

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TÍTULO:

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL
RIO YANAYACU EN LOS SECTORES BELLAVISTA Y
YANAYACU DEL CANTÓN SALCEDO PERÍODO 2014”**

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente

Autor: CISNEROS BALAREZO WILFRIDO RENE

Directora de Tesis: Ing. Alicia Porras A.

LATACUNGA – ECUADOR

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Del contenido de esta tesis, declaro que el trabajo es absolutamente original, personal y auténtico, por lo que me responsabilizo, ya que es producto de la investigación realizada de diferentes fuentes que se citan en la bibliografía, de la investigación de campo y reflexión de los autores.

AUTOR:

.....
Cisneros Balarezo Wilfrido R.
C.I. 050314139-2



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Alicia Mercedes Porras Angulo, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Directora de tesis. La Presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU EN LOS SECTORES BELLAVISTA Y YANAYACU DEL CANTÓN SALCEDO PERÍODO 2014”** de autoría del señor: **CISNEROS BALAREZO WILFRIDO RENE**, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizada las correcciones emitidas por el tribunal de Tesis. Por tanto, autorizo la presentación de este empastado; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

Docente:

.....

Ing. Alicia Porras A.
DIRECTORA DE TESIS
050227947-4



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del señor postulante: **CISNEROS BALAREZO WILFRIDO RENE**, con el Tema: “: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU EN LOS SECTORES BELLAVISTA Y YANAYACU DEL CANTÓN SALCEDO PERÍODO 2014”** se emitieron algunas sugerencias, mismas que ha sido ejecutado a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

.....
Ing. Renán Lara
Presidente del Tribunal

.....
Ing. Oscar Daza
Miembro del Tribunal

.....
Dr. Polivio Moreno
Miembro del Tribunal



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro cultural de Idiomas de la universidad técnica de Cotopaxi, yo Lcda. Amparo Romero con C.I. 0501369185. **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión del Abstract, con el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO YANAYACU EN LOS SECTORES BELLAVISTA Y YANAYACU DEL CANTÓN SALCEDO PERÍODO 2014”**, del autor: **CISNEROS BALAREZO WILFRIDO RENÉ**, y directora de tesis Ing. Alicia Porras A.

Latacunga, Marzo del 2015

Docente:

Lcda. AMPARO ROMERO P.
0501369185

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por brindarme la oportunidad de obtener un triunfo tan anhelado y darme salud, sabiduría y entendimiento para lograr esta meta.

A mí querida UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional del cual me siento sumamente orgulloso.

A mi directora de tesis, Ing. Alicia Porras por su apoyo y valiosa colaboración a todos los Ingenieros, personal de oficina por su colaboración prestada para llegar a conseguir mis objetivos trazados.

A mi madre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

Para ellos muchas gracias y que Dios les bendiga.

Cisneros Balarezo Wilfrido René

DEDICATORIA

La presente Tesis le dedico con todo mi amor y cariño a mi amada esposa María Elizabeth Guachamboza G. que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mi amada hija María Fernanda Cisneros G. por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amada madre y hermanas quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales

Gracias a todos.

Cisneros Balarezo Wilfrido René

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AVAL MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	iv
AVAL DE TRADUCCIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE.....	viii
INDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. PROBLEMATIZACIÓN.....	xv
II. JUSTIFICACIÓN	xvii
III. OBJETIVOS.....	xviii
General.....	xviii
Objetivos Específicos	xviii

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	19
1.1 El Agua	19
<i>1.1.1 Definición.....</i>	<i>19</i>
<i>1.1.1.2 Importancia</i>	<i>20</i>
<i>1.1.1.3 Propiedades Del Agua.....</i>	<i>21</i>
<i>1.1.1.4 Usos de Agua.....</i>	<i>23</i>
1.2 Calidad del agua	24
<i>1.2.1 Parámetros que indican la calidad del agua</i>	<i>26</i>
1.2 Contaminación del Agua	33
<i>1.3.1 Definición.....</i>	<i>33</i>
<i>1.3.2 Causas.....</i>	<i>33</i>

1.3.3 Efectos de la contaminación del agua	35
1.3.4 Tipos de contaminación.....	36
1.3 Tratamiento del Agua	37
1.3.1 Definición	37
1.4.2 Historia del Agua	38
1.4.3 Aguas Residuales.....	40
Tipos de Tratamientos de Agua.....	41
1.5 Normativa Vigente	44
1.5.1 Constitución de la República del Ecuador.....	44
1.5.1.1 Ley de Gestión Ambiental.....	46
1.5.1.2 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	48
1.5.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego	49
2. Marco Conceptual.....	56
CAPÍTULO II	
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	60
2.1 Diseño Metodológico.....	60
2.1.1 Tipos De Investigación.....	60
2.1.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	61
2.1.2.1 Técnicas	61
2.1.3 Instrumentos y materiales de Recolección de Datos.....	61
2.1.4 Descripción de la Área de Estudio (Sector Bellavista y Yanayacu).....	62
2.1.4.1 División política	62
2.1.4.2 Ubicación Cartográfica.....	63
2.1.4.4 Aspectos climáticos	65
2.1.4.5 Aspecto Social.	65
2.1.4.6 Servicios Básicos	66
2.1.4.6 Aspecto Ambiental.....	66
2.1.5 Metodología	67
2.2 Interpretación de Resultados	70
2.2.1 Puntos de Muestreo y Sección de Estudio (Bellavista y Yanayacu).....	70

2.2.2 CALIDAD DEL AGUA.....	72
2.2.2.1. Interpretación de resultados:	84
2.2.2.2 Conclusiones	84

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU.....	85
3.1 Introducción	85
3.2 Objetivos	86
3.2.1 Objetivo General	86
3.2.2 Objetivos específicos	86
3.3. Metas.....	86
3.4 Marco legal aplicable	87
3.4.1 Constitución Política del Ecuador	87
3.4.1.1 Título VII del Régimen del Buen Vivir, Capítulo Segundo de Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección sexta Agua.	87
3.4.2 Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua	87
3.4.3 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) Libro VI: De la Calidad Ambiental, Título IV Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	90
3.4.3.1 Capitulo IV.- Del control ambiental.....	90
3.4.3.2 Libro VI: De la Calidad Ambiental, Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua	91
3.4.4 Ordenanza Municipal 213 DM Quito.....	92
3.4.4.1 Manejo ambiental de aguas residuales no domésticas	92
3.5 Propuesta de Prevención y Mitigación	93
3.5.1 PROYECTO N° 1. Mitigación de aceites y grasas presentes en el agua del río Yanayacu.....	93
3.5.1.1 Introducción	93
3.5.1.2 Objetivos	94
3.5.1.3 Implantación del proyecto	94
3.5.1.4 Justificación	94
3.5.1.5 Resultados esperados	95

3.5.1.6 <i>Fundamentos teóricos</i>	95
3.5.1.7 <i>Estrategias de mitigación de aceites y grasas en las aguas residuales de la “Mecánica Bellavista”</i>	96
3.5.2 <i>PROYECTO N° 2. Monitoreo y Seguimiento</i>	110
3.5.2.1 <i>Introducción</i>	110
3.5.2.2 <i>objetivos</i>	111
3.5.2.4 <i>Actividades</i>	111
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
5. BIBLIOGRAFÍA	115
6. ANEXOS	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- (TABLA 6. del TULAS Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola)	49
Tabla 2.- PUNTOS DE MUESTREO	70
Tabla 4.- EPOCA HUMEDA	72
Tabla 5.- EPOCA HUMEDA	74
Tabla 6.- EPOCA ESTIAJE	75
Tabla 7.- Comparación gráfica de los puntos en época de estiaje y época húmeda	77
Tabla 8.- Tabla N° 26. Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola	92
Tabla 9.- ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE EXTRACCIÓN DE GRASAS Y ACEITES DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA “MECÁNICA BELLAVISTA”	99
Tabla 10.- PROYECTO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Carta Topográfica Salcedo	64
Gráfico 2.- Puntos toma de muestras	71
Gráfico 3.- Vista superior de un sistema de trampa de grasas	107
Gráfico 4.- Vista lateral de un sistema de trampa de grasas	108

RESUMEN

La contaminación de los ríos es un problema que se viene arrastrando desde muchos siglos atrás que ha influido en la calidad y cantidad de agua; en el diagnóstico de la situación actual del agua del río Yanayacu se identificó los focos de contaminación debido a las actividades agrícolas , ganaderas y descargas de la población, los resultados del análisis de laboratorio muestra que el parámetro que sobrepasa los límites permisibles establecidos en la normativa vigente (TULAS – 0,3mg/L), corresponde a grasas y aceites, los resultados fueron: en época húmeda se sobrepasa en un 100% ya que se registró 0,6 mg/L; mientras que en época de estiaje sobrepasa en un 120% ya que se registró 0,66 mg/L. Además existe gran cantidad de Coliformes Totales, los mismos que no han sido tomados en cuenta ya que los resultados se compararon con la tabla de Criterios de calidad del agua para riego; donde se determinó que la fuente principal para la presencia de grasas y aceites en el agua del río Yanayacu del cantón Salcedo, es la descarga directa de las aguas residuales generadas en la mecánica “Bellavista”, por tal razón la propuesta de mitigación está enfocada a su tratamiento en el punto de origen, finalmente se elaboró la propuesta, misma que contiene dos proyectos con tres estrategias de tratamiento las cuales son: la extracción de grasas y aceites mediante el uso de Goma Arábica y Cabello natural o artificial, y el tratamiento con un sistema de trampa de grasas; así como un proyecto de monitoreo y seguimiento.

ABSTRACT

The river pollution is a problem that has been dragging on for many centuries has influenced the quality and quantity of water; in the diagnosis of the current situation of water Yanayacu sources of pollution due to agricultural, livestock and discharges from the population identified, the results of laboratory analysis shows that the parameter exceeds the permissible limits established in the regulations current (TULAS - 0.3mg / L) corresponds to fats and oils, the results were: in wet season is exceeded by 100% since 0.6 mg / L was recorded; whereas in the dry season exceeds 120% as 0.66 mg / L was recorded. In addition there are plenty of Total Coliforms, they have not been taken into account because the results were compared with the table of water quality criteria for irrigation; where it was determined that the main source for the presence of fats and oils in water Yanayacu Canton Salcedo, is the direct discharge of wastewater generated in the mechanical "Bellavista", for this reason the proposed mitigation is focused on treatment at the point of origin, finally the proposal itself contains two projects with three treatment strategies which are been developed: the extraction of fats and oils using Gum Arabic and natural or artificial hair, and treatment with a system of grease trap; and a project monitoring and tracking.

I. PROBLEMATIZACIÓN

Según JIMENEZ CISNEROS Blanca (2005) Se calcula que en la tierra existe aproximadamente 1.385, 000,000 Km³ de agua de los cuales el 97.3% es salada, el 2.08% se encuentra congelados en los polos y solo una pequeña parte esta efectivamente disponible para nuestras necesidades, La disponibilidad de agua no solo depende de la cantidad sino de su calidad si esta está contaminada y se encuentra en una condición que no sea acorde con el uso que se lo quiera dar su empleo se limita.

En el Ecuador Según información de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), el Ecuador tiene una alta disponibilidad hídrica que bordea los 20.700 m³/habitante/año, que supera por mucho la media mundial de alrededor de 1700m³/habitante/año (UNESCO).

La Secretaria Nacional del agua (25/07/2013), se manifiesta que: 200 Millones de habitantes no tiene acceso a una fuente de agua segura, las enfermedades por aguas contaminadas matan más de 4 millones de niños al año, el 20% de todas las especies acuáticas de agua fresca están extintas o en peligro de desaparecer, las actividades antropológicas aportan diversos contaminantes como grasas y aceites, detergentes, materia orgánica y varios microorganismos y parásitos

El río Pastaza nace en la meseta ecuatoriana, en la confluencia del río Patate y el río Chambo, al pie del volcán Tungurahua, próximo a la localidad ecuatoriana de Baños (provincia de Tungurahua). Discurre por la meseta y logra atravesar entre gargantas la cordillera Oriental de los Andes, donde forma la cascada o catarata de Agoyán, de 60 m de altura, donde ahora se encuentra la Central hidroeléctrica Agoyán. Sigue luego en dirección sur este por la Amazonía ecuatoriana, En la cuenca del río Ambato, la calidad de agua no es buena y está afectada por las condiciones naturales de la cuenca, que dan lugar a que ciertos parámetros como el arsénico o el boro superen

los límites permisibles. También es muy alarmante la contaminación antropogénicas (urbana y de establecimientos para la producción de flores) se destacan en este aspecto las determinaciones en Amonio, Coliformes, DBO, DBQ.

La micro cuenca del Río Cutuchi, es parte del sistema hidrográfico mayor de la cuenca del Río Pastaza; está bordeada al oeste y este por las primeras elevaciones de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental del Ecuador respectivamente; las aguas de ésta cuenca son vertidas al Oriente Ecuatoriano. Cubre un gran porcentaje de la provincia de Cotopaxi y parte de la provincia de Tungurahua, el río Yanayacu-Guapante nace de la cordillera Central y de las lagunas de Pisayambo y Pucayarubo, los principales problemas de la cuenca del Cutuchi son : la alarmante contaminación y la deficiente administración del agua, que tiene como efectos directos problemas de mortalidad generados por enfermedades hídricas, un ineficiente sistema de abastecimiento de población, inexistente tratamiento de efluentes sanitarios y vuelcos agroindustriales, deposición abierta de residuos urbanos y ausencia de obras de control, Según un estudio presentado por CODERECO en el año 2002 regulación y reservorios, los datos registrados demuestran que más del 70% del agua presenta mala calidad y solo un 10% tiene excelente calidad y, que se ubica en las nacientes o inicio de las fuentes, ya que a medida que el agua circula a los actores inferiores de la cuenca, se contamina progresivamente.

En el presente trabajo de investigación el objeto de estudio es el agua del río Yanayacu, y el campo de acción son los sectores de Bellavista y Yanayacu, ubicado en el cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi.

II. JUSTIFICACIÓN

En el sector de Yanayacu y Bellavista existe una inmensa biodiversidad, pero también existe un grande contraste ya que una de las contaminaciones más grandes del agua ha causado muerte y destrucción de la flora y fauna acuática, la calidad del agua en el río Yanayacu ha sido afectada y está disminuyendo debido a la descarga directa de efluentes producto del desarrollo de las diferentes actividades antropogénicas, provocando de esta manera la alteración de los componentes del agua.

La presente investigación tiene como fin realizar el estudio de la calidad del agua del río Yanayacu, (Para uso de riego), mediante el análisis de laboratorio, los resultados serán comparados con la normativa vigente establecida en el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), datos que nos permitirán elaborar una propuesta de mitigación de la contaminación, para la conservación del recurso hídrico en estudio.

La presente investigación es factible de realizar según las delimitaciones planteadas en los objetivos, los beneficiarios directos lo constituyen la población que se asientan en el área de influencia directa del objeto de estudio, así como el recurso hídrico, con el estudio realizado, ayudara a los entes gubernamentales a tomar decisiones en pro de la conservación ambiental del río Yanayacu.

El río Yanayacu-Guapante nace de la cordillera Central y de las lagunas de Pisayambo y Pucayarubo, por lo cual se encuentra en el cauce alto.

III. OBJETIVOS

General

Determinar la calidad del agua del río Yanayacu mediante el análisis de laboratorio para la elaboración de una propuesta de mitigación, en los sectores Bellavista y Yanayacu, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, período 2014.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del agua del río Yanayacu, mediante la identificación de fuentes contaminantes en los sectores de Bellavista y Yanayacu del Cantón Salcedo
- Determinar la calidad del agua del río Yanayacu, mediante un análisis de laboratorio (Físicos - Químicos y Biológicos), resultados que serán comparados con la normativa vigente para uso de riego.
- Elaborar una propuesta de mitigación, para la conservación de la calidad del agua del río Yanayacu.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 El Agua

1.1.1 Definición

Según la UNESCO, (2009). El agua (del latín *aqua*), “es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O) y es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida”. p. 22

El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Desde el punto de vista físico, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación, y desplazamiento hacia el mar. Los vientos transportan tanto vapor de agua como el que se vierte en los mares mediante su curso sobre la tierra, en una cantidad aproximada de 45.000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74.000 km³ anuales al causar precipitaciones de 119.000 km³ cada año.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura modernizando los sistemas de riego.

1.1.1.2 Importancia

Según la Ley de Recursos Hídricos

Sección Segunda De los Usos del Agua

Artículo 86. Agua y su prelación.

De conformidad con la disposición constitucional, el orden de prelación entre los diferentes destinos o funciones del agua es:

- a) Consumo humano;
- b) Riego que garantice la soberanía alimentaria;

- c) Caudal ecológico; y,
- d) Actividades productivas.

El agua para riego que garantice la soberanía alimentaria comprende el abrevadero de animales, acuicultura y otras actividades de la producción agropecuaria alimentaria doméstica; de conformidad con el Reglamento de esta Ley.

1.1.1.3 Propiedades Del Agua

Según: AMANDO Garrido Madrid 2006

Podemos clasificarlas en: Físicas y Químicas

a) Propiedades físicas:

- **Elevado calor específico.**

El calor específico es el calor necesario para elevar la temperatura 1g de líquido 1° C; el valor para el agua es entre 14,5 y 15,5°C de 1 caloría. Este valor, relativamente alto, es debido a que, al aumentar la temperatura del líquido, los enlaces de hidrogeno entre las moléculas se rompen lentamente, lo cual tiende a estabilizar la temperatura del organismo.

- **Elevado calor de vaporización.**

El calor de vaporización es el calor necesario para vaporizar 1g de líquido, y que en el caso del agua es de 536 calorías. Esta magnitud es una medida directa de la energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre las moléculas líquidas y que estas pasen al estado gaseoso. El organismo humano pierde continuamente agua por la piel y los pulmones, y el alto calor de vaporización permite mantener la temperatura del cuerpo más baja que la del ambiente cuando este es caluroso.

- **Elevada conductividad térmica.**

Esta propiedad permite regular la temperatura del organismo conduciendo el calor entre las diferentes partes del mismo e igualando y manteniendo la temperatura.

- **Máxima densidad a 4° C.**

Este hecho, también basado en la presencia de enlaces de hidrogeno y la diferencia existente entre las estructuras del hielo y del agua líquida permite que el primero flote en el agua. Gracias a esta propiedad existe vida marina en los casquetes polares del planeta, ya que el hielo flotante actúa como un aislante impidiendo que el resto de la masa líquida se congele.

- **Elevada tensión superficial**

La tensión superficial es una medida de la cohesión existente entre las moléculas de la superficie de los líquidos, y en el caso del agua tiene un valor elevado. La presencia de biomoléculas, como las proteínas, disminuye la tensión superficial facilitando la osmosis entre las células y permitiendo el intercambio de fluidos entre tejidos.

Según: MARTINEZ. 2006

- Es un cuerpo líquido, incoloro, inodoro e insípido.
- En grandes cantidades toma una coloración azul-verdosa.
- Su densidad es igual a 1 g/cm³ cuando se determina a 4°C y al nivel del mar.
- Hierve a la temperatura de 100°C al nivel del Mar.
- Su punto de solidificación es de 0°C (forma el hielo).
- Tiene gran poder disolvente por lo que se les llama "disolvente universal"

b) Propiedades Químicas

- Se combina con metales y ametales dando oxido.
- Se combina con óxidos metálicos y da bases.
- Se combina con óxidos no metálicos y de ácidos oxácidos.
- Se descompone por electrolisis de hidrógeno y oxígeno.
- Para descomponerse por otro procedimiento necesita temperaturas superiores a 27 ° C.

1.1.1.4 Usos de Agua

Según GARCIA. (2006)

- **Consumo doméstico.** Comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal.
- **Consumo público.** En la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc.
- **Uso en agricultura y ganadería.** En agricultura, para el riego de los campos. En ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.
- **El agua en la industria.** En las fábricas, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción.
- **El agua, fuente de energía.** Aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua).

En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos...).

- **El agua, vía de comunicación.** Desde muy antiguo, el hombre aprendió a construir embarcaciones que le permitieron navegar por las aguas de mares, ríos y lagos. En nuestro tiempo, utilizamos enormes barcos para transportar las cargas más pesadas que no pueden ser transportadas por otros medios.
- **Deporte, ocio y agua.** En los ríos, en el mar, en las piscinas y lagos, en la montaña, practicamos un gran número de deportes: vela, submarinismo, windsurf, natación, esquí acuático, waterpolo, piragüismo, rafting, esquí, patinaje sobre hielo, jockey. Además pasamos parte de nuestro tiempo libre disfrutando del agua en las piscinas, en la playa, en los parques acuáticos o, simplemente, contemplando y sintiendo la belleza del agua en los ríos, las cascadas, los arroyos, las olas del mar, las montañas nevada.

1.2 Calidad del agua

Según: BUREAU-VERITAS, (2008).

El término "calidad del agua" es una expresión de empleo muy generalizado cuyo espectro es de un significado muy amplio. Cualquier persona está interesada en el agua desde su muy especial punto de vista; que puede implicar a sus aplicaciones comerciales, industriales, recreativas, etc. Como las características deseables del agua varían según la utilización a la que se la quiera destinar, y además de que la calidad del agua es dinámica, y sus parámetros están en constante evolución, es una exigencia que el profesional en el recurso hídrico se mantenga en contacto permanente con muchos sectores del mundo científico.

En el año de 1900 el agua de bebida de la máxima calidad que podía obtenerse de un río quedó definida por los experimentos que se llevaron a cabo en la Lawrence Experimental Station de Cambridge (Massachussets). Dichos estudios revelaron que un tratamiento por filtración lenta en arena de un río local era capaz de reducir los Escherichiacoli a 66 por cada 100 ml. Para 1914 el estándar de la Escherichia coli se redujo a 2 por 100 ml. Esto es tan solo un ejemplo del aspecto dinámico de la calidad del agua. Para el caso de la industria el agua se emplea como un ingrediente en un producto acabado, como medio de transporte, como agente de limpieza, como refrigerante o como fuente de vapor, para calefacción o producción de energía.

Las exigencias de calidad de las aguas de los procesos industriales varían, según el tipo de la industria y la función del agua en cuestión. El agua de una calidad que se aproxima a la del agua destilada es deseable para empleos industriales tales como alimentación de calderas de alta presión, y el tratamiento de productos farmacéuticos.

Las industrias de alimentación, papel y pulpa y textil pueden necesitar agua de una calidad biológica superior a la de la potable debido a la presencia de organismos saprofiticos, tales como las cromo bacterias y las seudomonas que pueden provocar la destrucción de los alimentos o de la sacarosa; por otro lado las bacterias no patógenas, las algas y los hongos pueden afectar de modo adverso a la calidad de ciertos productos textiles y papeles.

La calidad del agua se puede establecer en función de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos, los mismos que en forma conjunta pueden dar un criterio respecto a la condición en la que se encuentra el recurso, brindar información necesaria para establecer la aptitud de uso:

1.2.1 Parámetros que indican la calidad del agua

Según: Pérez Parra Jorge Arturo (2000)

Parámetros Físicos

Turbidez: Indica la presencia de sólidos en suspensión producto principalmente de la erosión, su presencia dificulta los procesos de depuración del agua, se constituye en el albergue de los microorganismos. La turbiedad se debe a la presencia de arcillas en suspensión, a las aguas residuales, a los sólidos en estado coloidal y la presencia de microorganismos.

Se puede determinar la turbiedad usando las probetas de turbiedad del equipo de campo según las especificaciones del método, o se puede realizar esta determinación en el laboratorio utilizando el equipo turbidimétrico.

Conductividad eléctrica: La Conductividad es una medida de la salinidad del agua. Indica la presencia de sales o de compuestos que dan carga al agua y que facilitan la transmisión de la corriente eléctrica en el agua. La conductividad es afectada por la presencia de sólidos inorgánicos disueltos, este parámetro es afectado por la temperatura, a mayor temperatura mayor es la conductividad, por esta razón la conductividad se reporta a 25°C de temperatura. La geología del área del río influye en el valor de conductividad, así en los ríos corren a través de suelos con arcilla tienden a tener una conductividad mayor.

Color: Es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes.

El agua pura sólo es azulada en grandes espesores. En general presenta colores

inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial colorante de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso, y un potencial espumante en su uso en calderas.

Las medidas de color se hacen normalmente en laboratorios, por comparación con un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto, Cl_2CO , y cloroplatinato de potasio, y se expresa en una escala de unidades de Pt-CO (unidades Hazen) o simplemente Pt. Las aguas subterráneas no suelen sobrepasar valores de 5 ppm de Pt, pero las superficiales pueden alcanzar varios centenares de ppm.

Según el origen del color los principales tratamientos de eliminación pueden ser la coagulación y filtración, la cloración, o la adsorción en carbón activo.

Temperatura: Es un parámetro físico importante de evaluarlo ya que influye sobre las propiedades físico-químicas y bacteriológicas al acelerar y retardar las reacciones químicas, la solubilidad de los gases, producir olores y sabores desagradables y altera el sistema bacteriológico. En ríos y lagunas localizadas en sectores elevados la temperatura fluctúa entre $4^{\circ}C$ a $15^{\circ}C$, a medida que disminuye la temperatura aumenta la viscosidad del agua y disminuye la velocidad de sedimentación y filtración.

La determinación de temperatura debe realizarse in situ, generalmente se lo hace con un termómetro de mercurio o con el equipo electrónico portátil, en ambos casos se debe esperar un tiempo prudencial de 3 minutos para que el termómetro se estabilice.

Parámetros Químicos

Potencial de Hidrogeno.

Es un término usado universalmente para expresar la intensidad de las condiciones acidas o básicas de una solución cualquiera, en nuestro caso del agua, mediante la concentración del ion hidrogeno.

Como fue mencionado anteriormente, el agua se compone de dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, pero tiene la propiedad de ionizarse.

Alcalinidad: Es la capacidad de neutralizar ácidos o la medida de sustancias alcalinas presentes en el agua, generalmente la alcalinidad expresa el contenido de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Es importante medir la alcalinidad para determinar la habilidad del río para neutralizar la contaminación ácida del aire y de las aguas residuales. La alcalinidad es una de las mejores medidas de la sensibilidad de los ríos a ingresos de ácidos.

La alcalinidad en los ríos está influenciada por las rocas, el suelo, sales, y ciertas descargas industriales. La alcalinidad total se mide calculando la cantidad de ácido necesario para llevar una muestra a pH 4.2. A este pH todos los componentes alcalinos de la muestra son “usados”. El resultado es reportado como ppm o mg/l de Carbonato de calcio (CaCO₃).

Dureza

La presencia de cationes polivalentes, principalmente de calcio y de magnesio da origen a la dureza de las aguas.

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas con alto contenido de dureza de daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la

dureza impide la formación de espuma causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado domestico; por otra parte está ligada a otros parámetros como el Ph y la alcalinidad, dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente. La situación es muy aguda en equipos metálicos en que se calienta el agua y es particularmente nociva.

Detergentes

Bajo el nombre genérico de agentes espumantes se considera todos los productos que en mayor o menor grado producen espuma cuando el agua es agitada. Su presencia en esta se debe principalmente al residuo de detergentes domésticos, siendo los más comunes Alkyl-Benceno- Sulfonato lineal (LAS) y el Alkyl-Benceno-Sulfonato ramificado (ABS).

Aceites y grasas

La presencia de aceites y grasas genera problemas de olor y sabor, deteriora la calidad de estética de la misma y puede ser un riesgo potencial para la salud. Por las anteriores razones, los aceites y grasas deben estar ausentes del agua de consumo.

Nitratos: Los nitratos son una forma de nitrógeno que se encuentra en diferentes formas en los ecosistemas terrestres y acuáticos, pueden ser de origen animal o provenir de descargas domésticas y también de la escorrentía de aguas lluvias en terrenos tratados con fertilizantes a base de nitrato de amonio.

Las diferentes formas presentes son amonio (NH₃), nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂). Los nitratos (NO₃) son esenciales para las plantas, pero cuando entran en exceso a los ecosistemas acuáticos pueden provocar serios problemas.

Fosfato: El fósforo es un nutriente esencial para las plantas y animales de los ecosistemas acuáticos. El fósforo se encuentra en pequeñas cantidades en el agua dulce y si ocurre un pequeño incremento de este elemento, toda la cadena alimenticia de los ecosistemas acuáticos se puede alterar provocando un crecimiento acelerado de plantas, algas, reducir la cantidad de oxígeno en el agua e inclusive provocar la muerte de peces, invertebrados y otros animales acuáticos.

El fósforo tiene fuentes naturales como el suelo, rocas, actividades humanas como plantas de tratamiento de aguas servidas, escorrentía de campos de cultivo, fallas de los pozos sépticos, y de industrias. El fósforo está presente como molécula de fosfato (PO₄).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l). Aunque este método pretende medir principalmente la concentración de materia orgánica, sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros), que también se reflejan en la medida.

Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos o acuíferos), aguas negras, aguas pluviales o agua de cualquier otra procedencia que pueda contener una cantidad apreciable de materia.

Oxígeno disuelto (OD): La presencia de OD en el agua es indispensable para mantener la vida acuática y para que se puedan dar los procesos de depuración en los cauces naturales, los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, por tanto el análisis del contenido de oxígeno disuelto en el agua es muy importante y

establece la salud del río. Concentraciones menores a 5mg/l indican condiciones poco favorables

DBO5: La oxidación microbiológica o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos de agua, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizada por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias, en un período de 5 días y a 20 °C. Una DBO elevada significa que en la muestra de agua existe un alto contenido de materia oxidable, es decir que el agua está contaminada. Se puede considerar aguas en condiciones satisfactorias a aquellas cuyo valor de DBO5 no supera los 5mg/L. El mayor incremento de la DBO se debe a la incorporación en los ríos de las aguas residuales de origen industrial o doméstico.

Hierro: El hierro en los suministros de aguas procedentes del subsuelo en zonas rurales es muy frecuente: los niveles de concentración van entre rangos de 0 a 50mg/L, mientras la OMS recomienda niveles de <0.3mg/L. El hierro ocurre de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. Las aguas subterráneas que tienen hierro son normalmente de color naranja y provoca el destiño en las ropas lavadas, y además tienen un sabor desagradable, que se puede notar en el agua y en la cocina.

El hierro que es disuelto en las aguas subterráneas se reduce a su forma hierro II. Esta forma es soluble y normalmente no causa ningún problema por sí misma. El hierro II se oxida a formas de hierro III que son hidróxidos insolubles en agua. Estos son compuestos rojos corrosivos que tiñen y provocan el bloqueo de pantallas, bombas, tuberías y sistemas de recirculación, etc. Si los depósitos de hidróxido de hierro se producen por bacterias del hierro entonces son pegajosos y los problemas de manchas y bloqueo de sistemas son todavía más graves. La presencia de bacterias de hierro puede venir indicada por sustancias limosas corrosivas dentro de lugares de distribución, la reducción del flujo del agua, olor desagradable del agua bombeada del

agujero, depósitos limosos y pegajosos que bloquean líneas de distribución principales y laterales, manchas en el pavimento, caída de paredes.

Hay tres formas principales de hierro y manganeso. Otros tipos son mucho más raros.

Ferroso - Este tipo de hierro es regularmente llamado “hierro de agua transparente” ya que no es visible cuando se sirve el agua. Se encuentra en agua que no contiene oxígeno, tales como agua de pozos hondos y agua de debajo de la tierra. El Dióxido de Carbono reacciona con el hierro en la tierra para formar bicarbonato de hierro soluble en agua, el cual en el agua, produce iones férricos (Fe^{++}).

Férrico - Hierro Férrico también es conocido como “agua roja de hierro”. Este tipo de hierro es básicamente de hierro ferroso el cual ha estado expuesto a oxígeno, combinado con el hierro para formar los iones férricos (Fe^{+++}). Estas partículas oxidadas generalmente son visibles en agua servida.

Hierro Bacterial - Depositando en limo en tanques de inodoros o ensuciando filtros y suavizantes de agua son una buena indicación de la presencia del hierro bacterial. Mejor descrito como biofouling de hierro, el problema de la bacteria del hierro es complejo y extenso. Ataca a los pozos y sistemas de agua alrededor del mundo en todo tipo de ambiente acuífero, ambos contaminados y prístinos. En algunos lugares, esto causa gran daño, en otros, se considera una molestia menor.

1.2 Contaminación del Agua

1.3.1 Definición

Según el autor del libro GESTION Y EVALUACIÓN MEDIO AMBIENTAL (2000). Define a la contaminación como “Un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua, que puede afectar o afectara nocivamente la vida humana y la de especies beneficiosas”. p. 32

Según el diccionario LAROUSSE, (1986), manifiesta que la contaminación “es alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de residuos procedentes de la actividad humana o por la presencia de determinados gérmenes microbianos”. p.67.

1.3.2 Causas

Según el autor del libro GESTION Y EVALUACIÓN MEDIO AMBIENTAL (2000). Existen varias fuentes de contaminación de las aguas, entre las que anotamos:

a) Causas naturales:

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos. Normalmente las fuentes de

contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos, ya que todos los sistemas tienen su sistema de autorregulación conocidos como Homeorhesis, en los que se involucran parámetros de capacidad de carga, los mismos que sin ser sobrepasados no representan un factor importante dentro de las causas de la contaminación de las aguas.

b) Contaminación atmosférica:

Los procesos de contaminación atmosférica a nivel mundial inician o mejor dicho se incrementan junto con la revolución industrial, y es justamente los países industrializados los causantes directos de la emanación de partículas suspendidas al ambiente, sus núcleos urbanos e industriales aportan cantidades elevadas de gases a la atmósfera (CO₂, CO, O₃, SO₂, NO_x). Algunos de estos especialmente partículas y gases contribuyen a la contaminación ya que al combinarse con otros elementos atmosféricos se forman compuestos ácidos tales como ácido sulfúrico, nítrico, entre otros, los mismos que al momento que se produce la precipitación se mezclan con el agua originando la llamada "lluvia ácida", que influye en el estado y salud de los cuerpos de agua y puede alterar su pH.

c) Contaminación agrícola y ganadera:

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable en las aguas.

d) Contaminación por nitrato:

Los abonos químicos en especial fertilizantes tales como la urea, son empleados por la agricultura convencional y corresponden a la principal causa de contaminación de las aguas dulces. El nitrógeno es uno de los principales contaminantes de las aguas subterráneas. Las plantas aprovechan únicamente el 50 % del nitrógeno aportado en el abonado, esto supone que el exceso de nitrógeno se pierde generalmente, lavado del suelo por el agua que se filtra al subsuelo, siendo arrastrado hacia los acuíferos, ríos y embalses, contaminando, por tanto, las aguas destinadas a consumo humano.

e) Contaminación industrial:

Es aquella producida por la industria cuando lanza sus residuos o vertidos a los ríos, esta contaminación es muy elevada dada la gran cantidad de agua que necesita la industria en el proceso de producción.

1.3.3 Efectos de la contaminación del agua

Según NORIEGA (2002).

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal.

El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.

Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece con nutrientes de modo artificial, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas.

Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida.

1.3.4 Tipos de contaminación

Según MANAHAN Stanley E. (2007)

La contaminación del agua puede estar producida por:

- a) Compuestos minerales: pueden ser sustancias tóxicas como los metales pesados (plomo, mercurio, etc.), nitratos, nitritos. Otros elementos afectan a las propiedades organolépticas (olor, color y sabor) del agua que son el cobre, el hierro, etc. Otros producen el desarrollo de las algas y la eutrofización (disminución de la cantidad de O₂ disuelto en el agua) como el fósforo.
- b) Compuestos orgánicos (fenoles, hidrocarburos, detergentes, etc.) Producen también eutrofización del agua debido a una disminución de la concentración de oxígeno, ya que permite el desarrollo de los seres vivos y éstos consumen O₂.
- c) La contaminación microbiológica se produce principalmente por la presencia de fenoles, bacterias, virus, protozoos, algas unicelulares.
- d) La contaminación térmica provoca una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua.

1.3 Tratamiento del Agua

1.3.1 Definición

Según: PÉREZ PARRA Jorge Arturo (2000).

Desde el punto de vista del tratamiento del agua, una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico, mediante el cual las sustancias no deseadas contenidas en las aguas crudas, se separan y/o se transforman en sustancias aceptables. Mucho se ha estudiado sobre la eficiencia de los diversos procesos unitarios aplicables para la mejora de la calidad del agua, sus parámetros fundamentales y las cargas que pueden tomar de determinado contaminante o característica del agua, estableciéndose criterios básicos de selección de procesos que puedan integrarse en forma de un conjunto, agrupados en diferente combinación y secuencia con el objeto de convertir el agua cruda de calidad objetable en agua tratada de calidad acorde con las normas establecidas p.32

Según el diccionario Glosario Jurídico Ambiental Peruano Agua tratada se denominará así a una agua que acaba de recibir todos o parte de los tratamientos artificiales que sean necesarios para su purificación como son: aireación, coagulación, sedimentación, filtración, rápida o lenta y desinfección p.33

Con los tratamientos de aguas se pretende disminuir, controlar o eliminar aquellos elementos que alteran las condiciones originales del agua. Esto permitirá volverlas potables o reusables, con lo que se evitará el desperdicio o tenerlas que extraer o traer nuevamente para ser utilizadas el hogar o la industria.

En la actualidad todas las emisiones de aguas contaminantes de la industria, deben ser tratadas y además en la mayoría de las grandes ciudades sus aguas residuales son tratadas en enormes plantas de tratamiento.

El tratamiento de aguas nos permite el mayor aprovechamiento y aprovisionamiento del agua, ya sea para necesidades domésticas, industriales o de riego.

Los olores y sabores desagradables del agua se eliminan por oxigenación. Las bacterias se destruyen añadiendo unas pocas partes por millón de cloro, y el sabor del cloro se elimina con sulfito de sodio. La dureza excesiva del agua, que la hace inservible para muchos usos industriales, se consigue reducir añadiendo cal débil o hidratada, o por un proceso de intercambio iónico, utilizando ceolita como ablandador. La materia orgánica en suspensión, con vida bacteriana, y la materia mineral en suspensión, se eliminan con la adición de agentes floculantes y precipitantes, como alumbre, antes del filtrado. La fluoración artificial del agua para consumo público se lleva a cabo en algunos países para prevenir la caída de los dientes.

1.4.2 Historia del Agua

Según AZPIRI ALBÍSTEGUI Ana y GONZÁLEZ SARMIENTO Alberto (2009)

Los pueblos antiguos no necesitaban obras de ingeniería para su aprovisionamiento de agua. Cazadores y nómadas acampaban cerca de las fuentes naturales de agua fresca, y las poblaciones estaban tan dispersas que la contaminación del agua no constituía un serio problema. Cuando se desarrolló la vida en comunidad y las aldeas agrícolas se transformaron en centros urbanos, el suministro de agua se convirtió en

un problema para los habitantes de las ciudades y para el riego de los campos circundantes. Se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. El primer pueblo en tener en cuenta la sanidad del suministro de agua fue el pueblo romano, que construyó una extensa red de acueductos para traer las aguas limpias de los montes Apeninos hasta la ciudad, intercalando estanques y filtros a lo largo del recorrido del agua para asegurar su claridad. La construcción de estos sistemas de suministro de agua decayó con la desintegración del Imperio romano, y durante varios siglos, las fuentes de suministro de agua para fines domésticos e industriales fueron las fuentes y manantiales locales. Aunque su principal función era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua de las escorrentías viajaban grandes cantidades de materia orgánica.

Hacia finales de la edad media empezaron a usarse en Europa, primero, excavaciones subterráneas privadas y, más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.

El invento de la bomba en Inglaterra a mediados del siglo XVI impulsó las posibilidades de desarrollo de sistemas de suministro de agua. En Londres la primera obra de bombeo de aguas se finalizó en el año 1562.

Se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. Al principio estuvo prohibido arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía salir beneficiada si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición. Un sistema de este tipo fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales hacia la parte baja del Támesis, en Londres. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros

sistemas sanitarios modernos. A pesar de que existían reservas respecto a éstos por el desperdicio de recursos que suponían, por los riesgos para la salud que planteaban y por su elevado precio, fueron muchas las ciudades que los construyeron.

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Para el tratamiento en instalaciones públicas se adoptó primero la técnica del filtro de goteo. Durante la segunda década del siglo, el proceso del lodo activado, desarrollado en Gran Bretaña, supuso una mejora significativa por lo que empezó a emplearse en muchas localidades de ese país y de todo el mundo. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más significativo del tratamiento químico.

1.4.3 Aguas Residuales

Según FAIR, M Gordon (1958).

Las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas por las personas, son consideradas como aguas residuales. Las labores domésticas contaminan el agua, sobre todo, con residuos fecales y detergentes. Los trabajos agrícolas y ganaderos pueden producir una contaminación muy grave de las aguas de los ríos y los acuíferos.

Los principales causantes son los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánicos, procedentes de las labores de transformación de productos vegetales, o de los

excrementos de los animales. Otra fuente de contaminación de las aguas son las industrias. Muchas de ellas, como la papelera, textil y siderúrgica, necesitan agua para desarrollar su actividad. La consecuencia es el vertido de aguas residuales cargadas de materia orgánica, metales, aceites industriales e incluso radiactividad.

Depuración de aguas es el nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrado por el agua y procedente de viviendas e industrias. La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas.

Tipos de Tratamientos de Agua

a) Tratamiento de Aguas Aerobio

En este tipo de tratamiento se llevan a cabo procesos catabólicos oxidativos. Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente. La forma más conveniente de introducir un oxidante es por la disolución del oxígeno de la atmósfera, utilizando la aireación mecánica, lo que implica altos costos operacionales del sistema de tratamiento. Adicionalmente la mayor parte de la DQO de la materia orgánica es convertida en lodo, que cuenta con un alto contenido de material vivo que debe ser estabilizado.

b) Tratamiento de Aguas Anaerobio

La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica; como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido.

Balance: En el campo del tratamiento de las aguas residuales, la contaminación orgánica es evaluada a través de la DQO (demanda química de oxígeno), la cual mide básicamente la concentración de materia orgánica. La forma de apreciar lo que ocurre con la materia orgánica en el tratamiento anaerobio de aguas residuales, es comparando su balance de DQO con el del tratamiento aerobio.

c) Tratamiento Primario

Contienen materiales y se eliminan por medio de enrejados o barras verticales, y se queman o se entierran tras ser recogidos manual o mecánicamente. El agua residual pasa a continuación a través de una trituradora, donde las hojas y otros materiales orgánicos son triturados para facilitar su posterior procesamiento y eliminación

d) Tratamiento secundario

Una vez eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. Por lo general, los procesos microbianos empleados son aeróbicos, es decir, los microorganismos actúan en presencia de oxígeno disuelto. El tratamiento secundario supone, de hecho, emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia

de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos. La producción de materia orgánica nueva es un resultado indirecto de los procesos de tratamiento biológico, y debe eliminarse antes de descargar el agua en el cauce receptor.

e) Tratamiento Terciario y Avanzado de las Aguas Residuales

Si el agua que ha de recibir el vertido requiere un grado de tratamiento mayor que el que puede aportar el proceso secundario, o si el afluyente va a reutilizarse, es necesario un tratamiento avanzado de las aguas residuales. A menudo se usa el término tratamiento terciario como sinónimo de tratamiento avanzado, pero no son exactamente lo mismo. El tratamiento terciario, o de tercera fase, suele emplearse para eliminar el fósforo, mientras que el tratamiento avanzado podría incluir pasos adicionales para mejorar la calidad del afluyente eliminando los contaminantes recalcitrantes. Hay procesos que permiten eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión. Los sólidos disueltos se reducen por medio de procesos como la ósmosis inversa y la electrodiálisis. La eliminación del amoníaco, la des nitrificación y la precipitación de los fosfatos pueden reducir el contenido en nutrientes. Si se pretende la reutilización del agua residual, la desinfección por tratamiento con ozono es considerada el método más fiable, excepción hecha de la cloración extrema. Es probable que en el futuro se generalice el uso de estos y otros métodos de tratamiento de los residuos a la vista de los esfuerzos que se están haciendo para conservar el agua mediante su reutilización.

1.5 Normativa Vigente

1.5.1 Constitución de la República del Ecuador

En el capítulo segundo de la Constitución de la República del Ecuador habla sobre la Biodiversidad y Recursos naturales, el mismo que contiene en su sección primera que trata sobre “Naturaleza y ambiente” en su Art. 395 la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el Capítulo sexto, Derechos de libertad, Artículo 66: Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Del capítulo séptimo, Derechos de la naturaleza, Artículo 71: La naturaleza o pacha mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promuevan el respeto a todos los elementos que conforman el ecosistema.

Artículo 72: La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Artículo 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. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Artículo 74: Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el estado.

1.5.1.1 Ley de Gestión Ambiental

Ley de Gestión Ambiental (MA), Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.

Art. 1.- Establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 4.- Los Reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda, desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

Art. 10.- Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional de Descentralización de Gestión Ambiental y se someterán

obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable.

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:

f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales y,

g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.

Art.20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono.

Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental a través de los mecanismos que para el efecto establezcan el Reglamento entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. El incumplimiento del proceso de consulta al que se refiere el Art. 88 de la Constitución de la República del Ecuador tornará inejecutable la actividad que se trate.

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, se concede acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicios de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución de la República del Ecuador.

Art. 43.- Las personas naturales y jurídicas o grupos humanos, vinculados por unos intereses comunes y afectados directamente por la acción podrán interponer ante el juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

1.5.1.2 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Decreto Ejecutivo 3399, publicado en el R. O. No. 725, del 13 de diciembre del 2002. El propósito del Texto Unificado es contribuir a la seguridad jurídica del país en la medida en que tanto el sector público como los administrados sabrán con exactitud la normativa vigente en materia ambiental.

Libro VI: De la Calidad Ambiental

Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

1.5.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6):

Tabla 1.- (TABLA 6. del TULAS Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1

Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible	Ausencia	
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno		pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05

Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.		mínimo 2,0 m	
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales		nmp/100 ml	1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

LEY DE RECURSOS HIDRICOS

TÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO I DE LOS PRINCIPIOS

Artículo 3.-Objeto de la Ley.

El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

TÍTULO II

RECURSOS HÍDRICOS

CAPÍTULO I

DEFINICIÓN, INFRAESTRUCTURA Y

CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Artículo 12.-Protección, recuperación y conservación de fuentes.

El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley. La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos

Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia.

En caso de no existir usuarios conocidos de una fuente, su protección y conservación la asumirá la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos

Descentralizados en cuya jurisdicción se encuentren, siempre que sea fuera de un área natural protegida.

El uso del predio en que se encuentra una fuente de agua queda afectado en la parte que sea necesaria para la conservación de la misma. A esos efectos, la autoridad Única del Agua deberá proceder a la delimitación de las fuentes de agua y reglamentariamente se establecerá el alcance y límites de tal afectación.

Los propietarios de los predios en los que se encuentren fuentes de agua y los usuarios del agua estarán obligados a cumplir las regulaciones y disposiciones técnicas que en cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establezca la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la conservación y protección del agua en la fuente.

Artículo 14.- Cambio de uso del suelo.

El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas

Sección Cuarta

Servicios Públicos

Artículo 39.

Servicio público de riego y drenaje.

Las disposiciones de la presente Ley relativas a los servicios públicos se aplicarán a los servicios de riego y drenaje, cualquiera sea la modalidad bajo la cual se los preste. El riego parcelario es responsabilidad de los productores dentro de su predio, bajo los principios y objetivos establecidos por la autoridad rectora del sector agropecuario.

El servicio público de riego y drenaje responderá la planificación nacional que establezca la autoridad rectora del mismo y su planificación y ejecución en el

territorio corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, de conformidad con sus respectivas competencias.

La Autoridad Única del Agua y la Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con la autoridad rectora de la política nacional agropecuaria, expedirán las normas y reglamentos para asegurar la calidad e inocuidad del agua de riego y vigilará su abastecimiento.

CAPÍTULO III DERECHOS DE LA NATURALEZA

Artículo 64.-

Conservación del agua La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

CAPÍTULO VI GARANTÍAS

PREVENTIVAS

Sección Segunda

Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua

Artículo 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;
- d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
- g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico

2. Marco Conceptual

Acidez Concentración de iones de hidrógeno de una solución, se expresa con un valor en la escala pH.

Abiótico.- Que carece de vida. En el ecosistema se le domina así aquellos componentes que no tienen vida, como las sustancias minerales, etc.

Acidez.- Contenido de iones hidrógeno de una solución, que se expresa por un valor en la escala del PH. Una solución es ácida si la concentración de hidrogeniones (H^+) es mayor que la de iones hidroxilo (OH^-)

Aforo.- es el procedimiento de medir un caudal, mediante el cual podemos determinar la cantidad de agua que está circulando en un punto determinado de nuestros canales, riachuelos, quebradas, etc.

Agente.- Elemento con características físicas, químicas o biológicas, cuya presencia o ausencia en el medio interactúa con el organismo humano, causando efecto molecular, bioquímico, celular, en tejidos u órganos.

Pueden o no ocasionar manifestaciones. Toda sustancia química, microorganismos, tipo de energía, actividad o relación social que pueda alterar la salud. En higiene industrial se clasifican en: agentes químicos, físicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, respectivamente.

Agente Físico.- Manifestación de la materia, que al entrar en contacto con el medio, provocan una alteración mecánica, vibracional, térmico, radiante, acústico e hidráulico.

Agente Químico.- Toda sustancia química que por sus características físico-químicas e irreversibles pueden provocar alguna alteración al individuo o al medio ambiente;

se le puede clasificar por sus características en polvo, humo, rocío, niebla, vapor o gas; o por su estado químico, como metales, no metales, aromáticos, halogenados, laminados, o por su uso, como disolventes orgánicos, catalizadores, fertilizantes y plaguicidas entre otros.

Agente Tóxico.- Toda sustancia o mezcla de sustancias que ejercen una acción química, fisicoquímica o químico-biológica nociva a los organismos vivos, que por contacto o por ingestión pueden causar hasta su muerte.

Agentes Destructivo.- Los fenómenos de carácter geológico, hidrometeorológico, químico-tecnológico, sanitario-ecológico y socio organizativo que pueden producir riesgo, emergencia o desastre. También se les denominan fenómenos perturbadores.

Agentes Químicos.- Elemento, sustancia química o mezclas que en contacto o interacción con el organismo, produce efecto molecular, bioquímico, celular en tejidos u órganos.

Agroforestal (uso).- La combinación de agricultura y ganadería conjuntamente con el cultivo y aprovechamiento de especies forestales.

Aprovechamiento Sustentable.- La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de asimilación de contaminantes de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

Balance Hídrico.- que es el equilibrio entre todos los **recursos hídricos** que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.

Biodiversidad.- La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. También es la variedad genética de las poblaciones de seres vivos generalmente medida por el número de especies.

Biomasa.- La cantidad total de materia viviente en un área determinada.

Biósfera.- La parte de la tierra en la que habitan seres vivos.

Cauce.- El canal natural o artificial con capacidad necesaria para llevar las aguas de una creciente máxima ordinaria de una corriente.

Coliformes. Grupo de bacterias aerobias y facultativamente anaerobias, Gram-negativas, no esporulantes, fermentadoras de lactosa y habitantes típicos del intestino grueso humano y animal. Muchas de ellas no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de la contaminación por aguas fecales. Algunos organismos Coliformes son patógenos.

Coliformes totales. Son microorganismos indicadores de contaminación.

Coliformes fecales. Son microorganismos con una estructura parecida a una bacteria conocida como E. coli y se transmite por medio de excrementos.

Contaminación.- La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminación Ambiental.- Es la presencia de sustancias nocivas y molestas en nuestros recursos naturales como el aire, el agua, el suelo, colocadas allí por la actividad humana en tal calidad y cantidad que pueden interferir la salud y el bienestar de las personas.

Derrame.- Cualquier descarga, liberación, rebose, achique o vaciamiento de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, en estado líquido, que se presenten en tierra y/o cuerpos de agua.

Desechos.- Se aplica a todo producto residual, proveniente de la industria, la agricultura, el hogar, el comercio.

Efluente.- Es el agua u otro líquido que procede de un embalse, cuenca, proceso o planta de tratamiento.

Escorrentía.- La parte de la precipitación que no se infiltra directamente en el suelo y que corre por el mismo como efecto de las pendientes.

Eutrofización.- Proceso de fertilización acelerada en lagos, arroyos y esteros, generado por un enriquecimiento de nutrientes que produce alga, lama y plantas que deterioran el ambiente acuático.

Fertilizante.- Materia natural o elaborado que se añade a los suelos para suministrar los elementos químicos necesarios para mejorar o aumentar sus rendimientos.

Residuo Industrial.- Cualquier material o residuo no peligroso generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, control, tratamiento o de las actividades primarias o secundarias, cuya calidad no permita utilizarlo nuevamente en los procesos que lo generaron.

Residuo Inorgánico.- Todo residuo sólido que no tenga características de residuo orgánico y que pueda ser susceptible a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y demás no considerados como de manejo especial

Residuo Orgánico.- Todo residuo sólido biodegradable.

Sub cuenca hídrica.- Está constituida por varios ríos tributarios que van a dar a un cauce principal, formando una unidad territorial de menor superficie que la cuenca.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 Diseño Metodológico

2.1.1 Tipos De Investigación

Por el nivel de conocimiento la investigación que se utilizo es **descriptiva** la que permitió describir las características bióticas y abióticas del área de estudio, información que se utilizó para el levantamiento ambiental de la situación actual del río Yanayacu.

Por los objetivos que se planteó en la investigación, es **aplicada** ya que se aplicó una metodología preestablecida (muestreo de agua para el análisis químico, físico y biológico de laboratorio) para la obtención de los datos, guardando estrecha relación con la investigación que se centra en la posibilidad practica que entregan los conocimientos obtenidos en ella, para hacer, para actuar, y para construir.

Por el lugar es de **campo** ya que los datos se recolectados in situ mediante el trabajo de campo, llamada también directa, por cuanto se lleva a cabo en el mismo espacio y tiempo en que suceden los hechos objeto de estudio.

2.1.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

2.1.2.1 Técnicas

- Una de las técnicas utilizadas fue la **observación**, la misma que nos permitió reconocer el área de estudio, así como la identificación de hechos y fenómenos de la presente investigación, permitiéndonos obtener información confiable del lugar de estudio, información base para el desarrollo del diagnóstico ambiental.
- La técnica del **muestreo**, nos permitió recolectar las muestras de agua del río Yanayacu (8 muestras en sus respectivos puntos), para su posterior análisis en el laboratorio de “Aguas y Acabados”
- **Fichas y cartillas**, se utilizaron para el levantamiento de la información necesaria para la caracterización del área de estudio.

2.1.3 Instrumentos y materiales de Recolección de Datos

Para la recolección de datos y levantamiento de la información necesaria para el presente proyecto de investigación se utilizó los siguientes instrumentos y materiales:

- pH metro
- Termómetro
- Colorímetro DR 90
- GPS

- Frascos para muestras de agua
- Termoaislante para la conservación de las muestras hasta el traslado al laboratorio
- Cámara fotográfica
- Equipo de protección personal (EPP)
- Mapas geológicos y cartográficos

2.1.4 Descripción de la Área de Estudio (Sector Bellavista y Yanayacu)

2.1.4.1 División política

Se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, parroquia San Miguel, en la hoya oriental del Río Patate.

Sus límites son:

Al norte el Barrio Bellavista y Yanayacu.

Al sur los cantones de Ambato y Píllaro (Provincia del Tungurahua).

Al este la Cordillera Central de los Andes (Provincia de Napo).

Al oeste Barrio San Pablo (Provincia de Tungurahua).

2.1.4.2 Ubicación Cartográfica

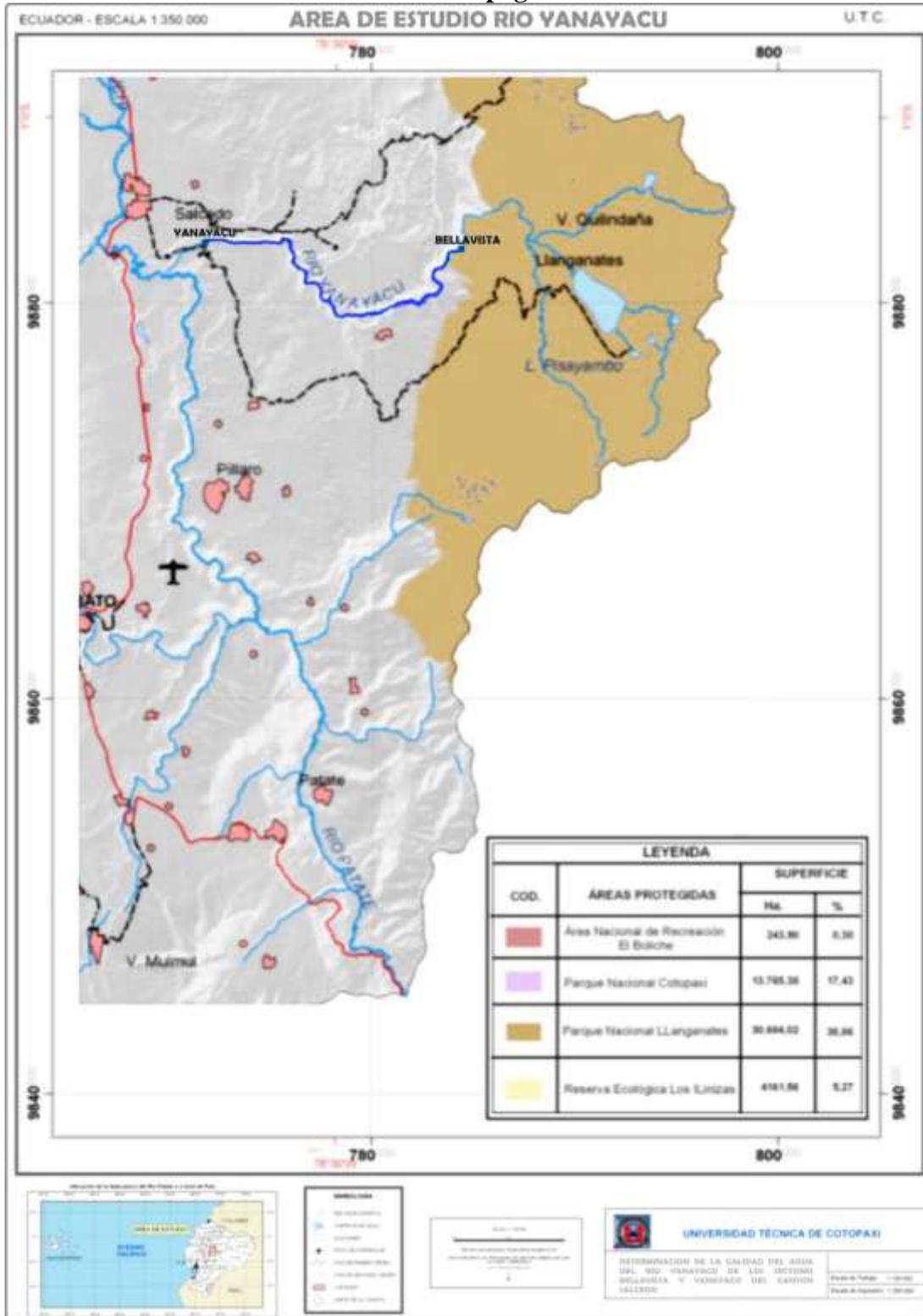
Coordenadas geográficas

0774593 Este

9882773 Norte

Altitud : 2.760 msnm.

Gráfico 1.- Carta Topográfica Salcedo



Fuente: <http://ecuamapas.blogspot.com/>

2.1.4.4 Aspectos climáticos

Según: INAMHI

Estación Meteorológica Rumipamba. Código M0004

Temperatura: 14.7 °C promedio

Precipitación: 395.1mm anual

2.1.4.5 Aspecto Social.

- **Educación:** Los niños del sector de Bellavista acuden a la “Escuela Colegio. Médicos De Cotopaxi – Bellavista – Salcedo”, con un total de 69 alumnos, mientras que en el sector de Yanayacu acuden a la escuela “México” con 60 alumnos, cabe recalcar que la mayoría de los niños del sector asisten a escuelas del centro de Salcedo.
- **Salud:** La población tiene que trasladarse al subcentros de salud de Yanayacu que brinda atención de lunes a viernes en el horario de 08:00 a 16:00.
- **Población:** la población que se asienta en el área de estudio es de 2.240 habitantes, según el último censo del INEC.
- **Vivienda:** La presencia de vivienda en el sector es escasa debido a la topografía del sitio en el sector de Bellavista, mientras que en el sector de Yanayacu se observa que tienen infraestructura de bloque, loza y adobe, además se encuentra gran cantidad de turismo por los diferentes complejos turísticos y recreacionales de la zona en el centro de Yanayacu.
- **Vías de Comunicación:** Por el Barrio atraviesa la vía que conecta a las dos provincias de Cotopaxi y Tungurahua con caminos vecinales.

Yanayacu es el punto de partida para dirigirse a otros barrios: Guapante, Anchilivi, San Pablo, Barrio Oriente. La vía de acceso hacia el Barrio de Yanayacu se encuentra constituida por una carretera de primer orden tanto

2.1.4.6 Servicios Básicos

- **Agua:** La población del sector de Yanayacu y Bellavista dispone de agua entubada para el consumo humano en un 100%.
- **Alcantarillado:** Por la ubicación y debido a su topografía del área de estudio posee alcantarillado en un 50%.
- **Energía Eléctrica:** La red del cableado de energía eléctrica avanza a todo el Sector Tanto para Bellavista como para Yanayacu, servicio que ofrece la empresa eléctrica “ELEPCO” COTOPAXI.
- **Telefonía:** El sector de Bellavista y Yanayacu dispone de este servicio que ofrece la empresa pública CNT _ Salcedo.

2.1.4.6 Aspecto Ambiental

A. Factor Biótico.

- **Fauna:** En la zona se encontraron las siguientes especies animales:
- **Flora:** A pesar que la extensión es muy pequeña, su ecosistema está integrado por una exuberante vegetación de clima seco, combinada con la verdosidad de plantas que se encuentran a orillas del río. Las especies predominantes son:

B. Factor Abiótico.

- **Suelo.** Existen pequeñas áreas de tierra seca, pedregosas y cangaguosas. En las partes hábiles se cultivan cereales, legumbres, maderables propios de este lugar como: el molle, eucaliptos y capulíes; otra planta propia de este lugar es el guarango; se produce también plantas medicinales, ornamentales y hortalizas. Una de las causas principales de la erosión del suelo se debió a los monocultivos de la zona

- **Aire:** La contaminación del aire es uno de los problemas que ha causado gran problema la salud humano y el ambiente. En esta zona la contaminación más prevista es mediante el metano por la existencia de la actividad minera.

- **Agua:** Agua para Consumo Humano: Proviene de la vertiente que se encuentra en los altos del sector de Bellavista, la misma que también es ocupada para el Regadío

- **Paisaje:** El paisaje se ve afectado drásticamente debido a las crecidas del caudal de agua que sufre en invierno, causando así la alteración del entorno natural y la degradación del cauce provocando el deslizamiento de tierra en ciertos tramos del río.

2.1.5 Metodología

- Para el desarrollo de las actividades planificadas en la presente investigación se siguió el siguiente proceso metodológico:

- Como primera actividad se realizó un recorrido de campo el mismo que permitió levantar las coordenadas para la ubicación del área de estudio, la obtención de la información base para el diagnóstico ambiental y la identificación de puntos para el muestreo del agua.
- Los puntos de muestreo se determinaron siguiendo los siguientes lineamientos: recorrido con la persona encargada de cuidar el área de las compuertas de CARRILLO, accesibilidad y puntos de descarga; se establecieron 8 puntos de muestreo tanto para época húmeda como para época de estiaje.
- Mediante un trabajo in situ (puntos de muestreo), se procedió a recolectar las muestras de agua, se aplicó los siguientes procedimientos:

Según: ESTANLEY E MANAHAN (2007)

- a) Control y Vigilancia del Muestreo, Se realizó un procedimiento correcto de muestreo, transporte y almacenamiento para la preservación y análisis. El proceso de control y vigilancia del muestreo, (*Cadena de custodia*) es esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis. Este proceso es básico e importante para demostrar el control y confiabilidad de la muestra no sólo cuando hay un litigio involucrado, sino también para el control de rutina de las muestras. Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro.

b) **Etiquetas:** Para evitar confusiones se procede a la identificación de las muestras, antes o en el momento del muestreo, papel engomado o etiquetas adhesivas en las que se anote, con tinta a prueba de agua, por lo menos la siguiente información: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de recolección, y preservación realizada.

c) **Cartillas de Campo:** Se registró toda la información pertinente a observaciones de campo o del muestreo en un libro apropiado, en el que se incluyó como mínimo lo siguiente: propósito del muestreo; localización del sitio de muestreo, o del punto de muestreo, fecha y hora de recolección; número(s) de identificación del (los) recolector(es) de la muestra; distribución y método de transporte de la muestra; referencias tales como mapas o fotografías del sitio de muestreo; observaciones y mediciones de campo; y firmas del personal responsable de las observaciones los pasos a seguir son importantes ya nos evita alterar los resultados de las muestras .

- Posteriormente se trasladó las muestras inmediatamente al laboratorio “Laboratorio de Aguas y Acabados”, para el respectivo análisis.
- Los resultados del análisis se interpretaron mediante un trabajo de gabinete.
- Finalmente se elaboró una propuesta de mitigación, para la conservación de la calidad del agua del río Yanayacu.

2.2 Interpretación de Resultados

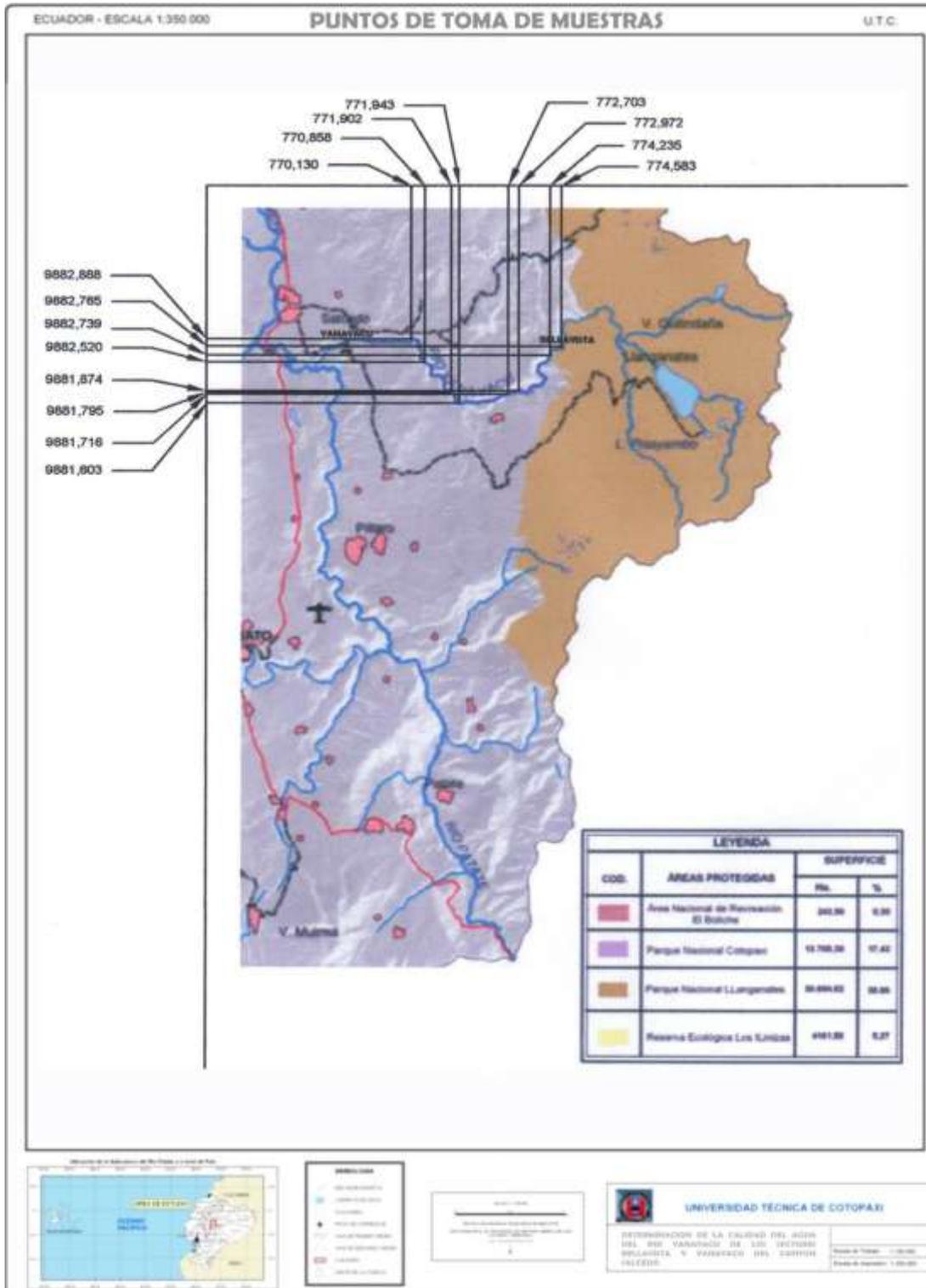
2.2.1 Puntos de Muestreo y Sección de Estudio (Bellavista y Yanayacu)

A continuación se detallan los puntos donde fueron recolectadas las muestras, su ubicación geográfica.

Tabla 2.- PUNTOS DE MUESTREO

PUNTO	UBICACIÓN	LONGITUD (ESTE)	LATITUD (NORTE)	Altitud (msnm)
P1	Bellavista	774,583	9882,765	2764
P2	Compuerta	774,235	9882,739	2759
P3	Fase Intermedia	772,972	9881,874	2740
P4	Carrizal	772,703	9881,716	2739
P5	Puente	771,943	9881,603	2732
P6	Chaparral	771,902	9881,795	2667
P7	Surillal	770,858	9882,520	2617
P8	Molinos	770,130	9882,888	2591

Gráfico 2.- Puntos toma de muestras



2.2.2 CALIDAD DEL AGUA

Tabla 3.- EPOCA HUMEDA

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUAS									
PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Ph		7,2	7,48	6,91	7,29	7,52	5,95	7,27	6,98
Color aparente	Pt Co	35	51,2	43	45,8	46,2	42	44	42
Turbiedad	NTU	3,15	4,9	3,71	3,72	3,8	3,66	3,46	3,8
Conductividad Eléctrica	μS/cm	75,8	75,9	73,7	80,2	81,6	88,8	82,5	73,7
Sólidos Totales	ppm	37,9	37,95	36,85	40,1	40,8	44,4	41,25	36,85
Sólidos Disueltos	ppm	60	40,5	51	40,1	38,5	54	43,2	45
Sólidos en Suspensión	ppm	10	10,4	10	15,6	12,1	11	12,9	12
Sólidos Sedimentales	ml/l	4	2	2,2	2,7	2,4	3,2	2,8	2
Alcalinidad Total	ppm	80	50	70	60	50	60	60	50
Hidróxidos	ppm	30	30	40	40	30	30	40	30
Carbonatos	ppm	45	20	20	20	20	15	15	15
Bicarbonatos	ppm	5	1,8	10	1,1	1,5	10	5	5
Anhídrido carbónico	ppm	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
Dureza Total	ppm	80	80	90	70	80	90	80	80
Dureza Carbonatada	ppm	70	40	60	35	45	60	45	50
Calcio	ppm	20	40	30	35	35	30	35	30
Magnesio	ppm	0,8	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4
Mercurio	ug/l	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierro Total	ppm	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloruros	ppm	1,41	1,692	0,846	1,41	1,41	1,41	1,128	0,846
Sulfatos	ppm	8	1	3,8	0,9	1,2	4,1	1,5	2
Nitritos	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0

Nitratos	ppm	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloro libre residual	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxígeno Disuelto	ppm	1,1	1,3	1,3	1,16	1,4	1,14	1,41	1,31
D.B.O (5)	ppm	2.33	2.31	2.42	2.45	2.37	2.49	2.62	2.56
D.Q.O.	ppm	8.70	8.66	9.05	8.93	9.03	9.07	9,04	9,01
Grasas y aceites	ppm	0,6	0,75	0,58	0,79	0,78	0,6	0,72	0,66
P. Organo-clorados	ug/l	0.0010	0.0010	0.0009	0.0012	0.0049	0.0014	0.0069	0.0076
P.Organo – Fosforados	ug/l	0.007	0.012	0.015	0.026	0.054	0.053	0.068	0.052
Colibacilos Totales	ufc/1ooml	23	22	19	12	12	15	15	13
Colibacilos Fecales	ufc/1ooml	0.02	0.01	0	0	0.04	0.03	0.01	0.01

Tabla 4.- EPOCA HUMEDA

ANALISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUAS													
PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	LÍMITE PERMIS. (RIEGO)	DETALLE	LÍMITE PERMIS.(PRES_FLORA Y FAUNA)	DETALLE
Ph		7,2	7,48	6,91	7,29	7,52	5,95	7,27	6,98	6-9	Cumplen	6.5 - 9	
Turbiedad	NTU	3,15	4,9	3,71	3,72	3,8	3,66	3,46	3,8			Ausencia	
Sólidos Totales	ppm	37,9	37,95	36,85	40,1	40,8	44,4	41,25	36,85	3000mg/l			
Mercurio	ug/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001mg/l		0,002mg/l	
Hierro Total	ppm	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5mg/l		0.3mg/l	
Sulfatos	ppm	8	1	3,8	0,9	1,2	4,1	1,5	2			0,0002mg/l	
Cloro libre residual	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0			0.01mg/l	
Oxígeno Disuelto	ppm	1,1	1,3	1,3	1,16	1,4	1,14	1,41	1,31			< 80% Y < 6 mg/l	
Grasas y aceites	ppm	0,6	0,75	0,58	0,79	0,78	0,6	0,72	0,66	0.3mg/l		0.3mg/l	
P. Organoclorados	ug/l	0.0010	0.0010	0.0009	0.0012	0.0049	0.0014	0.0069	0.0076	0.2mg/l			
P.Organo – Fosforados	ug/l	0.007	0.012	0.015	0.026	0.054	0.053	0.068	0.052	0.1 mg/l			
Colibacilos Totales	ufc/100 ml	23	22	19	12	12	15	15	13	1000nmp/100ml			
Colibacilos Fecales	ufc/100 ml	0.02	0.01	0	0	0.04	0.03	0.01	0.01			200nmp/100 ml	

Tabla 5.- EPOCA ESTIAJE

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU									
PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Ph		7,5	7,96	7,03	8,11	8,02	6,05	7,67	6,96
Color aparente	Pt Co	32	50	40	46,4	44,1	41	40	39
Turbiedad	NTU	2,98	4,1	3,45	3,6	3,4	3,02	2,98	3,33
Conductividad Eléctrica	μS/cm	75,8	70,6	68,4	78,4	72,8	81,2	74,2	70
Sólidos Totales	Ppm	33,5	35,3	34,2	39,2	36,4	40,6	37,1	35
Sólidos Disueltos	Ppm	54	35,8	44	36,8	34,7	46	38,8	33
Sólidos en Suspensión	Ppm	8	7,8	8	9,3	8,3	7,2	6,16	7
Sólidos Sedimentales	ml/l	3	1,6	1,02	2,4	2,2	2,2	1,98	1,1
Alcalinidad Total	Ppm	82	52	72	62	52	62	62	52
Hidróxidos	Ppm	42	30	40	40	30	35	40	30
Carbonatos	Ppm	32	15	20	20	15	25	12	15
Bicarbonatos	Ppm	7	6	10	2	7	1,2	10	11
Anhídrido carbónico	Ppm	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dureza Total	Ppm	86	86	96	76	86	96	86	86
Dureza Carbonatada	Ppm	60	45	65	40	50	70	50	55
Calcio	Ppm	20	40	30	35	35	35	35	30
Magnesio	Ppm	0,4	0,8	0,5	1	1	0,4	0,8	0,8
Mercurio	ug/l	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierro Total	Ppm	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloruros	Ppm	1,41	1,692	0,846	1,41	1,41	1,41	1,128	0,846
Sulfatos	Ppm	5	1,2	3,8	0,98	1,4	3	1,5	2,1

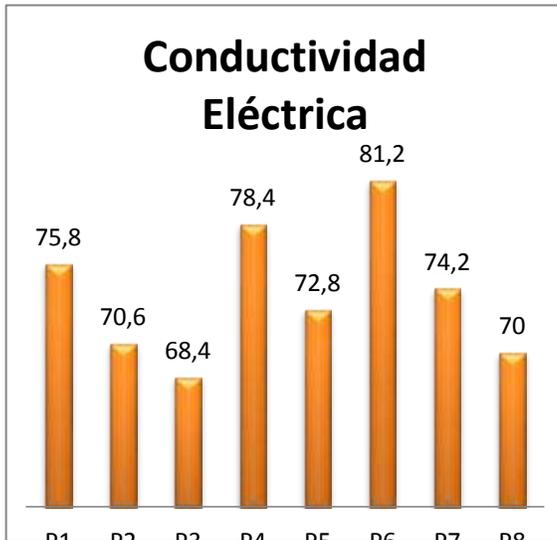
Nitritos	Ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitratos	Ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloro libre residual	Ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxígeno Disuelto	Ppm	1	1,3	1,22	1	1,2	1,2	1,2	1,01
D.B.O (5)	Ppm	2.05	2.11	2.14	2.18	2.16	2.18	2.17	2.17
D.Q.O.	Ppm	8,72	8,68	8,74	8,89	9,06	9,08	8,96	9,03
Grasas y aceites	Ppm	0,45	0,73	0,62	0,82	0,8	0,6	0,72	0,61
P. Organo-clorados	ug/l	0.0013	0.0011	0.0014	0.0012	0.0054	0.0054	0.0066	0.0063
P.Organo – Fosforados	ug/l	0.0020	0.022	0.025	0.036	0.055	0.057	0.0658	0.050
Colibacilos Totales	ufc/1ooml	23	22	19	12	12	15	15	13
Colibacilos Fecales	ufc/1ooml	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01

Tabla 6.- Comparación gráfica de los puntos en época de estiaje y época húmeda

EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA																																				
<p>Debemos tomar en cuenta que el Río Yanayacu es alimentado dos veces por día cuando abren las compuertas de la laguna de Pisayambo el promedio del Ph en época de estiaje es de 7,4125 mientras que época Humeda es de 7,075</p>																																					
<div data-bbox="313 531 831 1014"> <h3 style="text-align: center;">Resultado del pH en época de estiaje</h3> <table border="1"> <caption>Resultado del pH en época de estiaje</caption> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>pH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>P2</td><td>7,96</td></tr> <tr><td>P3</td><td>7,03</td></tr> <tr><td>P4</td><td>8,11</td></tr> <tr><td>P5</td><td>8,02</td></tr> <tr><td>P6</td><td>6,05</td></tr> <tr><td>P7</td><td>7,67</td></tr> <tr><td>P8</td><td>6,96</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	pH	P1	7,5	P2	7,96	P3	7,03	P4	8,11	P5	8,02	P6	6,05	P7	7,67	P8	6,96	<div data-bbox="889 531 1408 1014"> <h3 style="text-align: center;">Resultados de ph Epoca Humeda</h3> <table border="1"> <caption>Resultados de ph Epoca Humeda</caption> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>pH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>P2</td><td>7,48</td></tr> <tr><td>P3</td><td>6,91</td></tr> <tr><td>P4</td><td>7,29</td></tr> <tr><td>P5</td><td>7,52</td></tr> <tr><td>P6</td><td>5,95</td></tr> <tr><td>P7</td><td>7,27</td></tr> <tr><td>P8</td><td>6,98</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	pH	P1	7,2	P2	7,48	P3	6,91	P4	7,29	P5	7,52	P6	5,95	P7	7,27	P8	6,98
Punto	pH																																				
P1	7,5																																				
P2	7,96																																				
P3	7,03																																				
P4	8,11																																				
P5	8,02																																				
P6	6,05																																				
P7	7,67																																				
P8	6,96																																				
Punto	pH																																				
P1	7,2																																				
P2	7,48																																				
P3	6,91																																				
P4	7,29																																				
P5	7,52																																				
P6	5,95																																				
P7	7,27																																				
P8	6,98																																				
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA																																				
<p>En la época de estiaje la turbiedad del Rio Yanayacu tuvo un promedio de 3,3575 mientras que en época húmeda fue de 3,775 aumenta su Turbiedad ya que hay presencias de lluvias</p>																																					
<div data-bbox="297 1255 836 1728"> <h3 style="text-align: center;">Turbiedad Epoca de Estiaje</h3> <table border="1"> <caption>Turbiedad Epoca de Estiaje</caption> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Turbiedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>2,98</td></tr> <tr><td>P2</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>P3</td><td>3,45</td></tr> <tr><td>P4</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>P5</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>P6</td><td>3,02</td></tr> <tr><td>P7</td><td>2,98</td></tr> <tr><td>P8</td><td>3,33</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Turbiedad	P1	2,98	P2	4,1	P3	3,45	P4	3,6	P5	3,4	P6	3,02	P7	2,98	P8	3,33	<div data-bbox="889 1255 1421 1728"> <h3 style="text-align: center;">Turbiedad Epoca Invernal</h3> <table border="1"> <caption>Turbiedad Epoca Invernal</caption> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Turbiedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>3,15</td></tr> <tr><td>P2</td><td>4,9</td></tr> <tr><td>P3</td><td>3,71</td></tr> <tr><td>P4</td><td>3,72</td></tr> <tr><td>P5</td><td>3,8</td></tr> <tr><td>P6</td><td>3,66</td></tr> <tr><td>P7</td><td>3,46</td></tr> <tr><td>P8</td><td>3,8</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Turbiedad	P1	3,15	P2	4,9	P3	3,71	P4	3,72	P5	3,8	P6	3,66	P7	3,46	P8	3,8
Punto	Turbiedad																																				
P1	2,98																																				
P2	4,1																																				
P3	3,45																																				
P4	3,6																																				
P5	3,4																																				
P6	3,02																																				
P7	2,98																																				
P8	3,33																																				
Punto	Turbiedad																																				
P1	3,15																																				
P2	4,9																																				
P3	3,71																																				
P4	3,72																																				
P5	3,8																																				
P6	3,66																																				
P7	3,46																																				
P8	3,8																																				

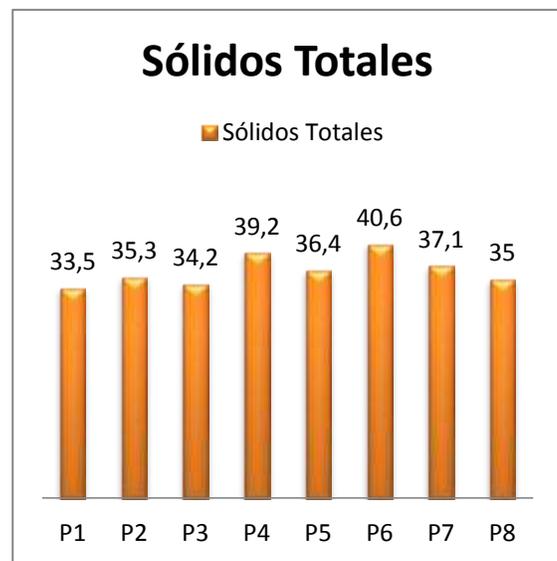
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
---------------	--------------

Por los continuos arrastres de minerales en su trayecto en sus pendientes y estanques presenta un promedio en época de estiaje de 73.925 mientras que época húmeda aumenta a 79.025



EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
---------------	--------------

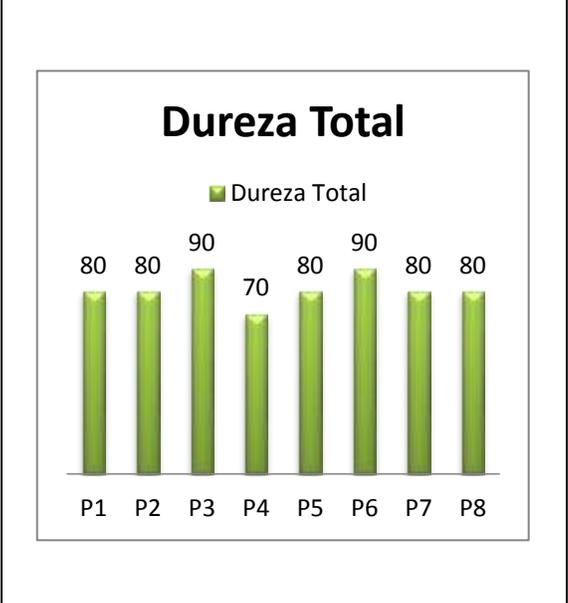
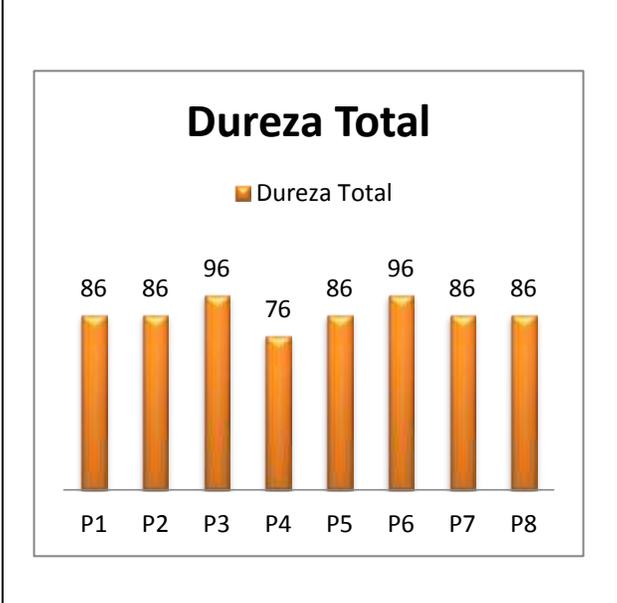
Estos parámetros se encuentra en cada estación altos ya que el rio Yanayacu recupera su caudal cuando abren las compuertas de la laguna de Pisayambo su promedio en época de estiaje es de 36.4125 y en época húmeda de 39,5125



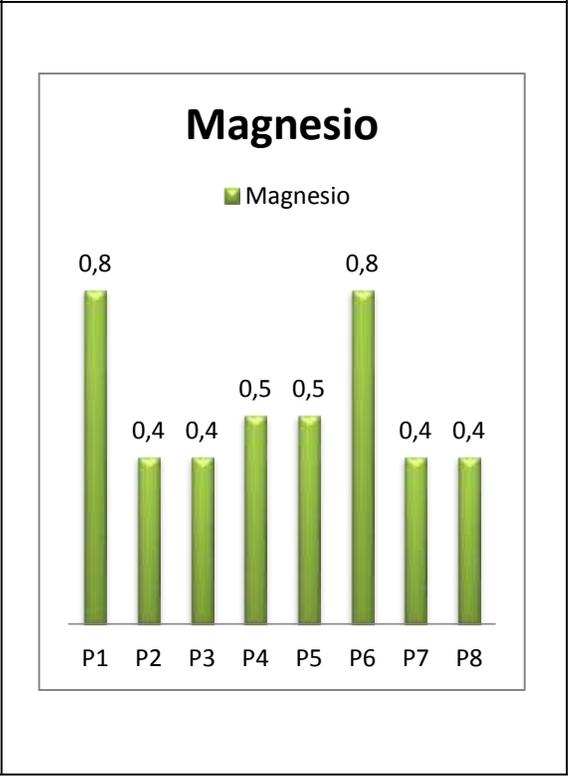
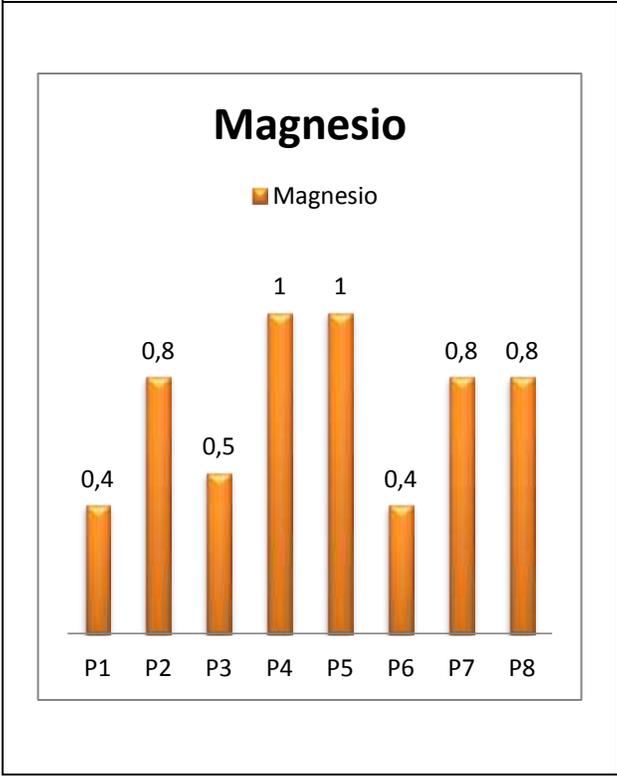
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA																																				
<p>Existe variación en los parámetros un incremento en época húmeda de solidos totales es de 39,5125 y en época de estiaje de 36,4125</p>																																					
<div data-bbox="326 432 857 909"> <h3 style="text-align: center;">Sólidos Disueltos</h3> <p style="text-align: center;">■ Sólidos Disueltos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Sólidos Disueltos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>54</td></tr> <tr><td>P2</td><td>35,8</td></tr> <tr><td>P3</td><td>44</td></tr> <tr><td>P4</td><td>36,8</td></tr> <tr><td>P5</td><td>34,7</td></tr> <tr><td>P6</td><td>46</td></tr> <tr><td>P7</td><td>38,8</td></tr> <tr><td>P8</td><td>33</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Sólidos Disueltos	P1	54	P2	35,8	P3	44	P4	36,8	P5	34,7	P6	46	P7	38,8	P8	33	<div data-bbox="922 432 1442 909"> <h3 style="text-align: center;">Sólidos Disueltos</h3> <p style="text-align: center;">■ Sólidos Disueltos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Sólidos Disueltos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>60</td></tr> <tr><td>P2</td><td>40,5</td></tr> <tr><td>P3</td><td>51</td></tr> <tr><td>P4</td><td>40,1</td></tr> <tr><td>P5</td><td>38,5</td></tr> <tr><td>P6</td><td>54</td></tr> <tr><td>P7</td><td>43,2</td></tr> <tr><td>P8</td><td>45</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Sólidos Disueltos	P1	60	P2	40,5	P3	51	P4	40,1	P5	38,5	P6	54	P7	43,2	P8	45
Punto	Sólidos Disueltos																																				
P1	54																																				
P2	35,8																																				
P3	44																																				
P4	36,8																																				
P5	34,7																																				
P6	46																																				
P7	38,8																																				
P8	33																																				
Punto	Sólidos Disueltos																																				
P1	60																																				
P2	40,5																																				
P3	51																																				
P4	40,1																																				
P5	38,5																																				
P6	54																																				
P7	43,2																																				
P8	45																																				
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA																																				
<p>La alcalinidad del río está influenciada por las rocas, el suelo, sales tiene su capacidad para contrarrestar la acides atmosférica su promedio es de 62 en época de estiaje y de 6° en época húmeda</p>																																					
<div data-bbox="310 1182 873 1812"> <h3 style="text-align: center;">Alcalinidad Total</h3> <p style="text-align: center;">■ Alcalinidad Total</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Alcalinidad Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>82</td></tr> <tr><td>P2</td><td>52</td></tr> <tr><td>P3</td><td>72</td></tr> <tr><td>P4</td><td>62</td></tr> <tr><td>P5</td><td>52</td></tr> <tr><td>P6</td><td>62</td></tr> <tr><td>P7</td><td>62</td></tr> <tr><td>P8</td><td>52</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Alcalinidad Total	P1	82	P2	52	P3	72	P4	62	P5	52	P6	62	P7	62	P8	52	<div data-bbox="928 1182 1432 1812"> <h3 style="text-align: center;">Alcalinidad Total</h3> <p style="text-align: center;">■ Alcalinidad Total</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Punto</th> <th>Alcalinidad Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>80</td></tr> <tr><td>P2</td><td>50</td></tr> <tr><td>P3</td><td>70</td></tr> <tr><td>P4</td><td>60</td></tr> <tr><td>P5</td><td>50</td></tr> <tr><td>P6</td><td>60</td></tr> <tr><td>P7</td><td>60</td></tr> <tr><td>P8</td><td>50</td></tr> </tbody> </table> </div>	Punto	Alcalinidad Total	P1	80	P2	50	P3	70	P4	60	P5	50	P6	60	P7	60	P8	50
Punto	Alcalinidad Total																																				
P1	82																																				
P2	52																																				
P3	72																																				
P4	62																																				
P5	52																																				
P6	62																																				
P7	62																																				
P8	52																																				
Punto	Alcalinidad Total																																				
P1	80																																				
P2	50																																				
P3	70																																				
P4	60																																				
P5	50																																				
P6	60																																				
P7	60																																				
P8	50																																				

EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
----------------------	---------------------

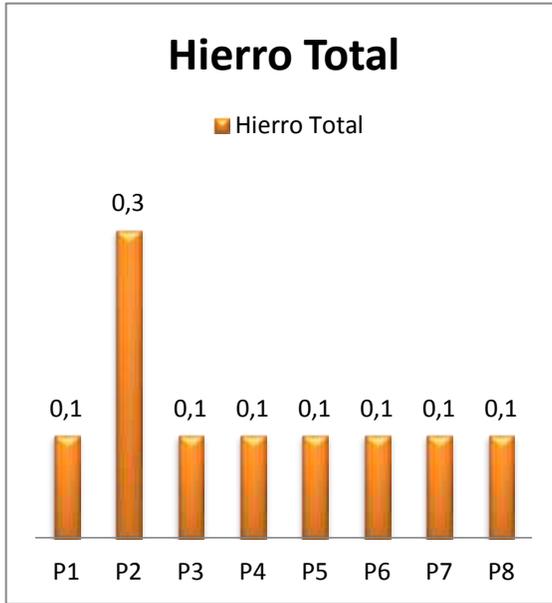
Su promedio en época de estiaje es de 87,25 mientras que en época húmeda es de 81.25



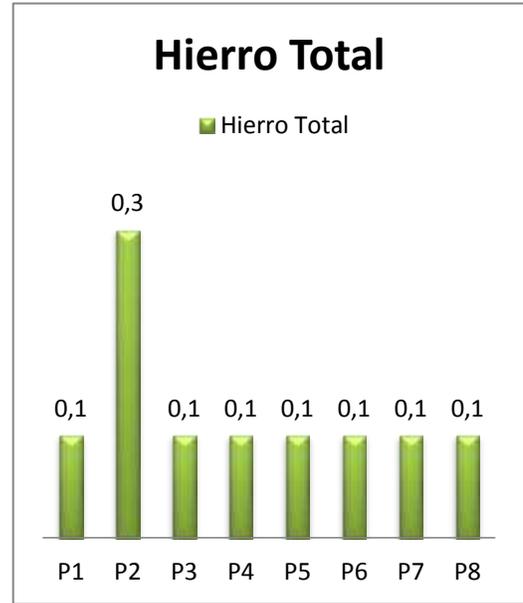
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
----------------------	---------------------



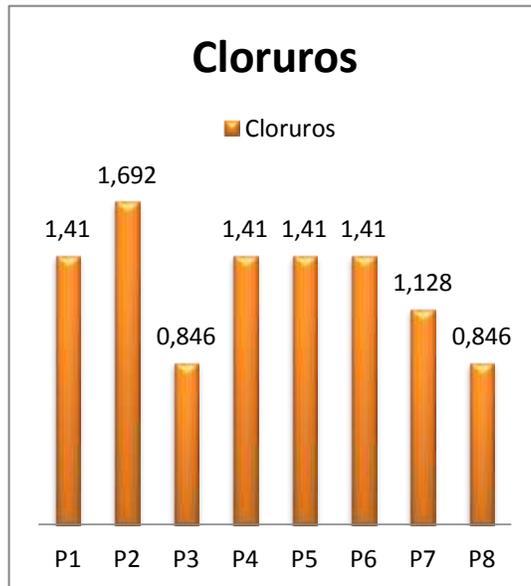
EPOCA ESTIAJE



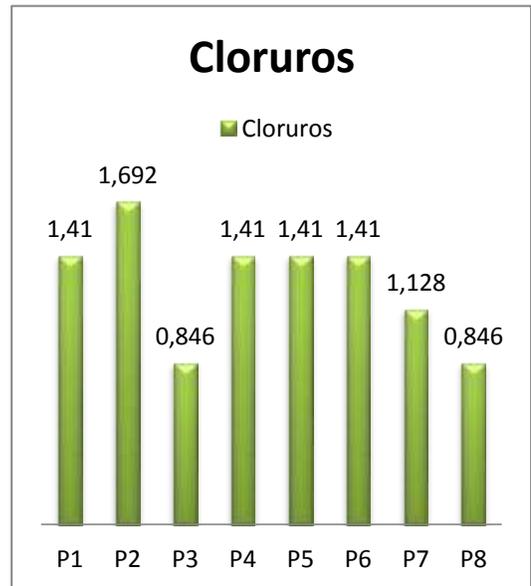
EPOCA HUMEDA



EPOCA ESTIAJE

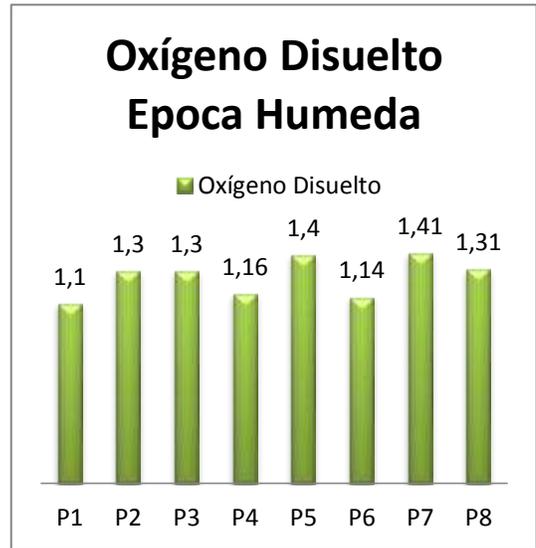
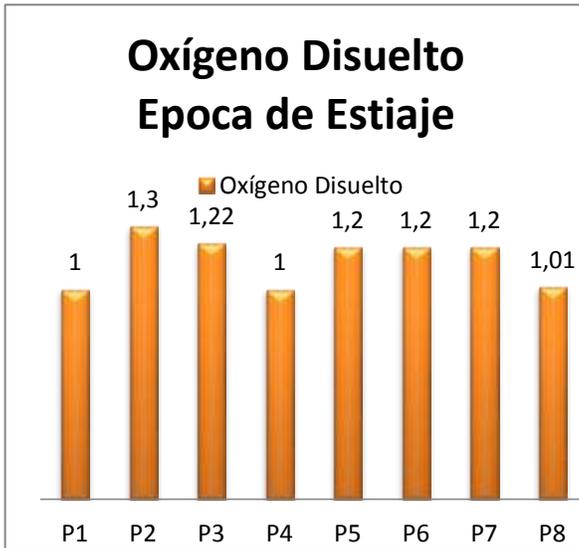


EPOCA HUMEDA



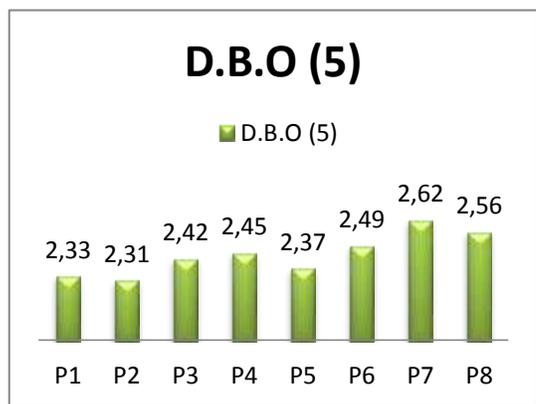
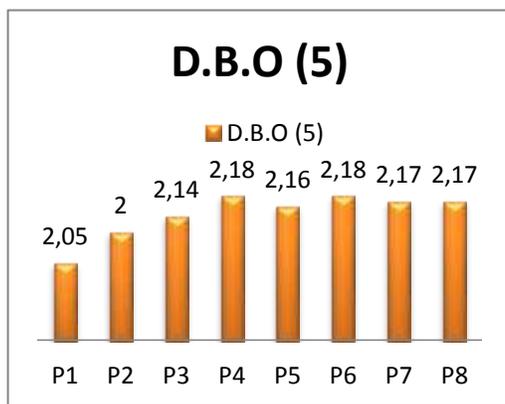
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
---------------	--------------

El oxígeno disuelto en época invernal presenta un aumento debido al crecimiento del caudal y a sus constantes pendientes con un promedio en época de Estiaje de 1,141 mientras que época húmeda fue de 1,265



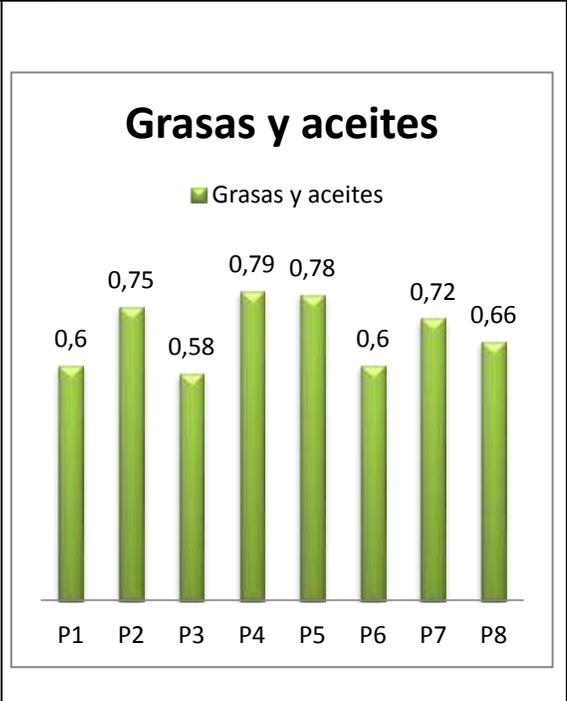
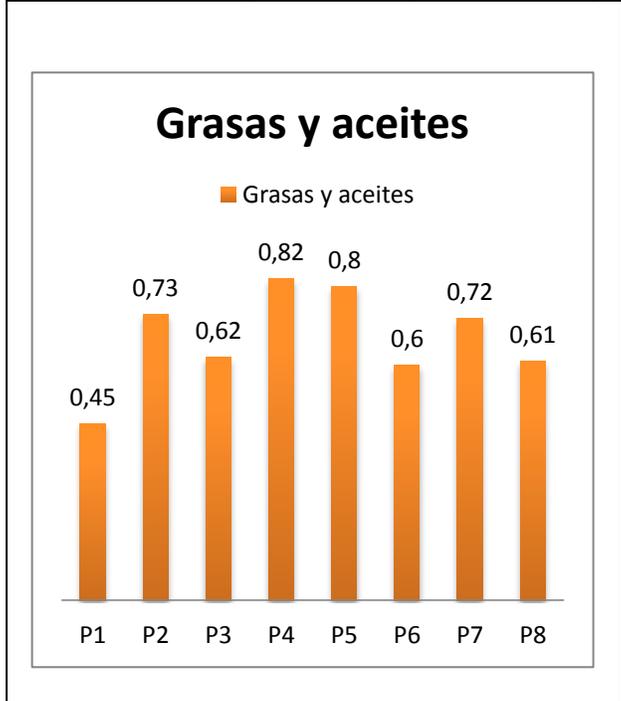
EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
---------------	--------------

Es indispensable para mantener la vida acuática y para que se puedan dar los procesos de depuración en los cauces naturales con un promedio en época de estiaje de 2,145 y en época húmeda es de 2.4437



EPOCA ESTIAJE	EPOCA HUMEDA
---------------	--------------

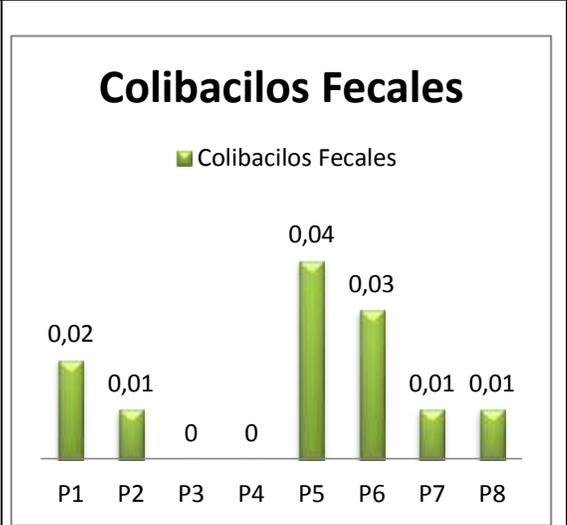
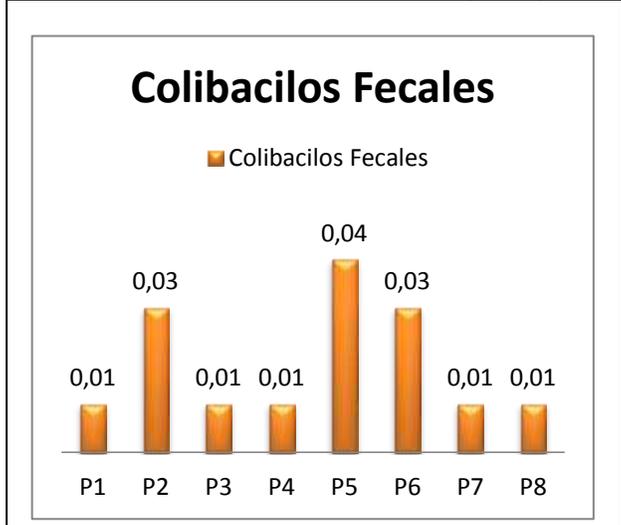
La presencia de aceites y grasas genera problemas de olor y sabor, deteriora la calidad y estética de la misma y puede ser un riesgo potencial para la salud con un promedio en época de estiaje de 0.66875 y en época húmeda de 0.685.



EPOCA ESTIAJE

EPOCA HUMEDA

Se encuentran por las descargas directas de heces fecales tanto humano como animal no se toma en cuenta ya que el estudio relacionado en para uso riego con promedios en época de estiaje de 0,018 y en época húmeda de 0,018



2.2.2.1. Interpretación de resultados:

De acuerdo a los análisis de agua realizados desde el punto de referencia hasta la última muestra , se obtuvo como resultados: dentro del Análisis Físico Químico no existe contaminación muy significativa por DBO(5) Grasas y aceites, sobrepasa los límites máximos permisibles; en el Análisis Físico Bacteriológico no se encuentra parámetros que sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos; y en el Análisis Bacteriológico tenemos presencia de contaminación por colibacilos totales y fecales pero no son tomados en cuenta ya que el presente estudio es para uso de riego.

2.2.2.2 Conclusiones

De acuerdo a las tablas de interpretación de resultados, las muestras obtenidas de agua no presenta un elevado grado de contaminación, una gran cantidad de Coliformes Totales se encuentran presentes, los mismos que no han sido tomados en cuenta porque los resultados se compararon con la tabla de Criterios de calidad del agua para riego.

Se puede concluir que épocas húmeda existe una mayor cantidad de minerales presentes a diferencia de la época de estiaje, se toma en cuenta que el río Yanayacu recibe las descargas de las compuertas de la laguna de Pisayambo manteniendo su cauce constante.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU.

3.1 Introducción

Una propuesta de mitigación de la contaminación del agua es importante ya que se constituye en una herramienta esencial para la gestión integral del río Yanayacu, en él se contempla proyectos en pro de la conservación de la calidad del recurso hídrico en estudio, así como la mitigación de los impactos ambientales negativos que han sido identificados.

El trabajo de campo ha permitido levantar el diagnóstico de la situación actual de la calidad de agua del río Yanayacu, mediante la identificación de fuentes contaminantes en los sectores de Bellavista y Yanayacu del Cantón Salcedo, así mismo con los resultados del análisis de laboratorio del agua, se ha logrado comparar con los límites permisibles establecidos en el TULSMA.

Con lo antes mencionado se procede a elaborar el presente plan de manejo ambiental, cuyo objetivo es conservar la calidad de agua del río Yanayacu, ya que aguas abajo son utilizadas para la agricultura, ganadería y recreación principalmente.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de mitigación de la contaminación del agua del río Yanayacu para la conservación de las potencialidades del recurso hídrico.

3.2.2 Objetivos específicos

- Establecer los proyectos que se detallaran en la presente propuesta de mitigación de la contaminación del agua del río Yanayacu.
- Definir las actividades inmersas en los proyectos establecidos en propuesta de mitigación de la contaminación del agua del río Yanayacu.

3.3. Metas

Estructurar la propuesta de mitigación que permita hacer del río Yanayacu un recurso manejable, que sirva como modelo de conservación y que incluya a todos los actores sociales con sentido ambiental común.

3.4 Marco legal aplicable

3.4.1 Constitución Política del Ecuador

3.4.1.1 Título VII del Régimen del Buen Vivir, Capítulo Segundo de Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección sexta Agua.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

3.4.2 Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

TÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO I DE LOS PRINCIPIOS

Artículo 3.-Objeto de la Ley.

El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su

recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Sección Cuarta

Servicios Públicos

Artículo 39.

Servicio público de riego y drenaje.

Las disposiciones de la presente Ley relativas a los servicios públicos se aplicarán a los servicios de riego y drenaje, cualquiera sea la modalidad bajo la cual se los preste.

El riego parcelario es responsabilidad de los productores dentro de su predio, bajo los principios y objetivos establecidos por la autoridad rectora del sector agropecuario.

El servicio público de riego y drenaje responderá la planificación nacional que establezca la autoridad rectora del mismo y su planificación y ejecución en el territorio corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, de conformidad con sus respectivas competencias.

La Autoridad Única del Agua y la Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con la autoridad rectora de la política nacional agropecuaria, expedirán las normas y reglamentos para asegurar la calidad e inocuidad del agua de riego y vigilará su abastecimiento.

CAPÍTULO III DERECHOS DE LA NATURALEZA

Artículo 64.-

Conservación del agua La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

CAPÍTULO VI GARANTÍAS

PREVENTIVAS

Sección Segunda

Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua

Artículo 79. Objetivos de prevención y conservación del agua.

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;

- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;
- d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
- g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico

***3.4.3 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)
Libro VI: De la Calidad Ambiental, Título IV Reglamento a la Ley de
Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación
Ambiental***

3.4.3.1 Capítulo IV.- Del control ambiental

Sección I Estudios ambientales

Art. 59.- Plan de Manejo Ambiental.- El plan de manejo ambiental incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros de la organización, a ser monitoreados, la periodicidad de estos monitoreos, la frecuencia con que debe reportarse los resultados a la entidad ambiental de control. El plan de manejo ambiental y sus actualizaciones aprobadas tendrán el mismo efecto legal para la actividad que las normas técnicas dictadas bajo el amparo, del presente Libro VI De la Calidad Ambiental.

3.4.3.2 Libro VI: De la Calidad Ambiental, Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua

a) Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.

La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético

b) Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación:

Tabla 7.- Tabla N° 26. Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3

3.4.4 Ordenanza Municipal 213 DM Quito

3.4.4.1 Manejo ambiental de aguas residuales no domésticas

1. El establecimiento deberá contar con rejillas perimetrales y sedimentadores conectadas a las trampas de grasas, antes de ser descargadas a los recolectores o cuerpos receptores.
2. La trampa de grasas no debe recolectar descargas domésticas.
3. El establecimiento no deberá enviar las descargas líquidas directamente al sistema de alcantarillado o a un curso de agua sin previo tratamiento.

3.5 Propuesta de Prevención y Mitigación

3.5.1 PROYECTO N° 1. Mitigación de aceites y grasas presentes en el agua del río Yanayacu

3.5.1.1 Introducción

El agua es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades antropogénicas. Toda actividad humana necesita agua para su ejecución, claro está que alguna de ellas necesita agua de buena calidad para sus procesos; después de que el agua es usada en un determinado proceso o actividad, esta queda contaminada tanto por residuos sólidos como por residuos líquidos.

En el caso de la presente investigación la presencia de grasas y aceites en el agua del río Yanayacu proviene según el diagnóstico realizado por el investigador, del vertido directo de las aguas residuales generadas en una mecánica, la normativa aplicable exige a los dueños de las industrias cuenten con una planta de tratamiento de aguas residuales para disminuir el grado de contaminación que puede afectar directamente a los recursos hídricos.

Es necesario indicar que las características de las Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz, pueden diferir tanto en sus parámetros así como en sus concentraciones, dependiendo del enfoque o visión de la industria.

El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros de medición tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO)₅ y la demanda química de oxígeno (DQO), mismos que evalúan contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas. Algunos de los contaminantes que más problemas causan en el tratamiento de aguas residuales, son las grasas y aceites, la presencia de grasas y aceites en los efluentes

industriales no sólo provocan problemas en el tratamiento de éstas sino que también dan lugar a la contaminación del suelo y los cuerpos de agua donde éstas son descargadas.

Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Éstas natas entorpecen cualquier tipo de tratamiento, biológico o físico-químico, por lo que es recomendable que las grasas y aceites sean eliminados en los primeros pasos del tratamiento de las aguas residuales.

3.5.1.2 Objetivos

Reducir la concentración de aceites y grasas en las aguas residuales generadas en la mecánica, para mitigar el impacto negativo que ocasiona al agua del río Yanayacu.

3.5.1.3 Implantación del proyecto

El presente proyecto debe ser implantado en el punto de origen del agua residual, es decir está dirigido a la mecánica ya que es la fuente del agua residual con aceites y grasas.

3.5.1.4 Justificación

La presente propuesta se elabora en base al análisis de agua del río Yanayacu realizada en el laboratorio, la misma que en su interpretación se deduce que el parámetro que sobrepasa el límite permisible establecido en el TULAS (0.3 mg/L), en los 8 puntos de muestreo tanto en época húmeda (P1 0.6, P2 0.75, P3 0.58, P4 0.79, P5 0.78, P6 0.6, P7 0.72 Y P8 0.66), así como en época de estiaje (P1 0.45, P2 0.73, P3 0.62, P4 0.82, P5 0.8, P6 0.6, P7 0.72 Y P8 0.61), corresponde a los aceites y grasas, así mismo se pudo identificar un punto de descarga de aguas residuales procedentes de las actividades cotidianas que se desarrollan en una mecánica ubicada a la altura del barrio Bellavista (“Mecánica Bellavista”), cuyo sistema de descarga es

una tubería directa que tiene una longitud de aproximadamente 100m de distancia al río Yanayacu, concluyendo que es la fuente que ocasiona la presencia de grasas y aceites en el recurso hídrico en estudio.

La presente propuesta está encaminado a la reducción de aceites y grasa en el puto de origen, es decir que es necesario implementar actividades para la extracción de las mismas antes de que las aguas residuales sean vertidas al río Yanayacu. De esta manera contribuiremos significativamente en la preservación y conservación de la vida acuática de este recurso hídrico.

3.5.1.5 Resultados esperados

- El resultado directo esperado es la reducción de la cantidad de grasas y aceites en las aguas residuales de la “Mecánica Bellavista”.
- El resultado indirecto es la reducción de la cantidad de grasas y aceites en las aguas del río Yanayacu para la preservación de la flora y fauna que habita el recurso hídrico.

3.5.1.6 Fundamentos teóricos

Las grasas son compuestos orgánicas que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados

Las industrias se han ido incrementando día con día generando empleo y dan satisfacción a las necesidades del ser humano; sin embargo, han contribuido a su vez a la contaminación y agotamiento del agua ya que la mayoría de las industrias requieren de este líquido para la realización de sus procesos. Una alternativa sugerida

para la reducción del uso del agua por la industria es la reutilización de la misma. Sin embargo, la reutilización no es común ya que es necesario que las condiciones del líquido sean de calidad, o al menos que el contenido de sales en el agua de proceso sea mínimo, para que no se alteren sus procesos.

Un aspecto importante es que en el transcurso del tratamiento se presentan problemas en la eliminación de algunos parámetros, sobre todo en la eliminación de las grasas, que son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que éstas flotan formando una película densa en el agua, Además de provocar taponamientos en los sistemas de desagües, también las grasas y aceites son nocivos para el desarrollo de los vegetales ya que los exterminan.

3.5.1.7 Estrategias de mitigación de aceites y grasas en las aguas residuales de la “Mecánica Bellavista”

a) ESTRATEGIA N° 1. Utilización de Goma Arábica o Cabello natural o artificial

❖ Aspectos teóricos

Según: CLESCERI Leonore S., GREENEBERG A. Trussell R. (1992).

La Goma arábica: La goma arábica es un polisacárido de origen natural que se extrae de la resina de los árboles del género de Acacia. La goma se obtiene como parte del proceso de cicatrización de estos árboles conocido como gomosis (gummosis), para cerrar sus heridas y evitar de esta manera la entrada de gérmenes. Es una resina de color ámbar, recolectada normalmente a mano una vez seca. Es conocida desde hace más de 5000 años pues fue usada por los egipcios en la elaboración de cosméticos.

El Cabello o pelo es una fibra de queratina constituida por una raíz y una base que se forma en un folículo de la epidermis, y constituye el rasgo característico de la piel.

En esta investigación se tomó como referencia la tesis elaborada por alumnos de ingeniería química del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, trabajo en el que utilizaron una goma resina y Cabello para tratar la remoción de grasas.

Para la remoción de aceites y grasas se plantea dos métodos que pueden ser implementados en las aguas residuales de la “Mecánica Bellavista”, en base a los fundamentos teóricos antes descritos.

Metodología de Cálculo de la Goma arábica o Cabello o pelo

Según los estudios realizados por los estudiantes del Instituto Tecnológico Aguascalientes se debe Agregar 25gr/l de goma arábica o cabello por litro de agua

Se procede a determinar el volumen el caudal del efluente de la lavadora dándonos los siguientes resultados

Para el cálculo respectivo procedimos a medir en un balde cuantos litros es captaba en un minuto dándonos los siguientes resultados

En un minuto se obtuvo 15L

$$\frac{15 \text{ L}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ Seg}} = 0,25 \frac{\text{L}}{\text{Seg}}$$

Realizamos la respectiva verificación del cálculo

$$0.25 \frac{\text{L}}{\text{Seg}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ Seg}} = 15 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Litros vertidos al río por hora

$$15 \frac{\text{L}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ H}}{60 \text{ min}} = 900 \frac{\text{L}}{\text{H}}$$

Total de litros vertidos diariamente

$$900 \frac{L}{H} * \frac{8H}{1dia} = 7200 \frac{L}{dia}$$

El efluente de esta mecánica es de $7200 \frac{L}{dia}$ lo cual nos indica que se debe añadir de Goma arábica o cabello natural una cantidad de 180kg diariamente

❖ **Actividades**

Las actividades que se debe desarrollar para la implementación de la presente estrategia se describen en la presente tabla:

Tabla 8.- ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE EXTRACCIÓN DE GRASAS Y ACEITES DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA “MECÁNICA BELLAVISTA”

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	% DE EFICIECIA (según: red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) 	RECURSO ECONÓMICO	RESPONSABLE
EXTRACCIÓN DE ACEITES Y GRASA CON GOMA ARÁBICA O CABELLO	Disponer de un tanque de recepción del agua residual, situada a no más de 7 m de distancia del origen del efluente.	Se logra una eficiencia entre el 70 y 80% en la remoción de aceites y grasa de aguas residuales.	El costo debe ser calculado una vez definida la estrategia a aplicarse.	Propietarios de la “Mecánica Bellavista”
	Agregar 25gr/l de goma arábica o cabello por litro de agua			
	Agitar el agua residual en el tanque cada hora, para que los compuestos encapsulen la grasa contenida en el agua.			
	Dejar que repose el efluente por un lapso de 12 horas.			
	Realizar la extracción de los aceites y grasas por recirculación del solvente por medio de un filtro o cartucho de filtración. <table border="1" data-bbox="583 841 1182 1263"> <tr> <td data-bbox="583 841 1182 987">Opción N° 1. Un Cartucho que puede ser fabricado con: algodón prensado y porcelana de vidrio (reciclados).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="583 987 1182 1263">Opción N° 2. Filtros percoladores constituidos por una masa o lecho de material pedregoso, carbón y desechos de altos hornos. (Sobre la superficie del sustrato sólido se colocan las colonias de bacterias que se alimentan tanto de los compuestos orgánicos del carbón)</td> </tr> </table>			
Opción N° 1. Un Cartucho que puede ser fabricado con: algodón prensado y porcelana de vidrio (reciclados).				
Opción N° 2. Filtros percoladores constituidos por una masa o lecho de material pedregoso, carbón y desechos de altos hornos. (Sobre la superficie del sustrato sólido se colocan las colonias de bacterias que se alimentan tanto de los compuestos orgánicos del carbón)				

Elaborado por: El Investigador

b) ESTRATEGIA N° 2. Trampa de grasas

❖ Aspectos teóricos

La trampa de grasas o interceptor de grasas es un receptáculo ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente o punto generador del residuo líquido y el punto receptor, esta permite la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada y evita que estos materiales ingresen a la red de alcantarillado público o a un cuerpo natural de agua.

Las trampas de grasas retardan el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse las grasas flotan en la superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa. El resto del agua pasa libremente al cuerpo receptor.

❖ Consideraciones a tomar en cuenta

➤ **Para la implantación de un sistema de trampa de grasas se debe considerar que:**

- Debe instalarse tan cerca del punto generador de grasa como sea posible.
- Pueden ser colocadas según el espacio disponible sobre el suelo parcialmente o empotradas.
- Debe haber espacio libre suficiente para retirar la tapa de la trampa de grasa y facilitar su inspección y mantenimiento.

- Deberá ser ubicada en lugares seguros y no expuestas a riesgos por fugas o derrames.
- La distancia total de las tuberías entre el punto generador de grasas más lejanas y la entrada a la trampa de grasa nunca deberá ser mayor a 7 metros.
- Lavabos, duchas y retretes no deben conectarse a la trampa de grasas.

➤ **Para llevar a cabo el mantenimiento se hace necesario que el usuario que lo ejecuta tenga en cuenta las siguientes recomendaciones de seguridad y medio ambiente:**

- El personal deberá utilizar el equipo de protección personal (EPP), (como mínimo guantes, botas y mascarillas).
- No debe usar detergentes ni lejías.

➤ **Pasos para el mantenimiento**

- Previa inspección del nivel de natas o grasas en la superficie de la trampa siendo esta mayor a 3cm iniciar con el mantenimiento.
- Destapar y extraer los flotantes que son las natas de grasas y aceites, usar un colador con orificios que le permita retirarlos. Si hay suficiente cantidad retirar los lodos del fondo dejando un residuo aproximado al 20% del total.

- Remover grasas, aceites y sólidos del fondo de la trampa usando espátulas, palas o herramientas que le permitan realizar esta labor.
- Recoger y transportar las natas y lodos, preferibles en canecas, retirándole toda el agua posible. Evitar cualquier derrame.
- Las grasas se deben vaciar en fundas completamente serradas y listas para depositarlas en la basura.
- Para aceites y derivados del petróleo, recoger y transportar los lodos y natas en contenedores herméticos resistentes al impacto. Luego deben almacenarse para ser desalojados.
- Los aceites de las lubricadoras deberán almacenarse en contenedores para luego ser comercializadas o entregados a gestores autorizados.

❖ **Diseños referenciales de una trampa de grasas**

➤ **Diseño de sistema de trampas de grasa [sistema de trampa de grasa (S-TG)], para “Mecánica Bellavista”**

El diseño expuesto en el presente documento, pueden ser considerados como referenciales ya que constituyen un prototipo base que se implanta en la mayoría de “Mecánica Bellavista”, que disponen del tratamiento de aguas residuales.

Del diseño propuestos, nos permite realizar un tratamiento de forma eficiente es decir permite que el proceso fluya naturalmente y que proceso de descarga de las aguas tratadas no quede contrapendiente

CALCULOS PARA EL DISEÑO DE UNA TRAMPA DE GRASA

Según Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012).

1 Paso Para estimar el caudal de diseño (Q_d) de la trampa de grasa, deben tenerse en cuenta las unidades de gasto de cada artefacto sanitario que se conectará a la unidad en nuestro caso lo identificamos de la siguiente manera

PARA ESTIMAR EL CAUDAL DEL DISEÑO (Q_d)				
ARTEFACTO	CANTIDAD	GRIFOS	UNIDADES DE GASTO	Total = [1]*[2]*[3]
Ranflas de la Lavadora	3	2	2	12
Lavadora Manual	2	2	1	4
Lavadora Industrial	2	2	1	4
Unidades Totales de Gasto				20

Deben asumirse las unidades de gasto, por cada grifo de cada artefacto sanitario. Una vez se tenga la contabilidad, se aplicará la siguiente expresión:

$$Q_d = 0,3 \cdot \sqrt{U}$$

$$= 0,3 \cdot \sqrt{20}$$

$$= 1,34 \frac{L}{Seg}$$

Dimensiones recomendadas para las trampa grasa, según el caudal de diseño (Qd) (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012)				
Rango de Caudales (Litros/seg)	Volumen trampa de grasa (m³)	Dimensiones estimadas (metros)		
		Profundidad (H)	Ancho (A)	Largo (L)
<1	1,8	1,5	1	1,2
		1	1	1,8
1 a 2	3,6	1,5	1,1	2,2
2 a 3	5,4	2	1,13	2,4
3 a 4	7,2	2	1,45	2,5
4 a 5	8,1	2	1,5	2,7
5	9,12	2	1,6	2,85

Una vez conocido nuestro caudal de diseño (Qd) transformamos a metros cúbicos día

$$1,34 \frac{L}{Seg} * \frac{m^3}{1000 L} * \frac{60 Seg}{1min} * \frac{60min}{1 H} * \frac{24H}{1dia} = 115,8 \frac{m^3}{dia}$$

Para obtener nuestro Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) debemos calcular nuestra **Área de trampa de grasa** (A_T) más el volumen de trampas de grasa (V_T).

$$AT = \frac{Qd \text{ Caudal de Diseño}}{Cs \text{ Carga Superficial}}$$

$$AT = \frac{115,8 \frac{m^3}{dia}}{24 \frac{m^3}{m^2 dia}} = AT = 4,8m^2$$

Volumen de Trampas de Grasa (V_T).

$$V_T = \text{Area de trampa de grasa } (A_T) * \text{Caudal de diseño } (Q_d)$$

$$V_T = 4,8m^2 * 1,5m \quad V_T = 7,2m^3$$

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

$$TRH = \frac{\text{Volumen Trampa de grasa } (A_T)}{\text{Caudal de Diseño } (Q_d)}$$

$$TRH = \frac{7,2m^3}{115,8 \frac{m^3}{\text{día}}} \quad TRH = 0,062 \text{ día}$$

El tiempo de retención hidráulica transformamos de día a minutos

$$0,062 \text{ día} * \frac{24 \text{ H}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ H}} = 89,28 \text{ min. TRH}$$

Metodología de Comprobación De Cálculo

Partimos con nuestro caudal conocido:

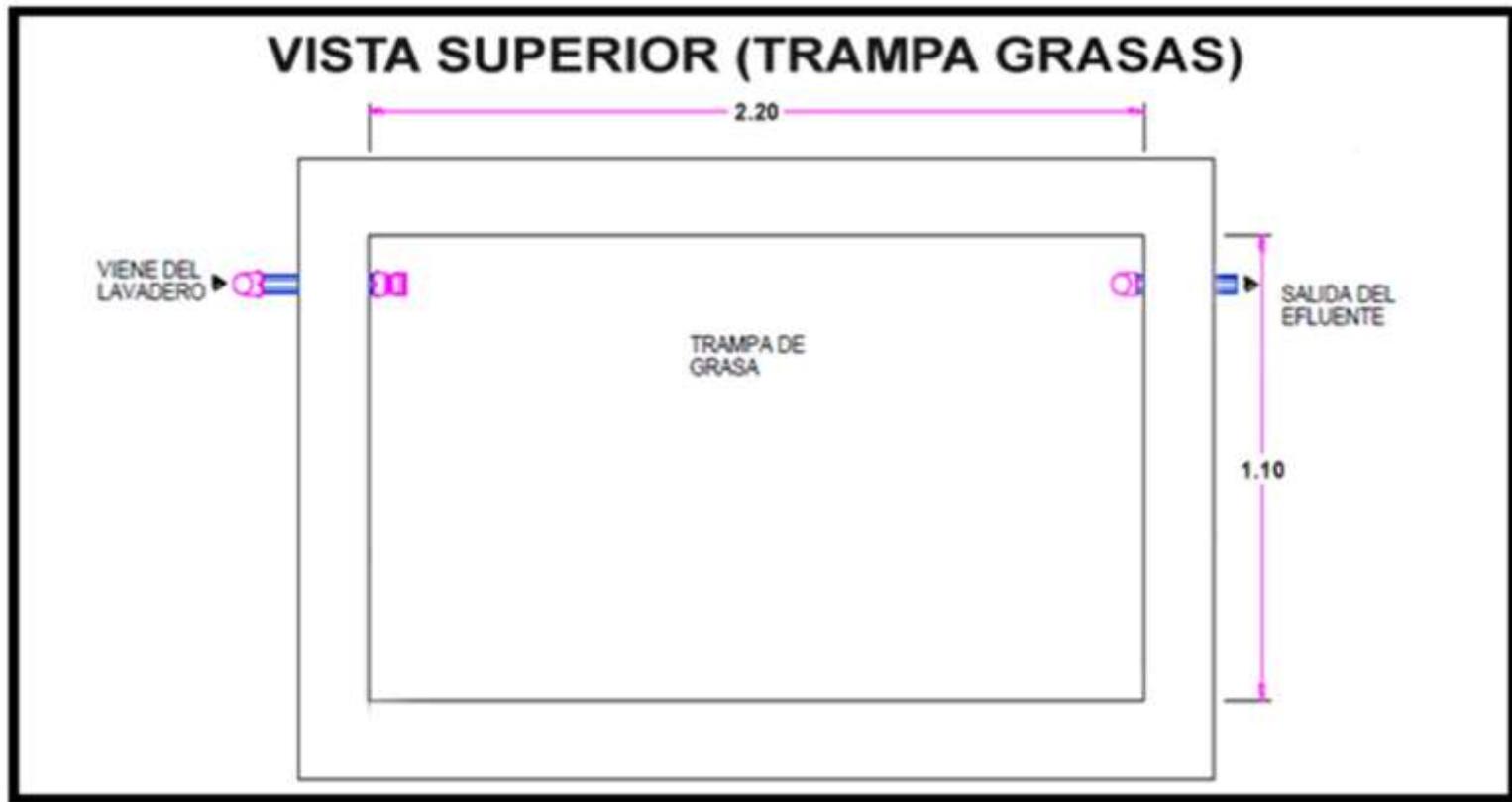
$$1,34 \frac{L}{\text{Seg}} * \frac{60 \text{ Seg}}{1 \text{ min}} * 89,28 \text{ min} = 7178 \text{ L} \div 1000 = 7,2m^3$$

Para el diseño de nuestra trampa de grasas se tomó en cuenta:

Dimensiones recomendadas para las trampa grasa, según el caudal de diseño (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012)				
Rango de Caudales (Litros/seg)	Volumen trampa de grasa (m³)	Dimensiones estimadas (metros)		
		Profundidad (H)	Ancho (A)	Largo (L)
<1	1,8	1,5	1	1,2
		1	1	1,8
1 a 2	3,6	1,5	1,1	2,2
2 a 3	5,4	2	1,13	2,4
3 a 4	7,2	2	1,45	2,5
4 a 5	8,1	2	1,5	2,7
5	9,12	2	1,6	2,85

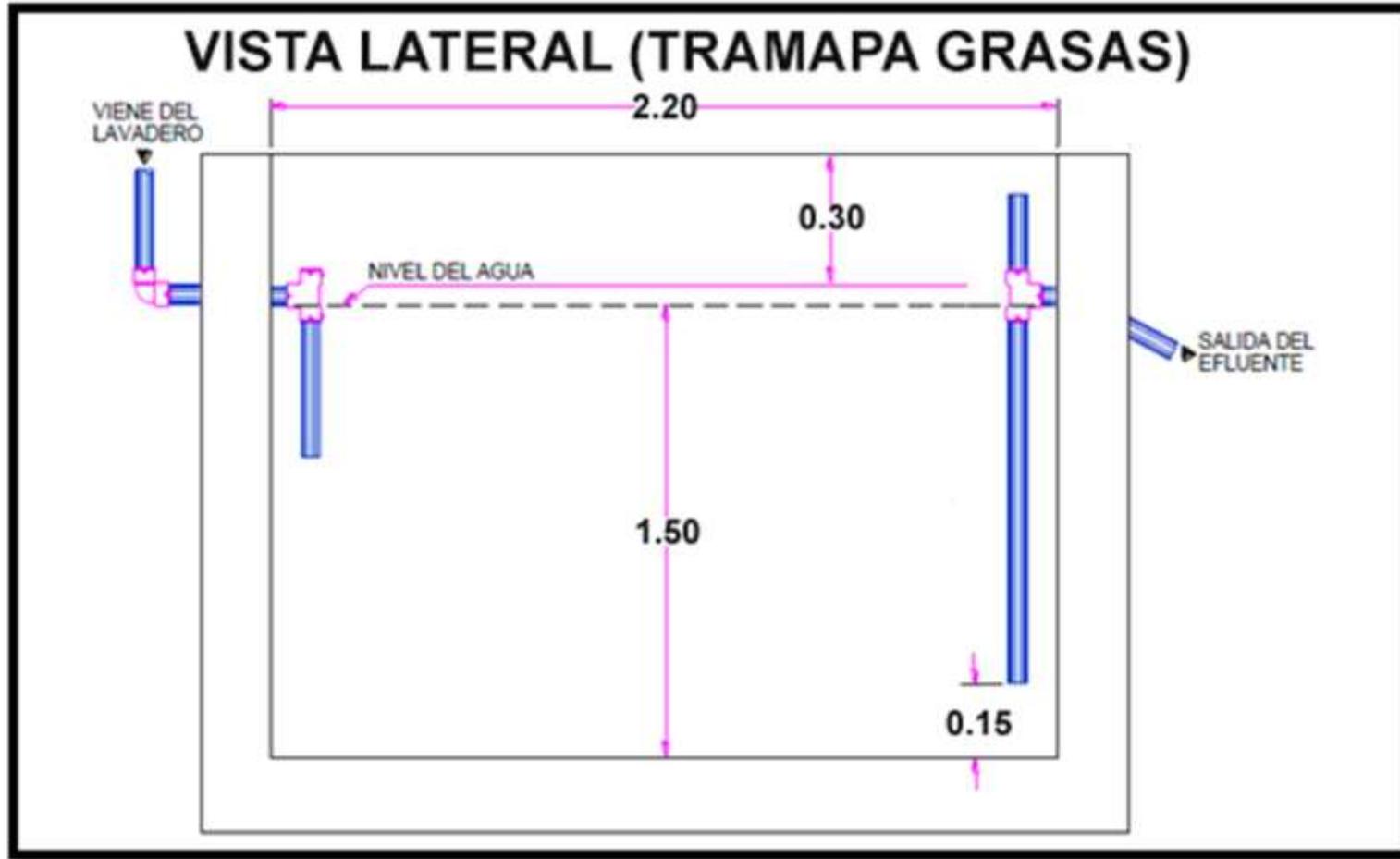
Criterios de diseño de una Trampa de Grasa (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012).	
Característica	Valor o rango
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	89,28 minutos
Relación Largo:Ancho	Entre 2:1 y 3:2
Profundidad útil:	Mínima: 0,8 m
	Máxima: 2,0 m
Dispositivos de ingreso y salida	Tee de 90° y mínimo de 3 pulgadas de diámetro
Sumergencia del codo de entrada	Mínimo 0,15 m respecto del nivel de salida
Borde libre	0,30 m (mínimo)

Gráfico 3.- Vista superior de un sistema de trampa de grasas



Elaborado por: El Investigador

Gráfico 4.- Vista lateral de un sistema de trampa de grasas



Elaborado por: El Investigador

➤ **Recomendaciones Generales**

- Se recomienda escoger la opción 1 o 2 en función de la conexión de aguas residuales existente en la “Mecánica Bellavista”), para evitar que la descarga del sistema quede en contrapendiente con las redes del alcantarillado o del cuerpo receptor en el caso de la presente investigación las aguas del río Yanayacu.
- La frecuencia de mantenimiento debe ser diaria.
- Todas las dimensiones vienen dadas en metros.
- Todas las dimensiones descritas son interiores.
- Se recomienda que el material de la tapa del SS-TG sea de un material que permita la fácil manipulación a la hora de realizar la limpieza y mantenimiento de la trampa de grasas.
- Se recomienda seguir las instrucciones de limpieza de acuerdo a lo indicado anteriormente.
- El sistema de trampa de grasa (SS-TG) será evaluado mediante análisis de laboratorio con el parámetro de tph, cuando el usuario solicite renovación del certificado y cuando un local tenga más de seis meses de funcionamiento.
- De ser posible utilice una tubería de ventilación colocada en la parte superior del sistema para eliminar los gases producidos. Si se da un mantenimiento diario al sistema, la producción de malos olores será mínima.

- En el diámetro de las tuberías se recomienda utilizar diámetro 110mm.
- Para la tubería que llega a la caja de inspección, se recomienda que quede sobresalida 5 cm. Para permitir la caída libre y facilitar la toma de muestras.

➤ **Recursos económicos necesarios**

Tanto para el diseño (cálculo de dimensiones – medidas), como para el cálculo del costo que implica la implantación de un sistema de trampa de grasas es necesario conocer y determinar el área y objeto de estudio, en el presente caso toda la información se la debería levantar en la “Mecánica Bellavista”, para lo cual se recomienda socializar la presente propuesta de mitigación a los propietarios, quienes serán los encargados de realizar los estudios pertinentes.

3.5.2 PROYECTO N° 2. Monitoreo y Seguimiento

3.5.2.1 Introducción

La función básica de este proyecto, es el establecimiento de un sistema de observación y monitoreo, que garantice el cumplimiento de las medidas planteadas en la presente propuesta de mitigación de grasas y aceites directamente en las aguas residuales de la “Mecánica Bellavista”, e indirectamente en el agua del río Yanayacu.

El desarrollo de todo proyecto que de manera directa e indirecta modifica de forma positiva o negativa un entorno natural, requiere de la implementación de un Plan de

Monitoreo Ambiental. Este se debe desarrollar desde el momento mismo de la conceptualización del proyecto y tiene alcance en el tiempo hasta después de concluida la vida útil o el periodo de funcionamiento o trabajo del mismo.

Los resultados obtenidos sirven de forma simultánea en la toma de decisiones en el desarrollo de los trabajos asociados a las actividades y en el control de la efectividad de las medidas tomadas para el buen desempeño ambiental.

El Plan depende de una observación objetiva de forma continua, normalizada y organizada, en la cual los datos se tabulan, se procesan, interpretan y evalúan los resultados obtenidos en cada medición y sus interacciones.

3.5.2.2 objetivos

- Verificar la efectividad de las medidas planteadas en el programa de manejo de aguas residuales, es decir, la determinación de los porcentajes de remoción de los sistemas de tratamiento propuestos.

- Determinar la eficiencia de las estrategias planteadas en la presente propuesta para la remoción y mitigación de la carga contaminante de grasas y aceites.

3.5.2.4 Actividades

El procedimiento para el presente proyecto se describe en la siguiente tabla:

Tabla 9.- PROYECTO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	PLAZOS	RESPONSABLE
Aguas residuales	Presencia de grasa y aceites	Extracción por: goma arábica, cabello o Trampa de grasas	% de grasas y aceites	Resultados de laboratorio	Un mes, después de implementado el tratamiento	Propietario de la “Mecánica Bellavista”
			Eficiencia del tratamiento implementado	Muestras realizados y muestreos programados	Anual	Propietario de la “Mecánica Bellavista”
Mantenimiento del tratamiento implementado	Potencial presencia de alteración de la salud del personal	Utilización del EPP	Facturas de adquisición del EPP por los propietarios de la “Mecánica Bellavista”	Registro de entrega del EPP	2 veces al año	Propietario de la “Mecánica Bellavista”
Calidad del agua del río Yanayacu	Presencia de aceites y grasas	Análisis de laboratorio	% de grasas y aceites presentes en el agua	Resultados de laboratorio	3 meses después de la implementación del tratamiento y en lo posterior semestralmente.	Entidad gubernamental (GAD _ Salcedo - Departamento de Gestión Ambiental)

Elaborado por: El Investigador

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Se levantó el diagnóstico de la situación actual del agua del río Yanayacu, en el cual se identificaron las fuentes contaminantes ubicadas entre los sectores de Bellavista y Yanayacu del Cantón Salcedo, se concluye que existen 3 (tres) descargas que provienen de dos haciendas ubicadas a la altura del barrio Bellavista, mientras que la tercera descarga proviene de la “Mecánica Bellavista”.

Mediante el análisis de laboratorio y la interpretación de sus resultados se concluye que el parámetro que sobrepasa los límites permisibles establecidos en la normativa vigente (TULAS – 0,3mg/L), corresponde a grasas y aceites en época húmeda se sobrepasa en un 100% ya que se registró 0,6 mg/L; mientras que en época de estiaje se sobrepasa en un 120% ya que se registró 0,66 mg/L. además es necesario indicar que existe una gran cantidad de Coliformes Totales, los mismos que no han sido tomados en cuenta en la propuesta de mitigación de la contaminación porque los resultados se compararon con la tabla de Criterios de calidad del agua para riego.

En el trabajo de campo realizado en el área de estudio se pudo determinar que la fuente principal para la presencia de grasas y aceites en el agua del río Yanayacu es la descarga directa de las aguas residuales generadas en la mecánica “Bellavista”, la misma que está ubicada en el punto de inicio del tramo en estudio, en este caso en el barrio del mismo nombre, es por esta razón que se concluye que la propuesta de mitigación debe estar enfocada al tratamiento de estas aguas en el punto de origen.

Finalmente con los resultados del análisis de laboratorio se elaboró la propuesta de mitigación de la contaminación ambiental del agua del río Yanayacu, la misma que contiene dos proyectos: proyecto N°1, enfocado a la mitigación de las grasas y aceites en la fuente de origen, para lo cual se propuso 3 estrategias de tratamiento las cuales

fueron: extracción de grasas y aceites mediante el uso de Goma Arábica y el cabello natural o artificial, y el tratamiento con un sistema de trampa de grasas; mientras que el proyecto N° 2, está enfocado en el monitoreo y seguimiento que se debe dar a la presente propuesta.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda socializar los resultados de la presente investigación y la propuesta de mitigación a las entidades gubernamentales y en especial a los propietarios de la “Mecánica Bellavista”, ya que deberían ser ellos los encargados de implementar estrategias de tratamiento de las aguas residuales que generan antes de ser descargadas a un cuerpo de agua.

Se recomienda tomar en cuenta la presente propuesta de mitigación ya que es práctica, factible y económica de aplicarse, para ello se recomienda contratar al personal técnico necesario para que realice los cálculos respectivos en cuanto a las dimensiones del sistema de tratamiento.

Finalmente se recomienda a los funcionarios gubernamentales tomar cartas en la presente problemática ya que el inadecuado manejo que se da a las aguas residuales en la mecánica Bellavista está afectando significativamente la calidad del agua del río Yanayacu.

5. BIBLIOGRAFÍA

5.1 BIBLIOGRAFÍA CITADA

JIMENEZ CISNEROS Blanca Elena "la Contaminación Ambiental en México".

Noriega Editores (México 2005) pág. 33,34 .ISBN 968-10-6042-X

BUREAU-VERITAS, "Manual para la formación en Medio Ambiente". Editorial Lex Nova (España 2008) paginas 331-370. ISBN (978-84-9898-027-1).

CAMPAÑA, J. ULLOA, J. (1994). Problemas Ambientales del Ecuador. Corporación OIKOS, Quito-Ecuador.

GARIDO PERTEIRRA Amando Fundamentos de la Bioquímica 2 da Edición. Editorial Tébar (2006). ISBN (978-84-7360-228-0

GARCÍA, D. 2006. Foro de los Recursos Hídricos. Imprenta Imprimax, edi.1ra. Quito-Ecuador. LUDEVID OLLÉ, M. El Cambio Global En El Medio Ambiente. 352 pág. ISBN: 8426710883 ISBN-13: 9788426710888

GESTIÓN Y EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL. (2000). ICB Editores, (aut.). 298 pág. ISBN: 8492889640 ISBN-13: 978849288964

MARTÍNEZ, C. (2006). Atlas Socio ambiental de Cotopaxi. Quito-Ecuador

NORIEGA, (2002). Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua, Desechos. Décimo quinta reimpresión. Editorial Limusa. México.

PÉREZ PARRA Jorge Arturo (2000).1 libro Manual de Potabilización del Agua

CLESCERI Leonore S., GREENEBERG A. TRUSSELL R. (1992). "Métodos Normalizados para Análisis de Aguas potables y residuales", Editoriales Díaz de

Santos, Madrid, España.

ORTIZ M Alonso. (2000). “Remoción del aceite presente en las aguas Residuales. Tesis de Instituto Tecnológico de <http://www.erista.de/spain/produkte/systemanlagen/oeltrennung/index.html> consultado en marzo de 2007

MANAHAN Stanley E.(2007) “Introducción a la Química Ambiental” Editorial Reverté UNAM. ISBN: 968-36-6707-4

AZPIRI ALBÍSTEGUI Ana y GONZÁLEZ SARMIENTO Alberto. (2009) “Historia del Agua” Editorial Nerea, S.A. ISBN: 8496431576, 9788496431577

5.2 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 1993. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: Recomendaciones. (Segunda edición), OMS, Ginebra.

THEMA, Atlas de Ecología Cultural S.A. Madrid – España.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 1998. Día Interamericano del Agua.

TYLER, 2008. Ecología y Medio Ambiente. Traducido del Inglés por León. J.

Editorial Iberoamericana. México, 783 p.

RODIER Jean, 2011. Análisis del Agua. (Novena Edición). ISBN: 9788428215305.

Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014

Ordenanza de Quito 213 (Manejo Ambiental de Aguas Residuales no Domésticas)

5.3 TESIS

En esta investigación se tomó como referencia la tesis elaborada por alumnos de ingeniería química del Instituto Tecnológico de Aguas calientes, trabajo en el que utilizaron una goma resina para tratar la remoción de grasas.

5.4 LINGÜÍSTICA

<http://ibvi-zucety.blogspot.com/2011/02/definicion-de-contaminacion-segun.html>

http://www.masalto.com/template_buscador.phtml?consecutivo=4279

http://members.tripod.com/mexico_h20.mx/page6.html

http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/RestauracionRiberas/Hidrologia/calidad_aguas.asp

<http://www.medioambiente.info/modules.php?op=modload&name=News>

<http://www.monografias.com/trabajos12/contagua/contagua.shtml>

<http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

<http://ibvi-zucety.blogspot.com/2011/02/definicion-de-contaminacion-segun.html>

http://www.masalto.com/template_buscador.phtml?consecutivo=4279

http://members.tripod.com/mexico_h20.mx/page6.html

http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/RestauracionRiberas/Hidrologia/calidad_aguas.asp

<http://www.medioambiente.info/modules.php?op=modload&name=News>

<http://www.monografias.com/trabajos12/contagua/contagua.shtml>)

<http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

6. ANEXOS

ANEXO N°1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO



LABORATORIO QUÍMICO DE AGUAS Y ACABADOS

EPOCA ESTIAJE

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU									
PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Ph		7,5	7,96	7,03	8,11	8,02	6,05	7,67	6,96
Color aparente	Pt Co	32	50	40	46,4	44,1	41	40	39
Turbiedad	NTU	2,98	4,1	3,45	3,6	3,4	3,02	2,98	3,33
Conductividad Eléctrica	μS/cm	75,8	70,6	68,4	78,4	72,8	81,2	74,2	70
Sólidos Totales	Ppm	33,5	35,3	34,2	39,2	36,4	40,6	37,1	35
Sólidos Disueltos	Ppm	54	35,8	44	36,8	34,7	46	38,8	33
Sólidos en Suspensión	Ppm	8	7,8	8	9,3	8,3	7,2	6,16	7
Sólidos Sedimentales	ml/l	3	1,6	1,02	2,4	2,2	2,2	1,98	1,1
Alcalinidad Total	Ppm	82	52	72	62	52	62	62	52
Hidróxidos	Ppm	42	30	40	40	30	35	40	30
Carbonatos	Ppm	32	15	20	20	15	25	12	15
Bicarbonatos	Ppm	7	6	10	2	7	1,2	10	11
Anhidrido carbónico	Ppm	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dureza Total	Ppm	86	86	96	76	86	96	86	86
Dureza Carbonatada	Ppm	60	45	65	40	50	70	50	55
Calcio	Ppm	20	40	30	35	35	35	35	30
Magnesio	Ppm	0,4	0,8	0,5	1	1	0,4	0,8	0,8
Mercurio	ug/l	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierro Total	Ppm	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloruros	Ppm	1,41	1,692	0,846	1,41	1,41	1,41	1,128	0,846

Diego Esteban Niñez B.
INGENIERO QUIMICO
LABORATORIO QUIMICO
Telf.: 0987083973



LABORATORIO QUÍMICO DE AGUAS Y ACABADOS

Sulfatos	Ppm	5	1,2	3,8	0,98	1,4	3	1,5	2,1
Nitritos	Ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitratos	Ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloro libre residual	Ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxígeno Disuelto	Ppm	1	1,3	1,22	1	1,2	1,2	1,2	1,01
D.B.O (5)	Ppm	2.05	2.11	2.14	2.18	2.16	2.18	2.17	2.17
D.Q.O.	Ppm	8,72	8,68	8,74	8,89	9,06	9,08	8,96	9,03
Grasas y aceites	Ppm	0,45	0,73	0,62	0,82	0,8	0,6	0,72	0,61
P. Organo-clorados	ug/l	0.0013	0.0011	0.0014	0.0012	0.0054	0.0054	0.0066	0.0063
P.Organo - Fosforados	ug/l	0.0020	0.022	0.025	0.036	0.055	0.057	0.0658	0.050
Colibacilos Totales	ufc/100ml	23	22	19	12	12	15	15	13
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01

Diego Núñez
Ing. Químico

Diego Esteban Núñez Z.
INGENIERO QUIMICO
LABORATORIO QUIMICO
Telf.: 0987083973



LABORATORIO QUÍMICO DE AGUAS Y ACABADOS

EPOCA HUMEDA

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
PH		7,2	7,48	6,91	7,29	7,52	5,95	7,27	6,98
Color aparente	Pt Co	35	51,2	43	45,8	46,2	42	44	42
Turbiedad	NTU	3,15	4,9	3,71	3,72	3,8	3,66	3,46	3,8
Conductividad Eléctrica	μS/cm	75,8	75,9	73,7	80,2	81,6	88,8	82,5	73,7
Sólidos Totales	ppm	37,9	37,95	36,85	40,1	40,8	44,4	41,25	36,85
Sólidos Disueltos	ppm	60	40,5	51	40,1	38,5	54	43,2	45
Sólidos en Suspensión	ppm	10	10,4	10	15,6	12,1	11	12,9	12
Sólidos Sedimentales	ml/l	4	2	2,2	2,7	2,4	3,2	2,8	2
Alcalinidad Total	ppm	80	50	70	60	50	60	60	50
Hidróxidos	ppm	30	30	40	40	30	30	40	30
Carbonatos	ppm	45	20	20	20	20	15	15	15
Bicarbonatos	ppm	5	1,8	10	1,1	1,5	10	5	5
Anhidrido carbónico	ppm	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
Dureza Total	ppm	80	80	90	70	80	90	80	80
Dureza Carbonatada	ppm	70	40	60	35	45	60	45	50
Calcio	ppm	20	40	30	35	35	30	35	30
Magnesio	ppm	0,8	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4
Mercurio	ug/l	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierro Total	ppm	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloruros	ppm	1,41	1,692	0,846	1,41	1,41	1,41	1,128	0,846

Diego Esteban Núñez S
 INGENIERO QUÍMICO
 LABORATORIO QUÍMICO
 TEL.: 0987083973



LABORATORIO QUÍMICO DE AGUAS Y ACABADOS

Sulfatos	ppm	8	1	3,8	0,9	1,2	4,1	1,5	2
Nitritos	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitratos	ppm	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloro libre residual	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxígeno Disuelto	ppm	1,1	1,3	1,3	1,16	1,4	1,14	1,41	1,31
D.B.O (5)	ppm	2.33	2.31	2.42	2.45	2.37	2.49	2.62	2.56
D.Q.O.	ppm	8.70	8.66	9.05	8.93	9.03	9.07	9.04	9.01
Grasas y aceites	ppm	0,6	0,75	0,58	0,79	0,78	0,6	0,72	0,66
P. Organo-clorados	ug/l	0.0010	0.0010	0.0009	0.0012	0.0049	0.0014	0.0069	0.0076
P.Organo - Fosforados	ug/l	0.007	0.012	0.015	0.026	0.054	0.053	0.068	0.052
Colibacilos Totales	ufc/100ml	23	22	19	12	12	15	15	13
Colibacilos Fecales	ufc/100ml	0.02	0.01	0	0	0.04	0.03	0.01	0.01

Diego Núñez
Ing. Químico

Diego Esteban Núñez Z.
INGENIERO QUIMICO
LABORATORIO QUIMICO
Telf.: 0987083973

ANEXO N° 2. FOTOGRAFÍAS DE LA TOMA DE MUESTRAS

