media), y en su desembocadura por San Luis a solo 100 m.s.n.m. (Zona Baja), lo cual explica el curso que sigue el agua, con orientación Norte-Sur oriental, pero es claro que el arroyo recorre antes y después del municipio extensas zonas de Sucre y Córdoba.

Actividades tales como la tala de árboles, quemas, y la contaminación de las aguas producto de los vertimientos sólidos y líquidos a los arroyos han acelerado el proceso de descomposición del ecosistema y la sequía en la que permanece la mayoría del tiempo.

4.1.2 Aspectos físicos de la microcuenca arroyo Canoas.

Los aspectos físicos se organizaron para referenciar la microcuenca arroyo Canoas, y los aspectos socioeconómicos se identificaron según las actividades realizadas por la población asentada en el Municipio de Sampues y corregimientos que hacen parte del área de influencia.

La identificación de las diferentes características abióticas de la microcuenca arroyo Canoas, se realizó de acuerdo a la información obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1.983), e Ingeominas y estudios realizados por la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE) y la Universidad de Sucre.

Teniendo en cuenta la información obtenida del área de estudio se hizo la determinación de los siguientes elementos naturales referentes al aspecto físico, de la microcuenca arroyo Canoas.

- Clima
- Geología
- Hidrogeología
- Geomorfología
- Suelos
- Hidrografía
- Flora
- Fauna

4.1.3 Aspectos socioeconómicos del Municipio de Sampués y corregimientos que hacen parte del área de influencia.

El estudio socioeconómico se realizó, partiendo de la información suministrada por las Inspecciones de Policía, Umatas, Secretarías de Planeación Municipal, Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y

demás entidades relacionadas con este aspecto en el Municipio de Sampues.

La información obtenida se complementa con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo Municipal (PDM).

4.1.4 Identificación del componente ambiental.

En la identificación del componente ambiental se diseñó una metodología que permitiera obtener la información requerida del área de influencia del proyecto, el cual se realiza a través de las actividades definidas en cooperación conjunta, entre el equipo humano del proyecto, tasas retributivas por vertimientos puntuales (jurisdicción de Carsucre), y proponentes de este trabajo.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA DEL BOSQUE DE GALERÍA DEL ARROYO CANOAS.

4.2.1 Galería Florística.

La metodología utilizada para esta actividad, consistió primordialmente en la identificación y determinación de los constituyentes ambientales y socioeconómicos del área de estudio.

La galería florística se determinó a partir de cuatro parcelas con un área de (20 * 60) mts a lo largo y ancho del arroyo, su respectivo análisis se realizó a través del método de Simpson debido a los factores antrópicos que interactúan en el área de influencia del arroyo.

4.2.2 Galería Faunistica.

La determinación de la galería fáunistica fue realizada a través de observación directa de las zonas de estudio de la microcuenca arroyo Canoas.

4.3 Identificación y clasificación de los vertimientos puntuales arrojados al arroyo Canoas.

Para determinar la composición de las aguas residuales se analizaron diversas mediciones físicas, químicas y biológicas que incluían la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxigeno, la demanda química de oxigeno y el pH.

4.4 Caracterización física y química de los parámetros de vertimientos identificados en la microcuenca arroyo Canoas.

De los parámetros que determinan la composición de las aguas residuales se caracterizaron solamente los parámetros de DBO_5 y SST ya que estos son los utilizados para determinación de tasas retributivas por cargas contaminantes de vertimientos puntuales, los otros parámetros solo se identificaron para los vertimientos y se caracterizaron para los puntos de muestreo del arroyo.

4.5 Calculo de las cargas contaminantes objeto de cobro de tasas retributivas vertidas al arroyo Canoas.

Se hizo necesaria la medición del caudal arrojado por los vertimientos ya que esta información es importante; para la realización del trabajo de oficina pertinente a determinar las cargas contaminantes de DBO_5 y SST.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS.

El arroyo Canoas se encuentra influenciado principalmente por el Municipio de Sampués y varios corregimientos circundantes tales como Segovia, Mateo Pérez, Palito, San Luis, Sabana Larga, Chochó y Don Alonso; actuando como colectores de aguas residuales y aguas superficiales (escorrentía) producida por las lluvias y otros arroyuelos.

5.1.1 Municipio de Sampues.

El Municipio de Sampués, está ubicado en la Republica de Colombia a 17 Km. de Sincelejo en el sector occidental del Departamento de Sucre, en la subregión sabanas, que constituye el declive general de los Montes de María, hacia la Depresión Momposina, limita al norte con el Municipio de Sincelejo, al sur y occidente con el Municipio de Chinú (Departamento de Córdoba), y por el oriente con el Municipio de Corozal. Presenta coordenadas geográficas de 9º 15' de latitud norte y 9º 5' de latitud sur, con altura de 169 m.s.n.m

INFORMACION SOCIAL.

- DEMOGRAFIA

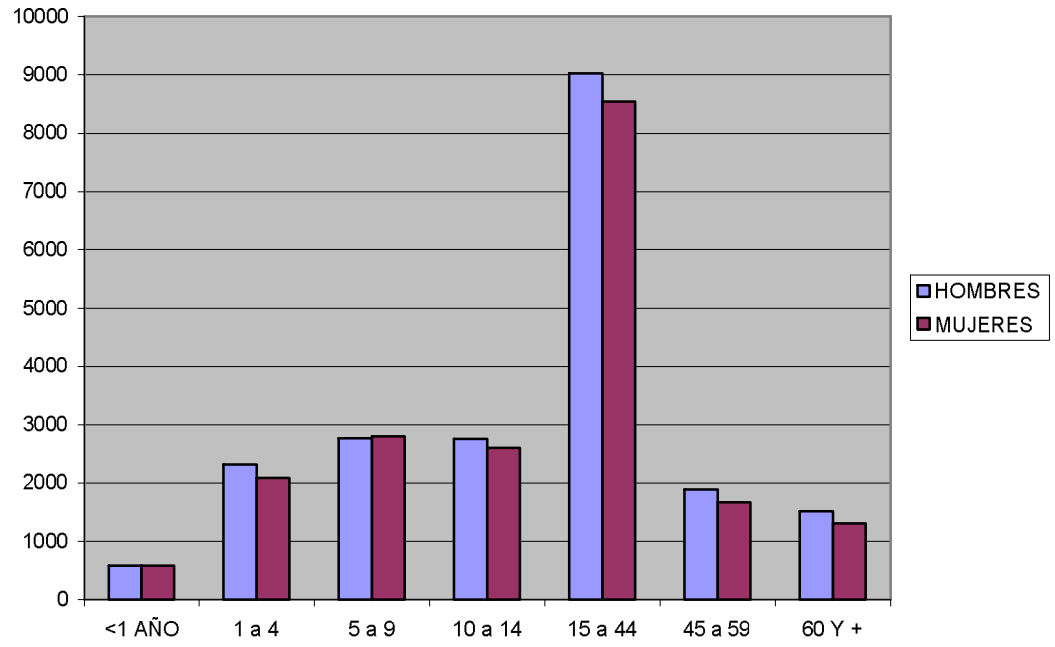
La población actual de Sampués es de 42.310 habitantes aproximadamente, de los cuales 17.450 habitan en la zona urbana y 24.860 en la zona rural. Se cuenta con un censo realizado en el año 1.998 en el cual muestra la distribución de la población por sexo y zona.

TABLA 4. Distribución de la población y ubicación geográfica – sexo y zona del Municipio de Sampues – 1.998.

GRUPO	TOTAL			URBANO			RURAL		
EDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<1 AÑO	**1.160**	**575**	**585**	**409**	**220**	**189**	**751**	**751**	**396**
1 a 4	**4.405**	**2.314**	**2.091**	**1583**	**842**	**741**	**2.822**	**1.472**	**1.350**
5 a 9	**5.753**	**2.768**	**2.805**	**2.164**	**1.050**	**1.114**	**3.409**	**1.717**	**1.691**
10 a 14	**5.357**	**2.757**	**2.599**	**2.154**	**1.074**	**1.080**	**3.203**	**1.683**	**1.519**
15 a 44	**17.559**	**9.023**	**8.536**	**7.698**	**3.704**	**3.994**	**9.861**	**5.319**	**4.542**
45 a 59	**3.555**	**1.891**	**1.664**	**1.475**	**714**	**761**	**2.080**	**1177**	**903**
60 Y +	**2.825**	**1.513**	**1312**	**1.196**	**584**	**612**	**1.629**	**929**	**700**
TOTAL	**40.443**	**20.840**	**19.593**	**16.680**	**8.188**	**8.492**	**23753**	**12.652**	**11.101**

Fuente: POT Sampues.

FIGURA 3. Distribución de la poblacion por sexo y rangos de edades, Sampues.



Fuente: (POT Sampues, 2000).

➢ VIVIENDA:

En Sampués existen 5.958 viviendas de las cuales 3.118 pertenecen a la Cabecera Municipal y 2.840 a la zona rural.

En la Cabecera del Municipio de Sampués, hay una población aproximada de 17.450 habitantes, donde el jefe de familia en la mayoría de los casos es el hombre y cuya actividad principal es la Microindustria Artesanal, Talabartería y Ebanistería.

El municipio, tiene un lenguaje arquitectónico indefinido ya que se encuentra una variedad de vivienda con materiales como bahareque, madera, zinc y bloque; combinado con cubierta de palma, teja de asbesto, teja de zinc y desechos.

A continuación se muestra el estudio que se hizo del análisis de las tipologías de viviendas:

TABLA 5. Composición de numero de personas y propiedad de la vivienda – Sampues, 1.999.

No. DE PERSONAS POR VIVIENDA	**ZONA**	
	URBANA %	RURAL %
2-5	52,8	0
5-10	38,0	100
> 10	9,0	0
TOTAL	99,8	100

PROPIEDAD	**ZONA**	
	URBANA %	RURAL
PROPIA	85,4	100
ARRENDADA	14,2	0
OTRA	0,4	0

Fuente: Plan De Desarrollo del Municipio de Sampuies (2.001).

TABLA 6. Materiales utilizados en la construcción de la vivienda Municipio de Sampues, 1.999.

MATERIALES		ZONA	
		URBANA %	RURAL %
MUROS	BAHAREQUE	44,5	71,76
	CONCRETO	49,9	28,23
PISOS	TIERRA	59	65,43
	CONCRETO	41	34,54
CUBIERTA	PALMA	55	69,8
	ETERNIT	41	28,23
	ZINC	3	1,96

Fuente: Plan de Desarrollo del Municipio de Sampues (2.001).

➢ INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS

- AGUA:

Para prestar el servicio de acueducto el Municipio de Sampues Cuenta con tres estaciones de bombeo, para una cobertura de 3.200 usuarios (viviendas), para una población de 42.000 habitantes (POT, 2.000).

Existen dificultades en las bombas, motores y tuberías que se encuentran en las estaciones de rebombeo; por está razón la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Sampues (EMPASAM) se ve en la necesidad de surtir al pueblo utilizando los pozos 3,0,2; el caudal que arrojan estos pozos oscila entre: 45-50 Lts/segundo que son impulsados al municipio a través de un tanque elevado con una capacidad de 60.000 Lts/ hora, en la actualidad el servicio de acueducto brinda al asentamiento urbano y algunas zonas rurales una cobertura del 90% de agua pura totalmente tratada.

- ENERGÍA:

El Municipio de Sampues presenta ineficiencia en las redes de energía que por su antigüedad no ofrecen un buen alumbrado público; dándose el caso que en algunos barrios periféricos utilizan este servicio de forma ilegal.

- ALCANTARILLADO:

En el Municipio de Sampués, las redes de alcantarillado existentes alcanzan una cobertura del 85% del asentamiento urbano, ya que se encuentran algunos sectores sin el servicio, y/o con el servicio parcial. Las instalaciones están en mal estado por que su diámetro no esta diseñado para recoger la cantidad de usuarios que se benefician y en otros puntos la inclinación no es la adecuada para garantizar el flujo necesario para conducir las aguas negras por gravedad al lugar donde debieran ser tratadas en una laguna de oxidación (PDM Sampues, 2.001).

La red de alcantarillado cuenta con seis puntos de vertimientos que se encuentran en partes retiradas del asentamiento urbano:

- Sector Las Peronillas y Las Acacias (Finca Santa María)
- Sector 9 de Marzo (Finca los Corrales).
- Sector 12 de Octubre (Finca San Antonio)
- Sector Matadero Municipal(Finca Acapulco)
- Sector Cementerio (Finca Pacanuy)
- Sector El Peñón (Hnos. Beltrán)

Anteriormente existía un vertimiento de residuos tóxicos de la fábrica Almidones de Colombia latitud N 9º11`545" y longitud W 75º22`010" finalizando todo esto en la finca El Peñón donde eran aprovechados como insumos para la alimentación ganadera.

El diámetro de la tubería en el municipio es variable, debido al sitio y la topografía del terreno, y el número de viviendas que se requiera cubrir.

Existen tuberías principales en cementos de: 14" , 12" y 10" con manjoles de dos metros de profundidad; también se encuentran ramales y tuberías de menores dimensiones de 6" , 4" y 3" , que vierten sus

residuos al tubo principal y este a los manjoles y por ultimo a los vertimientos.

- ASEO:

El municipio actualmente no presenta un relleno de basuras y desechos, que cumpla con las condiciones sanitarias. ya que el anterior relleno ubicado en la vía que conduce a la Vereda de San José fue cerrado por la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE) por no cumplir con las normas sanitarias establecidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y por encontrarse en zona de recarga del acuífero Morroa.

- GAS NATURAL:

El municipio (cabecera), cuenta con una cobertura del 92% del gas natural.

- TELÉFONO:

El Municipio de Sampués en su totalidad dispone de 1.206 suscriptores, posee un solo teléfono publico, situado en la sede principal de Telecom y varios Servicios de Atención Inmediata (SAI) privados.

➢ EQUIPAMIENTO MUNICIPAL.

- VÍAS:

El municipio dispone de un 34 % de vías pavimentadas. El otro 66% son las vías sin pavimentar encontrándose en mal estado.

- TRANSPORTE:

Sampués cuenta con un servicio de transporte a nivel municipal (corregimientos, veredas), Sincelejo y otras ciudades cuyo cubrimiento es bueno.

- MATADERO:

El actual matadero del Municipio de Sampues no reúne las normas sanitarias para el sacrificio de animales, debido a que los instrumentos técnicos no son los mas óptimos esto implica una higiene sin garantías, donde las etapas del proceso que se elaboran en el suelo, por no disponer con el funcionamiento del polipasto, el aturdidor, y una sierra para abrir las canales.

- SALUD:

Tanto para el asentamiento urbano y rural del Municipio de Sampues existe un Centro de Salud, lo que genera un desplazamiento de pacientes desde los corregimientos y puntos extremos del sector urbano, el promedio de atención aproximado es de 180 pacientes por día entre urgencias mínimas y consultas médicas básicas, esta cantidad se presenta debido a la ausencia de centros de salud que garanticen una mayor cobertura a la población. En el asentamiento urbano encontramos centros médicos particulares, centros odontológicos, laboratorios clínicos e IPS.

- EDUCACIÓN:

El Municipio de Sampués presenta un buen nivel de educación, esta no es suficiente para la población estudiantil, debido a que la mayoría de los colegios existentes son de preescolar y primaria; tres de bachillerato de los cuales solo dos llegan a 8º grado, dejando por fuera una gran parte de la población estudiantil que aspira a terminar la secundaria. Debido a que los planteles no cuentan con una capacitación técnica, los que llegan a este nivel no tienen oportunidades para emplearse una vez terminado el bachillerato, (PDM Sampues, 2.001).

SISTEMAS DE PRODUCCION:

La actividad tradicional de la economía del municipio es la ganadería extensiva, siguiéndole la agricultura, las artesanías y las curtiembres.

El comportamiento de estas actividades en el tiempo es clave para trazar el futuro de la economía del Municipio de Sampues. En lo referente a la agricultura el cultivo más importante es la yuca, seguido del maíz y el ñame.

5.1.1.1 Corregimiento de Palito.

Este corregimiento presenta una latitud N 9º 10´ 9.53" y longitud W 75º 18´ 48.28" con una altura de 142 m.s.n.m. Cuenta con 300 habitantes, 50 viviendas construidas particularmente en materiales nativos de la región (bahareque, palma amarga, madera etc.), posee servicios públicos de energía eléctrica y agua potable, no presenta redes de alcantarillado por lo que sus habitantes utilizan letrinas y pozas sépticas para realizar sus necesidades. Para la coación de los alimentos se utiliza madera (leña) y gas propano, ya que no presenta servicio de gas natural.

Su principal fuente de ingreso es la agricultura, donde los cultivos mas importantes son: el ñame, la yuca y el maíz; La ganadería constituye otra fuente de ingreso pero en menor escala.

5.1.1.2 Corregimiento de San Luis.

Geográficamente ubicado con latitud N 9º 6´ 942" y longitud W 75º 17´ 654". Una población de 4.000 habitantes aproximadamente, 350 casas, ocho barrios, un colegio de bachillerato con 500 estudiantes, dos colegios de primaria, servicios públicos como son: Energía eléctrica, agua potable y alcantarillado. No se cuenta con el servicio de gas natural, realizándose la coación de los alimentos con gas propano y leña.

Actualmente en el corregimiento existe un Servicio de Atención Inmediata (SAI). Las vías de acceso se encuentran en mal estado y no estan pavimentadas.

La principal fuente de ingresos es la ganadería (70%), seguida de la agricultura (20%) con los cultivos de yuca y maíz, las artesanías ocupan un (10%).

5.1.1.3 Corregimiento de Segovia.

Geográficamente presenta coordenadas latitud N 9º14´035" y longitud W 75º22`416" a una altura de 145 m.s.n.m Limita al norte con el Municipio de Sincelejo, al sur con la Vereda los Pérez, al este con el Corregimiento de Chochó, y al oeste con el Corregimiento de Mateo Pérez; ocupa una extensión de 15.5 Km.

Existen 240 viviendas, con una población aproximada de 1000 habitantes. La principal fuente de ingresos es la agricultura destacándose los cultivos de yuca, maíz y ñame a mayor escala, siguiéndole la ganadería.

Este corregimiento posee los servicios de energía eléctrica y agua potable, no cuenta con redes de alcantarillado y servicio de gas natural. Las vías de acceso se encuentran en mal estado, existe un puesto de salud sin funcionamiento y un colegio de primaria con 270 estudiantes. El servicio de acueducto es comunitario, se extrae agua de un solo pozo para satisfacer las necesidades de la comunidad.

5.1.1.4 Corregimiento de Mateo Pérez.

Este corregimiento geográficamente tiene como coordenadas latitud N 9º13`031" longitud W 75º22`529". Limita al norte con el Municipio de Sincelejo, al sur con el Municipio de Sampues, al este con el Corregimiento de Segovia, y al oeste con el Corregimiento de Mata de Caña; con una extensión de 7,4 Km.

Posee 200 viviendas; la mayor parte de las casas son de bahareque, presenta una población de 400 habitantes. La mayor fuente de ingresos es la agricultura (ñame, yuca y maíz), siguiéndole la ganadería.

Dispone de los servicios de energía eléctrica y agua potable, el acueducto es comunitario con Mata de Caña y La Gallera; su rebombeo proviene del acueducto de Sampues. No posee servicios de: Salud, gas natural y redes de alcantarillado, realizándose las necesidades en pozas sépticas. Tiene un colegio de bachillerato con servicios de educación de primaria hasta 9º grado.

5.1.1.5 Corregimiento de Sabana Larga.

El Corregimiento de Sabana Larga limita al norte con el Municipio de Sampues, al sur con el Corregimiento de San Luis, al este con el Corregimiento de Palito, y al oeste con la Vereda San José; con altura de 159 m.s.n.m.

En la actualidad posee unas 85 viviendas, donde el 80% son de tipo material y el resto en bahareque, con una población aproximada de 480 habitantes, donde la mayor fuente de ingresos es la agricultura con cultivos transitorios como yuca, maíz y ñame, siguiéndole la ganadería extensiva.

Respecto a la infraestructura de servicios públicos cuenta con energía eléctrica y acueducto proveniente del Municipio de Sampues y un SAI telefónico privado.

No presenta una red de alcantarillado, por lo cual realizan sus necesidades en letrinas o posas sépticas.

En el corregimiento hay un colegio de primaria hasta 5º grado con 85 alumnos y el bachillerato lo realizan en el Municipio de Sampues.

5.1.2 MUNICIPIO DE COROZAL.

5.1.2.1 Corregimiento de Don Alonso.

Limita al norte con el Corregimiento de Cantagallo, al sur con el Caserío de Calle Nueva, (Las Llanadas) y el Municipio de Sampués, al este con el Corregimiento de Chapinero, al occidente o ponente, con el Corregimiento de Chochó (Sincelejo) y el Corregimiento de Segovia (Sampués).

Se encuentra ubicado a 195 m.s.n.m y coordenadas latitud N 9º 13´ 30.02" y longitud W 75º 19´ 47.92", presenta una pluviometria de 1.000 mm anuales, sus suelos son profundos con erosión moderada, dedicados a la explotación ganadera y agrícola.

Don Alonso, tiene una extensión de 2.117 hectáreas, con 12,63 hectáreas en el área urbana y 2.104 hectáreas, pertenece al área rural, el área total del corregimiento equivale al 4.99% del área del Municipio de Corozal. En vivienda, el corregimiento tiene actualmente 202 viviendas y una población de 922 habitantes aproximadamente.

La población dispone del servicio de un solo acueducto que abastece un 95% de la población, un centro de educación de básica primaria (San Juan Bosco) en buen estado, un puesto de salud en estado regular, con dotación incompleta, atendido por un médico rural y una promotora. En servicios domiciliarios, solo se presta el servicio de agua potable, no hay servicios de aseo, alcantarillado, gas, y teléfono. El servicio de energía se presta con baja calidad (POT Corozal, 2000).

5.1.3 MUNICIPIO DE SINCELEJO.

5.1.3.1 Corregimiento de Chochó.

Se ubica en la zona sur del Departamento de Sucre, limita al norte con el Municipio de Sincelejo, al este con la Vereda Las Palmas, al oeste con el Municipio de Sampués y al sur con Don Alonso. Presenta coordenadas geográficas latitud N 9º 15´ 29.92" y longitud W 75º 21´ 45.36" con altura de 207 m.s.n.m.

Este corregimiento cuenta actualmente con 3.814 habitantes y 750 casas y, con los servicios de agua, energía eléctrica, alcantarillado, telefonía y gas natural. El servicio de agua es ofrecido por un tanque elevado con capacidad de 50.000 litros brindándose este servicio en regulares condiciones ya que se bombea cada seis a ocho días debido a que existe un solo pozo subterráneo y otro que se encuentra actualmente en perforación para aliviar la demanda de la población.

El servicio de alcantarillado se encuentra en regular estado y el servicio de aseo no se le ofrece a la comunidad debido a que no existen rellenos sanitarios. La principal fuente de empleo es la agricultura (maíz, yuca y ñame), seguida de la ganadería extensiva, el corregimiento cuenta con una inspección de policía que depende del Municipio de Sincelejo.

Las principales vías de acceso se encuentran en regular estado (POT Sincelejo, 2.000).

5.2 CARACTERISTICAS BIOFISICAS DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS.

5.2.1 Clima.

Según (POT, 2.000) del Municipio de Sampués la microcuenca arroyo Canoas esta localizado en el piso térmico cálido con temperaturas medias anuales de 28,6 ºC y precipitación media anual de 1.250 mm.

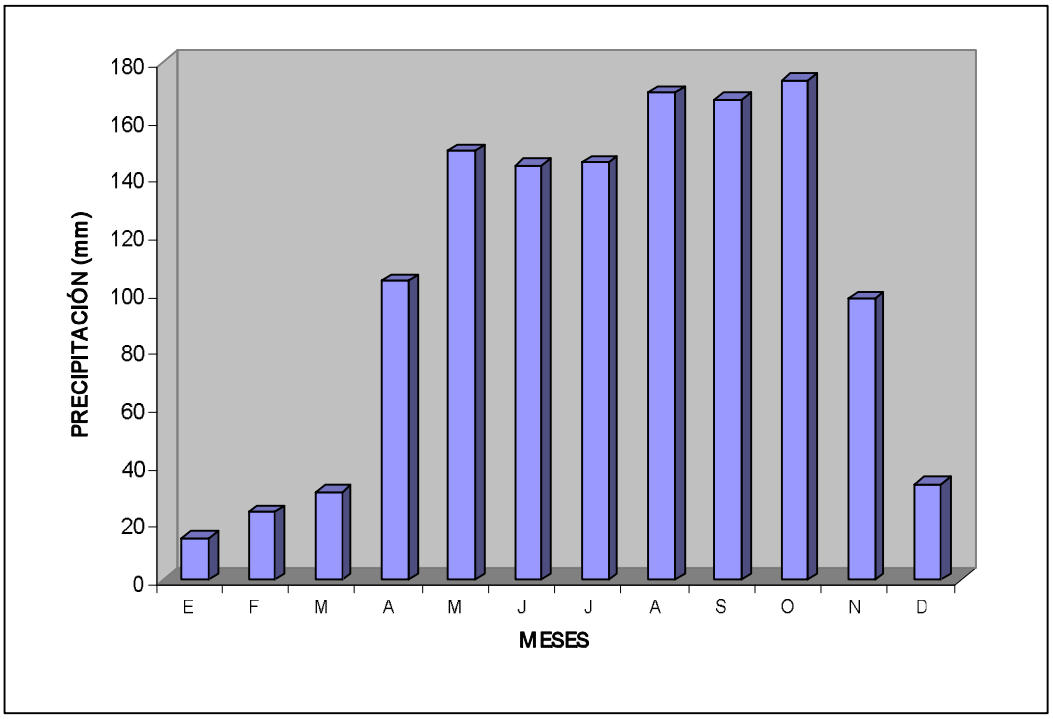
La distribución temporal de la precipitación es regida por la convergencia intertropical (CIT), con un comportamiento unímodal, con un periodo seco diciembre – marzo y un periodo lluvioso abril – noviembre.

- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN.

El fenómeno de la precipitación esta regido por los movimientos de las masas de aire que convergen a la zona ecuatorial de baja presión llamada zona de convergencia intertropical (CIT), por este fenómeno y el relieve

del municipio la distribución espacial de la precipitación salvo algunas variaciones mínimas es considerado uniforme.

FIGURA 4. Distribución temporal de la precipitación, Sampues.



FUENTE: (POT Sampues, 2.000).

- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA TEMPERATURA.

  La distribución temporal de la temperatura es uniforme presentando un leve aumento en los meses de febrero, marzo y abril.

- OTROS PARÁMETROS CLIMÁTICOS (valores medios).

  -Humedad relativa 88%.

  -Brillo solar 1.860 horas / año.

  -Velocidad del viento 4 metros / segundo.

  -Evaporación 5 mm / día.

➢ BALANCE HÍDRICO.

Este se realiza haciendo un cómputo mensual entre la precipitación y la evapotranspiración potencial estimada a partir de la evaporación potencial. A su vez el valor de la escorrentía se tomó como un 15% de la precipitación. El balance hídrico consta de:

Entradas: Precipitación P (mm).

Salidas: Evapotranspiracion potencial ETP (mm).

Escorrentía directa ESC (mm).

Infiltración I (mm).

DEF: Déficit.

NOR: Humedad normal.

EXC: Excesos.

Los valores usados fueron promediados de los datos obtenidos en las siguientes estaciones del IDEAM en la zona.

TABLA 7. Balance Hídrico del Municipio de Sampues.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P	14,4	23,5	30,6	103,8	149,0	144,0	144,8	169,3	166,9	173,5	97,9	33,5
ETP	148,0	166,3	183,9	169,2	115,8	129,6	126,5	124,8	112,1	114,3	119,5	113,2
ESC	2,2	3,5	46	15,6	22,4	21,6	21,7	25,4	25,0	26,0	14,7	5,0
I	12,2	20	26	88.2	115,8	122,4	123,1	124,8	112,1	114,3	83,2	28,5
B H	DEF	DEF	DEF	NOR	EXC	NOR	NOR	EXC	EXC	EXC	NOR	DEF

Fuente: (POT Sampues, 2.000).

TABLA 8. Registro de Estaciones pluviométricas.

Nº	ESTACION	TIPO	MUNICIPIO	LOCALIZACION		ELEVACIÓN m.s.n.m.	PERIODO DE REGISTRO
				LATITUD	LONGITUD		
1	GRANJA EL PERICO	CLIMATOLOGICA PRINCIPAL	SAMPUES	N 9E – 12E	VV 75 – 23E	160	1984 -1995
2	AEROPUERTO R. BARVO	SINOPTICA	COROZAL	N 9E – 20E	VV 75E –17E	166	1943 –1995
3	CHINU	PLUVIOMÉTRICA	CHINU	N 9E –07E	VV 75E –27E	125	1958 – 1995

Fuente: (POT Sampues, 2.000).

5.2.2 Geología.

Según estudios realizados por Ingeominas la microcuenca arroyo Canoas, esta ubicada en las siguientes unidades litoestratigráficas.

- FORMACIÓN BETULIA.

Ubicada al sureste del asentamiento urbano a una distancia aproximada de 2 Km. Históricamente la formación Betulia tuvo su origen en el cuaternario, por la depositacion en la zona de arenas y arcillas originadas por las variaciones de nivel del mar. Más reciente los sistemas San Jorge y Magdalena, han erosionado la formación Betulia dejándola en parte como terrazas abandonadas (Buenavista, San Pedro, Sabanas de Pedro, Las Llanadas). La estratigrafía de la formación es básicamente arcillolitas abigarradas con Intercalaciones de pequeños paquetes arenosos, secuencia fluvio - lacustre y con espesor mayor de 400 m.

- FORMACIÓN SINCELEJO.

Tuvo su origen en el terciario debido a que el sistema fluvial Cauca que salía al mar Caribe al sur, comenzó a fluir por el piedemonte de las Serranías de San Jacinto y San Jerónimo donde depositó una amplia

secuencia de arenas. Estratigráficamente la formación Sincelejo consta de una secuencia de areniscas de grano grueso a conglomeratico en la parte inferior. En la superior consta de areniscas delgadas con intercalaciones de arcillolitas montmorilloniticas.

5.2.3 Hidrogeología.

El área de influencia de la microcuenca arroyo Canoas esta privilegiada hidrogeológicamente ya que parte de su territorio está localizado sobre el área de recarga del acuífero de Morroa. Este es un acuífero complejo constituido por capas de areniscas y conglomerados poco consolidados, intercalados con capas de arcillolitas, producto de la sedimentación detrítica en un ambiente típico de abanico aluvial y cauces fluviales, por esto los niveles más permeables proceden de los canales principales y de las zonas proximales del abanico.

El acuífero de Morroa tiene un espesor variable y se han calculado por medio de pruebas de bombeo transmisividades entre 21 y 470 m^2 /día, coeficientes de almacenamiento de $1,9 * 10^{-3}$ y $2,2 * 10^{-4}$, y reservas totales del orden de los 12.000 millones de metros cúbicos de agua, con una recarga potencial de 50 millones de metros cúbicos de agua por año.

5.2.4 Suelos.

La información se obtuvo en base a los estudios hechos por el Agustín Codazzi, Universidad de Sucre y esta investigación.

La gran mayoría de los suelos ubicados en el área de estudio presentan erosión de ligera a severa, con abundantes cantos rodados y gravilla en la superficie y en el interior del perfil; estos suelos se localizan en los Corregimientos de Sampues y Corozal.

El relieve varía de ligeramente ondulado a moderadamente quebrado, con pendientes de 3%, 7% y 12% y 25%.

5.2.5 Hidrografía.

En el extremo occidental, debido a las características de su relieve (pendientes mayores de la microcuenca y cercanía a la Serranía de San Jerónimo) se conforma una red hidrográfica turbulenta con facilidad de desbordamiento, que deja a su paso material terroso proveniente de las partes altas durante las crecientes causadas por fuertes lluvias (erosión hídrica).

5.2.6 Flora.

Los resultados obtenidos de la caracterización de la flora del bosque de galería del arroyo Canoas se condensan en la siguiente tabla:

TABLA 9. Galería florística del área de influencia de la microcuenca.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	AREA DE ESTUDIO		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Ajicillo	*Rhus juglandirolia*		X	
Camajon	*Sterculia apetala*	X	X	
Campano	*Pithacellobium saman*	X	X	
Caracoli	*Anacardium excelsum*	X	X	X
Ceiba de Leche	*Hura crepitans*		X	
Cenicero	*Gnaphallium americanum*		X	
Granadillo	*Pasiflora legularis*		X	
Guacamayo	*Albizzia guachepelle*		X	
Guacharaco	*Cupania americana*		X	
Guama de mico	*Inga edulis*		X	X
Guacimo	*Guazima ulmifolia*	X	X	
Jobo Macho	*Spondias bombin*		X	X
Mamòn de mico	*Talisia olivaeformis*	X	X	X
Mango	*Mangifera indica*	X	X	
Mora	*Mora megistosperma*	X	X	

Tabla 9, Continuación.

Morrocollero	*Mayna grandifolia*		X	
Membrillo	*Cydona maliformis*		X	
Muñeco	*Cordia collococca L.*		X	
Orejero	*Enterocelobium sp*	X	X	
Palma Amarga	*Sabal mauritiliformis*	X		
Pepo	*Sapindus saponaria*		X	
Pico de Loro	*Pithecolumbium lanceolatum*		X	
Resbalamono	*Burcera simaruba*		X	
Roble	*Tabebuia rosea*	X	X	X
Totumo	*Crescentia cujete*		X	X
Uvero	*Coccoloba sp*		X	X
Vara santa	*Triplaris pyramidalis*		X	
Vara de humo	*Cordia alliodura*	X	X	
Higuerón	*Picus glabrata*		X	

La ubicación de las parcelas quedo definida de la siguiente manera:

- **Parcela 1.**

  Se realizó en la parte alta del arroyo, geográficamente ubicada con latitud N 9º 15`790" y longitud W 75º 22´529". La vegetación es mas abundante con relación a las demás parcelas, posiblemente las características físicas del suelo observadas pudo haber generado las condiciones ambientales propicias para el crecimiento y desarrollo de la vegetación. El grado de fustales es del 100% lo cual indica que puede ser debido a la poca intervención antropica, en cuanto a la diversidad se puede decir que las condiciones anteriormente mencionadas son propicias para la adaptación de las diversas especies encontradas.

- **Parcela 2.**

  Situado en la parte media del arroyo con latitud N 9º 13´311" y longitud W 75º 22´529". El inventario florístico arrojó un total de 125 individuos, de los cuales un 16,8% son fustales y el 83,2% restante son brinzales. Esta parcela presenta poca cantidad de fustales posiblemente debido a la intervención del hombre, a su vez se observa una abundante cantidad de individuos en estado de brinzal determinando una etapa de regeneración natural en el terreno dada la cercanía del arroyo y abundancia de agua en este. La diversidad es alta en comparación con las otras parcelas estudiadas pero es baja en relación al número de individuos contabilizados.

- **Parcela 3.**

  Registrada en la parte media del arroyo, ubicada geográficamente con latitud N 9º 11`789" y longitud W 75º 21´160" el análisis florístico arrojó un total de 45 individuos con un 22,22% de fustales y 77,78% de latizales, se puede decir que el grado de regeneración es bajo debido a la tala de árboles y la ganadería extensiva alterando las propiedades físicas del suelo, la diversidad es baja debido a los factores antes mencionados.

- **Parcela 4.**

  Localizada en la parte baja del arroyo, latitud N 9º07´354" y longitud W 75º 17´544" se contabilizó un numero de 27 individuos, con un 100% de fustales. El grado de regeneración es casi nulo dada la influencia de la ganadería y tal vez las propiedades físicas del suelo, posiblemente estos factores no brinden las condiciones ambientales para el crecimiento y desarrollo de la flora. La diversidad es baja en relación a las otras parcelas estudiadas.

5.2.7 Fauna.

La fauna encontrada en el área de estudio esta asociada a las diferentes especies de animales como mamíferos, aves y reptiles; que se resume en la siguiente tabla:

TABLA 10. Galería faunistica del area de influencia de la microcuenca arroyo Canoas.

MAMIFEROS

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	AREA DE ESTUDIO		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Reces	*Bos Taurus*	X	X	X
Cerdos	*Sus Scrofa Domisticus*	X	X	X
Conejos silvestres	*Sylvilangus floridanus*		X	X
Ardillas	*Sciureus granatensis*	X		X
Mico titi	*Sanguinus leucopus*	X		X
Mico perezoso	*Bradypus variegatus*	X		X
Mono cotudo	*Alouatta seniculus*	X		X

AVES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	AREA DE ESTUDIO		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Garza Blanca	*Buvuleus ibis*	X		X
Cocineras	*Grotophaga minor*	X	X	X
Canarios	*Sicalis flaveola*	X		X
Lechuza	*Tyto alba*		X	
Carpintero	*Campephilus melamoleucus*	X	X	X
Perico	*Brotogeris Jugularis*	X	X	X

Tabla 10, continuación.

REPTILES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	AREA DE ESTUDIO		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Icoteas	*Podecriemis sp*		X	X
Iguanas	*Iguana iguana*	X	X	X
Lobo pollero	*Tupinambis nigropunctatus*	X		X
Babillas	*Caimán crocodylus*			X

De los resultados obtenidos se puede concluir que la parte alta (Segovia) y baja (San Luis) son las que presentan mayor diversidad, reflejado en la conservación del paisaje florístico que le sirve de hábitat a muchos de los animales encontrados; a diferencia de la parte media donde hay menor diversidad.

5.3 ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS.

5.3.1 Zonificación Biofísica del Municipio de Sampues.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en el área de influencia de la microcuenca arroyo Canoas, se encuentran las siguientes zonas de uso:

- Zona Forestal Protectora - Productora.
- Zona Agrícola.
- Zona Agrícola Ganadera.
- Zona de Ganadería Extensiva.
- Zona de Afloramiento del Acuífero de la Formación Morroa.
- Zona de Reserva Agroforestal.

- Zona Forestal Protectora – Productora.

  En estas áreas se debe conservar la vegetación natural. Las partes que han sido taladas se deben recuperar, con el fin de proteger los suelos, la fauna, flora y las cuencas hidrográficas.

  En la microcuenca arroyo Canoas la Zona Forestal Productora - Protectora cubre una superficie de 424 hectáreas, que representa el 2% del territorio, se encuentra localizada al oeste de la Cabecera Municipal de Sampues (POT Sampues, 2.000).

- Zona Agrícola.

  Corresponden a lomas y algunos valles con relieve plano a ondulado, en pendientes menores al 12% con suelos bien drenados, moderadamente profundos a profundos, afectados por erosión ligera.

  La Zona Agrícola cubre una superficie de 9.300 hectáreas, que representa el 44% del territorio, se encuentra localizada en los alrededores de la Cabecera Municipal de Sampues.

  Esta zona tiene alto potencial de producción de arroz, maíz, algodón, sorgo, ajonjolí, tabaco, yuca, ñame y frutales, pueden convertirse en el principal polo de desarrollo agrícola del municipio, utilizando técnicas apropiadas, incentivando la construcción de distritos de riego, aprovechando con esto al máximo el potencial de estos suelos(POT Sampues, 2.000).

- Zona Agrícola - Ganadera.

  Corresponden al valle del arroyo Canoas y arroyo el Campo del Municipio de Sampues, en clima cálido húmedo, con relieve plano a ligeramente inclinado cuyo drenaje pobre a muy pobre permite cultivos transitorios y ganadería la mayor parte del año.

  En el Municipio de Sampués la Zona Agrícola – Ganadera cubre una superficie de 3.300 hectáreas, que representa el 16% del territorio, se

encuentra localizada en los valles del arroyo Canoas y arroyo el Campo (POT Sampues, 2.000).

- Zona de Ganadería Extensiva.

  Corresponden a lomas y algunos valles del Municipio de Sampues, en clima cálido seco, con relieve plano a ondulado, en pendientes menores al 12%. La profundidad efectiva es moderada debido a las limitaciones, en algunos casos, por capas de gravillas, cascajo y piedras; hay áreas con erosión ligera.

  La Zona de Ganadería Extensiva cubre una superficie de 2.940 hectáreas, que representa el 14% del territorio, se encuentra localizada al sur de la Cabecera Municipal, incluyendo una pequeña zona del valle del arroyo Canoas.

  En la actualidad estas tierras se están explotando en ganadería extensiva y en pequeños lotes con maíz. El uso más indicado es el de la ganadería extensiva con un adecuado manejo de pastos y potreros empleando el sistema de rotaciones (POT Sampues, 2.000).

- El área de afloramiento del acuífero de la formación Morroa.

  Es la única fuente de agua potable de la cual se abastecen poblaciones de los Departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba; en el territorio del Municipio de Sincelejo se encuentra parte de la zona de recarga del acuífero específicamente en áreas de los Corregimientos de Las Palmas y Chochó, extendiéndose de occidente a oriente desde el pie de los Cerros de Romero y de Santa Helena, circundantes al casco urbano de la ciudad, hasta los limites con los Municipios de Corozal y Sampués. En el Municipio de Sincelejo esta zona ocupa un área de 4.917,50 Ha, que equivalen al 18,65% del territorio rural del Corregimiento de Chochó (POT Sincelejo, 2.000).

- Zona de reserva agroforestal.

Corresponde a la agricultura de subsistencia con cultivos transitorios, manejo integral biológico en forma asociada con arbustos nativos, incluidos frutales (uso: agroforestal asociado extensivo). 6.893,36 Ha. Esta zona corresponde al Corregimiento de Don Alonso (POT Corozal, 2.000).

5.4 DETERMINACION DE LA CARGA CONTAMINANTE VERTIDA EN LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS.

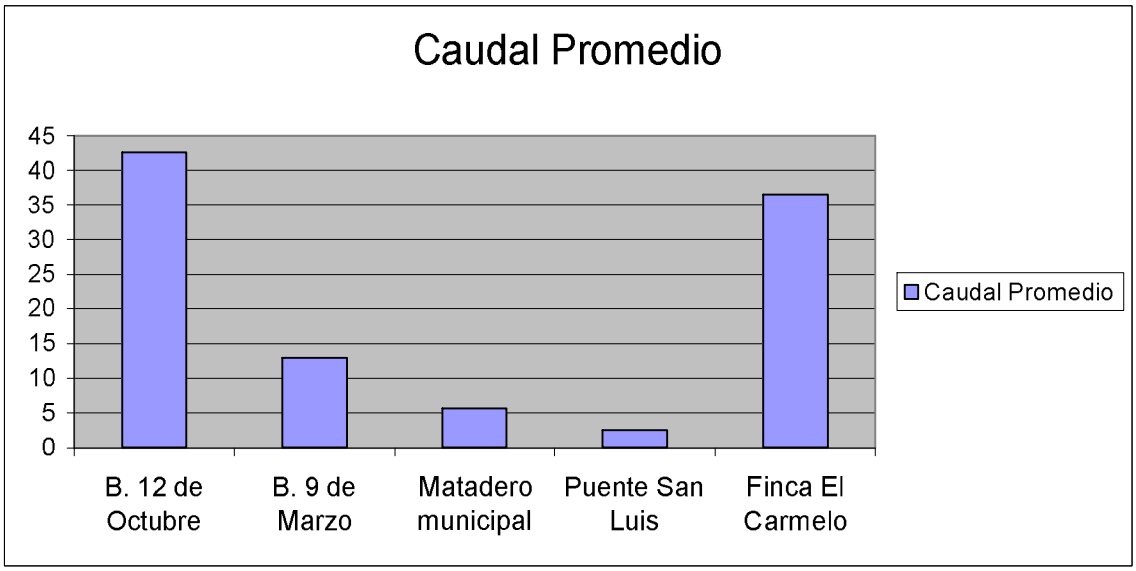
5.4.1 Caudales de Aguas Residuales.

Es necesario determinar el caudal de aguas residuales, con el fin de calcular la carga de los parámetros medidos (DBO_5 y SST). Por lo anterior el sitio de medida del caudal debe estar íntimamente relacionado con el de muestreo. (Tabla 11 y Figura 5).

TABLA 11. Caudales de aguas residuales de vertimiento.

PUNTO DE REFERENCIA	CAUDAL PROMEDIO (lts/seg)	% CAUDAL PROMEDIO	CUERPO RECEPTOR
B. 12 de Octubre	42,56	69,6	Arroyo pasatusa
B. 9 de Marzo	12,91	21,2	Arroyo Payorró
Matadero Municipal	5,65	9,2	Arroyo El Peñol
Puente San Luís	2,54	6,5	Arroyo Canoas
Finca El Carmelo (San Luís)	36,49	93,5	Arroyo Canoas

FIGURA 5. Grafica de caudales promedios vs vertimientos.



En el Barrio 12 de Octubre llegan las aguas residuales provenientes de la zona céntrica, donde se presentan los máximos registros de caudal. En cuanto al Corregimiento San Luis el punto de referencia de la Finca El Carmelo presenta un caudal elevado ya que este punto esta cubriendo casi el total de área de la red de alcantarillado.

5.4.2 Caracterización de las Aguas Residuales Urbanas.

El propósito de un análisis de agua es el de evaluar las propiedades de una matriz, cuyos resultados deben ser de alta calidad, confiabilidad y adecuados al propósito para el cual fueron solicitados, ya que con base en esta información se toman importantes decisiones en materia de aplicación de legislación, implementación de medidas de mitigación, control y protección del medio ambiente, las cuales están regidas por Normas y regulaciones de carácter Nacional y Regional. (Tabla 12 y 13).

TABLA 12. Datos "In situ" de vertimientos.

FECHA DEL MUESTREO VERT.	SITIO DEL MUESTREO	T°C	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (Ms/Cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
12/05/2004	12 de Octubre, vert. 1	31,4	7,09	1.028	0,2	0,27	3,8
12/05/2004	9 de Marzo,Vert 2	31,7	7	1.526	0,6	0,08	1,2
12/05/2004	Matadero,Vert 3	31,5	7,5	1.477	0,5	0,32	4,5
13/05/2004	Puente San Luis,Vert 4	31,4	7,92	1.678	0,6	0,1	1,4
13/05/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	30,5	7,06	1.265	0,4	0,07	1
10/06/2004	12 de Octubre, vert. 1	30,5	6,95	949	0,2	0,43	6,1
10/06/2004	9 de Marzo,Vert 2	31,4	7,2	1.262	0,4	0,89	12,5
10/06/2004	Matadero,Vert 3	30,9	7,54	1.123	0,3	3,04	42,7
11/06/2004	Puente San Luis,Vert 4	31,1	7,86	1.487	0,6	0,68	9,5
11/06/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	30	7,65	565	0	2,99	42
13/08/2004	12 de Octubre, vert. 1	28,9	7,56	1.161	0,4	0,9	12,7
13/08/2004	9 de Marzo,Vert 2	33	7,65	1.036	0,3	1,7	23,9
13/08/2004	Matadero,Vert 3	32	6,77	999	0,2	1,78	25
13/09/2004	12 de Octubre, vert. 1	31	7,71	975	0,3	2,04	28,6
13/09/2004	9 de Marzo,Vert 2	31,3	7,24	305	1,5	1,94	27,2
13/09/2004	Matadero,Vert 3	29,9	8,51	243	1,1	1,99	27,9
13/09/2004	Puente San Luis,Vert 4	31,5	7,78	1.262	0,4	2,74	38,5
13/09/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	28,7	7,66	577	0	4,01	56,4
21/10/2004	12 de Octubre, vert. 1	31,3	7,52	908	0,2	4,48	63
21/10/2004	9 de Marzo,Vert 2	30,4	7,06	1.498	0,6	4,477	62,9
21/10/2004	Matadero,Vert 3	30,5	7,3	1.256	0,4	4,81	67,6
21/10/2004	Puente San Luis,Vert 4	30,9	6,65	205	0,8	4,82	67,7
21/10/2004	Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	26,8	6,71	154	0	6,69	94

TABLA 13. Datos de laboratorio de vertimientos.

FECHA DEL MUESTREO VERT.	SITIO DEL MUESTREO	S.S. (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
12/05/2004	12 de Octubre, vert. 1	7	1.054	664	257
12/05/2004	9 de Marzo,Vert 2	80	4.060	2640	449
12/05/2004	Matadero,Vert 3	36	1.752	909,1	487
13/05/2004	Puente San Luis,Vert 4	2	902	867	600
13/05/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	0,4	1.034	968	698
10/06/2004	12 de Octubre, vert. 1	2,4	996	676	246
10/06/2004	9 de Marzo,Vert 2	4,5	1.776	1216	335
10/06/2004	Matadero,Vert 3	1	836	689,3	367,5
10/06/2004	Puente San Luis,Vert 4	0	756	622,7	510
10/06/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	12	928	683	367,5
13/08/2004	12 de Octubre, vert. 1	6,7	928	581,3	385
13/08/2004	9 de Marzo,Vert 2	14	1.284	764	340
13/08/2004	Matadero,Vert 3	3,7	584	429	283
13/09/2004	12 de Octubre, vert. 1	<2.0	646	461	320
13/09/2004	9 de Marzo,Vert 2	< 8.0	2.910	1940	590
13/09/2004	Matadero,Vert 3	<0.1	1.170	920	790
13/09/2004	Puente San Luis,Vert 4	<3.6	570	350.8	480
13/09/2004	Finca El Carmelo,Vert 5	<0.1	421.6	284.5	200

Tabla 13, Continuación.

21/10/2004	12 de Octubre, vert. 1	<5.8	1.008	664	274
21/10/2004	9 de Marzo,Vert 2	<1.2	1.704	990.1	415
21/10/2004	Matadero,Vert 3	<2.2	1.064	630	719.3
21/10/2004	Puente San Luis,Vert 4	<4.8	1.306	1146	420.5
21/10/2004	Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	<0.8	294	205	378

Los vertimientos muestreados presentan contenidos de materia orgánica putrescibles, residuos domésticos, residuos humanos y de animales, y ciertas industrias como los mataderos, no alcanzándose niveles de remoción en carga ya que no existen sistemas de tratamientos. (Tabla 14).

Tabla 14. Clasificación de los vertimientos.

VERTIMIENTO	CLASIFICACION
Barrio 12 de Octubre	Domestico
Barrio 9 de Marzo	Domestico
Matadero municipal	Industrial y Domestico
Puente San Luis	Domestico
Finca El Carmelo	Domestico

5.4.3 Caracterización de los puntos de muestreo en el arroyo.

El análisis de los puntos de muestreo se realizó en la parte alta, media y baja del arroyo, con el fin de mirar el comportamiento hídrico y determinar el grado de contaminación y recuperación natural del arroyo después de haber recibido cargas contaminantes por vertimientos.

TABLA 15. Datos “in situ” de puntos muestreados del arroyo.

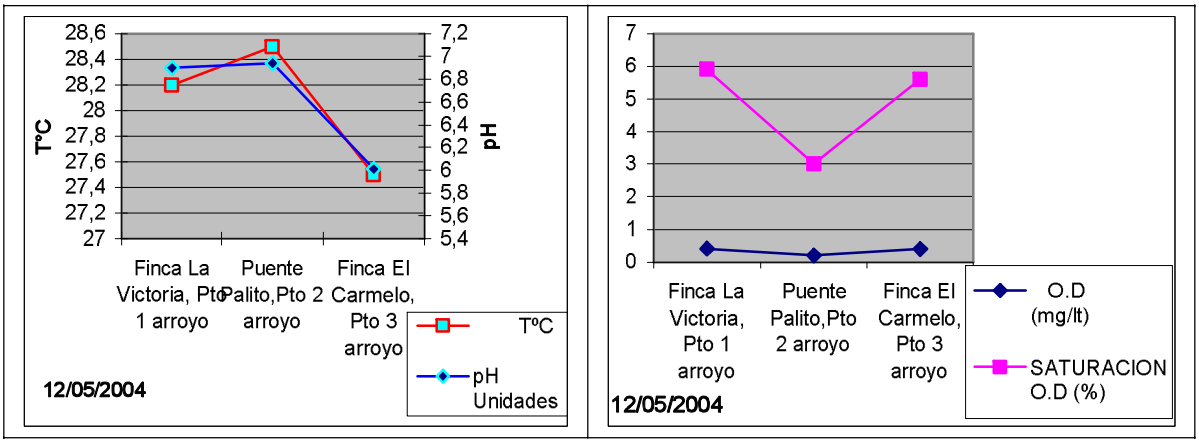
FECHA DEL MUESTREO ARROYO	SITIO DEL MUESTREO	T°C	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (mSs/cm)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
12/05/2004	Finca La Victoria, Pto 1	28,2	6,9	864	0,42	5,9
12/05/2004	Puente Palito,Pto 2	28,5	6,94	625	0,21	3
12/05/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	27,5	6,01	263	0,39	5,6
10/06/2004	Finca La Victoria, Pto 1	27,4	6,77	449	1,62	22,8
10/06/2004	Puente Palito,Pto 2	29,9	7,68	317	3,8	53,5
10/06/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	30,3	7,86	212	4,72	66,3
13/09/2004	Finca La Victoria, Pto 1	29,7	7,8	389	3,07	43,1
13/09/2004	Puente Palito,Pto 2	29	7,58	291	4,43	62,3
13/09/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	27,5	7,41	218	4,28	60,1
21/10/2004	Finca La Victoria, Pto 1	29,1	7,22	695	7,08	99,5
21/10/2004	Puente Palito,Pto 2	28,8	6,93	233	7,05	99
21/10/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	26,8	6,71	154	6,69	94

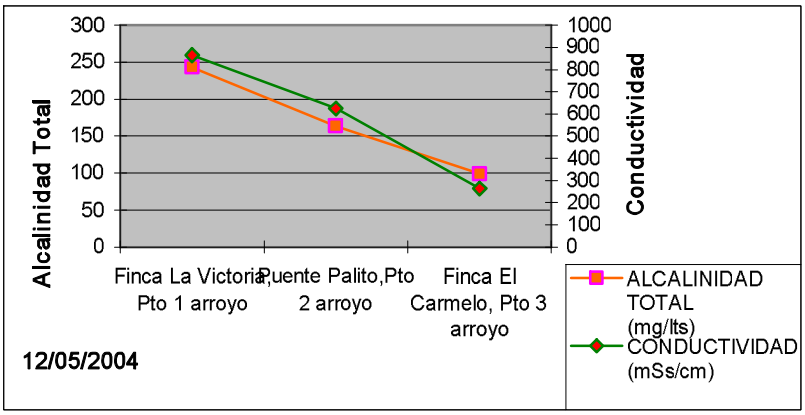
TABLA 16. Datos de laboratorio de los puntos muestreados en el arroyo.

FECHA DEL MUESTREO ARROYO	SITIO DEL MUESTREO	S.S (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
12/05/2004	Finca La Victoria, Pto 1	0	556	512,25	243,5
12/05/2004	Puente Palito,Pto 2	0,1	480	406,66	163,5
12/05/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	0,2	286	176	99
10/06/2004	Finca La Victoria, Pto 1	0	336	323,1	130,5
10/06/2004	Puente Palito,Pto 2	0	276	244	102
10/06/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	0,3	438	240,5	80,5
13/09/2004	Finca La Victoria, Pto 1	0.1	186	110	110
13/09/2004	Puente Palito,Pto 2	0.1	286	179.5	80
13/09/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	0.1	398	332	70
21/10/2004	Finca La Victoria, Pto 1	0.6	894	676	170.5
21/10/2004	Puente Palito,Pto 2	0.1	596	482.6	157
21/10/2004	Finca El Carmelo, Pto 3	0.3	894	276	99.8

Los resultados obtenidos de las diferentes pruebas de campo y laboratorio del área en estudio, se muestran a continuación tratando en lo posible de presentarlos en forma de registro grafico, para facilitar su compresión. (Figura 6).

Figura 6. Graficas de parámetros de puntos muestreados en el arroyo.





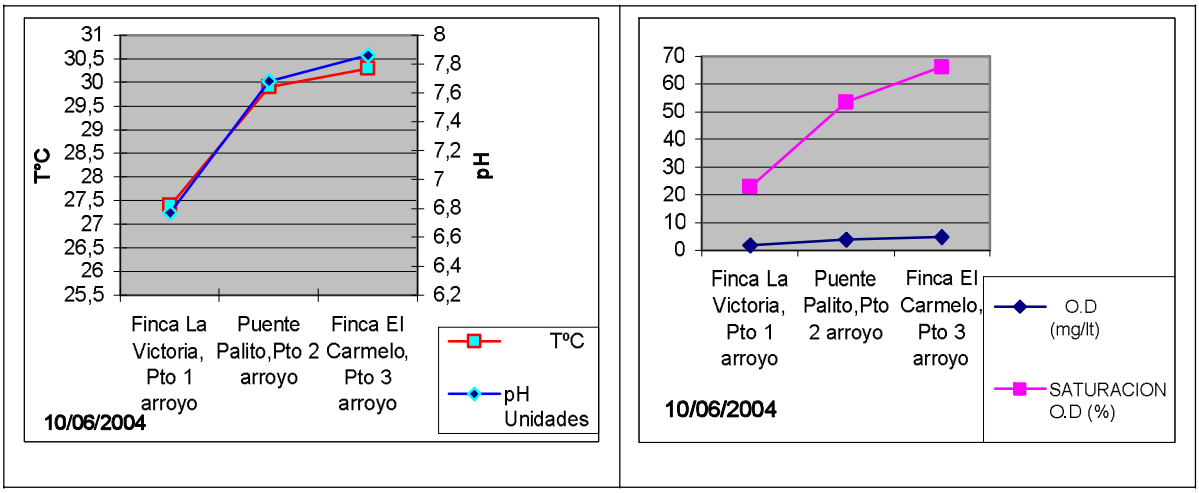
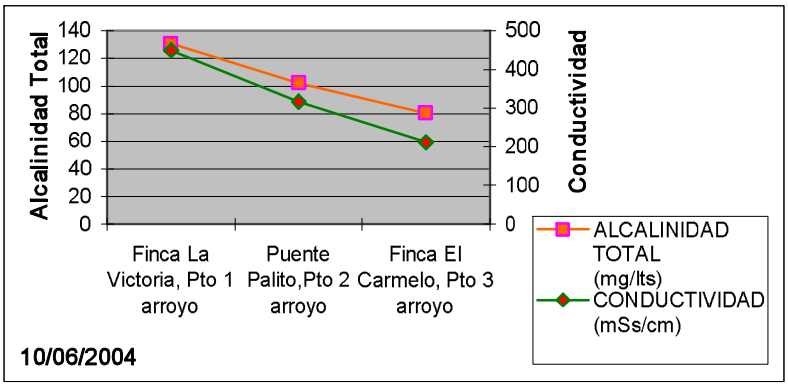
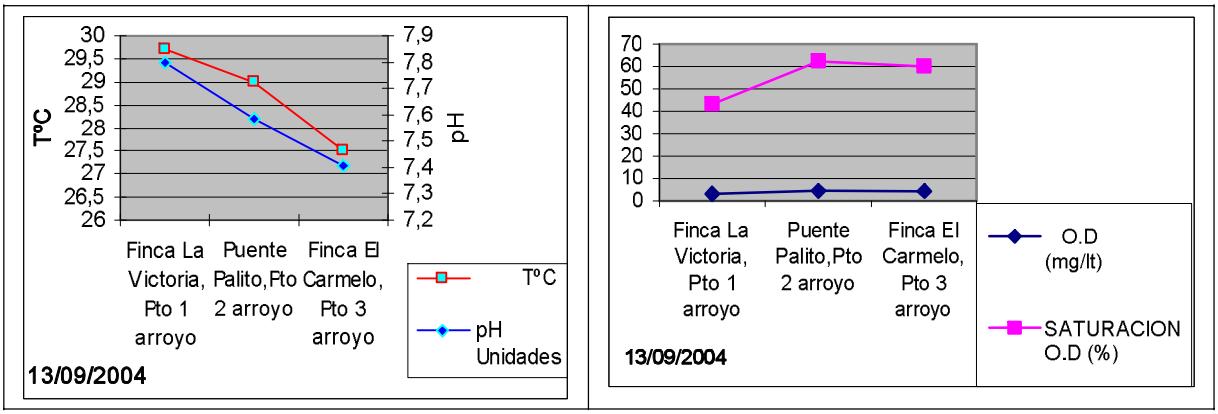


Figura 6, Continuación.





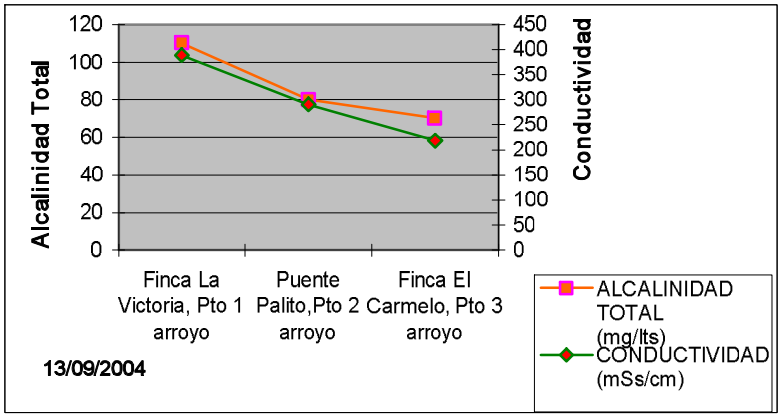


Figura 6, Continuación.

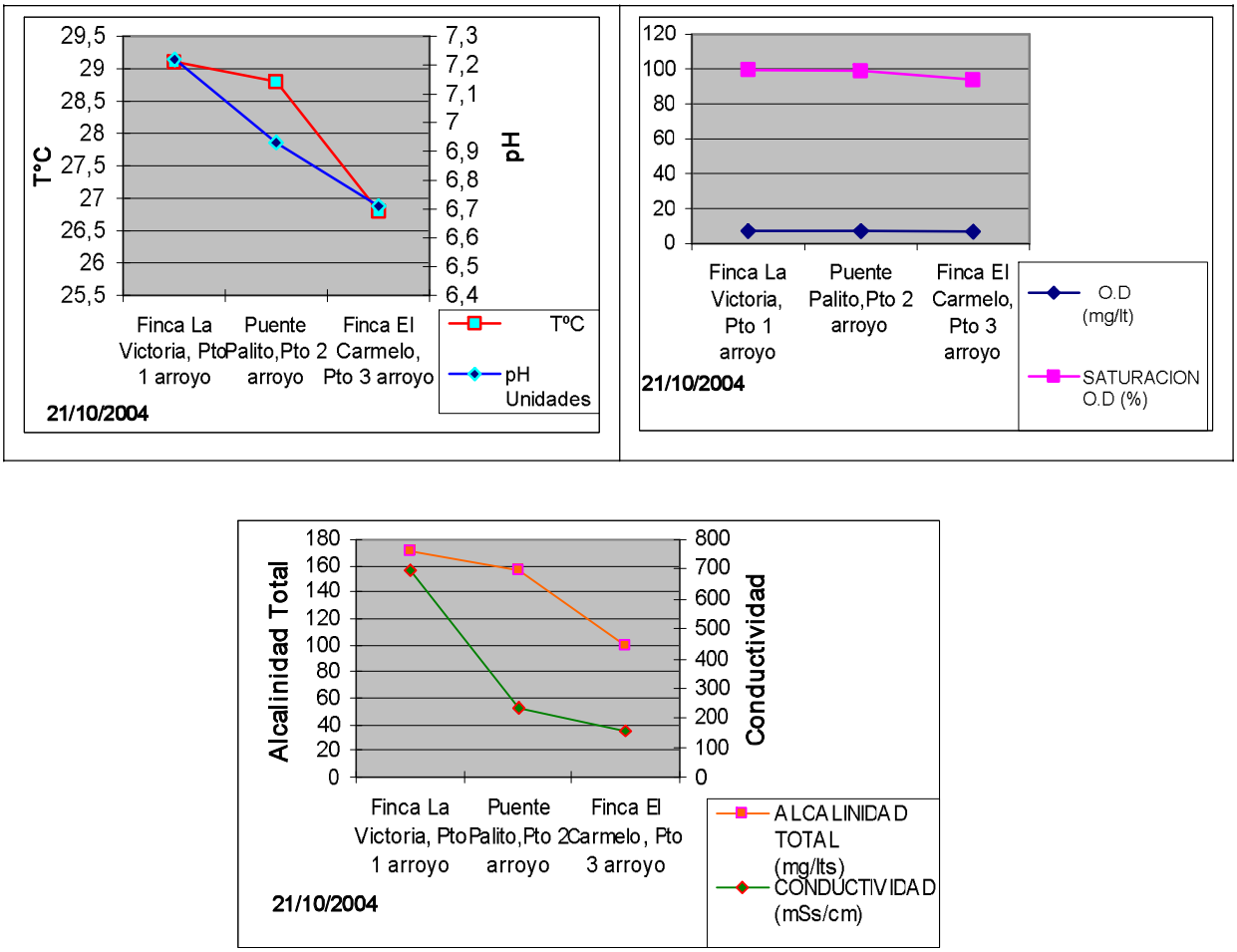
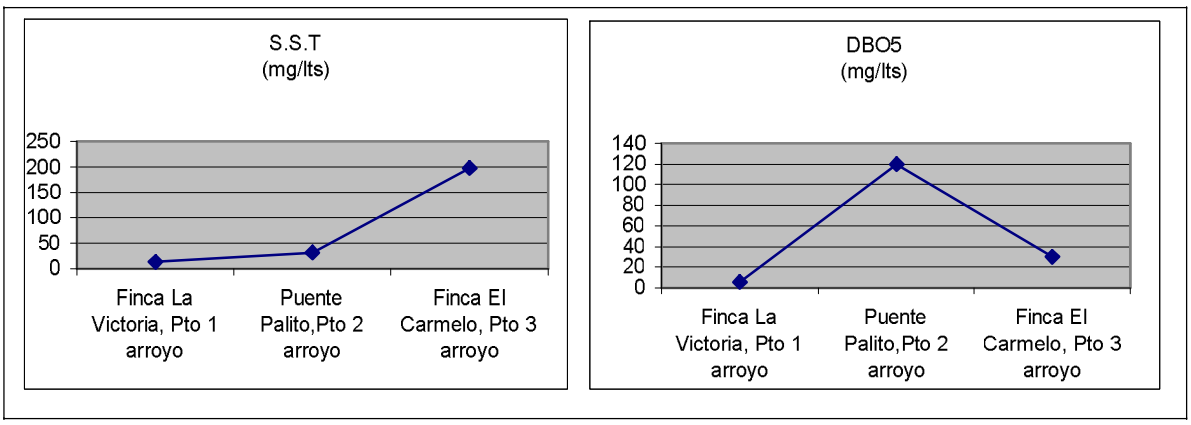


Figura7. Grafica de DBO5 y SST de puntos muestreados en el arroyo.



El muestreo realizado en la microcuenca arroyo Canoas, arrojo el siguiente análisis:

- **Parte Alta** (Punto 1 arroyo, Finca la Victoria).

Se encuentra ubicado con latitud N 9º 14´ 697" y longitud W 75º 25´ 859" en el Corregimiento de Mateo Pérez. Los análisis de agua de este punto muestran altos valores de Sólidos Totales (ST) debido a la construcción de un dique para represamiento del arroyo originando erosión, generando como consecuencia el arrastre de sedimentos aumentando la turbidez del agua, disponiendo la flora y microflora acuáticas de menos luz y en consecuencia se genera una reducción de oxígeno, aumentando la alcalinidad y la conductividad.

La variación del pH se encuentra dentro de los valores permisibles al igual que la temperatura.

- **Parte Media** (Punto 2 arroyo, Puente Palito).

Ubicada con latitud N 9º 8´ 10.25" y longitud W 75º 20´ 49" en el Corregimiento de Palito. El grado de contaminación es alto producido por cargas contaminantes provenientes de tres vertimientos recibidos por el arroyo Canoas a su paso por el Municipio de Sampues. A pesar que de este corregimiento al punto de muestreo la distancia es de aproximadamente cinco kilómetros, el arroyo no alcanza a tener un grado considerable de depuración natural, debido a que la cobertura vegetal en la superficie y en las riberas del arroyo es de poca densidad.

- **Parte Baja** (Punto 3, Finca El Carmelo).

Localizada con latitud N 9º 7´ 354" y longitud W 75º 17´ 544" en el Corregimiento de San Luis.

Comparando los resultados de las concentraciones promedio del afluente del punto muestreado se puede anotar que:

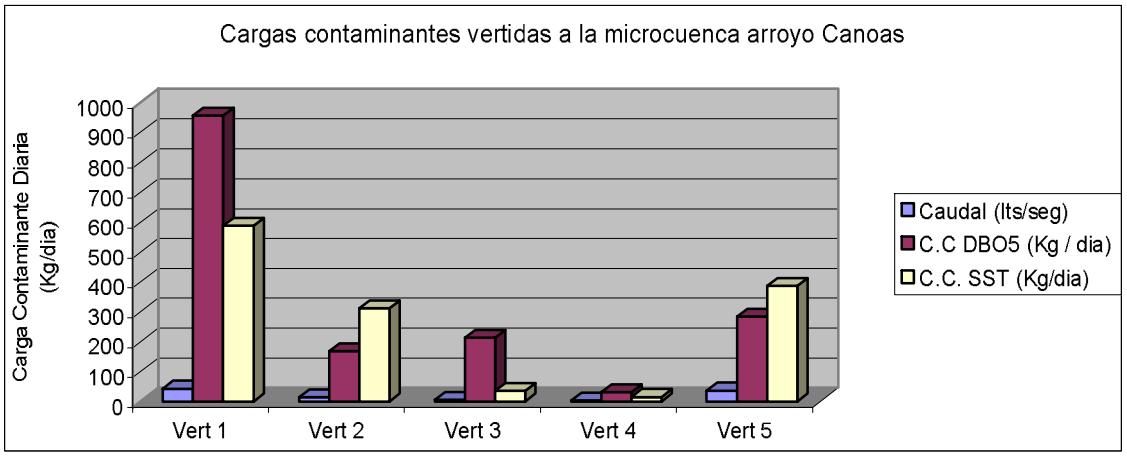
A pesar de que el arroyo recibe un vertimiento puntual 300 metros aguas arribas, los ST son menores en comparación a los otros dos puntos mencionados, reflejado en los bajos valores de conductividad, alcalinidad, pH y temperatura, esto sucede ya que el cauce presenta un apreciable grado de recuperación natural.

5.4.4 Cálculo de la carga contaminante (DBO_5 y SST) vertida a la Micro cuenca arroyo Canoas.

Tabla 17. Determinación de las cargas contaminantes vertidas en la microcuenca arroyo Canoas.

vert.	Caudal (lts/seg)	C. DBO5 (mg / lts)	C. SST (mg / lts)	C.C DBO5 (Kg/año)	C.C DBO5 (Kg/año)	% C.C DBO5	% C.C SST
Vert. 1	42,56	520	320	344485,2	344485,2	58,04	46
Vert. 2	12,91	300	560	60231,6	60231,6	10,1	23,3
Vert. 3	5,65	870	146,7	76446	76446	12,9	2,2
Vert. 4	2,54	270	133,3	10666,8	10666,8	1,8	1
Vert. 5	36,49	180	245	102150	102150	17,2	27,5
TOTAL	89,15	2140	1551	593479,6	593479,6	100%	100%

FIGURA 8. Grafica de Cargas Contaminantes de origen urbano vertidas en la micro cuenca Arroyo Canoas.



6. CONCLUSIONES

Este estudio se realizó en la microcuenca del arroyo Canoas, la cual cuenta con un área de 18.491,3 Has, en donde tienen asientos los corregimientos de Chochó (Sincelejo), Don Alonso (Corozal), Segovia, Mateo Pérez, Palito, San Luís y Sabana Larga, además de la zona urbana del Municipio de Sampues siendo este último el que ocupa el mayor porcentaje (66,40%).

Según el inventario de usuarios que realiza vertimientos en la microcuenca, el sector doméstico está aportando cerca del 97,8 % de las cargas contaminantes, y el sector agroindustrial el 2,2 %.

Según las caracterizaciones físico químicas de los 5 puntos de vertimientos inventariados, a la microcuenca del arroyo Canoas están llegando 593.680 kilogramos de DBO5/año y 481.435 kilogramos de SST/año; correspondiéndole a la zona urbana del municipio de Sampués 404,417 kilogramos de DBO5/año, es decir un 68% y 324,241 kilogramos de SST/año, con una participación del 67%.

La caracterización de los 3 puntos establecidos en la red de monitoreo en la microcuenca del arroyo Canoas, permiten establecer la calidad de las aguas que fluyen por ella; en este sentido se puede concluir que la concentración de los Sólidos Suspendidos Totales, presenta un leve aumento desde la parte alta de la microcuenca hasta la parte baja de la misma. La conductividad tiene un comportamiento inverso, es alta en la parte alta de la microcuenca y disminuye aguas abajo. La Demanda Bioquímica de Oxígeno viene con un valor muy bajo desde la parte alta de la microcuenca, aumenta en la parte media debido a las descarga de la zona urbana del municipio de Sampués y luego disminuye en la parte baja de la microcuenca.

La parte alta de la microcuenca presenta la mayor diversidad de galería florística debido a la poca intervención antropica, mientras que en la zona media los usos predominantes de los suelos son de ganadería la cual afecta la estabilidad biótica. En la zona baja la galería biótica, en gran parte es acuática contribuyendo esto a un alto grado de depuración natural del arroyo.

7. RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar la calidad de las aguas de la microcuenca del arroyo Canoas, es necesario que se implementen sistemas de tratamiento de aguas residuales por parte del municipio de Sampués, como prioridad por ser el que mayor carga contaminante aporta al sistema en estudio.

Realizar campañas de educación ambiental con los actores de la microcuenca, para detener su deterioro y emprender una recuperación, teniendo como base el ordenamiento del recurso hídrico y de la microcuenca en procura de su desarrollo sostenible.

Que la administración del matadero municipal, cumpla con las normas de vertimiento, de tal manera que lo logre reducir la contaminación de este tipo de actividades.

Seguir realizando los monitoreos en la red establecida, con el fin de determinar el comportamiento de esta fuente de aguas a un plazo mucho más largo.

Que la Corporación Autónoma Regional de Sucre CARSUCRE, implemente el cobro de las tasas retributivas, como instrumento económico para inducir a los usuarios de la microcuenca a invertir en sistemas de tratamiento, para lograr niveles de descontaminación aceptables a bajo costo.

Que el municipio emprenda una seria gestión, que permita en el mediano y largo plazo contar con una microcuenca saneada ambientalmente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SUCRE. Estrategias para la Implementación de las Tasas Retributivas por Vertimientos Puntuales. Subdirección de Gestión Ambiental. Sincelejo, 1999.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SUCRE. Documento, Implementación de las Tasas Retributivas por Vertimientos Puntuales. Sincelejo, 2000.

CORRALES, Marco Aurelio. Manual para elaborar propuestas, anteproyectos y Proyectos de investigación. ED. LitoArte. Montería, 1998.

GORDON MASKEW. Purificación de Aguas, Tratamiento y remoción de aguas Residuales. Volumen I. ED, Limusa. México. 1981.

HENAO, Jesús. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá. 1998. p.253.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Formaciones Vegetales de Colombia. Santa fe de Bogota, 1983.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio General de Suelos Departamento de Sucre. Sincelejo, 1983.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estadística Catastral. Santa Fe de Bogotá, 1995.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Lineamientos de política para el manejo integral del agua. Normas sobre vertimientos líquidos a cuerpos de agua. Decreto 1584. Santa Fe de Bogotá, 1984.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Aguas limpias para Colombia al menor costo. Implementación de las Tasas Retributivas por Contaminación Hídrica, Santa Fe de Bogota, 1997. Available from Internet: **htpp:www.** Minambiente. Gov.co/minamb/normasa.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manual de Implementación de Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales. Decreto 901. Santa Fe de Bogotá, 1997. Available from Internet: **htpp:www.** Minambiente. Gov.co/cgi-bin/minamb/temas.pl

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Manual de Implementación de Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales. Decreto 3100. Santa Fe de Bogotá, 2003.

MINISTERIO DE SALUD, uso del agua y residuos líquidos. Decreto 1594. Santa Fe de Bogotá, 1.984.

METCALF y EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1. Tratamiento vertido y reutilización. España. ED. Mc Graw – Hill / interamericana de España. S.A. 1996.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL. Municipio de Sampues (Sucre), 2001.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Municipio de Corozal (Sucre), 2000.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Municipio de Sampues (Sucre), 2000.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Municipio de Sincelejo (Sucre),2000.

ROLIM MENDOCA, Sergio. Sistemas de lagunas de estabilización Ed Mc Graw-Hill. Santa Fe de Bogota, 1983. p. 25.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de Aguas Residuales; Teoría y Principios de Diseño. Escuela Colombiana de Ingeniería, Centro Editorial, Bogotá, Colombia .1999.

SISTEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES PARA NUCLEOSPEQUEÑOS Y DESCENTRALIZADOS. Tomo 2. Ed. Mc - Graw Hill Interamericana S.A. Santa Fe de Bogota, 2000. p. 529.

UNIVERSIDAD DEL NORTE. Memoria del Foro Sobre Contaminación del Río Magdalena. Santa marta, 1996.

URPA – SUCRE. Censo de Minifundio Secretaria de Agricultura - URPA. Boletín Estadístico. (1997). Sincelejo, 1995.

VEN TE CHOW, Hidráulica de Canales Abiertos, Ed. Mc - Graw Hill, Tokyo, Japan, 1959.

ANEXOS

ANEXO A. Registros recolectados In situ. Municipio de Sampues.

SITIO DEL MUESTREO	TºC	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (Ms/Cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
Finca La Victoria, Pto 1 arroyo	28,2	6,9	864	0,2	0,42	5,9
12 de Octubre, Vert 1	31,4	7,09	816	0,2	0,28	3,8
9 de Marzo,Vert 2	31,7	7	1526	0,6	0,08	1,2
Matadero,Vert 3	31,5	7,5	1477	0,5	0,25	4,5
Puente Palito,Pto 2 arroyo	28,5	6,94	625	0,1	0,26	3
Puente San Luis,Vert 4	31,4	7,92	1678	0,6	0,06	1,4
Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	30,5	7,06	1265	0,4	0,13	1
Finca El Carmelo, Pto 3 arroyo	27,5	6,01	263	0	0,39	5,6

FECHA: 12 de Mayo del 2004.

FECHA: 10 de Junio del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	TºC	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
Finca La Victoria, Pto 1 arroyo	27,4	6,77	449	0	7,54	22,8
12 de Octubre, Vert 1	30,5	6,95	949	0,2	7,2	6,1
9 de Marzo,Vert 2	31,4	7,2	1262	0,4	0,52	12,5
Matadero,Vert 3	30,9	7,54	1123	0,3	2,74	42,7
Puente Palito,Pto 2 arroyo	29,9	7,68	317	0	4,11	53,5
Puente San Luis,Vert 4	31,1	7,86	1487	0,6	1,33	9,5
Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	30	7,65	565	0	3,95	42
Finca El Carmelo, Pto 3 arroyo	30,3	7,36	212	0	3,85	66,3

FECHA: 13 de Agosto del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	TºC	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
12 de Octubre, Vert 1	28.9	7,56	1161	0,4	0,9	12,7
9 de Marzo,Vert 2	33	7,65	1036	0,3	1,7	23,9
Matadero,Vert 3	32	6,77	999	0,2	1,78	25

FECHA: 13 de Septiembre del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	T°C	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (ums/cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
Finca La Victoria, Pto 1 arroyo	29,7	7,41	389	0	3.07	43.1
12 de Octubre, Vert 1	31	7,71	975	0.3	2.04	28.6
9 de Marzo,Vert 2	31,3	7,24	305	1.1	1.94	27.2
Matadero,Vert 3	29,9	8,51	243	0	1.99	27.9
Puente Palito,Pto 2 arroyo	29	7,58	291	0	4.43	62.3
Puente San Luis,Vert 4	31,5	7,78	1262	0	2.74	38.5
Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	28,7	7,66	577	0	4.01	56.4
Finca El Carmelo, Pto 3 arroyo	27,5	7,8	218	0	4.28	60.1

FECHA: Octubre 21 del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	T°C	pH Unidades	CONDUCTIVIDAD (ums/cm)	SALINIDAD (%)	O.D (mg/lt)	SATURACION O.D (%)
Finca La Victoria, Pto 1 arroyo	29,1	7,22	695	0.2	7,08	99,5
12 de Octubre, Vert 1	31,3	7,52	908	0,2	4,48	63
9 de Marzo,Vert 2	30,4	7,06	1498	0,6	4,477	62,9
Matadero,Vert 3	30,5	7,3	1256	0,4	4,81	67,6
Puente Palito,Pto 2 arroyo	28,8	6,93	233	0	7,05	99
Puente San Luis,Vert 4	30,9	6,65	205	0,8	4,82	67,7
Finca El Carmelo,Vert 5 arroyo	26,8	6,71	154	0	6,69	94
Finca El Carmelo, Pto 3 arroyo	26,8	6,71	154	0	6,69	94

ANEXO B. Análisis Realizados en el Laboratorio de Aguas de la Corporación Autónoma de Sucre (CARSUCRE).

FECHA: 12 de Mayo del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	S.S. (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	S.S.T (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
Finca La Victoria, Pto 1	0	556	43.75	512,25	243,5
12 de Octubre, vert. 1	7	1054	390	664	257
9 de Marzo,Vert 2	80	4060	1420	2640	449
Matadero,Vert 3	36	1752	842.9	909,1	487
Puente Palito,Pto 2	0,1	480	13.4	406,66	163,5
Puente San Luis,Vert 4	2	902	35	867	600
Finca El Carmelo,Vert 5	0,4	1034	66	968	698
Finca El Carmelo, Pto 3	0,2	286	110	176	99

FECHA: 10 de Junio del 2004.

SITIO DEL MUESTREO	S.S. (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)	SST (mg/lts)	DBO_5 (mg/lts)
Finca La Victoria, Pto 1	0	336	323,1	130,5	12.9	5.7
12 de Octubre, vert. 1	2,4	996	676	246	320	520
9 de Marzo,Vert 2	4,5	1776	1216	335	560	300
Matadero,Vert 3	1	836	689,3	367,5	146.7	870
Puente Palito,Pto 2	0	276	244	102	32	120
Puente San Luis,Vert 4	0	756	622,7	510	133.3	270
Finca El Carmelo,Vert 5	12	928	683	367,5	245	180
Finca El Carmelo, Pto 3	0,3	438	240,5	80,5	197.5	30

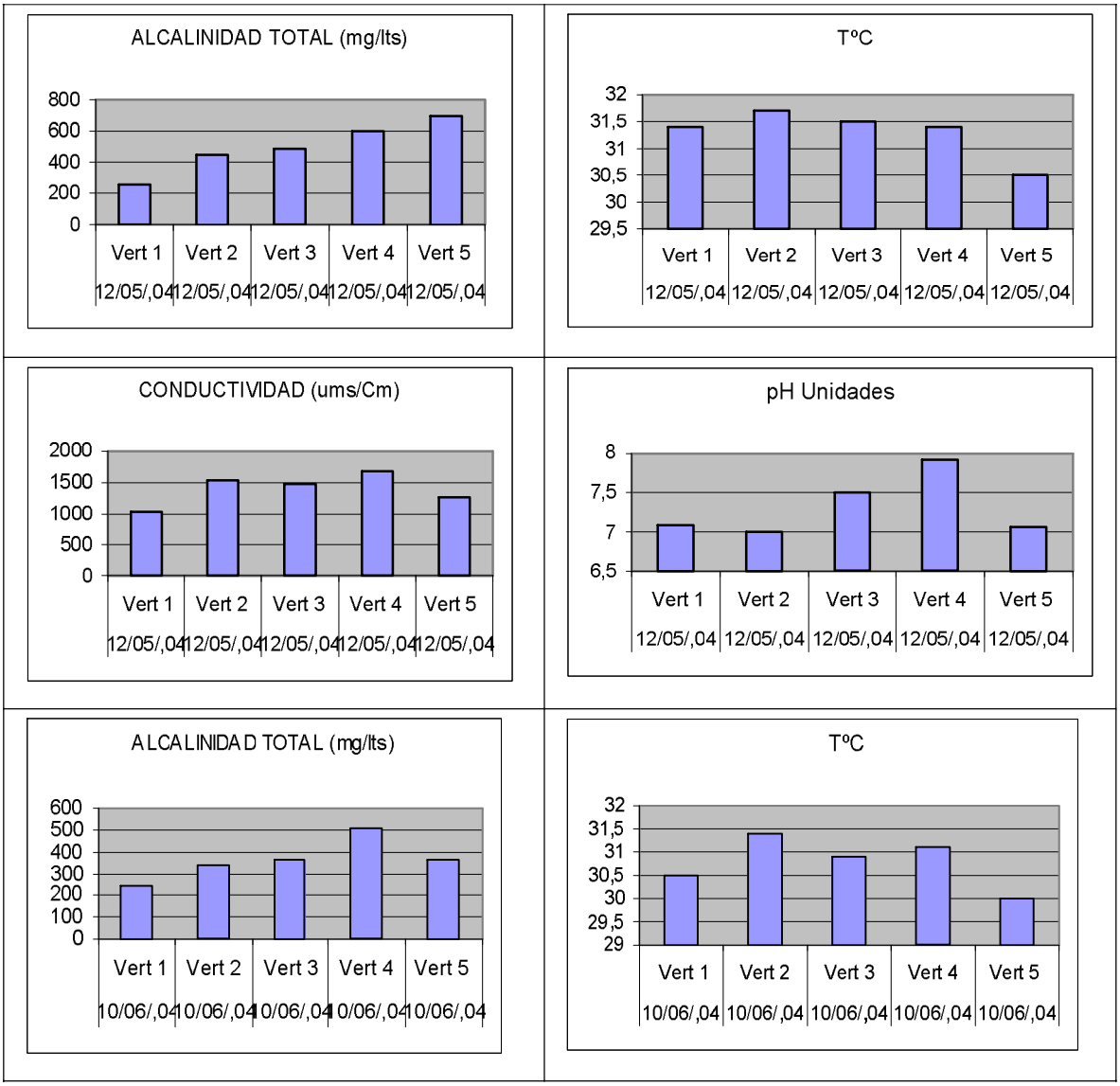
FECHA: 13 de Septiembre del 2004.

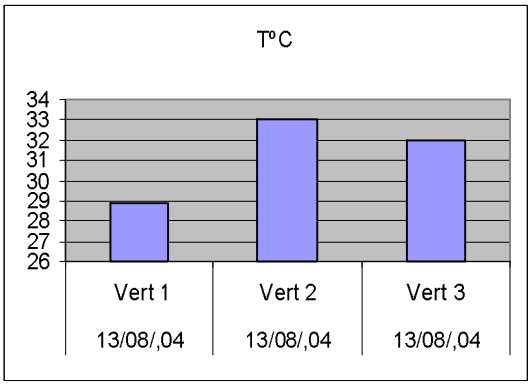
SITIO DEL MUESTREO	S.S. (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	SST (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
Finca La Victoria, Pto 1	0.1	186	68	110	110
12 de Octubre, vert. 1	<2.0	646	185	461	320
9 de Marzo,Vert 2	< 8.0	2910	970	1940	590
Matadero,Vert 3	<0.1	1170	250	920	790
Puente Palito,Pto 2	0.1	286	106.7	179.5	80
Puente San Luis,Vert 4	<3.6	570	219.2	350.8	480
Finca El Carmelo,Vert 5	<0.1	421.6	137.1	284.5	200
Finca El Carmelo, Pto 3	0.1	398	76	332	70

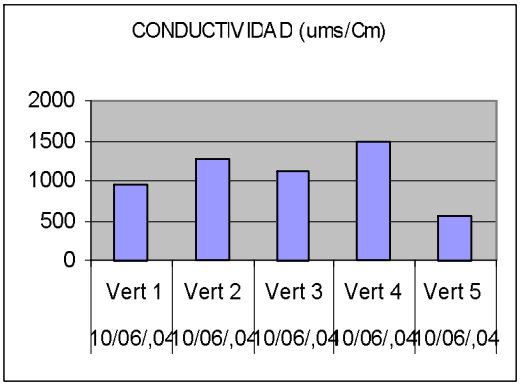
FECHA: Octubre 21 del 2004.

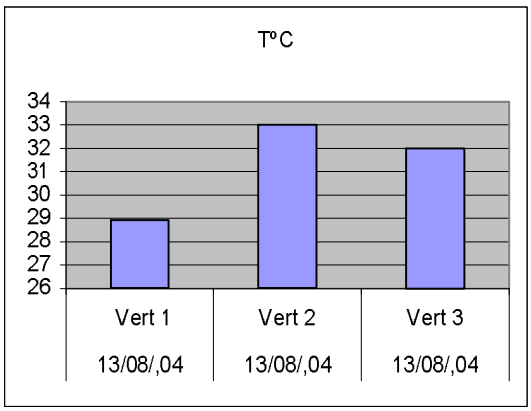
SITIO DEL MUESTREO	S.S. (ml/lts)	S.T. (mg/lts)	SST (mg/lts)	S.D (mg/lts)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
Finca La Victoria, Pto 1	0.6	442	43.75	398.25	170,5
12 de Octubre, vert. 1	<5.8	1008	344	664	274
9 de Marzo,Vert 2	<1.2	1704	794.9	909.1	415
Matadero,Vert 3	<2.2	1064	434	630	719.3
Puente Palito,Pto 2	0.1	596	113.4	482.6	157
Puente San Luis,Vert 4	<4.8	1306	160	1146	420.5
Finca El Carmelo,Vert 5	<0.8	894	218	676	378
Finca El Carmelo, Pto 3	0.3	342	89	205	99.8

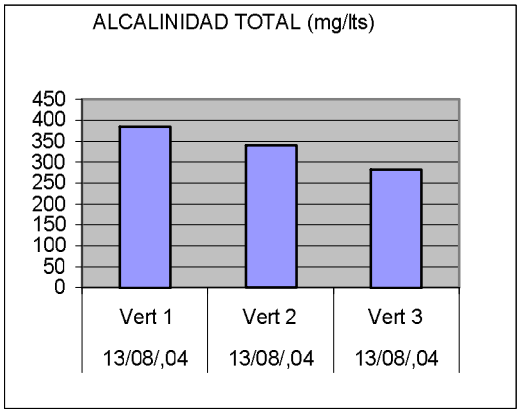
ANEXO C. GRAFICAS DE PARAMETROS ANALIZADOS EN EL MONITOREO DE VERTIMIENTOS

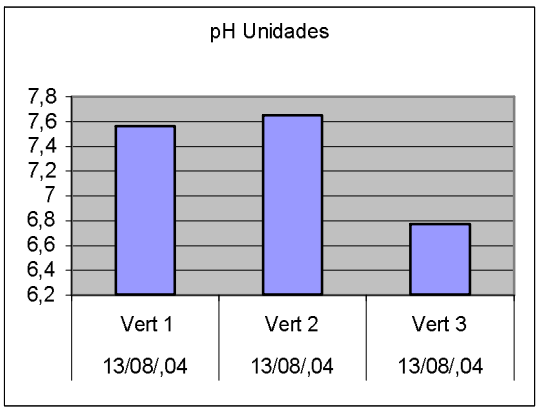


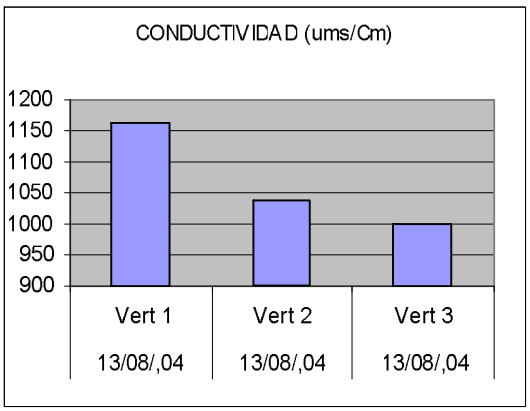

TºC
34
33
32
31
30
29
28
27
26
Vert 1
13/08/,04
Vert 2
13/08/,04
Vert 3
13/08/,04

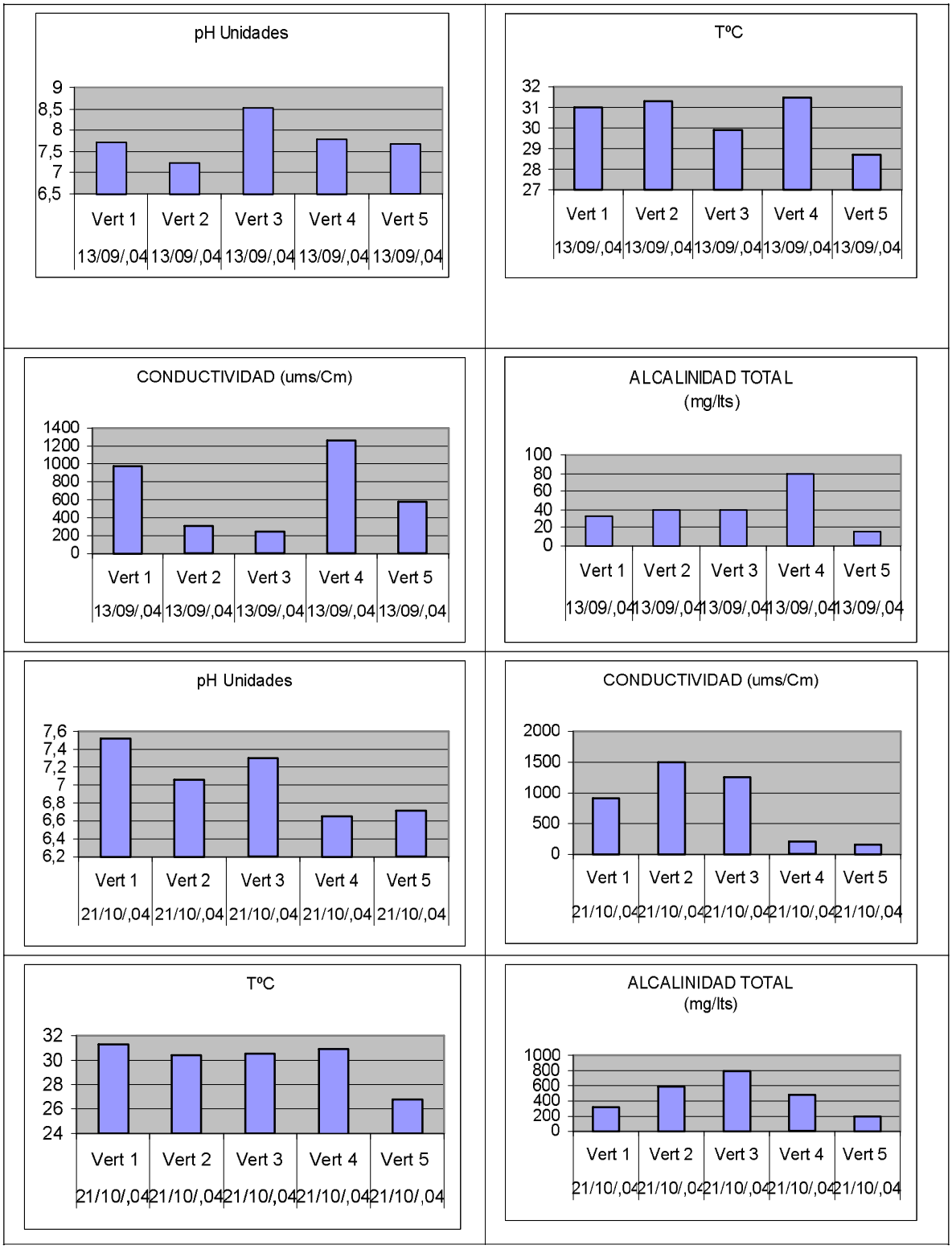

CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)
2000
1500
1000
500
0
Vert 1
10/06/,04
Vert 2
10/06/,04
Vert 3
10/06/,04
Vert 4
10/06/,04
Vert 5
10/06/,04


TºC
34
33
32
31
30
29
28
27
26
Vert 1
13/08/,04
Vert 2
13/08/,04
Vert 3
13/08/,04


ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Vert 1
13/08/,04
Vert 2
13/08/,04
Vert 3
13/08/,04


pH Unidades
7,8
7,6
7,4
7,2
7
6,8
6,6
6,4
6,2
Vert 1
13/08/,04
Vert 2
13/08/,04
Vert 3
13/08/,04


CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)
1200
1150
1100
1050
1000
950
900
Vert 1
13/08/,04
Vert 2
13/08/,04
Vert 3
13/08/,04


pH Unidades
9
8,5
8
7,5
7
6,5
Vert 1 13/09/,04
Vert 2 13/09/,04
Vert 3 13/09/,04
Vert 4 13/09/,04
Vert 5 13/09/,04
TºC
32
31
30
29
28
27
Vert 1 13/09/,04
Vert 2 13/09/,04
Vert 3 13/09/,04
Vert 4 13/09/,04
Vert 5 13/09/,04
CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Vert 1 13/09/,04
Vert 2 13/09/,04
Vert 3 13/09/,04
Vert 4 13/09/,04
Vert 5 13/09/,04
ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
100
80
60
40
20
0
Vert 1 13/09/,04
Vert 2 13/09/,04
Vert 3 13/09/,04
Vert 4 13/09/,04
Vert 5 13/09/,04
pH Unidades
7,6
7,4
7,2
7
6,8
6,6
6,4
6,2
Vert 1 21/10/,04
Vert 2 21/10/,04
Vert 3 21/10/,04
Vert 4 21/10/,04
Vert 5 21/10/,04
CONDUCTIVIDAD (ums/Cm)
2000
1500
1000
500
0
Vert 1 21/10/,04
Vert 2 21/10/,04
Vert 3 21/10/,04
Vert 4 21/10/,04
Vert 5 21/10/,04
TºC
32
30
28
26
24
Vert 1 21/10/,04
Vert 2 21/10/,04
Vert 3 21/10/,04
Vert 4 21/10/,04
Vert 5 21/10/,04
ALCALINIDAD TOTAL (mg/lts)
1000
800
600
400
200
0
Vert 1 21/10/,04
Vert 2 21/10/,04
Vert 3 21/10/,04
Vert 4 21/10/,04
Vert 5 21/10/,04

Anexo D. Materiales y equipos utilizados durante el monitoreo ambiental realizado a los vertimiento, puntos muestreados del arroyo Canoas, flora y fauna.

1. Equipo necesario para el muestreo

Este depende del tipo de muestreo que se vaya a realizar.

El equipo que se discrimina a continuación es el utilizado para recolectar muestras compuestas por requerir mayor cantidad de equipos.

- Nevera icopor.
- Equipo multiline p4.
- Hielo.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- Flexómetro.
- Peachímetro verificado.
- Soluciones buffer pH 4 y pH 7 para verificar el peachímetro.
- Frasco lavador con agua destilada.
- Probeta plástica de 250-500 ml.
- Balde.
- Tarros en cantidad suficiente según el tiempo de muestreo para recolectar las alícuotas.
- Guantes.
- Cinta de enmascarar.
- Calculadora.
- Cuerda de nylon.
- Hoja de cálculo y formularios de remisiones.
- Recipientes para componer las muestras.

2. Recipientes para recolección de muestras de agua.

Los recipientes para la recolección de muestras generalmente son de plástico o de vidrio y se utilizan dé acuerdo con el tipo de muestra y los parámetros que se van a evaluar.

Los recipientes de vidrio no se deben utilizar para muestras de metales a nivel de trazas.

Los recipientes de plástico no se deben utilizar para análisis de compuestos orgánicos (por ejemplo plaguicidas).

En general, utilizar recipientes de vidrio para todos los análisis de compuestos orgánicos volátiles, semivolátiles, plaguicidas, grasas y aceites.

Nota: si el recipiente contiene preservativos no debe ser rebosado ni enjuagarse en el momento de recolectar la muestra.

3. Criterios para la selección de los sitios y frecuencia del muestreo.

3.1 Requisitos del Sitio de Muestreo.

- **Representatividad.**

El sitio de recolección de las muestras debe ser tan representativo, de tal manera que los parámetros en la muestra tengan el mismo valor que en el cuerpo de agua en el lugar y tiempo de muestreo.
Para ello, el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo.

- **Accesibilidad.**

El recolector de muestras normalmente tiene que transportar una carga apreciable de equipo de muestreo, además de las muestras; por lo tanto, se debe seleccionar un lugar accesible bajo todas las condiciones meteorológicas, vías de acceso, puentes, etc.

- **Distancia desde el Laboratorio.**

El tiempo requerido para el transporte de las muestras regirá el límite de las determinaciones y la confiabilidad de los resultados.

En términos prácticos, tiempos de transporte mayores de 24 horas entre el sitio y el laboratorio amerita reconsiderar el sitio o buscar un laboratorio más cercano; si no es posible, tener en cuenta esta circunstancia en la interpretación de los resultados.

ANEXO E. REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA MICROCUENCA ARROYO CANOAS.

REGISTRO FOTOGRAFICO CARACTERIZACION DE FLORA Y FAUNA

FOTO Nº 1: Parte alta Microcuenca (parcela 1)

FOTO Nº 2: Parte media microcuenca (parcela 2)

FOTO Nº 3 Parte Baja microcuenca (parcela 4)

FOTO Nº 4: Parte baja (parcela 3), presencia de vida acuática

FOTO Nº 5: Presencia de ganadería extensiva (Parte media).

FOTO Nº 6: Contaminación por residuo Animal
(Parte media microcuenca)

REGISTRO FOTOGRAFICO DE MUESTREO VERTIMIENTOS PUNTUALES

FOTO Nº 1: Realización de Muestreos

FOTO Nº 2: Vertimiento 1 (B. 12 de Octubre)

FOTO Nº 3: Vertimiento 2 (B. 9 de Marzo)

FOTO Nº 4: Matadero Municipal de Sampues

FOTO Nº 5: Vertimiento 3
(Matadero municipal)

FOTO Nº 6: Vertimiento 4 (Puente San Luis)

FOTO Nº 7: Vertimiento 4 (Puente San Luis)

FOTO Nº 8 Vertimiento 5
(Finca el Carmelo, San Luis)

FOTO Nº 9: Vertimiento 5
(Finca el Carmelo, San Luis)

REGISTRO FOTOGRAFICO
MUESTREO DEL ARROYO CANOAS

FOTO Nº 1: Punto 1 arroyo Finca La Victoria

FOTO Nº 2: Punto 1 arroyo (Finca la Victoria)

FOTO Nº 3: Punto 2 arroyo (Puente palito)

FOTO Nº 4: Punto 2 arroyo (Puente palito)

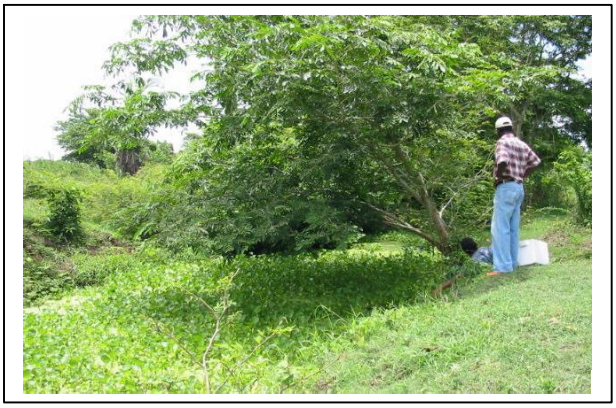


FOTO Nº 5: Punto 3 arroyo (Finca el Carmelo)
300 mts después del último vertimiento

FOTO Nº 6: Punto 3 arroyo (Finca el Carmelo)
300 mts después del último vertimiento