

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Trabajo de Fin de Carrera Previo a la Obtención del
Título de Ingeniero Ambiental**

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
RÍO SANTA CLARA EN EL SECTOR DEL BARRIO
SELVA ALEGRE-CANTÓN RUMIÑAHUI**

Autor:

Roberto Xavier Guzmán Salazar

Director:

Ing. Alonso Moreta

Quito – Ecuador

2011

DEDICATORIA

A todos los que confiaron en mí.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios porque me dio la vida y las fuerzas para poder cumplir con este propósito, y me permitió compartir mi vida con una familia muy maravillosa.

A mis papas por todo su cariño, apoyo y comprensión en todo momento de mi vida.

A mis hermanos por ser el apoyo más grande que tengo y siempre estarán en mi corazón y me siento muy orgulloso de eso.

A mi amigo Renato Padrón una persona incomparable y el mejor de los amigos.

Y finalmente pero una de las más importantes agradezco a Diana Peñaherrera por todo su apoyo, su comprensión pero en especial su amor.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1: INTRODUCCION.....	3
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES	5
2.1. CANTÓN RUMIÑAHUI	5
2.2. BARRIO SELVA ALEGRE	6
2.3. RÍO SANTA CLARA	8
2.4. VÍAS DE ACCESO.....	9
2.5. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS	9
CAPÍTULO 3: OBJETIVOS.....	11
3.1. OBJETIVO GENERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
CAPÍTULO 4: MARCO TEORICO	12
4.1. AGUAS RESIDUALES	12
4.1.1. Residuos domésticos.....	12
4.1.2. Agua Residual.....	12
4.1.3. Caracterización del Agua.....	13
4.1.4. Efecto de Polución por las Aguas Residuales	15
4.1.5. Contaminantes de importancia en aguas residuales	16
4.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	18
4.2.1. Tratamiento de aguas residuales.....	18
4.2.2. Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales	18
4.2.3. Autodepuración	23
4.2.4. Muestreo de aguas residuales	24

4.3. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	25
4.3.1. Origen de las aguas negras	25
4.3.2. Aspecto de las aguas negras	26
4.3.3. Composición Biológica	27
4.3.4. Tratamientos de Aguas Negras.....	27
4.4. LEGISLACIÓN ECUATORIANA.....	28
CAPÍTULO 5: METODOLOGIA	31
5.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
5.2. METODOLOGÍA.....	32
5.3. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	35
5.4. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.....	36
5.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS	38
CAPITULO 6: DISCUSION.....	44
6.1. RESULTADOS	44
6.1.1. PARAMETROS “IN SITU”	44
6.1.2. PARÁMETROS DE LABORATORIO.....	44
6.1.3. TURBIDEZ.....	47
6.1.4. AGUAS NEGRAS.....	48
6.2. INVENTARIO DE DESCARGAS	49
6.3. DISCUSION	53
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
7.1. CONCLUSIONES.....	66
7.2. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

ANEXOS DE LABORATORIOS	76
GLOSARIO.....	88

RESUMEN

Durante el periodo de Enero a Mayo del 2011 se realizaron dos jornadas de muestreos en el río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre, en tres diferentes puntos. En cada punto de muestreo se analizó de manera “in situ” los siguientes parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad; además se analizó los siguientes parámetros: DQO, DBO, detergentes, Aceites y grasas, Coliformes fecales y Sólidos disueltos, en los laboratorios de la OSP (Oferta de Productos y Servicios) de la Universidad Central del Ecuador; mientras que en los laboratorios de la Universidad Internacional SEK se analizó la turbidez. Para determinar los parámetros se recolectaron muestras de agua en cada punto determinado, las mismas que fueron transportadas para que se realicen sus análisis correspondientes. Los análisis realizados tuvieron como objetivo determinar la caracterización del río Santa Clara y de esa manera conocer la situación físico-química actual del mismo; con la recolección de dicha información se realizó un inventario de las afecciones que el mismo presenta, a su vez se elaboraron recomendaciones de posibles tratamientos o metodologías que podrían ayudar a la conservación del mismo. De los resultados obtenidos se concluyó que la situación del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre no es alarmante pero si preocupante por la falta de cuidado e interés.

ABSTRACT

During the period from January to May 2011 two samples of the Santa Clara river were taken near the Selva Alegre neighborhood in three different places. In each one of the different places were analyzed “in situ” the following parameters: temperature, pH, conductivity, total dissolved solids and dissolved oxygen, while, in the laboratory was analyzed the following parameters: DQO, BOD, detergents, oils and grease, dissolved solids and fecal coliforms, in the OSP laboratories of the Central University of Ecuador, while the turbidity was analyzed UISEK laboratories. The water samples were transported to the laboratories so they could be analyzed. Analyses were aimed at making the characterization of the Santa Clara River and thus try to know the actual physical-chemical state of the same. Analyses were aimed at making the characterization of the Santa Clara River and thus try to know the actual physical-chemical state of the same, with all the information collect it would be possible to make an inventory of all the threats the river has. Meanwhile recommendations are made of methodologies or possible treatments that could help to conserve the river. From the results it was concluded that the situation in the Santa Clara River in the area of Selva Alegre neighborhood is not alarming but concern about the lack of care and concern.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Si bien el ser humano ha dependido durante toda su existencia de los recursos naturales, ha sido el recurso del agua el más benéfico para la humanidad, pero el más afectado y descuidado por todos. Como se sabe en la antigüedad el uso del recurso agua se lo realizaba directamente desde los ríos, utilizándola en diversos propósitos, como bebida para la subsistencia humana y animal, en la agricultura para la producción de alimentos, en procesos industriales para el enfriamiento de maquinaria o lavado de las mismas, hasta la producción de energía. Si bien se le da muchos usos, no tenemos siempre el cuidado respectivo con este recurso. Debido a la contaminación generada por diferentes actividades como la industrial, comercial, alimenticia y urbana se producen varios daños ambientales como son, pérdida de la calidad del agua con su subsiguiente impacto que es la disminución o pérdida de la flora y fauna en el cuerpo de agua y en sus alrededores, además de un impacto visual negativo en conjunto con la disminución de la calidad de vida de las personas que habitan en las cercanías del río que se ven amenazadas con diferentes enfermedades que pueden producirse.

El estudio de las características físico-químicas de un cuerpo de agua, en este caso el del río Santa Clara, nos permite conocer todos los elementos que están afectando al mismo y así poder determinar los tratamientos aplicables para cada tipo de contaminante que esté afectando al río, para lo cual se deben establecer las diferentes actividades que se realizan en las cercanías del río, y de esta manera conocer la cantidad de afecciones que se puede generar.

En el caso del barrio Selva Alegre, éste se encuentra bordeado por el río Santa Clara, en el cual se realizan descargas de actividades gastronómicas principalmente con aporte de materia orgánica, además de descargas de fecas y orinas producidas por la población y por animales rumiantes como vacas y cerdos. Conociendo estos contaminantes se pueden establecer tratamientos físicos, químicos y hasta biológicos con el fin de disminuir los impactos negativos hacia el río y sus alrededores.

Debido al incremento desmedido de la población y de viviendas en el barrio Selva Alegre, los habitantes del sector ya empiezan a mostrar inconformidad relacionada al

río, ya que se incrementaría la generación de malos olores con el paso del tiempo, así como un posible aumento de enfermedades relacionadas con la contaminación generada y descargada en el río Santa Clara. Gracias al interés de la población del barrio Selva Alegre por poseer una buena calidad de vida así como una buena calidad del agua en el río, se plantea realizar una caracterización del río Santa Clara, con el objetivo de establecer procesos por los cuales se pueda dar tratamiento a los elementos contaminantes que afectan al mismo. Por medio del presente estudio se podrá conocer la situación actual del río Santa Clara y las amenazas que este presenta. En general con el conocimiento de todos estos puntos se estaría contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del barrio Selva Alegre y de las zonas aledañas al río Santa Clara.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

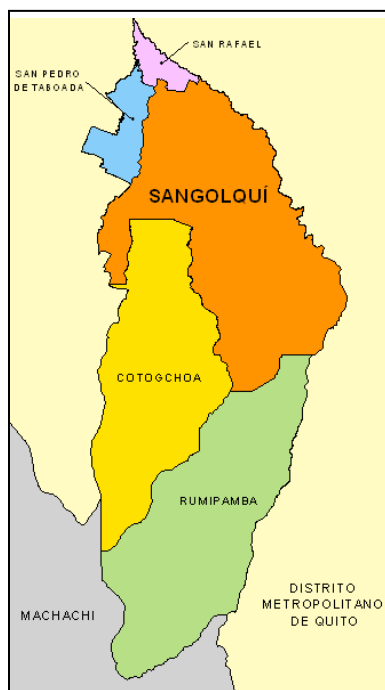
2.1. CANTÓN RUMIÑAHUI

Sangolquí como originalmente fue su nombre, fue elevado a la categoría de parroquia mediante la Ley de División Territorial el 29 de mayo de 1861; el 31 de mayo de 1938 a Sangolquí se la eleva a la categoría de Cantón, y se funda el cantón Rumiñahui un 31 de mayo del año 1938 mediante el decreto ejecutivo N° 168, gracias a la gestión del Sr. Teodoro Arieta, oriundo de Alausí (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002).

El nombre procede del término quechua sango que significa “manjar de los dioses” y quí significa “abundancia”. Unidos los dos términos se forma “manjar de los dioses en abundancia” o “abundancia del manjar de los dioses”. Pero como se refiere a un lugar determinado y haciendo una abstracción, estas dos palabras quedarían “Tierra del manjar de los dioses” (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002).

Se encuentra al sur de la provincia de Pichincha, a una altura de 2.550 m.s.n.m. Se extiende en una superficie de 134 km². Su cabecera cantonal es la ciudad de Sangolquí. Posee una población de 74.397 habitantes (según el censo INEC 25-11-2001). Se encuentra limitado al Norte, Este y Oeste por el DMQ, y al Sur por el cantón Mejía. Tiene como parroquias urbanas: Sangolquí, San Pedro de Taboada y San Rafael. Y como parroquias rurales: Cotogchoa y Rumipamba (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002).

Figura N° 1: Parroquias urbanas y rurales del cantón Rumiñahui.



(Fuente: Bravo M, 2006)

El río San Pedro lo atraviesa desde que deja el valle de Machachí hasta que bordea por el oeste al Ilaló, y dentro de los Chillos recibe las aguas del río Capelo, por el lado izquierdo, y por el derecho, las de los pequeños ríos La Merced, Cachaco y Santa Clara, pero sobre todo las del río Pita, que hace todo su recorrido dentro de este valle (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002).

El clima del Cantón Rumiñahui es muy agradable, oscila desde los 16 °C en promedio, llegando a marcar los 23°C. Posee un promedio de precipitación anual de 1.114 mm³, con un promedio mensual de 1.100 mm³ (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002).

2.2. BARRIO SELVA ALEGRE

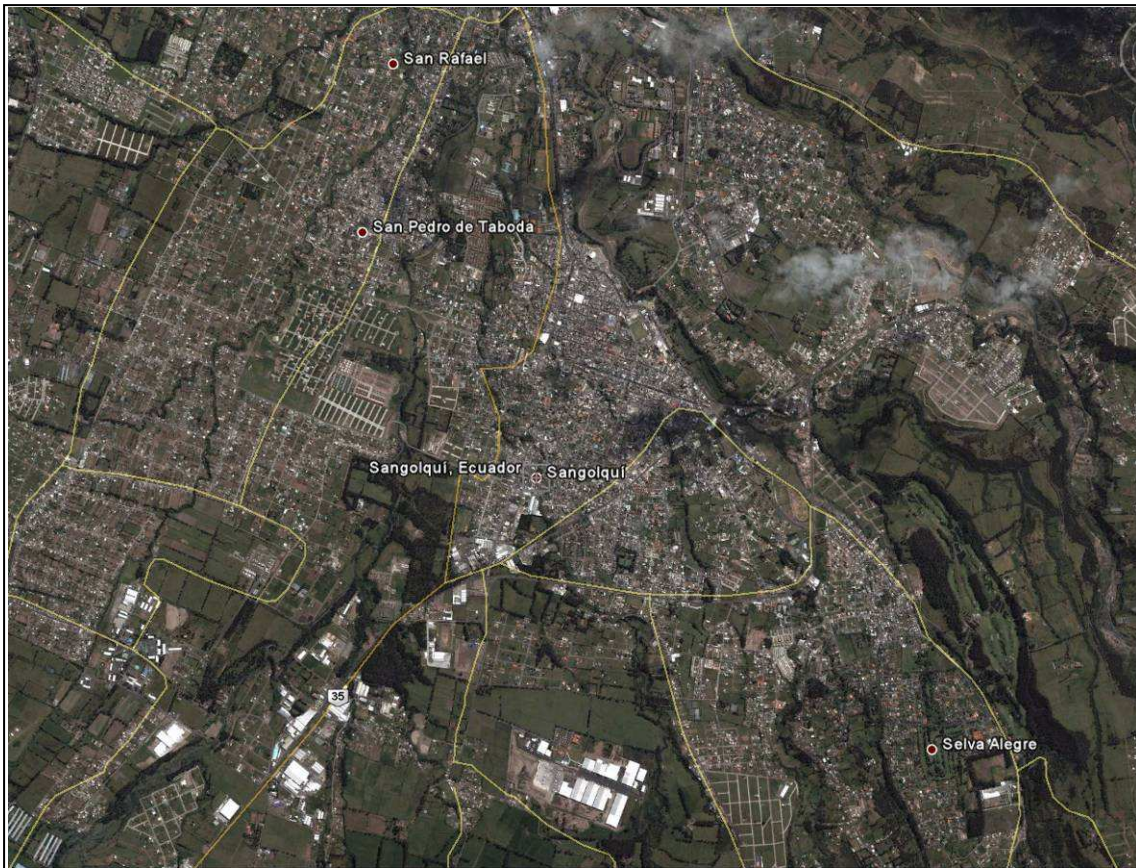
El actual barrio de Selva Alegre se cree es de procedencia indígena pre-incaica, ya que, la zona se encuentra bañada por dos ríos que son el Santa Clara y el San Bache, lo cual facilitaba la utilización de agua. Tras la llegada de los españoles, las tierras del actual barrio Selva Alegre fueron despojadas de sus dueños originales, lo que dio como

resultado la esclavitud, que con el paso de los años originó fuentes de trabajo, ocasionando que las familias continuaran asentadas en el sector debido a la cercanía de la fuente de trabajo. Incluso hoy en día se sigue practicando la costumbre de que los nuevos herederos sigan viviendo en el sector debido a que existen fuentes de trabajo en las urbanizaciones aledañas, las mismas que empezaron a crecer desmedidamente en el año de 1970 aproximadamente (Molina, 2011).

Se encuentra ubicado en el Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha a 10 minutos del centro de Sangolquí. En la actualidad, el barrio de Selva Alegre posee una población de 4000 habitantes de los cuales se cree que un 20% de la población son migrantes de otras zonas del país (Molina, 2011).

El barrio de Selva Alegre está compuesto por varias actividades económicas dentro de las que se destacan una industria de lácteos, una textilera, una lavadora de autos y aproximadamente 25 restaurantes de comida típica. Todas estas actividades generan desechos líquidos y sólidos, si bien los desechos sólidos son recolectados por el carro recolector de los Eco tachos, son los desechos líquidos los que representan una amenaza directa hacia los cuerpos de agua del barrio y del Cantón. El barrio de Selva Alegre tiene una dotación de agua potable de 18680.6 m³/mes (I. Municipio del Cantón Rumiñahui, 2009), lo que representa una elevada producción de aguas residuales generadas por el barrio y que son descargadas primero al alcantarillado y luego a los cuerpos de agua sin recibir ningún tratamiento previo, ni posterior. Dichas descargas de aguas residuales viajan a lo largo de las riberas hasta conectarse con otros cuerpos de agua del Cantón Rumiñahui, contaminando más sus aguas, ocasionando impactos visuales y generando más inconformidad en los habitantes de las cercanías de los cuerpos de agua (I. Municipio del Cantón Rumiñahui, 2010; Molina, 2011).

Figura 2: Ubicación del barrio Selva Alegre



Fuente: Imagen adaptada de Google Earth, 2011.

2.3. RÍO SANTA CLARA

El Santa Clara nace del río Pita, el cual es un río del alto andino ecuatoriano proveniente del volcán Sincholagua, el que nace a su vez de la unión de las quebradas Hualpaloma y Carcelén, y está considerada como el límite sur del Parque Nacional Cotopaxi. La Cuenca del Pita es de vital importancia para la ciudad de Quito, por servir como fuente de regadío para cultivos agrícolas en los valles y proveer de agua (proyecto Pita-Tambo) y electricidad a la ciudad (reservorio Guangopolo) (Freile *et al*, 2009).

El río Santa Clara posee recursos hídricos ideales para desarrollar actividades productivas alternativas como la piscicultura, permitiendo la diversificación de especies

y mejorando los volúmenes de producción (Muñoz D. *et al.*, 2011). Pero más que eso, significa el aporte de agua para todos, tanto para los pobladores de sus riberas como para las personas que viven río abajo, ya que las aguas del río Santa Clara se conectan con otros ríos, es el caso del San Bache, que a su vez se conecta con el San Pedro los cuales tienen personas viviendo y utilizando sus aguas. Si bien en toda su trayectoria se encuentra afectado por diversas actividades, tales como florícolas, urbanas, gastronómicas o de regadío, entre las más principales, por lo que se debe impulsar el cuidado y mantenimiento del mismo, ya que representa vida para todas las zonas por las que este atraviesa.

2.4. VÍAS DE ACCESO

Al barrio de Selva Alegre se puede acceder desde la ciudad de Quito por la autopista General Rumiñahui hasta el monumento al Colibrí, pasando por el Polideportivo de Sangolquí, hasta llegar a la Iglesia Matriz del Barrio Selva Alegre.

Desde el sector de San Rafael por la avenida General Enríquez hasta el monumento al Choclo, pasando por la calle Juan de Salinas hasta llegar a la Iglesia Matriz del Barrio Selva Alegre.

2.5. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS

Las casas que conforman el barrio de Selva Alegre poseen todos los servicios básicos, como son agua potable, red de distribución eléctrica, redes viales, sistema de alumbrado público, servicio de recolección de residuos sólidos y abastecimiento de gas. Con lo referente al alcantarillado, la mayoría de las casas ubicadas que conforman el barrio disponen de este servicio, ya que las casas que se encuentran en la ribera del río Santa Clara no poseen la cota adecuada para acceder al alcantarillado por lo que las conexiones de las tuberías de desagüe descargan directamente sobre el río. Las aguas residuales domésticas de la mayoría de habitantes del barrio si bien tienen acceso a alcantarillado, estas son dispuestas en cuerpos de agua dentro del Cantón Rumiñahui, ya

que el cantón y la mayoría de cantones del Ecuador no poseen plantas de tratamiento para este tipo de aguas, lo que ocasiona que sean dispuestas en diferentes cuerpos de agua.

CAPÍTULO 3

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diagnóstico de la calidad del agua del río Santa Clara en el barrio Selva Alegre-Cantón Rumiñahui.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar muestras de agua del río Santa Clara y realizar su caracterización, con el fin de determinar la situación físico-química actual del río.
- Realizar un inventario de las descargas producidas en el río.
- Mediante consulta bibliográfica identificar los posibles tratamientos que pueden aplicarse para el río Santa Clara.
- Recomendar posibles acciones para el cuidado del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre.

CAPÍTULO 4

MARCO TEÓRICO

4.1. AGUAS RESIDUALES

4.1.1. Residuos domésticos

Son los residuos o restantes que proceden de las manipulaciones de cocinas, de los lavados domésticos y de la actividad general de las viviendas, que son recogidos durante limpieza de la habitación humana (Rojas, 2002).

Pueden ser tanto sólidos como líquidos, tomando en cuenta a los sólidos como restos de comida o residuos generados en la producción de alimentos, que pueden ser clasificados en reciclables como el papel periódico o restos vegetales, y no reciclables como papel higiénico, envases de vidrio, entre otros. Los residuos líquidos son formados en actividades como uso de inodoros, lavamanos, duchas, etc., actividades que generan el aporte de detergentes o aceites y grasas al sistema de alcantarillado o en muchas ocasiones directamente a los cuerpos de agua (Calvo, 1992).

4.1.2. Agua Residual

Se considera como agua residual a los líquidos y sólidos que son vertidos en los sistemas de alcantarillado, procedentes de la actividad humana, que puede ser actividad industrial, comercial, habitacional, recreacional, etc., que en su composición llevan gran parte de agua además de sólidos, dentro de los que se destaca la materia orgánica, residuos industriales (metales pesados, pinturas, etc.) y que generalmente son vertidos a cursos o masas de aguas continentales o marinas (Calvo, 1992; Rojas, 2002).

Se conocen como aguas residuales “municipales” a los residuos líquidos que son vertidos y transportados por el sistema de alcantarillado de una ciudad o poblado y que además son tratadas en plantas de tratamiento municipales (Rojas, 2002).

Por otro lado se puede dar una clasificación a las aguas residuales “domésticas”, según su procedencia se las conoce como “aguas negras” y “aguas grises”; las aguas negras provienen de los inodoros y que se encuentran compuestas por excrementos, orina, y contienen sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales, estos últimos muy perjudiciales para la salud humana en caso de ingesta; las aguas grises provienen de las duchas, lavamanos, tinas y lavadoras, este tipo de aguas son gran fuente de DBO, detergentes, sólidos suspendidos, grasas y aceites y fósforo (Falcon, 1990; Rojas, 2002).

4.1.3. Caracterización del Agua

Al realizar la caracterización del agua podemos conocer los atributos físicos, químicos y biológicos de las muestras tomadas del cuerpo de agua de interés con el propósito de definir su aptitud para consumo humano, uso agrícola, industrial, recreacional (Rojas, 2002).

En la siguiente tabla se describen las propiedades físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales y su procedencia en términos generales.

Tabla 1: Propiedades físicas, químicas y biológicas del agua residual y su origen

PROPIEDADES	ORIGEN
Propiedades Físicas	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales.
Propiedades Químicas: Orgánicas	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Grasas animales, aceites y grasas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Compuestos Orgánicos Volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Propiedades Químicas: Inorgánicas	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración de aguas subterráneas.
Cloruros	Aguas residuales domésticas, infiltración de aguas subterráneas.
Metales Pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales, aguas de esorrentía.

Azufre	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales, aguas de suministro.
Propiedades Químicas: Gases	
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos.
Metano	Descomposición de residuos domésticos.
Oxígeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial.
Propiedades Biológicas	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Protistas:	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento de aguas.
Archeobacteras	
Virus	Aguas residuales domesticas.

(Fuente: Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003)

4.1.4. Efecto de Polución por las Aguas Residuales

Toda agua residual afecta de una manera u otra la calidad del agua de cualquier cuerpo de agua receptor, pero se dice que un agua residual solamente causa polución cuando esta introduce nuevas condiciones o características que hacen al agua del cuerpo receptor inadmisibles para el uso deseado (Crites & Tchobanoglous, 2000; Rojas, 2002; Ramalho, 2003).

En la siguiente tabla se presentan los efectos más importantes de los principales agentes de polución de las aguas residuales.

Tabla 2: Efectos indeseables de las aguas residuales.

CONTAMINANTE	EFEECTO
Materia Orgánica Biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia Suspendida	Deposición en los lechos de los ríos.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles.	Extinción de peces y vida acuática, interrupción de la autodepuración.
Microorganismos Patógenos	Las aguas residuales domésticas pueden transportar organismos patógenos.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.	El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que alteran el equilibrio biológico.	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes minerales.	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.

(Fuente: Crites & Tchobanoglous, 2000; Rojas, 2002; Ramalho, 2003).

4.1.5. Contaminantes de importancia en aguas residuales

Se consideran como contaminantes a los constituyentes adicionales al abastecimiento de agua a través del uso, los mismos que pueden tener diferente procedencia y que pueden ocasionar diferentes afecciones a los cuerpos de agua (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Dentro de los contaminantes de agua con mayor importancia encontramos:

- **Sólidos Suspendidos**, son partículas sólidas no sedimentables de diferentes diámetros que pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaeróbicas cuando se descargan aguas residuales crudas en un cuerpo de agua (Rojas, 2002).
- **Materia Orgánica Biodegradable**, se encuentra compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Este parámetro se lo puede medir en términos de DBO, DQO y COT por lo general. Si no es controlado a tiempo puede producir agotamiento del oxígeno disuelto desarrollando condiciones sépticas y afectando la vida acuática del cuerpo de agua (Rojas, 2002).
- **Patógenos**, se encuentran principalmente en las excretas humanas o animales y pueden en su mayoría producir enfermedades (Rojas, 2002).
- **Nutrientes**, dentro de los nutrientes los más importantes son el C, N y P, que cuando son descargados en cuerpos de aguas pueden producir o ayudan al crecimiento indeseado de vida acuática vegetal ocasionando una reducción en el oxígeno disuelto y generando procesos de eutrofización; cuando son descargados en grandes cantidades en el suelo pueden ocasionar contaminación acuática subterránea (Rojas, 2002).
- **Materia Orgánica Refractaria**, son bastante conocidos debido a su gran resistencia a los tratamientos convencionales, ejemplos: detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas (Rojas, 2002).
- **Metales Pesados**, provienen de aguas residuales comerciales e industriales ya que dentro de estas actividades son muy utilizados, y es posible que este tipo de

contaminantes deban ser removidos para evitar afecciones a personas o al ambiente que utilicen el agua (Rojas, 2002).

- **Sólidos Inorgánicos Disueltos**, algunos como el calcio, sodio y sulfato son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reutilización del agua (Rojas, 2002).
- **Grasas y Aceites**, Se refiere a aceites, grasas, grasas animales, ceras y otros constituyentes similares encontrados en las aguas residuales. Debido a sus propiedades la presencia de grasas y aceites en aguas residuales pueden causar muchos problemas en tanques sépticos, en sistemas de recolección y en el tratamiento de aguas residuales (Crites & Tchobanoglous, 2000).
- **Detergentes**, son agentes tensoactivos y están compuestos por moléculas orgánicas grandes, solubles en agua y aceite, que tienen la característica de disminuir y en algunos casos hasta romper la tensión superficial de los líquidos en los que se hallan disueltos (Rojas, 2002).

4.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

4.2.1. Tratamiento de aguas residuales

Es el proceso que sirve para determinar las condiciones y características del agua residual sin tratar, de modo que se pueda anticipar el tipo de tratamiento necesario (Navarrete, 1999).

4.2.2. Tipos de Tratamiento de Aguas Residuales

Los diferentes tratamientos de aguas residuales se generan según el tipo de vertido o agua residual que se posea, el tratamiento de aguas residuales generalmente se puede

dividir en tres partes las cuales son las más utilizadas debido a su eficacia, costo o facilidad de operación (Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003).

- **Tratamiento Primario**

En esta parte se utilizan tratamientos para la eliminación de sólidos suspendidos y materiales flotantes de diversos diámetros. Para la realización de este tratamiento se utiliza por lo general (Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003):

- **Cribado o desbrozo:** se utiliza para la eliminación o separación de sólidos en suspensión de distinto diámetro. La distancia o abertura de las rejillas dependen del objeto de las mismas, y su limpieza se la puede realizar manual o automáticamente. El material de la criba puede ser de cualquier tipo, agujereado ordenadamente en cualquier forma geométrica (Rojas, 2002; Ramalho, 2003).
- **Sedimentación:** se utiliza en tratamientos de aguas residuales con el objetivo de separar los sólidos en suspensión presentes en dichas aguas. El proceso consiste en la separación de las materias por diferencia de peso específico entre partículas sólidas y el líquido donde se encuentran (Ramalho, 2003).
- **Flotación:** Es el proceso en el cual se separan sólidos de baja densidad o también partículas líquidas de una fase líquida, mediante la utilización de oxígeno a presión y mediante un proceso de despresurización se forman burbujas del gas ocasionando que las partículas sólidas o líquidas sean llevadas a la superficie donde podrán ser retiradas posteriormente con procesos mecánicos, o el líquido clarificado puede separarse cerca del fondo lo que puede hacer que parte del mismo pueda ser reciclado (Ramalho, 2003).
- **Separación de aceites y grasas:** Para este tratamiento se utilizan las denominadas trampas de grasa o tanques receptores de desnatación, que básicamente son utilizados para retener y posteriormente remover las grasas por

enfriamiento y flotación, en el caso de los aceites, estos serán recolectados por flotación (Rojas, 2002; Ramalho, 2003).

- **Neutralización:** Es el proceso por el cual deseamos mantener una uniformidad de las aguas residuales con el objetivo de que no se den alteraciones en los procesos biológicos de tratamiento ya que son muy susceptibles a cambios de pH (Ramalho, 2003).

- **Tratamiento Secundario**

Esta parte del tratamiento de aguas está comprendido por tratamientos biológicos convencionales. Entre los tratamientos más utilizados se encuentran (Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003):

- **Lodos activos:** Involucra la producción de una masa activa de microorganismos capaces de estabilizar de manera aerobia un desecho. Durante el proceso de lodos activados las aguas residuales tamizadas o sedimentadas y tamizadas se mezclan con cantidades variables del flujo interior del clarificador secundario. Dicha mezcla entra en el tanque de aireación donde se mezclan los microorganismos con las aguas residuales aireadas y bajo estas condiciones los microorganismos oxidan parte del desecho orgánico a CO_2 y agua para obtener energía y la otra parte, los microorganismos sintetizan en forma de nuevas células microbianas utilizando la energía obtenida de la oxidación (Crites & Tchobanoglous, 2000).
- **Aireación prolongada:** También conocido como oxidación total, es considerada como una modificación del proceso de lodos activados, con el objetivo de disminuir la cantidad de lodo residual. Este proceso se logra llevar a cabo aumentando el tiempo de residencia de los lodos ocasionando que el reactor los consuma en el proceso (Ramalho, 2003).

- **Lagunaje con aireación:** Son balsas con profundidad que puede variar de 1 a 4 metros, en las que se realiza la oxigenación de las aguas residuales mediante la utilización de unidades de aireación que bien pueden ser superficiales, turbinas o difusores (Ramalho, 2003).
- **Estabilización por lagunaje:** Son balsas de estabilización en las que la oxigenación es realizada superficialmente sin la utilización de equipos de aireación, además de que se produce oxígeno por parte de organismos fotosintéticos, el mismo que es utilizado por bacterias para la degradación aerobia de la materia orgánica (Ramalho, 2003).
- **Filtros biológicos:** Es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual, proporcionada de manera uniforme a través del filtro (Ramalho, 2003).
- **Biodiscos:** Son discos fabricados de poliestireno o polietileno recubierto con limo biológico para brindar un tratamiento biológico a las aguas residuales. Estos discos se mantienen paralelos entre si y unidos a un eje horizontal que pasa a través de sus centros (Ramalho, 2003).
- **Tratamiento terciario**

Finalmente la última parte del tratamiento de aguas tiene como objetivo principal el eliminar todos los contaminantes que no pudieron ser eliminados con ninguno de los tratamientos previos. Dentro de los más utilizados se destacan (Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003):

- **Microtamizado:** Proceso utilizado para la remoción de sólidos en suspensión, está construido sobre tambores rotativos, el agua residual es alimentado en el interior del tambor fluyendo hasta una cámara de almacenamiento de agua clara en la parte exterior (Ramalho, 2003).

- **Filtración:** utilizando lechos de arena, antracita, diatomeas, etc. Es un proceso complementario para lograr obtener mayor eficiencia en la remoción de sólidos en suspensión (Ramalho, 2003).
- **Precipitación y coagulación:** Proceso en el cual se utilizan sustancias químicas (sulfato de aluminio, polielectrolitos, cal, etc.) se lleva a cabo la aglomeración de sólidos sedimentables, lo que incrementa su densidad y ocasiona que se sedimenten y puedan ser removidos (Ramalho, 2003).
- **Adsorción por carbón activado:** Se utiliza el carbón activado para la eliminación de olores y sabores producidos en las aguas residuales. El carbón activado es un material altamente utilizado en las plantas de tratamiento debido a su gran superficie de contacto y su gran capacidad de absorción (Ramalho, 2003).
- **Intercambio iónico:** Es un proceso en el cual los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales sobre la superficie de un sólido son intercambiados por iones de una especie diferente de disolución por fuerzas electroestáticas, aportando a procesos de desmineralización de las aguas residuales (Ramalho, 2003).
- **Cloración:** Es un proceso muy utilizado en el tratamiento de aguas residuales en general. Colabora con la desinfección de las aguas residuales, además de la eliminación de patógenos, olores y colores de las mismas (Ramalho, 2003).

- **Tratamientos Avanzados**

Son denominados como tratamientos avanzados debido a su gran complejidad, además de representar grandes costos de operación y mantenimiento (Crites & Tchobanoglous, 2000; Ramalho, 2003).

- **Electrodiálisis:** Es un método desarrollado para la desalación del agua de mar, ayuda en la remoción de nutrientes inorgánicos como el fósforo y nitrógeno encontrados en aguas residuales. Se le considera como una etapa final en los procesos de tratamiento de aguas residuales (Ramalho, 2003).

- **Osmosis inversa:** A través de una membrana semipermeable se hace pasar el agua residual aumentando la presión de flujo lo que hace que los sólidos sedimentables se quedan adheridos a la membrana semipermeable y el agua libre de contaminantes atraviesa la membrana (Ramalho, 2003).

- **Ozonización:** Oxidación química de las aguas residuales mediante la utilización de ozono (Ramalho, 2003).

4.2.3. Autodepuración

Los ríos tienen una capacidad limitada de absorber y eliminar la contaminación de los vertidos que reciben producto de las actividades humanas. La autodepuración es el proceso o capacidad que posee un cuerpo de agua para absorber y auto limpiarse. Varía dependiendo de la capacidad de oxigenación que posee el cuerpo de agua. Cuando entra la materia orgánica al río se da un incremento en el consumo del oxígeno por parte de los microorganismos para poder metabolizar la materia orgánica. Por otro lado el oxígeno aumenta debido al movimiento del agua, proceso conocido como re oxigenación. Este proceso se ve influenciado directamente por la presencia o no de rocas o piedras en la trayectoria del río, lo que ocasiona un golpeteo constante del agua influyendo en la transferencia de oxígeno con el agua. Esto quiere decir que a mayor presencia de piedras, mayor cantidad de oxígeno, lo que equivale a una mayor autodepuración (Rodríguez, 2005; Villalba, 2008).

4.2.4. Muestreo de aguas residuales

Para la identificación de las diferentes características que componen el agua residual se deber seguir técnicas apropiadas de muestreo que aseguren resultados representativos del caudal global de aguas residuales y no solamente del caudal que circula en el instante del muestreo (Rojas, 2002).

Para que una muestra sea representativa se recomienda realizar los muestreos en zonas con flujo muy turbulento en donde el agua residual este bien mezclada, pero cabe indicar que los sitios de muestreo deben seleccionarse de acuerdo con cada problema individual de estudio. Los periodos de muestreo van a diferir según el régimen de variación del caudal, los propósitos del programa de estudio y de la disponibilidad de recursos económicos (Rojas, 2002).

Se establece que la realización de muestras compuestas o mezclas de muestras simples o instantáneas representa las condiciones reales del cuerpo de agua en un tiempo prolongado, ya que el realizar toma de muestras simples o instantáneas solo nos refleja la situación del cuerpo de agua durante el periodo de muestreo (Rojas, 2002).

La toma de muestras simples son útiles cuando el flujo de agua es intermitente, no continuo o cuando el parámetro que se desea analizar puede cambiar durante el periodo de muestreo. Las muestras simples son utilizadas para realizar análisis de oxígeno disuelto (OD), cloro residual, temperatura, pH, alcalinidad, acidez, coliformes y grasas y aceites (Rojas, 2002).

La recolección de muestras compuestas es preferible realizar cuando se desea conocer resultados promedio de los parámetros a ser analizados. Se determina que la mejor muestra compuesta es la sumatoria de varias muestras simples tomadas en diferentes intervalos de tiempo, de preferencia cada 60 minutos (Rojas, 2002).

4.3. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

Se considera como aguas negras a las aguas de abastecimiento de una población luego de que han sido utilizadas e impurificadas de algún modo. Visto desde su origen representa la mezcla de líquidos con desechos sólidos arrastrados por el agua, todos ellos provenientes de poblaciones, los mismos que se los pueden clasificar como orgánicos e inorgánicos y que a su vez se los puede encontrar suspendidos o disueltos en las aguas (Falcon, 1990).

4.3.1. Origen de las aguas negras

Las aguas negras pueden producirse a partir de: desechos humanos y animales, desperdicios caseros, corrientes pluviales, infiltraciones de aguas subterráneas y desechos industriales (Falcon, 1990).

Según lo establecido por la Organización Mundial de la Salud las personas consumen y desechan 1500 ml/día de agua, como se indica en la tabla 3 y 4 en las cuales se encuentra detallado el consumo y desecho de líquidos aproximadamente que tiene una persona en un día.

Tabla 3: Consumo de bebidas en un adulto humano promedio.

Ingreso o ganancia	ml / 24 horas
Agua y bebidas	500-2000
Agua en alimentos	800-1100
Agua de oxidación	200-400

Elaborado por: OMS, 2003 [Online]; Scribd, 2011 [Online]

Tabla 4: Pérdida de líquidos en un humano adulto promedio.

Egreso o pérdida	ml / 24 horas
Heces	100-300
Pulmón (respiración)	400-600
Piel (sudoración)	400-600
Riñón (orina)	600-2000

Elaborado por: OMS, 2003 [Online]; Scribd, 2011 [Online]

4.3.2. Aspecto de las aguas negras

Son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión, cuando son frescas poseen un olor característico a moho no desagradable y un color gris también característico. Como materiales en suspensión se encuentran: sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos procedentes de la actividad humana diaria. Al paso del tiempo el color de las aguas empieza a cambiar de gris a negro y su olor se hace ofensivo y desagradable, y es bastante visible en la superficie de las aguas sólidos de color negro flotando (Falcon, 1990).

Dentro del aspecto de las aguas negras se destaca los diferentes términos que son útiles para describir las condiciones de las aguas negras (Falcon, 1990).

- Aguas negras frescas: Aguas negras en estado inicial, contienen el suficiente oxígeno para que se sigan dando reacciones de descomposición aeróbicas (Falcon, 1990).
- Aguas negras sépticas: Son aguas negras a las que se les ha agotado el oxígeno disuelto por lo que se ha empezado a generar reacciones de descomposición anaeróbicas con la respectiva producción de ácido sulfhídrico y otros gases (Falcon, 1990).
- Aguas negras estabilizadas: Son aguas negras en las que los sólidos presentes son degradados muy lentamente (Falcon, 1990).

4.3.3. Composición Biológica

Las aguas negras contienen gran cantidad de microorganismos, si bien algunos son malignos para la salud humana también existen otros que nos pueden ayudar a realizar el trabajo de degradación de las aguas negras. Dentro de los microorganismos más importantes tenemos a las bacterias, las cuales se clasifican en parasitarias, que necesitan de un organismo para vivir y en general son patógenas, es decir dañan al organismo donde viven, saprofitas, que necesitan de materia orgánica para vivir e ideales para los tratamientos de aguas, y virus que generan enfermedades en los seres humanos (Falcon, 1990).

Para dar un correcto tratamiento a las aguas negras se deben establecer objetivos, que hay que considerar para realizar dicho tratamiento, y estos son: la prevención de enfermedades, la preservación de fuentes de abastecimiento de agua, la prevención de molestias generadas, mantener limpia el agua que alberga vida acuática, la conservación del agua para usos industriales y agrícolas (Falcon, 1990).

4.3.4. Tratamientos de Aguas Negras

Existen diversas metodologías que se pueden utilizar para el tratamiento y disposición final de aguas negras residuales, como se mostro anteriormente existen varios tratamientos como son el primario, secundario y terciario.

El tratamiento primario de las aguas negras es un proceso mecánico que utiliza cribas para separar los desechos de mayor tamaño como palos, piedras y trapos, en algunos países se incluyen trituradoras para evitar el mal funcionamiento de la planta. Las aguas negras de las alcantarillas llegan a la cámara de dispersión en donde se encuentran las cribas, de donde pasan las aguas negras al tanque de sedimentación, del cual los sedimentos pasan a un tanque digestor y luego a un lecho secador, para luego ser utilizados como fertilizante en las tierras de cultivo o a un relleno sanitario o son arrojados al mar. Del tanque de sedimentación el agua es conducida a un tanque de

desinfección con cloro y una vez que cumpla con los límites permisibles sea arrojada a un lago, un río o al mar. (Falcon, 1990; Rojas, 2002; Ramalho, 2003)

El tratamiento secundario de aguas negras es un proceso biológico que utiliza bacterias aerobias como un primer paso para remover hasta cerca del 90 % de los desechos biodegradables que requieren oxígeno. Después de la sedimentación, el agua pasa a un tanque de aireación en donde se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica y posteriormente pasa a un segundo tanque de sedimentación, luego pasa a un tanque de cloración para su desinfección y si cumple con los límites máximos permisibles se la puede reutilizar o disponer en algún cuerpo de agua. (Falcon, 1990; Rojas, 2002; Ramalho, 2003)

A cualquier tratamiento de las aguas negras que se realiza después del tratamiento secundario se le conoce como tratamiento terciario y en este, se busca eliminar los contaminantes orgánicos, los nutrientes como los iones fosfato y nitrato o cualquier exceso de sales minerales. En el tratamiento terciario de aguas negras se pretende que sea lo más pura posible antes de ser arrojadas al ambiente. Dentro del tratamiento de las aguas de desecho para la eliminación de los nutrientes y mayor purificación están la microfiltración, la coagulación y precipitación, la adsorción por carbón activado, el intercambio iónico, la ósmosis inversa, la electrodiálisis, la cloración y la ozonización. (Falcon, 1990; Rojas, 2002; Ramalho, 2003)

4.4. LEGISLACIÓN ECUATORIANA

Todos los ecuatorianos hemos aceptado nuestros derechos y obligaciones estipulados dentro de la Constitución Política de la República del Ecuador, en la cual además de nuestros derechos y deberes como ciudadanos, se estipulan artículos relacionados al cuidado y buenas prácticas ambientales. Entre los más representativos son los artículos 71, 72, 73 entre otros indicados a continuación.

Art. 71.-

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funcionamiento y procesos evolutivos...”

Art. 72.-

“La naturaleza tiene derecho a la restauración...”

Art. 73.-

“El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales...”

Art. 400.-

“El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional...”

Art. 411.-

“El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico...”

Art. 412.-

“La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.”

Dentro de estos artículos se representa los derechos de la naturaleza y las obligaciones que tenemos todos los habitantes del Ecuador para cuidar y proteger el medio ambiente.

Además de los artículos estipulados en la Constitución Ambiental de la República del Ecuador tenemos normativas que nos ayudan a cumplir y hacer cumplir las buenas

prácticas ambientales, tal documento es el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) Libro VI, correspondiente a la Calidad Ambiental.

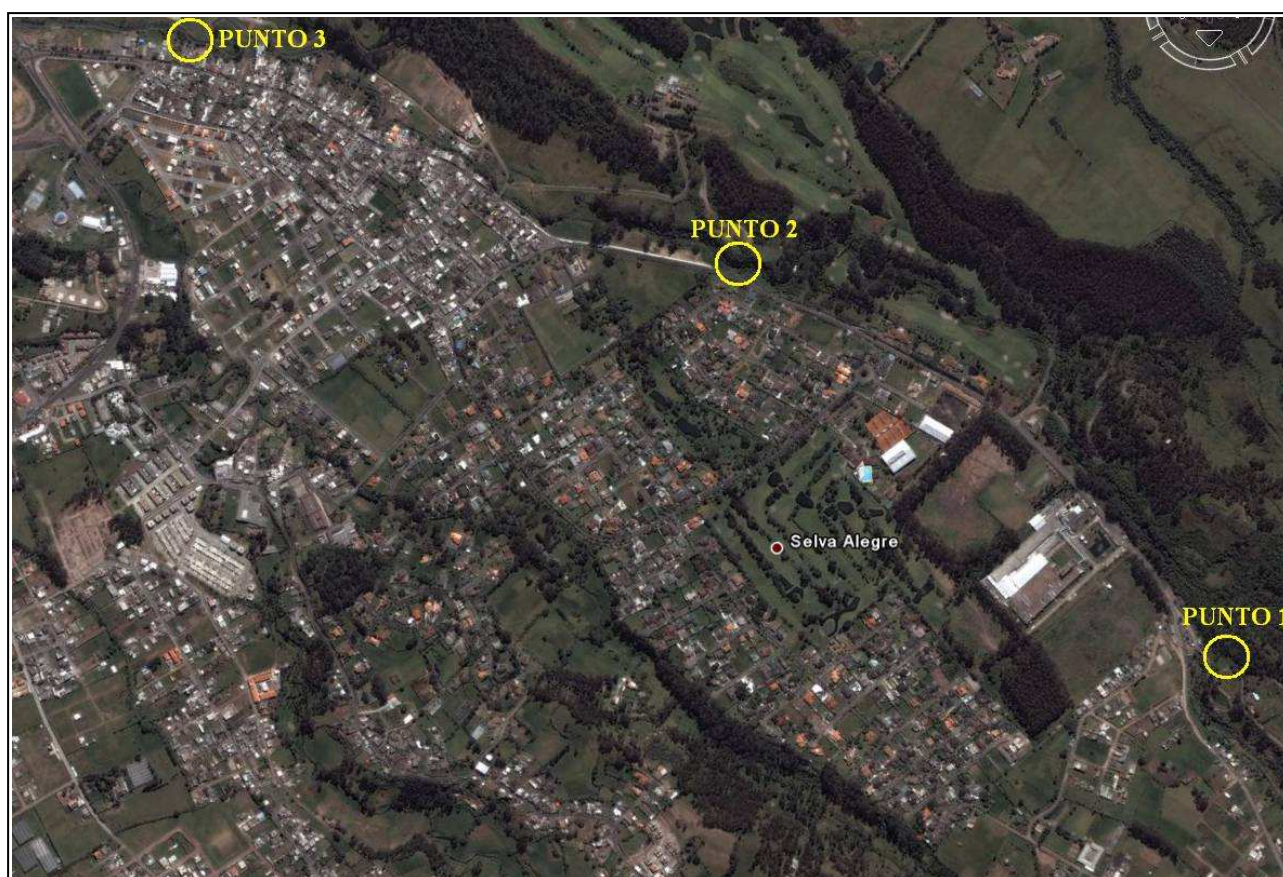
El I. Municipio del Cantón Rumiñahui realiza sus controles y monitoreos ambientales basándose en las tablas presentes en el Libro VI correspondiente a la Calidad Ambiental, Anexo 1 correspondiente a la Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes: Recurso Agua, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA

5.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la trayectoria del río Santa Clara se seleccionaron 3 puntos de muestreo, denominados como Punto 1, 2 y 3 respectivamente, los mismos que se determinaron por su facilidad de acceso, fácil muestreo, además de estar ubicados en zonas de importancia para el estudio ya que se encuentran situados en las cercanías del barrio Selva Alegre.

Figura 3.- Mapa del barrio Selva Alegre señalando los puntos de muestreo.



Fuente: Imagen adaptada de Google Earth, 2011

5.2. METODOLOGÍA

Para la recolección de muestras se decidió establecer 3 puntos de muestreo:

- **Punto 1:** Aproximadamente 500 metros antes de las instalaciones de una fábrica textil.

Figura 4.- Punto 1 de muestreo.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Figura 5: Panorama del punto 1 en el río Santa Clara.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- **Punto 2:** Aproximadamente 1000 metros posteriores a la fábrica textil y 200 metros antes de las viviendas del barrio Selva Alegre.

Figura 6.- Punto 2 de muestreo



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Figura 7: Descarga directa al río, 500 metros posterior al punto de muestreo 2.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Figura 8: Desechos sólidos arrojados al río, aproximadamente 800 metros posterior al punto 2 de muestreo.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Figura 9: Panorama del río, se identifican escombros, aproximadamente 900 metros posterior al punto 2 de muestreo.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Figura 10: Escombros en el río.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- **Punto 3:** Aproximadamente 200 metros posteriores a las viviendas del barrio Selva Alegre.

Figura 11.- Punto 3 de muestreo



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Se realizó la recolección de muestras compuestas en cada uno de los puntos de muestreo, hasta completar la cantidad de 1 litro por muestra, las mismas que fueron transportadas para ser analizadas en los laboratorios de la Universidad Internacional SEK, y en las instalaciones de OPS (Oferta de Productos y Servicios) de la Universidad Central del Ecuador.

5.3. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Mediante el uso de un GPS se determinó la ubicación de los puntos de muestreo y su altura.

Tabla 5: Altura y coordenadas de los puntos de muestreo.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Altura	2616 m	2543 m	2522 m
Coordenadas	S: 00° 21' 34.0''	S: 00° 20' 53.8''	S: 00° 20' 26.3''
	O: 078° 24' 59.4''	O: 078° 25' 37.0''	O: 078° 25' 56.4''

Elaborado por: Guzmán, 2011

5.4. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Para la recolección de muestras se utilizaron los siguientes materiales:

- Frascos plásticos de 1 litro de capacidad, a los cuales se los recubrió con papel aluminio para evitar alteraciones en las muestras tomadas.
- **Figura 12:** Envases plásticos para la recolección de muestras.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

- Recipiente y jarra de plástico con el cual se tomaron las muestras de agua.

Figura 13: Toma de parámetros in situ.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

- Para la medición de los parámetros in situ se utilizó un potenciómetro / conductivímetro digital marca Thermo Scientific, modelo Orion-5-Star.

Figura 14: Potenciómetro/conductivímetro digital marca Thermo Scientific, modelo Orion-5-Star.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- Para la medición de la velocidad se utilizó un medidor digital de velocidad del agua, modelo fP101, serie 92166.

Figura 15: Medición de la velocidad del río Santa Clara



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- Para el transporte de las muestras se utilizó un 48 QT Cooler con hielo en su interior para evitar posibles alteraciones de las muestras.

Figura 16: Cooler para el transporte de las muestras de agua.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

5.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

El análisis de las muestras recolectadas se lo realizó en las instalaciones de la OPS (Oferta de Productos y Servicios) de la Universidad Central del Ecuador. Cabe mencionar que la recolección de muestras de agua del río Santa Clara se la realizó durante la temporada seca y la lluviosa, para una mejor comprensión del comportamiento del río, de la misma manera el análisis de las muestras se lo realizó en estas dos temporadas por lo que existe variación en los resultados obtenidos.

- Parámetros in situ analizados:

Tabla 6: Parámetros in situ analizados

Parámetro	Unidades
pH	-
Conductividad	uS/cm
Temperatura	°C
Oxígeno Disuelto	mg / L

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

- En la **tabla 7** se observan los parámetros analizados en el laboratorio para cada muestra recolectada en los diferentes puntos de muestreo realizados en el río Santa Clara.

Tabla 7: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP, en los 3 puntos de muestreo

MUESTRAS		
PARAMETROS	UNIDADES	METODO
Aceites Y Grasas	mg/l	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Sólidos Disueltos	mg/l	MAM-30 / APHA2340 C
Coliformes fecales	NMP/100ml	SM 9221-C
Detergentes	Mg/l	MAM-47 / COLORIMETRO HACH

Elaborado por: Guzmán, 2011

A continuación se muestra una breve descripción de los métodos utilizados para el análisis de las muestras de agua.

- **Determinación de DQO mediante Método 5220 B. Método de Reflujo Abierto**

Para la realización de este método se siguieron los siguientes pasos.

1. Se colocó en un balón de vidrio de 500 ml de capacidad: 75 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) + 1 g de sulfato de plata (Ag₂SO₄) + 1 dado magnético, y se lo agitó durante 2 horas en una plancha magnética.
2. Aparte se mezclaron en un matraz: 25 ml de dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) + 0.8 g de sulfato de mercurio (Hg₂SO₄).

3. Se colocaron los diferentes componentes en un balón de vidrio en el siguiente orden para evitar reacciones no deseadas:
 - 50 ml de muestra de agua + núcleos de ebullición.
 - Se añadieron 75 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con el sulfato de plata (Ag_2SO_4) previamente agitados. Durante este paso se recomienda ir enfriando el balón de vidrio debido a que se produce un gran incremento de temperatura. Luego se añadieron los 25 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) con el sulfato de mercurio (Hg_2SO_4).
 - Una vez mezclados los componentes se armó una torre de destilación en conjunto con la mezcla preparada, y se la dejó durante 2 horas a 250 °C.
 - Transcurridas las 2 horas se dejó enfriar y se le añadió 150 ml de agua destilada, se debe tener cuidado ya que la mezcla empieza a calentarse. Se deja enfriar nuevamente y se colocaron 5 gotas de Ferroina.
4. Para la titulación se preparó una pipeta de 25 ml de capacidad con SAF (Sulfato de amonio ferroso). Se armó la pipeta con un soporte universal y la mezcla realizada, y se fue colocando el SAF hasta que cambió de color verde azulado a marrón oscuro. A la primera señal de cambio de color se anotó la cantidad de SAF utilizada. SAF 0.25 M (Sulfato de Amonio Ferroso)

$$DQO \text{ muestra} = \frac{(\text{ml gastados en blanco} - \text{ml gastados en muestra}) * 8000 * N}{\text{Volumen de muestra (ml.)}}$$

- **Determinación de Aceites y Grasas mediante Método de Partición-Gravimetría**

Se recoge una muestra de 1 L y se marca el nivel de la muestra en la botella para determinar después el volumen de la muestra. Acidifíquese hasta pH 2 o inferior; en general 5 ml de HCl es suficiente. Pásese a un embudo de separación. Aclárese con cuidado la botella de muestra con 30 ml de triclorotrifluoroetano y añádase los lavados del disolvente al embudo de separación. Es preferible agitar vigorosamente durante 2 minutos. Déjense que se separen las capas. Drénese la capa de disolvente a través del embudo que contenga papel filtro humedecido con el disolvente en un matraz de

destilación limpio y tarado. Si no es posible obtener una capa clara de disolvente, añádase 1 g de Na_2SO_4 si es necesario. Háganse dos extracciones mas con 30 ml de disolvente cada vez pero aclárese primero el envase de la muestra con cada fracción del disolvente. Combínense los extractos en el matraz de destilación tarado y lávese el papel filtro con otros 10 a 20 ml del disolvente. Destílese el disolvente del matraz de destilación en un baño de agua a 70 °C. Colóquese el matraz en un baño de agua a 70 °C durante 15 minutos y extráigase aire a su través aplicando el vacío durante el minuto final. Enfríese en un desecador durante 30 minutos y pésese.

$$\text{Mg de aceite y grasa/L} = \frac{(\text{peso del matraz con aceites y grasas} - \text{peso del matraz vacío}) * 1000}{\text{ml de muestra}}$$

- **Determinación de la DBO_5**

El método consiste en llenar con muestra de agua, hasta rebosar, un frasco hermético del tamaño especificado, e incubarlo a la temperatura establecida de 20 °C \pm 1 °C, durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación, y el ROB se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final. Debido a que el OD se determina inmediatamente después de hacer la dilución, toda la captación de oxígeno, incluida la que ocurre durante los 15 primeros minutos, se incluye en la determinación del ROB.

- **Método titulométrico EDTA 2340C.**

Selecciónese un volumen de muestra que requiera menos de 15 ml de reactivo EDTA y realícese la titulación en 5 minutos, medidos a partir del momento de la adición del tampón. Dilúyanse 25 ml de muestra hasta alrededor de 50 ml de agua destilada en una batea de porcelana u otro recipiente adecuado. Añádase entre 1 y 2 ml de solución tampón. Por lo general 1 ml será suficiente para dar un pH de 10 a 10.1. La ausencia de un cambio de color de punto final neto en la titulación suele significar la necesidad de añadir un inhibidor en ese punto o que el indicador se ha deteriorado.

Añádase 1 o 2 gotas de solución indicadora o una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco. Poco a poco, añádase titulante EDTA estándar, removiendo continuamente,

hasta que desaparezcan las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul. Se recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final. Si se dispone de muestra suficiente y no hay interferencias, puede lograrse una mayor exactitud incrementando el tamaño de la muestra.

$$\text{Dureza (EDTA) como mg de CaCO}_3 = \frac{A * B * 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde:

A = ml de titulación para la muestra

B = mg CaCO₃ equivalente a 1 ml de titulante EDTA

- **Procedimiento de NMP para coliformes fecales 9221 C.**

La prueba para coliformes fecales permite diferenciar entre los coliformes de origen fecal (intestino de los animales de sangre caliente) y los procedentes de otras fuentes. Utilícese medio EC o, para una prueba más rápida sobre la calidad de las aguas de mariscos y aguas residuales tratadas, medio A-1 en una prueba directa.

Medio EC:

- Triptosa o tripticasa = 20 g
- Lactosa = 5 g
- Mezcla de sales biliares o sales biliares n°3 = 1.5 g
- Fosfato de hidrogeno dipotasico (K₂HPO₄) = 4 g
- Fosfato de dihidrogeno potásico (KH₂PO₄) = 1.5 g
- Cloruro de sodio (NaCl) = 5 g
- Agua destilada = 1 L

Añádanse los ingredientes deshidratados al agua, mézclense cuidadosamente y caliéntense para disolverlos. El pH debe ser de 6.9 ± 0.2 después de la esterilización. Antes de esterilizar, colóquese la mezcla en los tubos de fermentación, cada uno con un vial invertido, y con una cantidad de medio suficiente para que cubra, al menos parcialmente, al vial después de la esterilización. Cíerrense los tubos con tapones de metal o de plástico resistente al calor.

Estúdiense todos los tubos de fermentación presuntivos que hayan mostrado alguna cantidad de gas o un fuerte crecimiento durante las 48 horas de incubación en la prueba de confirmación.

Agítense suavemente o gírense los tubos de fermentación que muestran gas o un fuerte crecimiento. Con un asa estéril de metal de 3 mm de diámetro o un aplicador de madera estéril, pásese el cultivo de cada tubo de fermentación al medio EC. Incúbense los tubos con medio EC inoculados en un baño de agua a 44.5 ± 0.2 °C durante 24 ± 2 horas. Depósitense todos los tubos con EC en un baño de agua antes de que transcurran 30 minutos de la inoculación y manténgase a una profundidad suficiente como para que el agua del baño este a un nivel superior al que tiene el medio en los tubos.

Se considera como reacción positiva la aparición de gas en un medio EC a las 24 horas o menos de incubación. La falta de gas (a veces se produce crecimiento) constituye un resultado negativo, que indica que el origen de los microorganismos no es el aparato digestivo de los animales de sangre caliente. El NMP en los tubos con medio EC positivos se calcula en la forma descrita en la sección 9221D.

- **Determinación de Turbidez**

Se determinó la turbidez de cada una de las muestras de agua de los diferentes puntos, mediante el uso de un Microprocessor Turbidity Meter (HANNA instruments. celda). Los resultados de las muestras analizadas fueron determinados en unidades FTU.

Posteriormente se efectuó una prueba de jarras en la que se utilizó un FP4 Portable Jar Test (VELP SCIENTIFICA), con 4 ml de coagulante a 200 ppm de concentración con el cual se trabajó en intervalos de 1 min. a 200 rpm de velocidad, 5 min. a 4 rpm y 4 min. en reposo. Para finalizar se analizó nuevamente la turbidez de cada una de las muestras que fueron tratadas en el Jar Test.

CAPITULO 6

DISCUSION

6.1. RESULTADOS

6.1.1. PARAMETROS “IN SITU”

En la **Tabla 8** se encuentran detallados los resultados de las mediciones “in situ” de los puntos de muestreo en el río Santa Clara.

Tabla 8: Parámetros in situ analizados

Parámetro	Unidades	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
pH	-	6,7	6,8	6,8
Conductividad	uS/cm	136	137	112
Temperatura	°C	12,8	13,1	14,6
Oxigeno Disuelto	mg / L	13,1	14	16,4

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

6.1.2. PARÁMETROS DE LABORATORIO

En las instalaciones de la OSP de la Universidad Central del Ecuador se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras analizadas, durante la temporada de lluvia.

Tabla 9: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 1			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
Aceites Y Grasas	mg/l	<0,8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	22	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Sólidos Disueltos	mg/l	90	MAM-30 / APHA2340 C
Coliformes fecales	NMP/100ml	4.6X10 ⁴	SM 9221-C

Elaborado por: Guzmán, 2011

Tabla 10: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 2			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
Aceites Y Grasas	mg/l	<0,8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	21	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Sólidos Disueltos	mg/l	92	MAM-30 / APHA2340 C
Coliformes fecales	NMP/100ml	3,5X10 ⁴	SM 9221-C

Elaborado por: Guzmán, 2011

Tabla 11: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 3			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
Aceites Y Grasas	mg/l	<0,8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	20	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Sólidos Disueltos	mg/l	96	MAM-30 / APHA2340 C
Coliformes fecales	NMP/100ml	2,4X10 ⁴	SM 9221-C

Elaborado por: Guzmán, 2011

Durante la temporada de sequia se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras analizadas.

Tabla 12: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 1			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	13	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Detergentes	mg/l	<0,013	MAM-47 / COLORIMETRO HACH
Coliformes fecales	NMP/100ml	7,9X10 ³	SM 9221-C

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Tabla 13: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 2			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	8	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Detergentes	mg/l	<0,013	MAM-47 / COLORIMETRO HACH
Coliformes fecales	NMP/100ml	3,3X10 ³	SM 9221-C

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Tabla 14: Parámetros analizados en las instalaciones de la OSP

PUNTO 3			
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	8	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Detergentes	mg/l	<0,013	MAM-47 / COLORIMETRO HACH
Coliformes fecales	NMP/100ml	2,4X10 ⁴	SM 9221-C

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Como se observa en estas tablas los resultados obtenidos son distintos en la temporada de sequia y se debe a que durante el periodo de muestreo hubieron cortes de aguas por mejoras en las tuberías del servicio de agua potable lo que interrumpió el consumo normal de agua por parte de los habitantes del barrio ocasionando que en vez de que los resultados se disparesen ya que se produciría una mayor concentración de los contaminantes en las aguas del río Santa Clara simplemente no hubo mayor incremento.

6.1.3. TURBIDEZ

De las muestras de agua analizadas se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 15: Análisis de turbidez de muestras de agua en estado normal

Agua en estado normal		
Muestra	Turbidez	Unidad
1	6,7	FTU
2	182	FTU
3	22,9	FTU

Elaborado por: Guzmán, 2011

Tabla 16: Análisis de turbidez de muestras de agua en estado normal

Agua post prueba de jarras		
Muestra	Turbidez	Unidad
1	25,5	FTU
2	34,2	FTU
3	26,1	FTU

Elaborado por: Guzmán, 2011

Tabla 17: Análisis de turbidez de muestras de agua en estado normal.

Agua post filtración		
Muestra	Turbidez	Unidad
1	9,4	FTU
2	2,5	FTU
3	6,8	FTU

Elaborado por: Guzmán, 2011

- Características físico-hidráulicas del río Santa Clara

En la **Tabla 18** se encuentran detalladas las características físico-hidráulicas medidas en el río Santa Clara.

Tabla 18: Mediciones obtenidas en el río Santa Clara

Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Velocidad media	m/s	0,11	0,21	0,33
Velocidad máxima	m/s	0,22	0,28	0,5
Profundidad	m	0,53	0,61	0,51
Ancho	m	3,3	3,5	7
Área	m ²	1,749	2,135	3,57
Caudal	m ³ /s	0,39	0,60	1,79
Caudal	m ³ /h	1386,00	2152,08	6444,00

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

6.1.4. AGUAS NEGRAS

Tomando en cuenta los datos detallados en la **tabla 3 y 4** en relación con la población del barrio Selva Alegre se puede decir que el aporte de aguas negras por parte de los habitantes del sector es de mínimo 6000 L/día/barrio aproximadamente, solamente considerando el agua que es ingerida más no el total de agua que representaría la que se utiliza para diversas actividades. Si se analiza el consumo de agua real, la generación de aguas negras de los habitantes del barrio es alta por lo que representa un gran aporte de contaminantes, que no son tratados por que no existen los medios para hacerlo. Al considerar la cantidad de agua que consumen las personas al día, este valor se vería incrementado. Dentro de la **Tabla 19** se encuentra detallado el consumo de agua por parte de la población del barrio Selva Alegre en promedio por mes, por día, y por casa, con lo que se tiene una estimación de las descargas de aguas negras y grises que se realizan al río Santa Clara por mes y por día.

Tabla 19: Consumo de agua potable del barrio Selva Alegre

Dotación de Agua Potable para el Barrio “Selva Alegre” en el 2009							
Mes	Cantidad	Unidades	Usuarios	Cantidad	Unidades	Cantidad	Unidades
Enero	21562	m ³ /mes	548	21562000	l/mes	695548,4	l/día
Febrero	16925	m ³ /mes	550	16925000	l/mes	604464,3	l/día
Marzo	16836	m ³ /mes	562	16836000	l/mes	543096,8	l/día
Abril	18177	m ³ /mes	552	18177000	l/mes	605900,0	l/día
Mayo	16600	m ³ /mes	551	16600000	l/mes	535483,9	l/día
Junio	20754	m ³ /mes	552	20754000	l/mes	691800,0	l/día
Julio	16367	m ³ /mes	552	16367000	l/mes	527967,7	l/día
Agosto	21590	m ³ /mes	557	21590000	l/mes	696451,6	l/día
Septiembre	18686	m ³ /mes	557	18686000	l/mes	622866,7	l/día
Octubre	19793	m ³ /mes	558	19793000	l/mes	638483,9	l/día
Noviembre	18218	m ³ /mes	558	18218000	l/mes	607266,7	l/día
Diciembre	18659	m ³ /mes	558	18659000	l/mes	601903,2	l/día
Total	224167	m ³ /mes	6655,0	224167000,0	l/año		
Promedio	18680,6	m ³ /mes	554,6	18680583,33	l/mes		
Usuarios = Medidores de las viviendas							

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2010

En esta tabla se muestra claramente el consumo de agua potable de los habitantes del barrio Selva Alegre en los que se observa que en los meses con mayor consumo que son Junio, julio y Agosto se debe a que la mayoría de niños y adolescentes ya no están en clases y pasan más tiempo en sus hogares incrementando el consumo, lógicamente los meses con menor consumo reflejan periodos en los cuales existen menos vacaciones y los habitantes pasan mayor tiempo en sus hogares, o cercanías de estos ya que la población dl barrio de Selva Alegre en su mayoría trabajan si bien dentro del barrio o en las cercanías del mismo

6.2. INVENTARIO DE DESCARGAS

Dentro de la **Tabla 20** se encuentra descrito el inventario de descargas líquidas que se producen en el río Santa Clara, además esta descrito las afecciones que estas producen en el cuerpo de agua, y posibles tratamientos para las mismas.

Tabla 20: Inventario de las descargas en el río Santa Clara

INVENTARIO DE DESCARGAS LIQUIDAS GENERADAS EN EL RIO SANTA CLARA EN EL SECTOR DEL BARRIO SELVA ALEGRE				
Lugar de Descarga	Tipo de Descarga	Parámetros afectados con la descarga	Afecciones producidas por la descarga	Tipo de tratamiento
Mecánica / Lavadora de autos	Aguas de lavado de autos, aguas con aceite y jabón.	Aceites y grasas, detergentes.	Se producen natas y espumas que entorpecen el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el cuerpo de agua.	Trampa de grasa
Restaurantes	Aguas negras y grises, aguas de lavado de material	DQO, DBO, Detergentes, Coliformes fecales.	Desoxigenación del agua, muerte de peces y vida acuática, olores	Trampa de grasa, tamizado, implementar la

	prima, aguas con jabón y aceite.		indeseables, eutrofización. Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores y pueden producir enfermedades en el ser humano.	utilización de productos de limpieza ecológicamente amigables con el ambiente. Procesos de oxigenación para reducir la materia orgánica y cloración para eliminar patógenos.
Casas	Aguas negras y grises.	DQO, DBO, Detergentes, Coliformes fecales.	Desoxigenación del agua, muerte de peces y vida acuática, olores indeseables, eutrofización. Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores y pueden producir enfermedades en el ser humano.	Procesos de oxigenación para reducir la materia orgánica y cloración para eliminar patógenos.
Chancheras	Orina, fecas,	DQO, DBO,	Desoxigenación del agua,	Procesos de

	desperdicios orgánicos.	Detergentes, Coliformes fecales.	muerte de peces y vida acuática, olores indeseables, eutrofización. Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores y pueden producir enfermedades en el ser humano.	oxigenación para reducir la materia orgánica y cloración para eliminar patógenos.
Terrenos	Aguas de regadío agrícola	DQO, DBO	Desoxigenación del agua, muerte de peces y vida acuática.	Tratamiento con biorreactores.
Personas en la calle o cercanías al río	Desperdicios sólidos	Sólidos	Deposición en los lechos de los ríos, incremento de la contaminación paisajística.	Cribas ubicadas en varios tramos del río con el fin de recolectar de manera puntual los residuos sólidos arrojados.

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Como se puede observar en la **tabla 20** con el aporte de los contaminantes generados por los habitantes del barrio Selva Alegre se está perjudicando al río, si bien los resultados de los análisis solamente nos muestran que las aguas del río están sobrepasando dos parámetros según lo establecido por la ley, no quiere decir que el resto de parámetros no se los debe considerar. Se debería considerar por parte del I. Municipio del Cantón Rumiñahui la creciente población existente en el cantón y todos los recursos que consumimos ya que estos representan grandes afecciones al cantón.

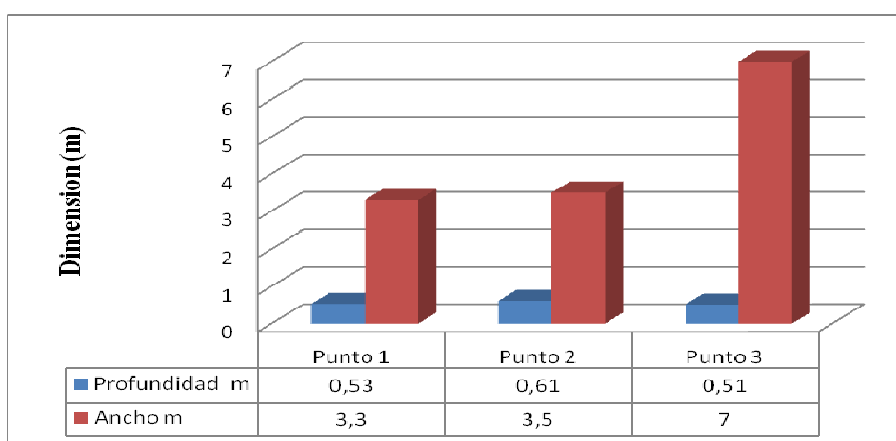
Enfocándonos en la **tabla 20** la mayor problemática es la producción de aguas negras, aceites y grasas, materia orgánica y desperdicios sólidos que son todos dispuestos en las aguas del río Santa Clara lo que ocasiona que este se vaya deteriorando con el paso del tiempo.

6.3. DISCUSION

PARÁMETROS IN SITU

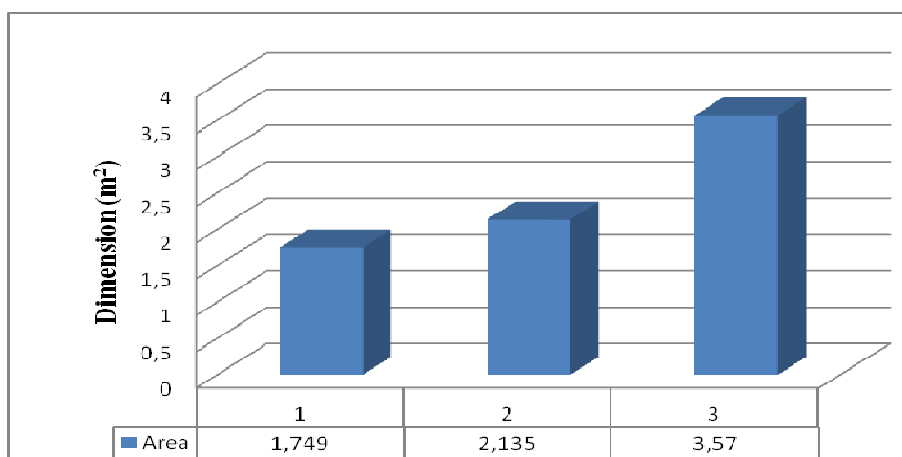
Con respecto a los parámetros in situ analizados en cada uno de los puntos de muestreo se pudo determinar que las características físicas del río Santa Clara son muy variantes como se muestra en el **Gráfico N° 1**, en dicho gráfico se muestra claramente las variaciones marcadas de las características físicas del río, lo que nos permite relacionar estas variaciones con el comportamiento de la velocidad y caudal presentados en los **Gráficos N° 2, 3 y 4** respectivamente, y estos datos correspondientes a la velocidad y caudal se encuentran relacionados inversamente con la altura, a mayor altura menor velocidad y caudal y a menor altura mayor velocidad y caudal, y su amplia variación presente entre los puntos de muestreo mostrados en el **Gráfico N° 5**.

Gráfico N° 1: Características físicas del río Santa Clara



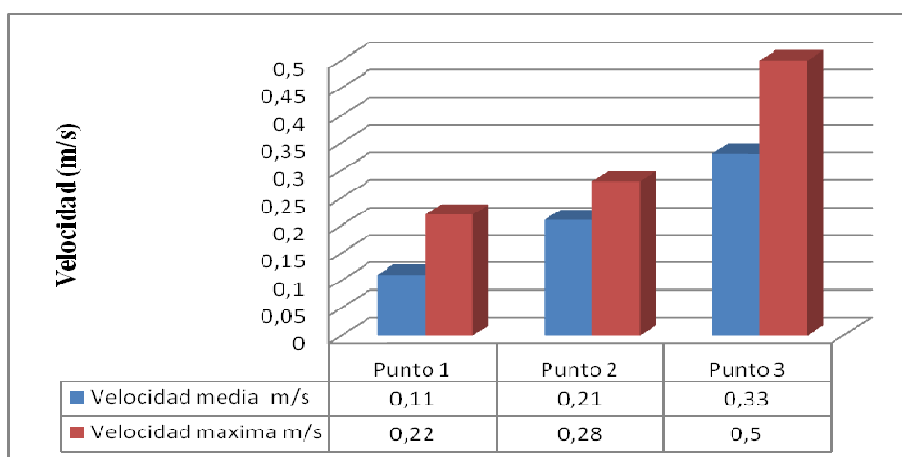
Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Gráfico N° 2: Área del río en los puntos de muestreo



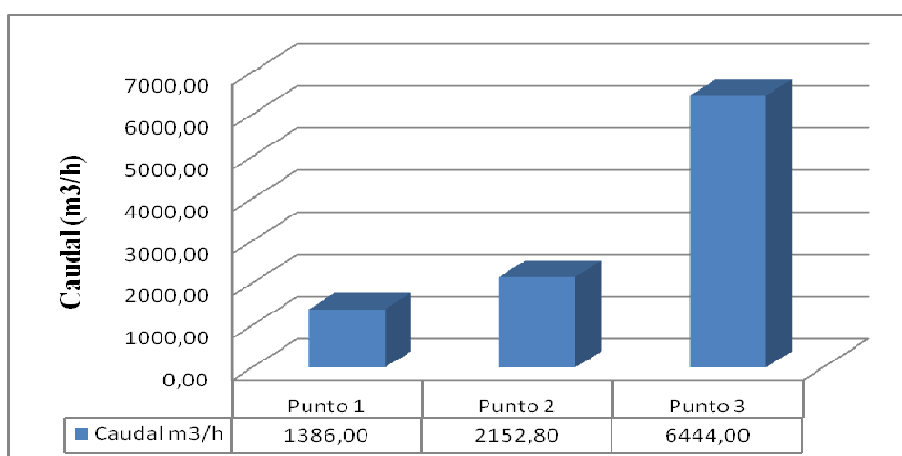
Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Gráfico N° 3: Velocidad del río Santa Clara



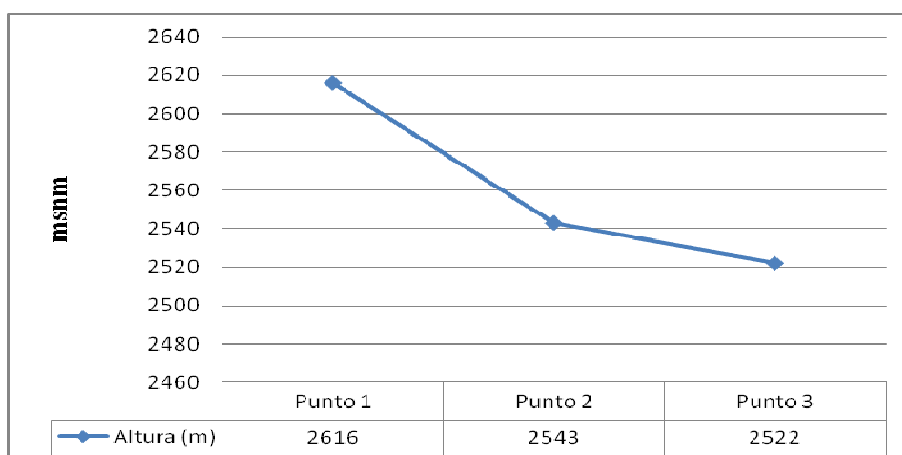
Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Gráfico N° 4: Variación del caudal



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Gráfico N° 5: Variación de altitud en los puntos de muestreo

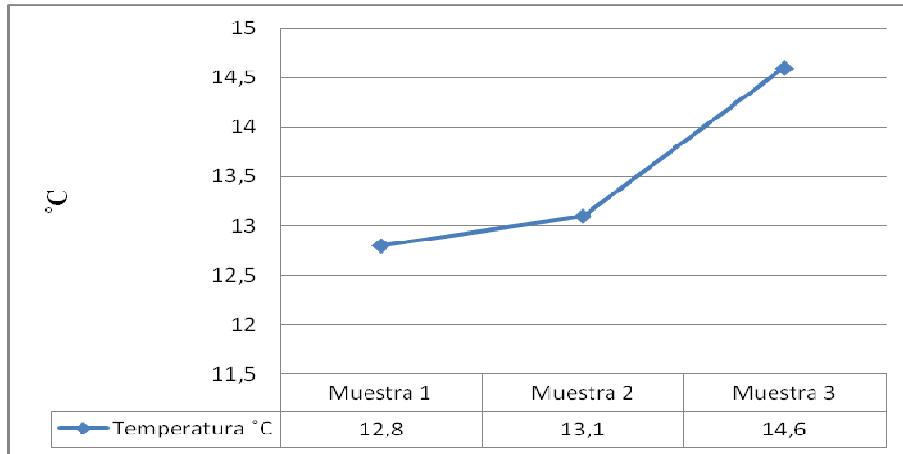


Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

En el **Gráfico N° 6**, se muestra la variación de la temperatura, la misma que no cambia significativamente sin embargo nos permite conocer que en el Punto 3 de muestreo tiene un incremento de su temperatura en casi 1,5 °C desde el Punto 1 de muestreo lo que significa que en la trayectoria del Punto 2 hasta el Punto 3 y posterior existe contaminación térmica producida por las actividades humanas como son el utilizar agua para cocinar papas un ingrediente muy elemental utilizado en todos los restaurantes del sector del barrio Selva Alegre, si bien el incremento hoy en día no es muy considerable

se debe tener en cuenta su cuidado y monitoreo a futuro ya que el incremento de la población es un factor que va a condicionar las características del río Santa Clara.

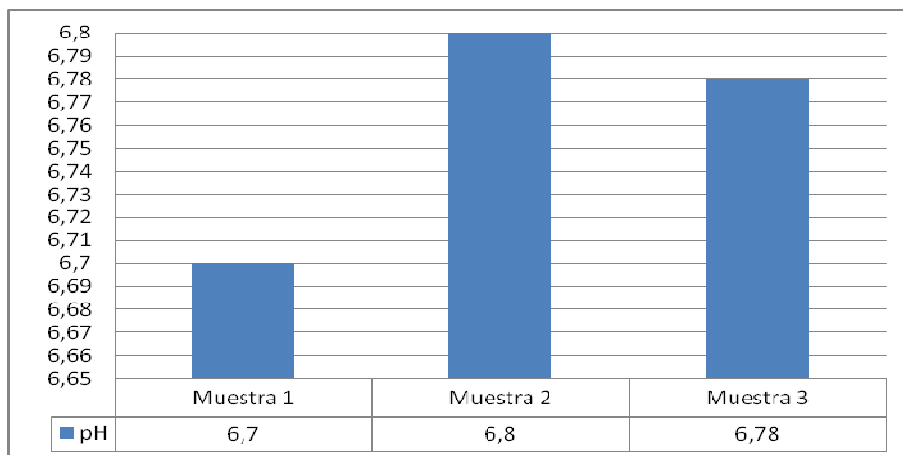
Gráfico N° 6: Variación de temperatura en los puntos de muestreo



(Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011)

Pese a que existen afecciones al río que son visibles este no presenta mayor variación en el pH de los puntos de muestreo como se indica en el **Gráfico N° 7** ya que dicho parámetro se mantiene dentro de los parámetros de control de las tablas del Libro VI, Anexo 1 del TULAS.

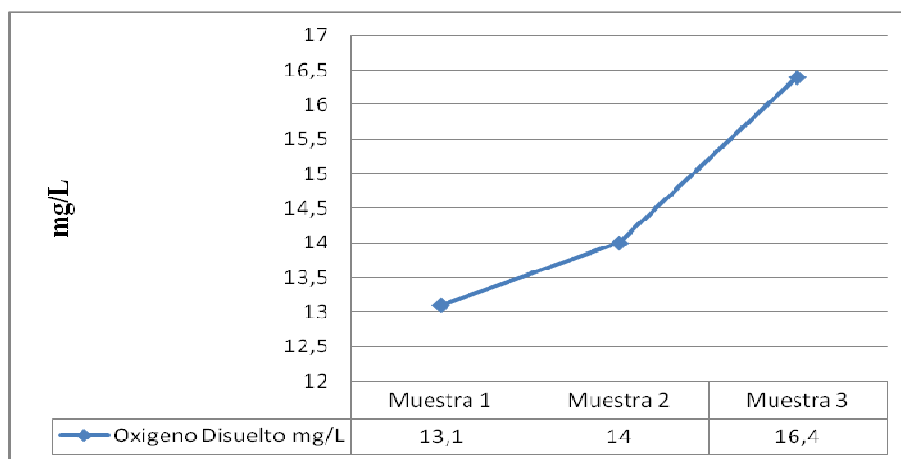
Gráfico N° 7: Variaciones de pH



(Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011)

Debido al elevado caudal, obstáculos naturales (piedras, palos) y la variación de las características físicas que posee el río este posee una alta capacidad de autodepuración es por esto que se observa el incremento del oxígeno disuelto entre los puntos de muestreo como se indica en el **Gráfico N° 8**.

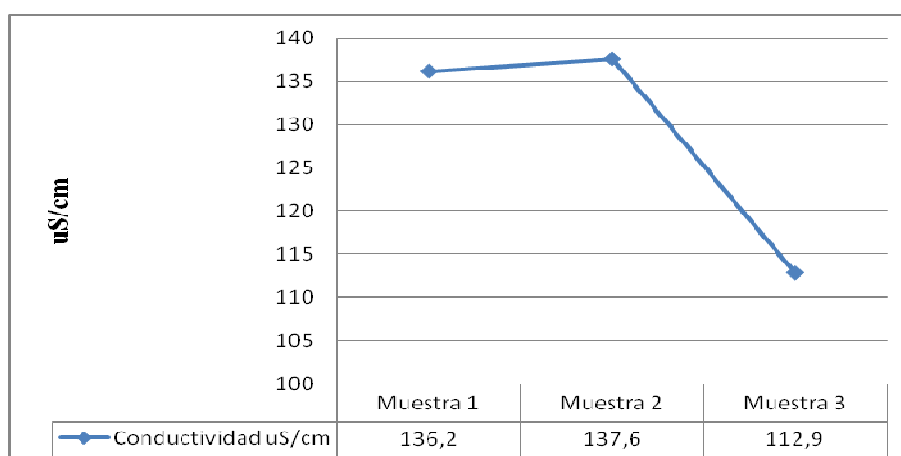
Gráfico N° 8: Variación de oxígeno disuelto



(Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011)

En el **Gráfico N° 9** se puede observar la variación de la conductividad entre los puntos de muestreo, en donde es el punto 2 el que presenta un incremento de la conductividad comparado con el punto 1 y 3, los cuales disminuyen, esto se debe a la ausencia de sólidos suspendidos en el río en dichos puntos. De la misma manera en el **Gráfico N° 10** en el cual se observa el incremento de la sólidos suspendidos en el punto 2 confirmando el incremento de la conductividad en dicho punto de muestreo.

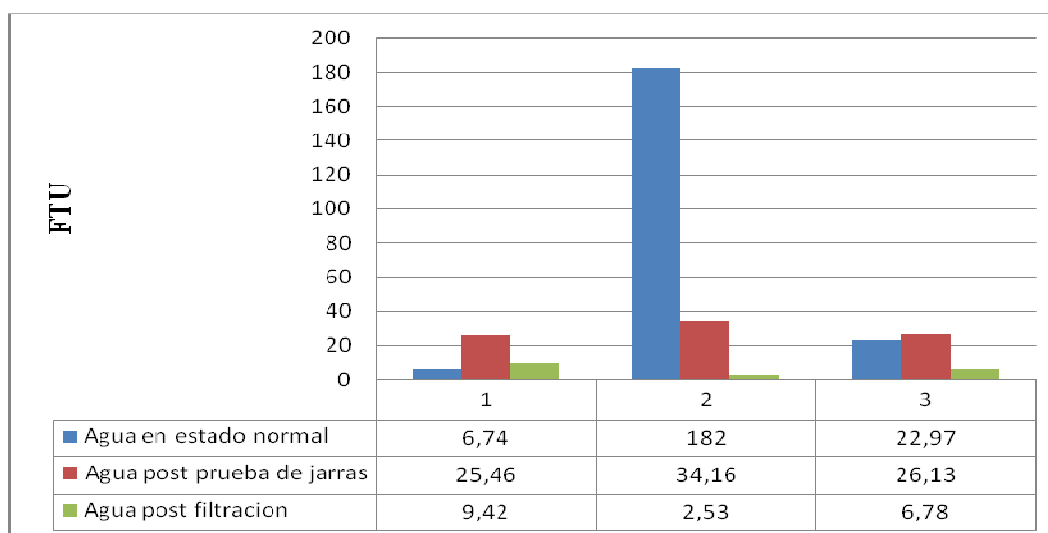
Gráfico N° 9: Variación de la conductividad



(Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011)

De la misma manera en el **Gráfico N° 10** se observa el incremento de sólidos suspendidos en el punto 2 confirmando, debido a que se encuentra situado a pocos metros de una acequia que aporta gran cantidad de aguas negras.

Gráfico N° 10: Análisis de la turbidez de las muestras recolectadas



(Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011)

Según lo estipulado en el TULAS, Libro VI, Anexo 1 **Tabla N° 6** “Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola”, **Tabla N° 8** “Criterios de calidad para aguas de uso pecuario”, **Tabla N° 9** “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines

recreativos”, **Tabla N° 10** “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos mediante contacto secundario”, con sus respectivos límites máximos permisibles que se pueden observar en la **Tabla 21**; se decide realizar la comparación con estas tablas debido a que por parte de la junta barrial se quiere recuperar las aguas del río Santa Clara para que puedan ser nuevamente ocupadas; y comparando con los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en los 3 puntos de muestreo durante la temporada de lluvias y sequias, se puede observar que todos los parámetros analizados no sobrepasan lo establecido por la ley, a excepción de los coliformes fecales y aceites y grasas que sobrepasan la norma en todos los puntos de muestreo, pero se debe indicar que los aceites y grasas si bien sobrepasan la norma lo hacen de manera despreciable, mientras que los de importancia son los coliformes fecales.

Tabla 21: Tabla comparativa entre límites máximos permisibles y resultados de análisis durante época de lluvia.

TULAS, Libro VI, Anexo 1				RESULTADOS DE LABORATORIO				
Tabla	Parámetro	Limite max permisible	Unidades	Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Cumple
6	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L	Sólidos Disueltos	90	92	96	SI
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DQO	22	21	20	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
8				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				Oxigeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA
	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L	Sólidos Disueltos	90	92	96	SI
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxigeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxigeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
				Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NA
			Turbidez	6,7	182	22,9	NA	

				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				DQO	22	21	20	NA
9	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Coliformes Fecales	200	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxigeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxigeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
	Tensoactivos	0,5	mg / L					
				Sólidos Disueltos	90	92	96	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
			DQO	22	21	20	NA	
10	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxigeno disuelto	No < al 80	%	Oxigeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
	Tensoactivos	0,5	mg / L					
				Sólidos Disueltos	90	92	96	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
			DQO	22	21	20	NA	

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo I.

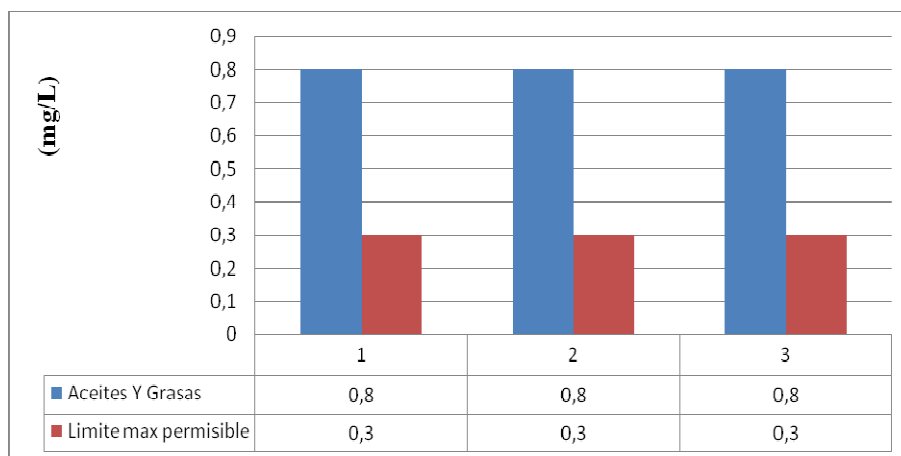
Dentro de la tabla 21 se observa el límite máx. permisible establecido en el TULAS para los parámetros que fueron analizados en los laboratorios y se los compara con sus respectivos resultados indicando cuales parámetros se cumplen y señalando los que no se cumplen, además de que se indican que parámetros no están dentro de las tablas establecidas por la ley y se las identifica como NA = No aplica.

En los siguientes gráficos se observa lo estipulado en la tabla 21 para una mejor apreciación.

- **Aceites y grasas**

En el siguiente gráfico se puede observar que los resultados obtenidos del análisis de las muestras de agua en los tres puntos de muestreos superan el límite máximo permisible, pero no de manera muy considerable como para que se recomiende la construcción de una planta de tratamiento de aguas en el sector.

Gráfico N° 11: Análisis de Aceites y grasas en la OSP.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- **DBO₅**

Los resultados obtenidos de DBO son muy bajos y ni siquiera son considerados dentro de las tablas estipuladas en el TULAS que fueron descritas en la tabla 21, ya que se plantea la recuperación y reutilización de las aguas del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre.

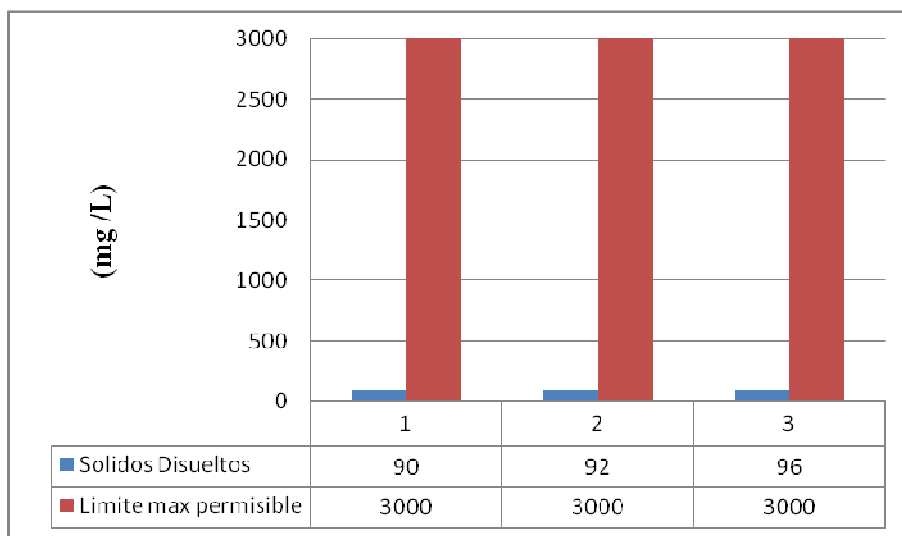
- **DQO**

No se toma en cuenta dicho parámetro dentro de las tablas seleccionadas y descritas en la tabla 21 del presente estudio.

- **Sólidos Disueltos**

Los datos que se pueden observar en el **Gráfico N° 11** nos dan a conocer que al igual que los parámetros anteriores este también no sobrepasa lo estipulado por la ley. La ausencia de sólidos se debe básicamente al caudal que presenta el río por lo que no se acumula materia flotante, que se asume es biodegradada por microorganismos autóctonos.

Gráfico N° 12: Análisis de Sólidos Disueltos

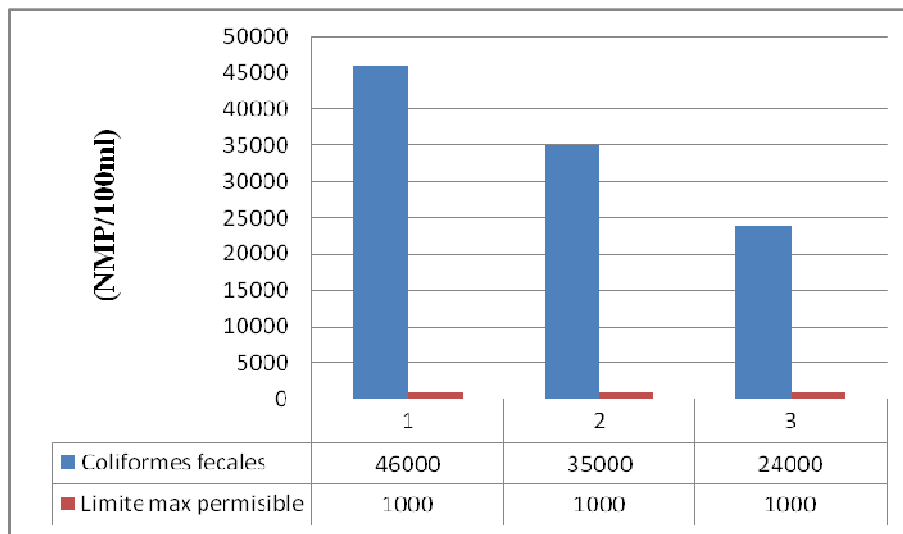


Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- **Coliformes Fecales**

En el siguiente gráfico se muestra claramente que este es el parámetro que representa mayor afección a las aguas del río Santa Clara, se puede observar que sobrepasa en gran cantidad el límite máximo permisible establecido por la ley en los 3 puntos de muestreo, como se encuentra señalado en la tabla 21, y nos permite afirmar que existen varios puntos de descarga de aguas negras y grises a lo largo del río ocasionándole gran afección al mismo.

Gráfico N° 13: Análisis de coliformes fecales



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011

Al igual que en la época de lluvia, en los resultados obtenidos de los análisis realizados en la época de sequia no existen mayores inconvenientes con respecto a los parámetros en general, todos se encuentran bajo norma, nuevamente son los coliformes fecales los únicos que sobrepasan lo estipulado en la ley como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 22: Tabla comparativa entre límites máximos permisibles y resultados de análisis en época seca.

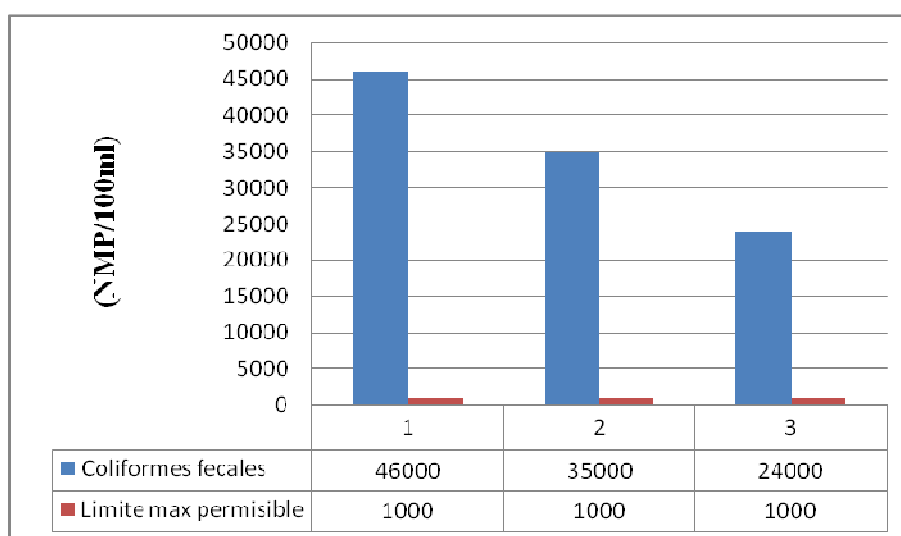
TULAS, Libro VI, Anexo 1				RESULTADOS DE LABORATORIO				
Tabla	Parámetro	Limite max permisible	Unidades	Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Cumple
6	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L					
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
				Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
			Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA	

				Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA
8	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L					
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
				Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
			DQO	13	8	8	NA	
9	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Coliformes Fecales	200	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Tensoactivos	0,5	mg / L	Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
			Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA	
10	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Tensoactivos	0,5	mg / L	Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	SI
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < al 80	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
			Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA	

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

En los siguientes gráficos se encuentra la información descrita en la tabla 22 para mejor apreciación.

Gráfico N° 14: Análisis de coliformes fecales (OSP)



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

La razón por la que los resultados de los análisis de este parámetro no son superiores a los correspondientes con los de la temporada de lluvia, se debe a que como se menciona con anterioridad existieron cortes en el suministro de agua potable por lo que, el consumo, y por lo tanto producción de aguas negras disminuyó ya que no se está utilizando la misma cantidad de agua para todas las actividades que se realizan en cada vivienda.

CAPÍTULO 7

7.1. CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos del cálculo de caudal y la posterior determinación de los valores de diseño hidráulico se determinó que no es económicamente viable la construcción de una planta de tratamiento para las aguas del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre debido a que el construir una planta ajustada a las características hidráulicas que posee el río representaría una gran inversión económica, al igual que todos los procesos correspondientes al encauce del río. Además no se tendrían mayores apreciaciones del tratamiento del río ya que aguas más abajo existen nuevos focos de infección que anularían los tratamientos realizados. Por estas razones se optó por realizar el diagnóstico de la calidad del agua del río Santa Clara, con el objetivo de desarrollar recomendaciones para un mejor cuidado del mismo.
- La mayor fuente de contaminación en el río Santa Clara son las aguas negras y grises provenientes de las viviendas y sus actividades, que se encuentran en las cercanías del río, las cuales además de la generación de microorganismos patógenos, alteración a la calidad del paisaje y alteración del cuerpo de agua generan malos olores y vectores, los mismos que ya presentan inconformidad en los habitantes del barrio.
- De todos los parámetros analizados en los diferentes puntos de muestreo solamente coliformes fecales fueron los que sobrepasaron la norma en los 3 puntos de muestreo, en comparación con lo establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla N° 8 “Criterios de calidad de agua para uso pecuario”, donde el límite máximo permisible es menor a 1000 NMP/100ml; Tabla N° 9 “Criterios de calidad de aguas destinadas para fines recreativos”, donde el límite máximo permisible es de 200 NMP/100ml y Tabla N° 10 “Criterios de calidad de aguas destinadas para fines recreativos mediante contacto secundario” cuyo límite máximo permisible es de 4000 NMP / 100 ml. Con una diferencia entre los resultados de los análisis realizados en época de lluvia y época seca, que fueron

determinados por el consumo de agua y la presencia de lluvia en el sector, lo que hizo que estos varíen entre sí.

- Debido al gran caudal del río Santa Clara y a la presencia de obstáculos naturales, este posee gran capacidad de autodepuración; lo cual se ve reflejado en la baja presencia de DBO y DQO obtenidos en los resultados de los análisis. Lo que significa que los microorganismos presentes en el río puedan degradar la materia orgánica permitiendo que se mantengan niveles bajos de dichos parámetros, los cuales no sobrepasan los límites permisibles establecidos por la ley.
- Existe muy poco conocimiento por parte de los habitantes del barrio Selva Alegre acerca de acciones que se pueden implementar para el cuidado del río, además de buenas prácticas ambientales en todo sentido.
- La lluvia se presenta como un factor fundamental en el comportamiento de las características físico-químicas del río, ya que como se demostró en el presente estudio, la presencia o ausencia de lluvia puede alterar el resultado de los contaminantes, haciendo que estos puedan o no sobrepasar los límites máximos permisibles.
- Para cualquier tratamiento o futuro estudio se debe considerar el elevado consumo de agua que posee la población del barrio Selva Alegre, pese a que su población no es muy grande posee un consumo de agua potable promedio de 18680583,33 l/mes lo que significa que se tiene un consumo de 33358.18 l/mes/vivienda lo que representa claramente un consumo excesivo del recurso y gran falta de conciencia sobre su cuidado y preservación.

7.2. RECOMENDACIONES

- Una vez analizados los resultados obtenidos de la caracterización físico-química y microbiológica, se pueden recomendar el establecimiento de un sistema de tratamiento de aguas, que posea los siguientes tratamientos para el caso particular del río Santa Clara en el caso de que existieran los recursos económicos para su fabricación:

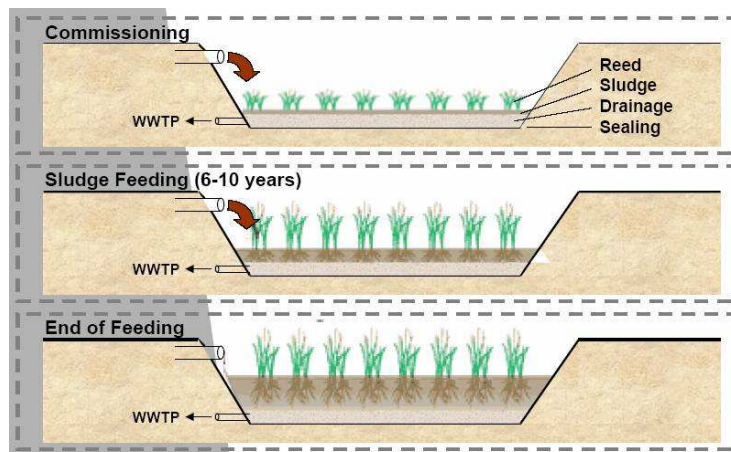
Tratamiento Preliminar

Implementación de rejas de barras de diferentes diámetros con el fin de separar materiales de varios tamaños, enfocándose a la recolección de residuos sólidos arrojados al río que pudieran representar inconvenientes en el funcionamiento de la planta de tratamiento.

Tratamiento Primario

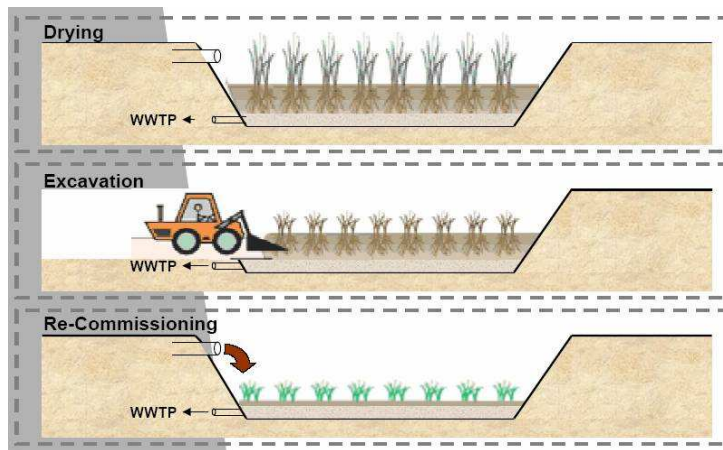
Construcción de sistemas de lechos filtrantes, con el fin de poder aprovechar el agua del río y poder utilizarla con aplicaciones recreacionales. El método consistiría en establecer sistemas de lecho filtrante en varios puntos de la ribera con el fin de poder utilizar las aguas del río en los diferentes puntos, al mismo tiempo en que el agua es tratada. El sistema de lecho filtrante consiste en un sistema capaz de captar agua mediante la utilización de un filtro que se construye en el lecho de una corriente. Es un sistema que permite obtener agua de calidad apta para el consumo humano y se encuentra constituido básicamente por una presa o un dique, muros laterales con aletas de entrada y salida, material filtrante, tubería perforada de drenaje, decantador de flujo ascendente, válvulas, desarenador, vertedero y plantas autóctonas que serán las encargadas de la purificación y limpieza del agua a tratar como se muestra en las figuras 22 y 23, además los sistemas de lechos filtrantes, al estar bien contruidos tienen una vida útil de hasta 10 años, al paso de este tiempo se remueve el lodo que se tiene como producto final, al igual que las plantas y se lo puede utilizar como abono para procesos de agricultura.

Figura 17: Sistema de lecho filtrante



Fuente: Imagen adaptada de Decrent Water Consult, 2011.

Figura 18: Sistema de lecho filtrante continuación



Fuente: Imagen adaptada de Decrent Water Consult, 2011.

Cloración

Construcción de un tanque de cloración para realizar la desinfección completa de las aguas tratadas que estarían listas para darle diversos usos.

- Para recolectar muestras de agua o trabajos en cualquier cuerpo de agua se debe considerar a la lluvia como un factor condicionante del resultado que se pueda obtener del cuerpo de agua, es por esto que se recomienda tomar en cuenta a la

lluvia para realizar cualquier tratamiento, monitoreo o trabajo en el río Santa Clara, ya que este varía mucho dependiendo de la lluvia.

- Es recomendable que se realicen capacitaciones acerca del cuidado, manejo y buenas prácticas ambientales generales y en el río ya que existe gran desconocimiento sobre el tema lo que causa que las familias que viven a lado del río sigan contaminando al mismo, además de que se genere inconformidad por parte de los habitantes del barrio.
- Se recomienda una buena disposición de las aguas negras por parte del I. Municipio del Cantón Rumiñahui con el fin de evitar la contaminación de los cuerpos de agua existente en el cantón. Además se debe controlar y asegurar el sistema de alcantarillado para todas las casas que se encuentran en las riberas de los ríos.
- Se recomienda realizar el estudio de factibilidad de la construcción de una planta de tratamiento designada solamente para aguas negras y grises en diversos puntos del cantón, con el objetivo de solucionar la problemática presente; con tratamientos básicos de aireación para degradar la materia orgánica, sedimentación para eliminar sólidos disueltos al igual que filtros para el mismo propósito y finalmente cloración o algún método de desinfección para que el efluente final pueda ser reutilizada o simplemente colabore con la disminución de la contaminación a los cuerpos de agua.
- Es recomendable realizar una caracterización biológica con el fin de conocer si es posible restablecer la vida acuática del río y así recuperar el ecosistema acuático, con el propósito de obtener un mayor beneficio del mismo como se hacía varias décadas atrás en la que se utilizaba al río como fuente de bebida, o para la agricultura, al mismo tiempo que representaba una gran fuente de recreación.
- Se recomienda la formación de grupos encargados del cuidado del parque establecido en la ribera del río, con lo que se contribuiría al control de los desechos sólidos.

- Es recomendable que se realicen pruebas de laboratorio con diferentes metodologías de tratamiento para las aguas del río Santa Clara. Dentro de estas pruebas se podría realizar el sistema de lechos filtrantes utilizando plantas autóctonas de la zona, o realizar pruebas para tratar las aguas negras y grises de las viviendas del barrio Selva Alegre.
- Se recomienda el estudio posterior de las características físico-químicas y microbiológicas del río con el fin de observar cambios positivos o negativos en su comportamiento y morfología ya que se está viviendo un periodo de construcción masivo de viviendas en el barrio lo que puede representar mayores afecciones al río.
- Realizar capacitaciones y concientización del buen uso y manejo del agua potable ya que el sector posee un alto consumo del recurso y en la actualidad no posee una población muy elevada, todo esto con el fin de estar preparados en caso de que la población del sector siga creciendo de manera descontrolada.
- Se recomienda a las autoridades que tengan un mayor control en la construcción de viviendas en todo el sector del Cantón Rumiñahui ya que estamos viviendo una etapa de construcción de conjuntos residenciales, con casas de muy pequeño tamaño que al final solo representan el incremento en el consumo de los recursos naturales, ocasionando que las afecciones hacia los mismos vayan incrementando.
- Se recomienda que se realicen controles sobre la tala indiscriminada de árboles que se encuentran en el sector del barrio de Selva Alegre ya que cada vez existen menos, el pueblo crece más y por lo tanto las actividades de impermeabilización del suelo se incrementan ocasionando que la cuenca hidrográfica se vea afectada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation (1992). Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales.
- Bravo M (2006). Zonificación de Riesgos Derivados de Inundaciones e Incendios de la Ciudad de Sangolquí, Mediante el Desarrollo de una Aplicación SIG. Tesis de Pregrado. ESPE. Sangolquí-Ecuador.
- Calvo S. M (1992). Aguas Residuales Urbanas, Tratamientos Naturales de Bajo Costo Y Aprovechamiento. (1ª Ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Calvo S. M (2003). Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias. (1ª Ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Calvo S. M (2005). Depuración De Las Aguas Residuales por Tecnologías Ecológicas y De Bajo Costo. (1ª Ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Crites. R; Tchobanoglous. G (2000). Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. (1ª Ed.). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill.
- Departamento de agua potable del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui. 2010.
- Falcon, C. (1990). Manual de Tratamiento de Aguas Negras. México DF, México: LIMUSA, S.A de C.V.
- Freile, J. & Fabara, J. (2009). La Sublime y Trágica historia del valle del Pita. Revista Ecuador Terra Incógnita. N°58. Ecuador. Disponible en: http://www.terraecuador.net/revista_58/58_pita.html.
- Galvin M. R (2003). Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos Tratamiento y control de calidad de aguas. (1ª Ed.). Madrid, España: Díaz de Santos.
- Hammeken. A; Garcia. E (2005). Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula. Tesis de pre grado. Universidad de las Americas. Puebla-México.
- Jiménez, B. (2001). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. (1ª Ed.). Distrito Federal, México: Limusa S.A.

- Lapeña R. M (1999). Tratamiento de Aguas Industriales. Aguas de Proceso y Residuales. (1ª Ed.). Madrid, España: Marcombo.
- Lehmann H. A (2000). Manual de Diseño de Estaciones de Aguas Residuales Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. (2ª Ed.). Madrid- España 2000.
- Metcalf & Eddy (1996). Ingeniería de aguas residuales, Tratamiento, vertido y reutilización. (Vol. 1). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Molina M. (2010). Presidente de la Junta Barrial del Barrio Selva Alegre.
- Muñoz D, Giacometti J, Ortiz J. (2011). Caracterización de macro - invertebrados acuáticos de la cuenca alta del Río Pita. Cantón Rumiñahui, Ecuador: Laboratorio de Acuicultura y Recursos Bio-Acuáticos Escuela Politécnica del Ejército
- Navarrete Votjair. (1999). Estudio y Diseño del Tratamiento de Aguas Servidas del Barrio Rumipamba, Tesis de pregrado. Universidad Internacional SEK. Quito-Ecuador.
- Netto de Azevedo J, Álvarez A. G (1976). Manual de Hidráulica. (1ª Ed.). Distrito Federal, México: Harper & Row Latinoamericana.
- Pérez R. G (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. (1ª Ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Ramalho, Rubens. S; Beltrán. D; De Lora. F (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. (1ª Ed.)Barcelona, España: Reverté, S.A.
- Rodríguez. G (2005), Manuel. Procesos de Descontaminación de Aguas. Cálculos Avanzados Informatizados. (1ª Ed.). Madrid, España: THOMSON.
- Rojas R. J. A (2002). Calidad del Agua (1ª Ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rojas R. J. A (2002). Tratamiento de aguas residuales Teoría y principios de diseño. (1ª Ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. (1ª Ed.). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Sawyer, C. Mc Carty, P & Parkin, G. (2001). Química para Ingeniería Ambiental. (4ta. Ed.). Colombia: Mc Graw Hill.

- Spellman. F, Drinan. J (2004). Manual del agua potable. (1ª Ed.). Zaragoza-España: ACRIBIA S.A.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS). Libro VI, Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Quito-Ecuador, 2003.
- Villalba, Fabio. (2008). Apuntes de la clase de Teoría del Muestreo dictada en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK.
- Gobierno de la Provincia de Pichincha. Pichincha de la nieve al trópico, 2002 [Online]. Disponible en:
<http://www.pichincha.gob.ec/turismo/cantones-de-pichincha/canton-ruminahui.html>
- Google Earth. 2011 [Online]
- Hechos de agua. 2011 [Online]. Disponible en:
http://www.acsmedioambiente.com/hechos_de_agua3.htm
- Medio ambiente. Revista Ambientum. 2005 [Online]. Disponible en:
<http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-09/aguas.htm>
- Scribd. Balance hídrico. 2011 [Online]. Disponible en:
<http://www.scribd.com/doc/5602389/BALANCE-HIDRICO>
- Información útil en sanidad ambiental. 2011. [Online]. Disponible en:
<http://www.mailxmail.com/curso-informaciones-utiles-sanidad-animal/consumo-agua-2>
- Carrasco Juan (2009). El agua en el mundo. [Online]. Disponible en:
http://www.cmeal.org/documents/aguaenelmundo_ES.pdf
- El universo. Hay 62500 litros diarios de agua por habitante, pero existe escasez. 2009. [Online]. Disponible en:
<http://www.eluniverso.com/2009/09/20/1/1447/hay-litros-diarios-agua-habitante-existe-escasez.html>
- OMS. La cantidad de agua domiciliaria, el nivel de servicio y salud. 2003. [Online]. Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/

- Ecofisica.org. La huella hídrica, ¿Cuánta agua gastamos? 2008. [Online]. Disponible en: http://ecosofia.org/2008/04/huella_hidrica_cuanta_agua_gastamos.html
- Clarin.com. Derroche de agua: cada persona gasta el doble de lo que necesita. 2002. [Online]. Disponible en: <http://edant.clarin.com/diario/2002/01/05/s-03815.htm>
- Lenntech. FAQ del uso del agua. 2009. [Online]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/faq-uso-agua.htm>
- STB.com. ¿Cuanta agua gastamos? 2011. [Online]. Disponible en: <http://www.stb.com.mx/wordpress/?p=152>
- Dwc-watr.com. Tratamiento de lodos utilizando el principio de la madre naturaleza. 2011. [Online]. Disponible en: <http://www.dwc-water.com/es/tecnologias/sludge-treatment/index.html>

ANEXOS DE LABORATORIOS

Primera Parte de Análisis Realizados durante época lluviosa

Punto 1 de muestreo en el rio Santa Clara.

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-23183
ORDEN DE TRABAJO No 030897

SOLICITADO POR: GUZMAN SALAZAR ROBERTO XAVIER
DIRECCIÓN: PRIMAVERA 202 Y GARDENIAS
FECHA DE RECEPCION: 21/03/11
HORA DE RECEPCION: 14H07
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: PUNTO 1
FECHA DE ANALISIS: 21/03 A 04/04/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 04/04/11
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TRANSPARENTE
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 1 GALON
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
ACEITES Y GRASAS	mg/l	<0.8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	22	MAM-23 / COLORIMETRICO MERCK
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	90	MAM-30 / APHA2340 C



ENSAYOS
No OAE LE 1C 04-002
"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

Jenny Murillo
Dra. Jenny Murillo
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

RAM-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
Web: www.facquimuce.edu.ec
Teléfonos: 2502-262.2502-456, ext.15,18,21,33,31
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com
Telefax: 3216-740

Punto 1 de muestreo en el rio Santa Clara.

 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos 

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.20008
ORDEN DE TRABAJO No.30898



SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Xavier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Obispo Dias de la Madrid
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCIÓN: Agua Muestra 1; Punto 1
LOTE:
FECHA DE ELABORACION:
FECHA DE VENCIMIENTO:
FECHA DE RECEPCION: 21/03/2011
HORA DE RECEPCION: 14h07
FECHA DE ANALISIS: 21/03/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 28/03/2011
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 1 galón
CONTENIDO ENCONTRADO:
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.

MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	4.6x 10 ⁶	SM 9221-C



PATOS ADICIONALES:
NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)

1 RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral **Teléfonos:** 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
Web: www.facquimuce.edu.ec **e-mail:** laboratoriososp@hotmail.com

Punto 2 de muestreo en el rio Santa Clara.

 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos 

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ML20009
ORDEN DE TRABAJO No.30898

SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Xavier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Obispo Dias de la Madrid
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCION: Agua Muestra 1; Punto 2
LOTE:

FECHA DE ELABORACION:

FECHA DE VENCIMIENTO:

FECHA DE RECEPCION: 21/03/2011
HORA DE RECEPCION: 14h07
FECHA DE ANALISIS: 21/03/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 28/03/2011

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 1 galón
CONTENIDO ENCONTRADO:



OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.

MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	3.5x10 ⁴	SM 9221-C

DATOS ADICIONALES:
NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)

2 RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral **Teléfonos:** 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
Web: www.facquimuce.edu.ec **e-mail:** laboratoriososp@hotmail.com

Punto 2 de muestreo en el rio Santa Clara.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos



LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-23184
ORDEN DE TRABAJO No 030897

SOLICITADO POR: GUZMAN SALAZAR ROBERTO XAVIER
DIRECCIÓN: PRIMAVERA 202 Y GARDENIAS
FECHA DE RECEPCION: 21/03/11
HORA DE RECEPCION: 14H07
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: PUNTO 2
FECHA DE ANALISIS: 21/03 A 04/04/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 04/04/11
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TRANSPARENTE
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 1 GALON
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
ACEITES Y GRASAS	mg/l	<0.8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	21	MAM-23 / COLORIMETRICO MERCK
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	92	MAM-30 / APHA2340 C



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

“Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE”



Jenny Murillo
Dra. Jenny Murillo
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

Punto 3 de muestreo en el rio Santa Clara.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos



LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-23185
ORDEN DE TRABAJO No 030897

SOLICITADO POR: GUZMAN SALAZAR ROBERTO XAVIER
DIRECCIÓN: PRIMAVERA 202 Y GARDENIAS
FECHA DE RECEPCION: 21/03/11
HORA DE RECEPCION: 14H07
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: PUNTO 3
FECHA DE ANALISIS: 21/03 A 04/04/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 04/04/11
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TRANSPARENTE
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 1 GALON
MUESTREO POR: EL CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
ACEITES Y GRASAS	mg/l	<0.8	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	20	MAM-23 / COLORIMETRICO MERCK
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	96	MAM-30 / APHA2340 C



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Dra. Jenny Murillo

JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

3

RAM-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
Web: www.facquimuce.edu.ec

Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext.15,18, 21, 33, 31
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Telefax: 3216-740

Punto 3 de muestreo en el rio Santa Clara.

 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias Químicas
Oferta de Servicios y Productos 

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.20010
ORDEN DE TRABAJO No.30898

SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Xavier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Obispo Dias de la Madrid
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCION: Agua Muestra 1; Punto 3
LOTE: -----
FECHA DE ELABORACION: -----
FECHA DE VENCIMIENTO: -----
FECHA DE RECEPCION: 21/03/2011
HORA DE RECEPCION: 14h07
FECHA DE ANALISIS: 21/03/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 28/03/2011

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 1 galón
CONTENIDO ENCONTRADO: -----
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.

MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	2.4x10 ⁴	SM 9221-C

DATOS ADICIONALES:
NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)

3 RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral **Teléfonos:** 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
Web: www.facquimuce.edu.ec **e-mail:** laboratoriososp@hotmail.com

Segunda Parte de Análisis Realizados durante época seca

Punto 1 de muestreo en el rio Santa Clara.

	OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	
	LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL INFORME DE RESULTADOS	
		INF-LAB-QAM-24491 ORDEN DE TRABAJO No032249
SOLICITADO POR:	GUZMÁN SALAZAR ROBERTO XAVIER	
DIRECCIÓN:	PRIMAVERA 207 Y GARDENIAS	
FECHA DE RECEPCION:	04/07/11	
HORA DE RECEPCION:	10H03	
MUESTRA DE:	AGUA	
DESCRIPCION:	AGUA P1	
FECHA DE ANALISIS:	04 AL 15/07/2011	
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	18/07/11	
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS.	TRANSPARENTE	
ESTADO:	LÍQUIDO	
CONTENIDO:	4 LITROS	
MUESTREADO POR:	CLIENTE	
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregado al OSP.	

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO5	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	13	MAM-23 / APHA5220 C
DETERGENTES	mg/l	<0.013	MAM-47 / COLORIMETRICO HACH


ENSAYOS
No OAE LE IC 04-002
*Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE*



Dra. Jenny Murillo
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL


CATEGORÍA
A
RAM-4.1-04
ACREDITADO
CONEA

1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral	Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31	Telefax: 3216-740
Web: www.facquimuce.edu.ec	e-mail: laboratoriososp@hotmail.com	

Punto 1 de muestreo en el rio Santa Clara.



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS**



INF.LAB.MI.21076
ORDEN DE TRABAJO No. 32248

SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Javier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Primavera 207 y Gardenias
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCION: Agua P1 UISEK
LOTE:
FECHA DE ELABORACION:
FECHA DE VENCIMIENTO:
FECHA DE RECEPCION: 04/07/2011
HORA DE RECEPCION: 10h00
FECHA DE ANALISIS: 04/07/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 08/07/2011
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 100 mL
CONTENIDO ENCONTRADO:
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	7.9x10 ³	SM 9221-C

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
Web: www.facquimuce.edu.ec

Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext.15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Punto 2 de muestreo en el rio Santa Clara.



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**



**LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS**

INF-LAB-QAM-24492
ORDEN DE TRABAJO No032249

SOLICITADO POR:	GUZMÁN SALAZAR ROBERTO XAVIER
DIRECCIÓN:	PRIMAVERA 207 Y GARDENIAS
FECHA DE RECEPCION:	04/07/11
HORA DE RECEPCION:	10H03
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCION:	AGUA P2
FECHA DE ANALISIS:	04 AL 15/07/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	18/07/11
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	TRANSPARENTE
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	4 LITROS
MUESTREADO POR:	CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregado al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO5	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	<8	MAM-23 / APHA5220 C
DETERGENTES	mg/l	<0.013	MAM-47 / COLORIMETRICO HACH



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Dra. Jenny Marillo
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL



Punto 2 de muestreo en el rio Santa Clara.



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS**



INF.LAB.ML.21077
ORDEN DE TRABAJO No. 32248

SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Javier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Primavera 207 y Gardenias
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCIÓN: Agua P2 UISEK
LOTE:
FECHA DE ELABORACION:
FECHA DE VENCIMIENTO:
FECHA DE RECEPCION: 04/07/2011
HORA DE RECEPCION: 10h00
FECHA DE ANALISIS: 04/07/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 08/07/2011
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 100 mL
CONTENIDO ENCONTRADO:
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.
MUESTREO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	3.3×10^3	SM 9221-C

DATOS ADICIONALES:
NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)



Punto 3 de muestreo en el rio Santa Clara.



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**



**LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS**

INF-LAB-QAM-24493
ORDEN DE TRABAJO No032249

SOLICITADO POR: GUZMÁN SALAZAR ROBERTO XAVIER
DIRECCIÓN: PRIMAVERA 207 Y GARDENIAS
FECHA DE RECEPCION: 04/07/11
HORA DE RECEPCION: 10H03
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: AGUA P3
FECHA DE ANALISIS: 04 AL 15/07/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 18/07/11
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS: TRANSPARENTE
ESTADO: LÍQUIDO
CONTENIDO: 4 LITROS
MUESTREO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregado al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO5	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	<8	MAM-23 / APHA5220 C
DETERGENTES	mg/l	<0.013	MAM-47 / COLORIMETRICO HACH



ENSAYOS

No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Dra. Jenny Murillo
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

3



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral
Web: www.facquimuce.edu.ec

Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext,15,18, 21, 33, 31 **Telefax:** 3216-740
e-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Punto 3 de muestreo en el rio Santa Clara.



OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS



INF.LAB.MI.21078
ORDEN DE TRABAJO No. 32248

SOLICITADO POR: Guzman Salazar Roberto Javier
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Primavera 207 y Gardenias
MUESTRA DE: Agua
DESCRIPCION: Agua P3 UISEK
LOTE: -----
FECHA DE ELABORACION: -----
FECHA DE VENCIMIENTO: -----
FECHA DE RECEPCION: 04/07/2011
HORA DE RECEPCION: 10h00
FECHA DE ANALISIS: 04/07/2011
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 08/07/2011
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ESTADO: Líquido
CONTENIDO DECLARADO: 100 mL
CONTENIDO ENCONTRADO: -----
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	2.4x10 ⁴	SM 9221-C

DATOS ADICIONALES:
NMP/100mL: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Bioq. Cristina Araujo
JEFA AREA DE MICROBIOLOGIA (E)



GLOSARIO

Adsorción: Es la captación de sustancias solubles presentes en la interfase de una solución, esta interfase puede hallarse entre un líquido y un gas, un sólido, o entre dos líquidos.

Afluente: Curso de agua que no desemboca en el mar sino en otro cuerpo de agua.

Características de aguas residuales: Clases generales de constituyentes de las aguas residuales tales como físicas, químicas, biológicas y bioquímicas.

Cloración: Es la utilización de Cl para la desinfección de las aguas residuales. Dentro de los compuestos de cloro más utilizados se tiene: Cl₂, NaOCl (hipoclorito sódico), Ca (OCl)₂ (hipoclorito de calcio), ClO₂ (dióxido de cloro).

Coliformes: Bacilos Gram.-negativo, aerobios y anaerobios facultativos, no formadores de esporas con capacidad de fermentar la lactosa con producción de gas.

Color: El color de un agua se debe principalmente al contenido de sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en el agua. Las aguas residuales domésticas varían de color según su edad, cuando es joven (fresca) es de color gris y según va madurando cambia a negro.

Conductividad: La conductividad eléctrica del agua es la medida de la capacidad de una solución para concluir la corriente. Como la corriente eléctrica es transportada por iones en solución, el aumento en las concentraciones de iones provoca un aumento en la conductividad. El valor de la medida de la conductividad eléctrica es usado como un parámetro sustituto de la concentración de sólidos disueltos totales.

Contaminantes: Constituyentes adicionales al abastecimiento de agua a través del uso.

Cribado: También llamado desbrozo, se utiliza para la eliminación o separación de sólidos en suspensión de distinto diámetro. La distancia o abertura de las rejillas dependen del objeto de las mismas, y su limpieza se la puede realizar manual o automáticamente. El material de la criba puede ser de cualquier tipo, agujereado ordenadamente en cualquier forma geométrica. El tipo de cribas se divide en dos las mayores a 0.64 cm (1/4 pulgada) de diámetro de las aberturas denominadas como gruesas y las de diámetro menor a 0.64 cm denominadas finas.

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar o estabilizar la materia biodegradable en condiciones aerobias.

Detergentes: es una sustancia que tiene la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo.

DQO: Demanda química de oxígeno es utilizada para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante la utilización de un agente químico oxidante fuerte, en un medio ácido y a alta temperatura.

Depuración: Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para reducir su impacto ambiental.

Deyecciones sólidas: Materia orgánica en general.

Efluente: líquido descargado en una etapa del proceso de tratamiento.

Eutrofización: Es el proceso natural de envejecimiento de los lagos, este envejecimiento progresa sin necesidad de intervención humana pero se acelera con la misma.

Excretas: Son las que contienen los residuos sólidos y líquidos que constituyen las heces humanas fundamentalmente.

Grasas y Aceites: Se refiere a aceites, grasas, grasas animales, ceras y otros constituyentes similares encontrados en las aguas residuales. Debido a sus propiedades la presencia de grasas y aceites en aguas residuales pueden causar muchos problemas en tanques sépticos, en sistemas de recolección y en el tratamiento de aguas residuales.

Materia Orgánica: Está representada como la combinación de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, principalmente con proteínas, carbohidratos, grasas y aceites como grupos más importantes.

Olor: Se debe a la presencia de materia orgánica en solución, H₂S, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro, manganeso, fenoles, productos de cloro, etc.

Oxígeno Disuelto (OD): Gas muy relevante en dinámica de aguas, su solubilidad depende de varios factores como: temperatura, presión, coeficiente de solubilidad, tensión de vapor, salinidad y composición fisicoquímica del agua. Requerido para la vida acuática aerobia, la baja disponibilidad de OD limita la capacidad auto depuradora de los cuerpos de agua, haciendo necesario el tratamiento de aguas residuales previo a su disposición en cuerpos de agua.

Parámetro: Factor medible. Ej.: Temperatura, pH.

pH: El pH o potencial de hidrógeno indica la concentración de iones hidrógeno [H⁺] presentes en una solución acuosa y determina la naturaleza ácida o básica de dicha

solución (Roldán, 1992). Matemáticamente el pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, y la escala de medición va desde 0,0 a 14,0. La neutralidad absoluta está representada por un pH de 7,0 a 25°C, mientras que si la solución posee un pH menor a 7,0 significa que es ácida y si es mayor a 7,0 la solución es básica.

Rio: Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

Sólidos: Son todos los contaminantes del agua que no sean gases. Se los clasifica por la distribución de tamaño, el estado y las características químicas y pueden existir en el agua en suspensión o en solución.

Sólidos totales disueltos (TDS): La materia que se obtiene como residuo después de someter a una muestra de agua a un proceso de evaporación a temperaturas de 103 y 105 °C. No entran en este término la materia que se pierde durante el proceso de evaporización.

Sólidos suspendidos: Partículas orgánicas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua.

Temperatura: La temperatura está determinada por la cantidad de energía calórica que un cuerpo de agua absorba. Es muy importante para todos los procesos biológicos e influye sobre las tasa de crecimiento biológico, en las reacciones químicas y en el desarrollo de la vida (Roldán, 1992; Jiménez, 2001). Si la temperatura en el agua es mayor, la solubilidad de un sólido también lo es, mientras que la solubilidad de un gas será menor. Es por esto que al existir contaminación térmica la vida dentro de un cuerpo de agua se encuentra en peligro ya que elimina el oxígeno disuelto vital para el desarrollo de vida acuática.

Trampa de grasa: También llamada como tanques receptores de desnatación, que básicamente son utilizados para retener y posteriormente remover las grasas por enfriamiento y flotación, en el caso de los aceites, estos serán recolectados por flotación. El contenido de un tanque receptor o trampa de grasa ayuda a enfriar el caudal afluente mejorando la solidificación de grasas. Para contribuir y mejorar el proceso de flotación en los tanques separadores se requiere que el tiempo de retención de las aguas residuales a tratar sea superior a los 30 minutos.

Turbidez: Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión. Puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión de diversos tamaños.

Vertidos líquidos: Orina, la composición media de la orina humana se encuentra en la siguiente tabla.