

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES**



**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS  
DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR  
LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO  
2015”.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN  
MEDIO AMBIENTE**

**AUTORES:**

**ELIZABETH GABRIELA YÁNEZ QUINATOA.**

**RENÉ AGUSTÍN VÁSQUEZ ROCHA.**

**DIRECTOR:**

**Dr. Mg. POLIVIO MORENO NAVARRETE**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN**

Las ideas, conclusiones y recomendaciones vertidas en el presente proyecto, cuyo tema es **CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015**—, Son de exclusiva responsabilidad de los autores.

-----  
**Elizabeth Gabriela Yánez Quinatoa**  
**C.C. 050316833-8**

-----  
**Rene Agustín Vásquez Rocha**  
**C.C. 05018187824-3**

## **AVAL DEL DIRECTOR**

Yo Polivio Moreno Navarrete Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado “**CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015**”. Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los estudiantes: **Rene Vásquez Rocha** y **Elizabeth Yáñez Quinatoa** bajo mi supervisión.

-----  
**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. Mg. Polivio Moreno

**C.C. 050104764-1**

## **CARTA DE APROBACIÓN MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

En calidad de miembros de tribunal de la tesis de grado titulada **“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RÍO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015”**, presentado por los postulante Elizabeth Gabriela Yánez Quinatoa y Rene Agustín Vásquez Rocha como requisito previo a la obtención del grado de Ingenieros en Medio Ambiente de acuerdo con el reglamento de Títulos y Grados considerando que el trabajo mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública.

-----  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. MSc. Oscar Rene Daza Guerra

**C.C. 040068979-0**

-----  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

MSc. Patricio Clavijo Cevallos

**C.C. 050144458-2**

-----  
**OPOSITOR DEL TRIBUNAL**

Ing. Mg José Antonio Andrade Valencia

**C.C. 050252448-1**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **ELIZABETH GABRIELA YÁNEZ QUINATO A Y RENE AGUSTÍN VASQUEZ ROCHA**, CUYO TÍTULO VERSA **“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS EFLUENTES DE AGUA AL RIO CUTUCHI EN EL SECTOR LASSO CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA COTOPAXI, PERIODO 2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 25 junio del 2015

Atentamente,

.....  
Lic. M. Sc. Marcia Janeth Chiluisa Chiluisa  
**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**  
C.C. 050221430-7

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a Dios, por haberme proveído de la lucidez necesaria en cada instante de mi vida.

A toda mi familia, quienes con su incondicional apoyo, me ayudaron a conseguir la culminación de mis estudios.

A mi Director de Tesis Dr. Polivio Moreno quien aportó su valioso conocimiento para la ejecución de la presente investigación.

A mis profesores y amigos quienes también estuvieron conmigo en el transcurso de ésta carrera universitaria.

*Elizabeth Yáñez Quinatoa*

Agradezco a Dios por la vida, a mis padres y a mi familia por la confianza, la paciencia que me han tenido para culminar esta carrera emprendida hace muchos años atrás.

A mi Director de Tesis Dr. Polivio Moreno quien aportó su conocimiento para la ejecución de la presente investigación.

A mis profesores y amigos les agradezco por el tiempo compartido durante la carrera universitaria.

*Rene Vásquez Rocha*

## **DEDICATORIA**

En la consecución de un título más en mi vida, con una enorme gratitud dedico a mis padres y hermanos por su enorme esfuerzo, gesto de amor y fe en conjunto con su grande voluntad, en especial a mi Padre quien fue el principal apoyo en cada una de las actividades efectuadas durante el transcurso de mi formación profesional para no desfallecer.

Dedico de manera especial a mis queridas hijas **MELANI** y **SCARLETH** que son mi motivo de superación e inspiración para llegar a ser alguien en la vida.

*Elizabeth Yáñez Quinatoa*

El trabajo y el esfuerzo del presente documento se lo dedico a todos quienes supieron apoyarme para que esto fuese posible en especial dedicó a mi querida hija **MIKAELA ALEJANDRA** como fuente de inspiración y por las muchas alegrías que le ha dado a mi vida, a mi madre por haberme dado la vida y estar siempre a mi lado apoyándome en todas mis decisiones y estar siempre conmigo.

A mis docentes quienes supieron instruirme en esta carrera admiro su vocación metodología que han sido de valiosa referencia para elaborar este trabajo

*Rene Vásquez Rocha*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

|  | Contenido |      |
|--|-----------|------|
| DECLARACION .....                                |           | ii   |
| AVAL DEL DIRECTOR.....                           |           | iii  |
| CARTA DE APROBACIÓN MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....  |           | iv   |
| AGRADECIMIENTOS .....                            |           | vi   |
| DEDICATORIA .....                                |           | vii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS. ....                       |           | viii |
| ÍNDICE TABLAS.....                               |           | xii  |
| ÍNDICE DE GRAFICOS. ....                         |           | xiii |
| RESUMEN.....                                     |           | xiv  |
| SUMMARY .....                                    |           | xv   |
| INTRODUCCION .....                               |           | xvi  |
| JUSTIFICACION.....                               |           | xvii |
| ANTECEDENTES.....                                |           | xx   |
| OBJETIVOS .....                                  |           | xxiv |
| CAPITULO I.....                                  |           | 1    |
| 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....                   |           | 1    |
| 1.1. Concepto Del agua. ....                     |           | 1    |
| 1.2 Estructura y propiedades del agua.....       |           | 2    |
| 1.3 Características fundamentales del agua. .... |           | 3    |
| 1.3.1 Acción disolvente .....                    |           | 3    |
| 1.3.2 Elevada fuerza de cohesión.....            |           | 5    |
| 1.3.3 Gran calor específico. ....                |           | 6    |
| 1.3.4 Elevado calor de vaporización.....         |           | 6    |
| 1.3.5 Mayor densidad.....                        |           | 6    |
| 1.4 Las funciones del agua .....                 |           | 6    |
| 1.5 Distribución de agua en la naturaleza .....  |           | 7    |
| 1.6 Contaminación del agua.....                  |           | 10   |
| 1.7 Agua residual .....                          |           | 11   |



|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| 1.7.1             | Generalidades, definición, origen .....   | 11 |
| 1.7.2             | Problemática general de las aguas residuales. ....  | 11 |
| 1.7.3             | Composición de las aguas residuales .....   | 13 |
| 1.7.3.1           | Características Físicas, Químicas del Agua Residual. ....   | 14 |
| 1.7.3.2           | Constituyentes de las aguas residuales.....   | 14 |
| 1.7.4             | Características físicas del agua residual.....  | 16 |
| 1.7.5             | Características químicas del agua residual .....  | 19 |
| 1.7.6             | Aguas residuales industriales.....  | 22 |
| 1.7.6.1           | Tipos de Vertidos Industriales. ....  | 23 |
| 1.7.6.2           | Clasificación de las Industrias según sus Vertidos. ....  | 23 |
| 1.7.7             | Caudales de aguas residuales .....  | 25 |
| 1.7.7.1           | Composición de los caudales de aguas residuales. ....   | 25 |
| 1.7.7.2           | Estimación de los caudales de aguas residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua. ....        | 25 |
| 1.7.7.3           | Origen y caudales de aguas residuales industriales.....   | 26 |
| 1.7.8             | Muestreo de Aguas Residuales. ....  | 27 |
| 1.7.9             | Caracterización de Efluentes Líquidos. ....   | 29 |
| 1.8               | Componente físico de la cuenca alta del Pastaza .....   | 32 |
| 1.8.1             | Cuenca del Río Cutuchi .....  | 33 |
| 1.8.2             | Los principales problemas del río Cutuchi .....   | 35 |
| 1.9               | Normativa vigente.....  | 35 |
| 1.9.1             | Constitución de la República del Ecuador.....   | 35 |
| 1.9.2             | La Ley de Gestión Ambiental.....  | 37 |
| 1.9.3             | Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente. (TULSMA) .....                       | 39 |
| 1.9.4             | Ordenanza para la descontaminación, y protección de los ríos y afluentes hídricos del cantón Latacunga..... | 41 |
| 2                 | Marco conceptual.....   | 45 |
| CAPITULO II ..... |   | 47 |
| 2.                | APLICACIÓN METODOLÓGICA .....   | 47 |
| 2.1               | Tipos de Investigación. ....  | 47 |
| 2.1.1             | Investigación Bibliográfica.....  | 47 |
| 2.1.2             | Investigación Cuasi experimental.....   | 48 |

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| 2.1.3             | Investigación Descriptiva .....                                 | 48 |
| 2.1.4             | Investigación de Campo.....                                     | 48 |
| 2.2               | MÉTODOS Y TÉCNICAS .....  | 49 |
| 2.2.1             | Métodos .....   | 49 |
| 2.2.1.1           | Método Inductivo – Deductiva.....                               | 49 |
| 2.2.1.2           | Método de Análisis .....  | 49 |
| 2.2.2             | Técnicas .....  | 50 |
| 2.3               | Materiales utilizados .....                                     | 50 |
| 2.4               | Línea base de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi. ....       | 51 |
| 2.4.1             | Perfil Histórico.....   | 52 |
| 2.4.2             | Perfil Físico.....  | 52 |
| 2.4.2.1           | Ubicación .....   | 52 |
| 2.4.2.2           | Ubicación geográfica .....                                      | 53 |
| 2.4.2.3           | Límites .....   | 53 |
| 2.4.2.4           | Factor Clima.....   | 55 |
| 2.4.2.5           | Hidrología de la zona .....                                     | 56 |
| 2.4.2.6           | Situación socio-económica .....                                 | 57 |
| 2.4.2.7           | Situación ambiental.....  | 57 |
| 2.5               | Identificación de los puntos de muestreo. ....                  | 59 |
| 2.6               | Muestreo.....   | 61 |
| 2.6.1.1           | Toma de muestras .....  | 62 |
| 2.6.1.2           | PUNTO N° 1, EFLUENTE PARMALAT .....                             | 63 |
| 2.6.1.3           | PUNTO N° 2, EFLUENTE FAMILIA SANCELA.....                       | 64 |
| 2.6.1.4           | PUNTO N° 3, EFLUENTE INDULAC .....                              | 65 |
| 2.6.2             | Medición de caudales.....                                       | 66 |
| 2.6.3             | Tipo de Muestra, Condiciones de muestreo.....                   | 67 |
| 2.6.4             | Manejo de las muestras.....                                     | 68 |
| 2.6.5             | Parámetros para el análisis de laboratorio .....                | 70 |
| 2.6.6             | Diagrama de flujo del procedimiento in situ y laboratorio:..... | 71 |
| CAPITULO III..... |   | 72 |
| 3.                | ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....                    | 72 |
| 3.1               | Puntos de muestreo y sección de estudio. ....                   | 72 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.2    | Resultados de análisis de Agua de los efluentes.....                   | 73  |
| 3.3    | Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce... | 75  |
| 3.4    | Matriz de resultados .....   | 81  |
| 3.5    | Análisis y discusión de resultados.....                                | 88  |
| 3.5.1  | Temperatura .....  | 88  |
| 3.5.2  | Conductividad.....   | 89  |
| 3.5.3  | Turbidez.....  | 89  |
| 3.5.4  | Solidos totales disueltos.....   | 92  |
| 3.5.5  | Solidos suspendidos.....   | 93  |
| 3.5.6  | Potencial Hidrogeno pH.....  | 94  |
| 3.5.7  | Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO .....                               | 95  |
| 3.5.8  | Demanda Química de Oxígeno DQO .....                                   | 96  |
| 3.5.9  | Cloruros .....   | 96  |
| 3.5.10 | Hierro.....  | 97  |
| 4.     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                    | 99  |
| 4.1    | Conclusiones .....   | 99  |
| 4.2    | Recomendaciones.....   | 100 |
| 5.     | BIBLIOGRAFIA CITADA .....  | 101 |
|        | ANEXOS .....   | 103 |

## ÍNDICE TABLAS.

|  |    |
|--|----|
| Tabla N.-1 Distribución del agua en Tierra.....                                  | 10 |
| Tabla N.-2 Composición típica del aguas residuales .....                         | 15 |
| Tabla N.-3 Características físicas, químicas y biológicas del agua residual..... | 16 |
| Tabla N.-4 Tipos de efluentes Industriales .....                                 | 24 |
| Tabla N.-5 Ubicación Política territorial de Tanicuchi.....                      | 46 |
| Tabla N° 6 Identificación de puntos Muestreo.....                                | 54 |
| Tabla N.-7 Caudales obtenidos en las descargas de aguas residuales.....          | 61 |
| Tabla N.-8 Modelos de preservación de muestras.....                              | 62 |
| Tabla N.-9 Parámetros para el análisis de laboratorio.....                       | 63 |
| Tabla N.-10 Puntos de muestreo.....  | 66 |
| Tabla N.-11 Resultado de los análisis físico-químico de laboratorio.....         | 67 |
| Tabla N.-12 Límites permisibles a un cuerpo de agua dulce.....                   | 70 |
| Tabla N.-13 Matriz de resultados Muestra 1 Parmalat.....                         | 73 |
| Tabla N.-14 Matriz de resultados Muestra 2 Sancela.....                          | 76 |
| Tabla N.-15 Matriz de resultados Muestra 3 Indulac.....                          | 79 |
| Tabla N.-16 Limite permisible de turbiedad del agua según norma mexicana.....    | 86 |

## ÍNDICE DE GRAFICOS.

|   |    |
|---|----|
| Gráfico N.- 1 La molécula del agua .....                              | 2  |
| Gráfico N.- 2 Disoluciones iónicas .....                              | 3  |
| Gráfico N.- 3 Ionización del agua .....                               | 3  |
| Gráfico N.- 4 Ubicación de la cuenca del rio Cutuchi.....             | 35 |
| Gráfico N.- 5 Ubicación de Tanicuchi.....                             | 47 |
| Gráfico N.- 6 Puntos de Muestreo .....                                | 55 |
| Gráfico N.- 7 Resultado del parámetro temperatura.....                | 83 |
| Gráfico N.- 8 Resultado del parámetro conductividad.....              | 84 |
| Gráfico N.- 9 Resultado del parámetro turbidez.....                   | 87 |
| Gráfico N.- 10 Resultado del parámetro solidos totales disueltos..... | 88 |
| Gráfico N.-11 Resultado del parámetro solidos suspendidos.....        | 89 |
| Gráfico N.-12 Resultado del pH.....                                   | 90 |
| Gráfico N.-13 Resultado del parámetro DBO.....                        | 91 |
| Gráfico N.-14 Resultado del parámetro DQO.....                        | 92 |
| Gráfico N.-15 Resultado del parámetro cloruros .....                  | 92 |
| Gráfico N.-16 Resultado del parámetro Hierro.....                     | 93 |
| Gráfico N.-17 Resultado del Caudales. ....                            | 93 |

## **RESUMEN**

El agua es la substancia más abundante sobre la tierra y constituye el medio ideal e imprescindible para la vida. La calidad de este recurso depende de los factores naturales y de la acción humana, la utilización en diferentes actividades industriales altera las características físicas químicas del agua afectando gravemente la existencia de ecosistemas.

Hoy en día no se aprecia una recuperación del río tanto natural como antrópica ya que el crecimiento industrial del Sector Lasso ha ocasionado que el río Cutuchi, lejos de buscar una solución se ha empeore por las descargas que siguen en aumento convirtiéndose en receptor de aguas residuales, siendo este uno de los principales problemas que afectan al río, convirtiéndose en un foco de contaminación.

La presente investigación está orientada a la caracterización de los parámetros físico químicos de los efluentes de agua al Rio Cutuchi en el Sector de Lasso de las empresas que causan mayor contaminación, por lo que se detectó 3 puntos de muestreo Parmalat, Familia Sancela e Indulac.

Con la metodología aplicada se pudo realizar una evaluación de resultados para el proceso de investigación, se determinó la situación actual de los efluentes estudiados como es el caso de Parmalat que mediante los análisis de laboratorio se conoce que los parámetros que sobrepasan los límites establecidos son DBO ya que registra 415 mg/L y en la normativa es de 100 mg/L mientras que los DQO registra 850 mg/L siendo permitido 200 mg/L demostrándonos así que estos parámetros se encuentran fuera del límite permisible establecido por la Normativa Ambiental vigente TULSMA; por lo que se da recomendaciones técnicas para mejorar la calidad de agua de los efluentes al rio Cutuchi.

## SUMMARY

Water is the most abundant substance on earth and is the ideal and essential for life environment. The quality of this resource depends on natural factors and human action; use in various industrial activities alters the physical chemical characteristics of the water seriously affecting the existence of ecosystems.

There has been no natural or anthropic recuperation of the river since the industrial growth of the lasso sector, far from having found a solution, the estate of Cutuchi River has worsened due to the leakage from the industry that has continued to increase, converting the river into a receptor of residual water. This is one of the principal problems affecting the river, making it a center of contamination.

This research is aimed at characterizing the physical and chemical parameters of effluent water to River Cutuchi in the Lasso sector companies from that cause more pollution, so that three sampling points Parmalat, Family Sancela and Indulac was detected.

With the methodology could make an assessment of results for the research process, the current situation of effluents studied as is the case of Parmalat through of laboratory analysis known parameters that exceed the limits are determined BOD because it registers 415 mg / L and the regulations is 100 mg / L while the QOD recorded 850 mg / L being allowed 200 mg / L and showing that these parameters are outside the permissible limit set by the environmental legislation in force TULSMA ; so it gives technical recommendations to improve the quality of effluent water to the river Cutuchi.

## INTRODUCCIÓN

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta. El incremento de la oferta de agua como herramienta para el impulso económico, el mayor nivel de contaminación, irreparablemente asociado a un mayor nivel de desarrollo, algunas características naturales (sequías prolongadas, inundaciones) y en definitiva una sobreexplotación de los recursos hídricos, han conducido a un deterioro importante de los mismos. Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre política de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, hacia una gestión que contempla la calidad del recurso y la protección del mismo como garantía de un abastecimiento futuro y de un desarrollo sostenible.

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

En relación a la ciudad de Latacunga, el crecimiento poblacional ha ocasionado que el río Cutuchi reciba gran cantidad de aguas servidas, las que interfieren con los usos a los que se destina el agua, agotando el oxígeno disuelto y produciendo olores desagradables.



Los derivados de hidrocarburos procedentes de las descargas de las lubricadoras y estaciones de gasolina, productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos han determinado que se convierta en un cuerpo de agua muy contaminado. Otro de los factores principales para el deterioro del río es la falta de cultura ambiental por parte de los habitantes, el río no solo está contaminado por aguas servidas sino que también se ha convertido en algunos sectores como basurero.

La calidad de las aguas del río se ha visto afectada por las descargas de agua residual urbana que recibe.

La parroquia San Lorenzo de Tanicuchi se denomina como parque industrial por encontrarse establecidas un gran número de empresas de diferentes medios de producción, varias de ellas generan contaminación de forma directa al río Cutuchi conjuntamente con la población local que se encuentra asentada en sus márgenes. Existe información sobre la extensión de la afectación de la calidad de las aguas del río, pero se desconoce la calidad de las descargas. Por lo tanto, se plantea un análisis de la calidad del agua en el sector de Lasso parroquia Tanicuchi provincia Cotopaxi en puntos específicos, los análisis en el presente estudio permitirán determinar el grado de contaminación existente en el Río Cutuchi, mediante la caracterización de efluentes al mismo.

Lasso ha experimentado un gran crecimiento comercial, industrial y económico debido a la ubicación de sus empresas, especialmente aquellas multinacionales que han sabido compartir la mano de obra extranjera con la ecuatoriana. Dentro del territorio se presentan un gran porcentaje de las grandes industrias del Cantón, siendo el eje motor de un parque industrial que está conformado por las siguientes empresas: Aceropaxi (Novacero), Indulac, La Avelina, Lácteos Tanicuchí, productos Familia (Sancela), Aglomerados Cotopaxi y gran cantidad de empresas florícolas.

## **JUSTIFICACIÓN.**

La cuenca alta del Pastaza, tiene sus nacientes en los glaciares perpetuos del volcán Cotopaxi, la cual sufre diversos aportes hídricos, de fuentes tanto superficiales como subterráneas.

Sin embargo su uso en diferentes actividades de producción agropecuaria, agroindustrial, industrial y de servicios se constituye en un problema socio ambiental, con permanentes procesos de contaminación, ya sea por vertidos urbanos e industriales, los cuales a través de su circulación y uso afectan a sistemas de producción agrícola como el canal Latacunga, Salcedo y Ambato.

Estas actividades actualmente se encuentran en amplio desarrollo en la Parroquia Tanicuchí y particularmente en el sector denominado Lasso, en el cual territorialmente se encuentran asentadas las principales florícolas, brocoleras, empresas de producción de lácteos, metalúrgicas, textileras, papelera, de aglomerados y otras prestadoras de servicios como lavadoras y lubricadoras de vehículos.

Todo lo expuesto se constituye en razones más que suficientes para que se desarrolle varias investigaciones, entre ellas la propuesta.

La cual se enmarca en la CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, su TITULO I correspondiente a ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO del Capítulo primero, la que en el Artículo 3, numeral 7 define la necesidad de proteger el patrimonio natural y cultural del país. Y el Artículo 12, determina el derecho humano al agua, el cual es fundamental e irrenunciable.

Siendo este recurso patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. Y de esta forma reconocer

el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. A la vez que 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.

## **ANTECEDENTES**

La red hidrográfica del río Cutuchi se divide en varias subcuencas o microcuencas. En la cabecera se encuentra la microcuenca de nacimiento del río, en las faldas del Cotopaxi y cruza en dirección norte a sur. En su desarrollo se van incorporando varias subcuencas, tanto por el flanco oriental, (de los ríos Saquimala, Alaquez, Yurahuaycu, Illuchi y Yanayacu) como por el costado occidental (ríos Blanco, Pumacunchi, Isinche y Nagshiche).

Geológicamente, la cuenca del Cutuchi está relacionada con la aparición de los Andes Ecuatorianos. Acciones combinadas de tectonismo con vulcanismo andino y los diferentes episodios de erosión y rellenamiento de esta zona, han conformado en la parte central una gran terraza de un potente depósito lahárítico proveniente del volcán Cotopaxi, constituido esencialmente por bloques, cantos rodados y guijarros dentro de una matriz arcillosa. Este depósito aproximadamente termina en la confluencia de los ríos Nagsiche y Yanayacu con el Cutuchi.

El régimen del clima de la cuenca del río Cutuchi corresponde al de la Zona Tropical Ecuatorial con las variaciones propias de la circulación atmosférica. Está influido por los regímenes climáticos occidental y oriental que prevalecen a lo largo del callejón interandino. Estos fenómenos dan origen a diferentes masas de aire, que son las que condicionan el clima. Entre las principales, se distinguen a las masas de aire caliente, muy húmedas con origen en el Océano Pacífico que tienen un desplazamiento hacia el continente. Al ser interceptada por la cordillera occidental, el aire caliente asciende por convección y se enfría adiabáticamente, condensando su humedad y originando precipitaciones. Este fenómeno ocurre sobre la cuenca del Cutuchi entre los meses de octubre a mayo. (CESA,2003).

La conformación orográfica de la cordillera Occidental, al costado oeste de la cuenca, es determinante para que estas masas de aire no tengan una influencia tan marcada en la precipitación y clima de la zona.

Es así que la subcuenca del Río Cutuchi, y los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes son 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.

Siendo 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 sectores inferiores de la cuenca, se contamina progresivamente. Las aguas del Río Cutuchi, y los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes son parte del sistema hidrográfico mayor de la cuenca del Río Pastaza que pasan la zona urbana y rural de la ciudad de Latacunga son captadas por los sistemas de riego: Latacunga – Salcedo – Ambato y Jiménez – Cevallos, estas aguas no son aptas para ningún uso, sin embargo, los agricultores riegan sus sembríos con estas aguas; los productos de estos sembríos luego son transportados para la venta en ciudades tales como: Latacunga, Ambato, Riobamba e incluso Quito y Guayaquil (CESA, 2003).

Según CNRH, CODERECO, COHIEC, 2002: “Se estima en 18ton/día de escombros y de basura que posiblemente afecten directa o indirectamente a la calidad del agua, de igual manera se estima en 30.000 metros cúbicos diarios de aguas servidas de uso doméstico, que se vierten a los cauces naturales sin tratamiento. El Cutuchi arrastra basura de botaderos clandestinos, restos de animales muertos y aguas residuales de industrias, hospitales, mecánicas y del alcantarillado”

La superficie de la sub cuenca del Cutuchí hasta la confluencia con el río Ambato, abarca 2 676,5 kilómetros cuadrados. Y genera cerca de 1 000 millones de metros

cúbicos por año. A los cuales se suman progresivamente aportes de los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes son parte del sistema hidrográfico mayor de la cuenca del Río Pastaza (CESA, 2003)

En conjunto, el área de estudio se caracteriza por tener una superficie con una pendiente media del 8.8%, variando entre pendientes muy bajas hasta muy altas, llegando a un valor máximo del 80%.

La zona de Lasso presenta una buena calidad de tierras y un río muy importante que sirven para la cría del ganado y para el riego de cultivos de la región de la Cuenca del Cutuchi. Especialmente de cultivos para exportación, como flores, brócoli, etc.

Desde hace algunos años se ha convertido en un lugar muy interesante para la instalación de industrias, debido a la cercanía con la capital del país, lo que ha generado una fuente adicional de trabajo. Pero no más importante que la anterior.

La calidad de los cursos de aguas se ha ido perdiendo a medida que las industrias empezaron a trabajar, afectando las otras actividades.

El Consejo Provincial, los Municipios y el Ministerio del Ambiente a partir del 2008 y 2009 puso en vigencia la nueva Constitución de la República y La Ley COOTAD respectivamente; que están en la micro cuenca del río Cutuchi y donde se captan las aguas para el canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato son las instituciones encargadas de preservar y controlar la calidad de estas aguas que luego van a ser usadas para regar un número considerable de hectáreas de terrenos fértiles cuyas producciones de hortalizas, legumbres, entre otras, van a ser expandidas en los principales mercados del centro del país.

El estudio reporta que las aguas residuales que generan fábricas, agroindustrias y las aguas servidas de algunos centros poblados y con más incidencia las aguas servidas de la población de Lasso que van directamente al Río Cutuchi sin ningún tratamiento; lo cual determina las consecuencias negativas al medio ambiente y por ende al ecosistema. Además que va haber incidencia en la salud de sus pobladores y particularmente en los niños que es el grupo humano más vulnerable.

La Contaminación de las aguas causada por las actividades del hombre es un fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX. Los procesos de producción industrial iniciados en esta época requieren la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, siendo los efluentes de dichos procesos productivos, vertidos en los cauces naturales de agua (ríos, lagos) con desechos contaminantes. Con toda la materia orgánica que llevan consigo estas aguas que van a regar los suelos van a enriquecerlos; pero al mismo tiempo se tendrá cultivos contaminados por la proliferación de bacterias y microorganismos que afectarán a la salud.

# **OBJETIVOS**

## **GENERAL.**

Caracterizar física y químicamente el agua de los efluentes industriales descargados de Parmalat, Familia Sancela e Indulac al Rio Cutuchi del sector de Lasso, para determinar la calidad de agua.

## **ESPECÍFICOS.**

- Realizar un diagnóstico de los efluentes industriales descargados estudiados al río Cutuchi en el sector de Lasso.
- Determinar las concentraciones en los diferentes puntos de muestreo de los contaminantes industriales descargados al rio Cutuchi en el Sector Lasso.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos y comparar con la normativa vigente de los efluentes descargados a un cuerpo de agua dulce.



# CAPITULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Concepto Del agua.

Según Muñoz Badajoz, España. Septiembre, (2002) manifiesta “El agua es el principal e imprescindible componente del cuerpo humano. El ser humano no puede estar sin beberla más de cinco o seis días sin poner en peligro su vida. El cuerpo humano tiene un 75 % de agua al nacer y cerca del 60 % en la edad adulta.

Aproximadamente el 60 % de este agua se encuentra en el interior de las células (Agua intracelular). El resto (agua extracelular) es la que circula en la sangre y baña los tejidos.

En las reacciones de combustión de los nutrientes que tiene lugar en el interior de las células para obtener energía se producen pequeñas cantidades de agua. Esta formación de agua es mayor al oxidar las grasas - 1 gr. de agua por cada gr. de grasa, que los almidones -0,6 gr. por gr., de almidón-. El agua producida en la respiración celular se llama agua metabólica, y es fundamental para los animales adaptados a condiciones desérticas. Si los camellos pueden aguantar meses sin beber es porque utilizan el agua producida al quemar la grasa acumulada en sus jorobas. En los seres humanos, la producción de agua metabólica con una dieta normal no pasa de los 0,3 litros al día”.

Según manifiesta “Agua, sustancia líquida formada por la combinación de dos volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno, que constituye el componente más abundante en la superficie terrestre”

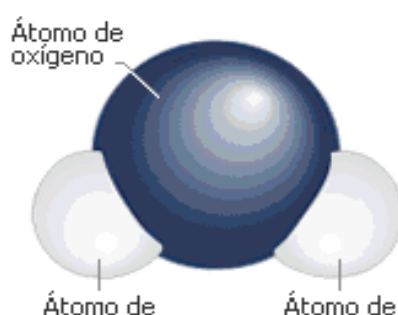
Hasta el siglo XVIII se creyó que el agua era un elemento, fue el químico inglés Cavendish quien sintetizó agua a partir de una combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su fórmula  $H_2O$ .

## 1.2 Estructura y propiedades del agua

La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos enlaces covalentes. El ángulo entre los enlaces H-O-H es de  $104'5''$ . El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.

### Grafico No 1

#### LA MOLÉCULA DEL AGUA



**Fuente:** BENAYAS. J.

El resultado es que la molécula de agua aunque tiene una carga total neutra (igual número de protones que de electrones), presenta una distribución asimétrica de sus electrones, lo que la convierte en una molécula polar, alrededor del oxígeno se concentra una densidad de carga negativa, mientras que los núcleos de hidrógeno quedan parcialmente desprovistos de sus electrones y manifiestan, por tanto, una densidad de carga positiva.

Por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de agua, formándose enlaces por puentes de hidrógeno, la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes.

Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura de tipo reticular, responsable en gran parte de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.

### **1.3 Características fundamentales del agua.**

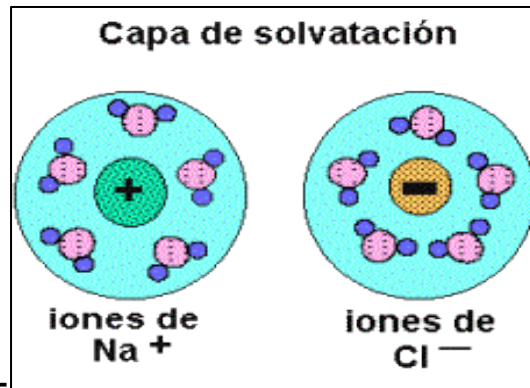
#### **1.3.1 Acción disolvente**

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el disolvente universal. Esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno.

En el caso de las disoluciones iónicas los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando "atrapados" y recubiertos de moléculas de agua en forma de iones hidratados.

Grafico N° 2

### DISOLUCIONES IÓNICAS.

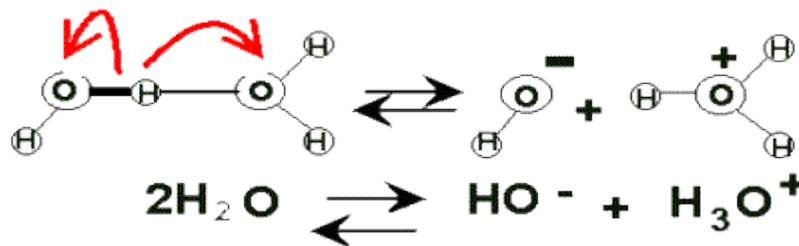


Fuente: [www.profesorenlinea.cl/psu/biología](http://www.profesorenlinea.cl/psu/biología).

La capacidad disolvente es la responsable de que sea el medio donde ocurren las reacciones del metabolismo.

Grafico N° 3

### IONIZACIÓN DEL AGUA



Fuente: [www.profesorenlinea.cl/psu/biología](http://www.profesorenlinea.cl/psu/biología).

El agua pura tiene la capacidad de disociarse en iones, por lo que en realidad se puede considerar una mezcla de:

- Agua molecular ( $\text{H}_2\text{O}$ )

- Protones hidratados ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e
- Iones hidroxilo ( $\text{OH}^-$ )

En realidad esta disociación es muy débil en el agua pura, y así el producto iónico del agua a 25° es:

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

Este producto iónico es constante. Como en el agua pura la concentración de hidrogeniones y de hidroxilos es la misma, significa que la concentración de hidrogeniones es de  $1 \times 10^{-7}$ . Para simplificar los cálculos Sørensen ideó expresar dichas concentraciones utilizando logaritmos, y así definió el pH como el logaritmo decimal cambiado de signo de la concentración de hidrogeniones. Según esto:

- disolución neutra     $\text{pH} = 7$
- disolución ácida     $\text{pH} < 7$
- disolución básica     $\text{pH} > 7$

En la figura se señala el pH de algunas soluciones. En general hay que decir que la vida se desarrolla a valores de pH próximos a la neutralidad.

### 1.3.2 Elevada fuerza de cohesión.

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible. Al no poder comprimirse puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostático.

### **1.3.3 Gran calor específico.**

También esta propiedad está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de "calor" que utiliza para romper los puentes de hidrógeno por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esto permite que el citoplasma acuoso sirva de protección ante los cambios de temperatura. Así se mantiene la temperatura constante.

### **1.3.4 Elevado calor de vaporización.**

Sirve el mismo razonamiento, también los puentes de hidrógeno son los responsables de esta propiedad. Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase líquida a la gaseosa. Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20° C y presión de 1 atmósfera.

### **1.3.5 Mayor densidad**

El agua está en estado líquido que en estado sólido: ello explica que el hielo flote en el agua.

## **1.4 Las funciones del agua**

Según SANTOS, Juan E. Biología General. Arequipa: (2009) Available from: <http://biologiageneral.blogcindario.com/2008/03/00004-biomoleculas.html>

manifiesta las funciones del agua son:

- **Función termorreguladora:** el elevado calor específico del agua la convierte en un buen amortiguador térmico, impidiendo que los cambios bruscos de

temperatura externa afecten al organismo. En esta función también contribuye el alto calor de vaporización del agua ya que el sudor enfría el cuerpo al evaporarse.

- **Función disolvente:** la molécula del agua es dipolar lo que la convierte en un disolvente casi universal, ya que es capaz de disolver gran cantidad de sustancias polares y no polares. Esta cualidad es muy importante en el ser vivo ya que ayuda al transporte de sustancias disueltas de un lugar a otro del organismo (nutritivas y de desecho) y produce las reacciones químicas del metabolismo celular.

- **Función estructural:** la elevada fuerza de cohesión-adhesión que existe entre las moléculas de agua, permite que se mantenga la forma y volumen de las células del organismo y permite los cambios y deformaciones del citoplasma.

- **Función mecánica:** el agua al disolver diversas sustancias a distintas concentraciones, produce líquidos con la viscosidad adecuada para actuar de lubricante y amortiguador de movimientos bruscos en las articulaciones, músculos y tendones.

- **Función química:** la disociación iónica del agua le permite intervenir en muchas reacciones químicas del organismo aportando hidrogeniones o hidroxilos al medio.

### **1.5 Distribución de agua en la naturaleza**

Pese a que varios estudios a nivel mundial expresan que El 70% del agua dulce de la Tierra se encuentra en forma sólida.

Según la UNESCO, 2010, La calidad y disponibilidad de recursos hídricos de agua dulce es uno de los problemas ambientales más importantes que enfrenta la humanidad hoy en día. De hecho, la disponibilidad de agua puede ser considerada como el principal, debido a que los problemas relacionados con el agua afectan la vida de millones de personas.

En los próximos años, las dificultades relacionadas con la falta de agua preocuparán realmente a todo el mundo y habrá que invertir mucho dinero en la gestión del agua. Aun así, será difícil mejorar las condiciones de un 33% de la población total mundial que no tiene acceso a fuentes seguras de agua, de las cuales el 50% carecen de condiciones sanitarias básicas.

El “estrés hídrico” afecta actualmente a 1.700 millones de personas, y se estima que podría afectar a 5.000 millones en el 2025. Las inundaciones y las sequías matan a un mayor número de individuos y crean más daños materiales que ninguna otra catástrofe natural. Actualmente, la comunidad internacional se moviliza para mejorar la gestión y la distribución del agua en el mundo y para asegurar un futuro favorable a las poblaciones amenazadas por la escasez de agua dulce. Pese a que en la tabla siguiente se define claramente la situación del agua.



**TABLA N° 1****DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA**

| <b>Distribución del agua en la Tierra</b> |                                  |                    |                      |                      |
|---|----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Situación del agua</b>                 | <b>Volumen en km<sup>3</sup></b> |                    | <b>Porcentaje</b>    |                      |
|   | <b>Agua dulce</b>                | <b>Agua salada</b> | <b>de agua dulce</b> | <b>de agua total</b> |
| Océanos y mares                           | -                                | 1.338.000.000      | -                    | 96,5                 |
| Casquetes y glaciares polares             | 24.064.000                       | -                  | 68,7                 | 1,74                 |
| Agua subterránea salada                   | -                                | 12.870.000         | -                    | 0,94                 |
| Agua subterránea dulce                    | 10.530.000                       | -                  | 30,1                 | 0,76                 |
| Glaciares continentales y Permafrost      | 300.000                          | -                  | 0,86                 | 0,022                |
| Lagos de agua dulce                       | 91.000                           | -                  | 0,26                 | 0,007                |
| Lagos de agua salada                      | -                                | 85.400             | -                    | 0,006                |
| Humedad del suelo                         | 16.500                           | -                  | 0,05                 | 0,001                |
| Atmósfera                                 | 12.900                           | -                  | 0,04                 | 0,001                |
| Embalses                                  | 11.470                           | -                  | 0,03                 | 0,0008               |
| Ríos                                      | 2.120                            | -                  | 0,006                | 0,0002               |
| Agua biológica                            | 1.120                            | -                  | 0,003                | 0,0001               |
| <b>Total agua dulce</b>                   | <b>35.029.110</b>                |                    | <b>100</b>           | <b>-</b>             |
| <b>Total agua en la tierra</b>            | <b>1.386.000.000</b>             |                    | <b>-</b>             | <b>100</b>           |

**Fuente: UNESCO. The United Nations World Water Development**

La mayor parte del agua terrestre, por tanto, está contenida en los mares, y presenta un elevado contenido en sales. Sin embargo el agua dulce en la naturaleza se renueva gracias a la atmósfera que dispone de 12.900 km<sup>3</sup> de vapor de agua. Sin embargo, se trata de un volumen dinámico que constantemente se está incrementando en forma de evaporación y disminuyendo en forma de precipitaciones, estimándose el volumen anual en forma de precipitación o agua de lluvia entre 113.500 y 120.000 km<sup>3</sup> en el mundo. Estos volúmenes suponen la parte clave de la renovación de los recursos naturales de agua dulce. En los países de clima templado y frío la precipitación en forma de nieve supone una parte importante del total.

El 68,7% del agua dulce existente en el mundo está en los glaciares y mantos de hielo. Sin embargo, en general, no se consideran recursos hídricos por ser inaccesibles (Antártida, Ártico y Groenlandia). En cambio los glaciares continentales son básicos en los recursos hídricos de muchos países.

Las aguas superficiales engloban los lagos, embalses, ríos y humedales suponiendo solamente el 0,3% del agua dulce del planeta, sin embargo representan el 80% de las aguas dulces renovables anualmente de allí su importancia.

### **1.6 Contaminación del agua.**

Según TEBBUTT. Fundamentos de control de la calidad de aguas. LIMUSA. 2008 Manifiesta que “El deterioro de la calidad del agua, en sus diferentes formas, representa una seria amenaza en todas las especies para las cuales este recurso es un componente de su hábitat”.

## **1.7 Agua residual**

### **1.7.1 Generalidades, definición, origen**

“Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado” (MARA, 1976).

Las aguas residuales urbanas no alcanzan, el nivel que deberían tener para compensar la diferencia que existe con la capacidad depuradora de los ríos. Las aguas residuales de las urbes, sin residuos industriales, provocan una perturbación que se manifiesta principalmente por la disminución del oxígeno disuelto debido a la materia orgánica que agregan. Estas se originan mediante el aporte de desechos humanos y animales, residuos domésticos, de restos vegetales, de aguas de lluvia, aguas de lavado y otros: (Seoanez, 1995).

Según MENDOCA, S. Sistemas de Lagunas de Estabilización, cómo utilizar aguas residuales en sistemas de regadío. México, McGraw-Hill Interamericana, (2000). su origen, “las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual”

### **1.7.2 Problemática general de las aguas residuales.**

Según SEOANEZ, M. 1995. Expansión Urbana manifiesta “Las aguas residuales plantearán el mayor problema con que se enfrentará la humanidad en los próximos años. En los países con escasas disponibilidades de agua dulce, la situación se

volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos y planos de agua debido a los diversos productos que contienen, y a que las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar.

La capacidad de auto depuración de una masa de agua es siempre limitada, mientras que el vertido de residuos a ella no tiene freno en el momento actual. Es decir, el volumen de aguas residuales depuradas no alcanza en ningún punto el nivel que debería tener hasta compensar la diferencia que existe con la capacidad de auto depuración de los ríos.

Por lo que se refiere a los vertidos a zonas marinas, el problema es similar. El mar tiene una capacidad de auto depuración limitada, que hace que las costas lleguen a saturarse en lo que se refiere a contaminantes, el problema entonces se hace similar tanto en las aguas continentales como en las marinas próximas a la costa en todo el país.

La expansión urbana y el aumento del consumo hídrico consecuente, han provocado un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, en el enfriado o en la limpieza, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando su itinerario en ríos, lagos y mares”.

Según CORTES, M. J. E, Plantas de Tratamiento de Aguas residuales Para Pequeñas Comunidades, Disponible en (<http://wikibooks.org/wiki/ingenier>) (1993). Manifiesta esta situación está transformándose gradualmente en un problema crítico en muchas partes del mundo. En ciertas áreas densamente pobladas los volúmenes vertidos exceden en mucho las posibilidades de recepción de los cursos de agua, lagos y ambientes litorales o estuarios. El resultado es una degradación creciente y la destrucción de los recursos biológicos que de ellos dependen. Este problema se ha vuelto común en todas las grandes urbes de

América Latina, África y Asia. De todos modos, existen numerosas razones, ambientales, sociales, sanitarias e incluso económicas, que impulsan a extremar esfuerzos en esa tarea. El tratamiento generalizado y completo de todas las aguas residuales urbanas y agropecuarias se ha transformado en una necesidad urgente, si queremos evitar que el planeta se transforme en un mundo de aguas residuales.

### **1.7.3 Composición de las aguas residuales**

La concentración del agua residual de una población depende principalmente del consumo de agua y de la cantidad de residuos producido a diario por habitante.

La fortaleza contaminante de las aguas residuales domésticas es usualmente caracterizada por su demanda Bioquímica de Oxígeno. Esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o débil Tabla N° 2. Otras características determinantes son los sólidos en suspensión y de nitrógeno amoniacal

**TABLA N° 2**  
**COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.**

| Constituyente                                    | Concentración mg/l |       |       |
|--|--------------------|-------|-------|
|  | Fuerte             | Media | Débil |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, 5 días,20°C (DBO) | 350                | 200   | 100   |
| Demanda Química de Oxígeno                       | 1000               | 500   | 250   |
| Ph   | 7,5                | 7     | 6,5   |
| Sólidos Totales                                  | 1.200              | 700   | 350   |
| Sólidos Disueltos                                | 850                | 500   | 250   |
| Fijos  | 525                | 300   | 145   |
| Volátiles  | 325                | 200   | 105   |
| Totales Suspendidos                              | 350                | 200   | 100   |
| Fijos  | 75                 | 50    | 30    |
| Volátiles  | 275                | 150   | 70    |
| Sólidos Sedimentables                            | 20                 | 10    | 5     |
| Carbono Orgánico Total (COT)                     | 300                | 200   | 100   |
| Nitrógeno Total (como N)                         | 60                 | 40    | 20    |
| Orgánico   | 35                 | 15    | 8     |
| Amoníaco Libre                                   | 50                 | 25    | 12    |
| Nitritos   | 0                  | 0     | 0     |
| Nitratos   | 0                  | 0     | 0     |
| Fósforo Total                                    | 20                 | 10    | 6     |
| Orgánico   | 5                  | 3     | 2     |
| Inorgánico                                       | 15                 | 7     | 4     |
| Cloruros   | 150                | 50    | 30    |
| Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )            | 350                | 100   | 50    |
| Grasas   | 150                | 100   | 50    |

**Fuente:** Gutiérrez

### 1.7.3.1 Características Físicas, Químicas del Agua Residual.

A continuación se describen brevemente los constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al tratamiento de las aguas, los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para caracterizar la presencia de cada uno de los contaminantes en el agua residual.

### 1.7.3.2 Constituyentes de las aguas residuales.

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. La Tabla N°3 muestra las principales propiedades físicas del agua

residual así como sus principales constituyentes químicos y biológicos y su procedencia.

**TABLA N° 3**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL Y**  
**SUS PROCEDENCIAS**

| <b>Características</b>          | <b>Procedencia</b>   |
|---------------------------------|--|
| <b>Propiedades físicas:</b>     |  |
| Color                           | Aguas residuales domésticas e industriales   |
| Olor                            | Aguas residuales en descomposición, residuos industriales  |
| Sólidos                         | Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas |
| Temperatura                     | Aguas residuales domésticas e industriales   |
| <b>Constituyentes químicos:</b> |  |
| <b>Orgánicos:</b>               |  |
| Carbohidratos                   | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales  |
| Grasas animales,                | aceites y grasa Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales  |
| Pesticidas                      | Residuos agrícolas   |
| Fenoles                         | Vertidos industriales  |
| Proteínas                       | Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales   |
| Contaminantes prioritarios      | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales  |
| Agentes Tensoactivos            | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales  |
| Compuestos Orgánicos volátiles  | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales  |
| Otros                           | Degradación natural de materia orgánica  |
| <b>Inorgánicos:</b>             |  |
| Alcalinidad                     | Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea  |
| Cloruros                        | Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea comerciales, aguas de escorrentía        |
| Metales pesados                 | Vertidos industriales  |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Nitrógeno                         | Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas                                      |
| pH                                | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales                               |
| Fósforo                           | Aguas residuales domésticas, industriales y   |
| Contaminantes prioritarios        | Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales                               |
| Azufre                            | Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales           |
| <b>Gases:</b>                     |   |
| Sulfuro de Hidrógeno              | Descomposición de residuos domésticos   |
| Metano                            | Descomposición de residuos domésticos   |
| Oxígeno                           | Agua de suministro; infiltración de agua superficial                                  |
| <b>Constituyentes Biológicos:</b> |   |
| Animales                          | Cursos de agua y plantas de tratamiento   |
| Plantas                           | Cursos de agua y plantas de tratamiento   |
| <b>Protistas:</b>                 |   |
| Eubacterias                       | Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial                         |
| Arqueobacterias                   | Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de Tratamiento |
| Virus                             | Aguas residuales domésticas   |

**Fuente:** Tchobanoglous y Schroeder (1985)

#### **1.7.4 Características físicas del agua residual.**

##### **Definición y Utilidad.**

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, temperatura, la densidad, el color y la turbiedad. (Tchobanoglous, G; Schoeder, E 1969).



- **Sólidos totales.**

Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos, los sólidos sedimentables expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. (Levine, A. Tchobanoglous, G. Asano, T.1985).

- **Temperatura.**

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

Por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua puede provocar cambios en las especies piscícolas. También es importante para industrias que emplean el agua para refrigeración, donde es fundamental la captación del agua.

Por otro lado, el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en el agua fría. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35°C. Los procesos de digestión aerobia y de nitrificación se detienen cuando el agua alcanza los 50°C. A temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad, mientras que las bacterias

nitrificantes autótrofas dejan de actuar cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los 5oC. (Metcalf & Eddy 1979)

- **Turbiedad.**

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. Un indicativo de contaminación del agua es la turbidez implicando la existencia de sustancias que pueden provocar algún daño a la salud o interferencia en algún proceso de manufactura. (La Guía MetAs, 2010)

- **Color.**

Es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Históricamente, para la descripción de un agua residual, se empleaba el término condición junto con la composición y la concentración. Este término se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor.

El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro.

## - **Conductividad**

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad,

En las aguas continentales los iones que son directamente responsables de los valores de conductividad son entre otros el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y cloratos. En aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales. La variación estacional mínima que se encuentra en las aguas embalsadas contrasta notablemente con las fluctuaciones diarias de algunas aguas de río contaminadas. La conductividad se puede expresar de diferentes formas, lo más común es expresarla en microhomios por centímetro ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) o si utilizamos el sistema internacional en micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ )

### **1.7.5 Características químicas del agua residual**

#### - **pH**

El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Es necesario porque, dado que en ciertos casos no es suficiente decir que el agua está caliente, o no es suficiente decir en ciertos casos que el jugo de limón es ácido, al saber que su pH es 2,3 nos dice el grado exacto de acidez.

### - **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La DBO es el método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. El período de incubación estándar es de 5 días a 20°C, pero se pueden usar tiempos mayores y otras temperaturas, la oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración es, en teoría, infinita. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 a 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20°C como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador. (Thomas, H. A., 1950).

### - **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato de potasio proporciona excelentes resultados en este sentido. El ensayo debe hacerse a altas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos es preciso emplear un catalizador (sulfato de plata). El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales industriales y municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre DBO y DQO. Ello puede ser de gran utilidad puesto que la primera necesita 5 días para ser determinado frente a las tres horas que necesita la DQO para ser determinada. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. (Thomas, H. A., 1950).

### - **Cloruros**

El cloruro es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. En el agua potable el sabor salado producido por el cloruro es variable y depende de la composición química del agua. Ese sabor es más detectable si el catión predominante en el medio es el sodio, y se nota menos si el catión es calcio o magnesio.

La concentración de cloruros es mayor en las aguas residuales ya que el NaCl es muy común en la dieta y pasa inalterado a través del sistema digestivo.

Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.

### - **Alcalinidad.**

La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos. Normalmente el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos. (Sawyer, C. Mc Carty, & Parkin 1994)

## - **Hierro**

El hierro es un metal extraordinariamente común y se encuentra en grandes cantidades en suelos y rocas, aunque normalmente en forma insoluble. Sin embargo, debido a un número de complejas reacciones que se suceden de forma natural en el suelo, se pueden formar formas solubles de hierro que pueden contaminar cualquier agua que lo atraviese. Por lo tanto el exceso de hierro es un fenómeno común del las aguas subterráneas, especialmente aquellas encontradas de aguas subterráneas blandas.

### **1.7.6 Aguas residuales industriales.**

Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración.

Líquidos Residuales: Son los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines.

Se debe intentar la recuperación de subproductos (Aguas, Residuales), de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.

Aguas de Refrigeración Indirecta: No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura. Ahora bien, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizante contra las incrustaciones y corrosiones, algicidas) que pueden ser contaminantes.

#### **1.7.6.1 Tipos de Vertidos Industriales.**

- **Continuos.** Proviene de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (Procesos de Transporte, lavado, refrigeración)
- **Discontinuos.** Proceden de operaciones intermedias. Son los más contaminados (Baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones).

Al aumentar el tamaño de la industria, algunos vertidos discontinuos pueden convertirse en continuos.

#### **1.7.6.2 Clasificación de las Industrias según sus Vertidos.**

Se clasifican en 5 grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las Aguas Residuales y se describen en la siguiente tabla.

**TABLA N° 4**  
**Tipos de Los Efluentes Industriales**

| Efluentes Orgánicos                   | Efluentes Orgánicos e Inorgánicos                 | Efluentes Inorgánicos               |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Papeleras                             | Refinerías y Petroquímicas                        | Limpieza y Recubrimiento de Metales |
| Azucareras                            | Coquerías   | Explotaciones mineras y salinas     |
| Mataderos                             | Textiles  | Fabricación de productos químicos   |
| Curtidos                              | Fabricación de Productos químicos                 | <b>Efluentes de Refrigeración</b>   |
| Conservas                             | <b>Efluentes con Materiales en Suspensión</b>     | Centrales térmicas                  |
| Fermentación                          | Lavaderos de mineral y carbón                     | Centrales nucleares                 |
| Preparación de productos Alimenticios | Corte y pulido de mármol y otros<br><br>Minerales |                                     |
| Bebidas                               | Laminación en caliente y colada continua.         |                                     |
| Lavanderías                           |   |                                     |

**Fuente:** (Lluria, Mario R., 1996)



### **1.7.7 Caudales de aguas residuales**

La determinación de los caudales de agua residual es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación. En aquellos casos en que los datos sobre caudales sean escasos o inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua. (Metcalf & Eddy. 1981).

#### **1.7.7.1 Composición de los caudales de aguas residuales.**

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de sistema de recogida que se emplee, y puede incluir los siguientes componentes:

- **Agua residual industrial.** Agua en la cual predominan vertidos industriales.

#### **1.7.7.2 Estimación de los caudales de aguas residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua.**

En aquellos casos en los que no es posible medir directamente de los caudales de aguas residuales y no dispone de series históricas de los mismos, los datos sobre abastecimiento de agua a la comunidad pueden resultar de gran ayuda para estimar los caudales de aguas residuales. Para aquellos casos que en los que no se dispone tampoco de los datos de abastecimiento, se dan valores típicos de dotaciones según el tipo de usuario, aparatos domésticos e industriales, y la fracción del agua de abastecimiento que se convierte en agua residual, datos que pueden ser útiles para estimar el caudal de agua residual que genera una comunidad. (Salvato, J. A. 1985)

**Uso industrial.-** La cantidad de agua con que los municipios abastecen a las industrias para su uso en los diferentes procesos de producción presenta una gran variabilidad. Las industrias grandes consumidoras de agua, como las refinerías, químicas y conserveras, suelen abastecerse al margen de las redes públicas de abastecimiento de agua. En cambio, industrias cuyas necesidades y consumos son bastante menores, como las dedicadas a productos de tecnología, si se abastecen a través de las redes públicas. (Salvato, J, A. 1985)

### **1.7.7.3 Origen y caudales de aguas residuales industriales.**

Los caudales de aguas residuales no domésticas generadas en las diferentes industrias dependen del tipo y tamaño del centro industrial, el grado de reutilización del agua y el pretratamiento que se dé al agua utilizada, en el caso de que exista pretratamiento alguno. Con el empleo de tanques de retención y regulación es posible hacer frente a las frecuentes puntas de los caudales.

Para zonas industriales en las que no se empleen procesos húmedos, los valores típicos de proyecto de caudales se sitúan en el intervalo de 9 a 14 m<sup>3</sup>/ha por día para zonas de escaso desarrollo industrial, en torno a los 14 a 28 m<sup>3</sup>/ ha por día para zonas con un desarrollo industrial medio.

Para las industrias en las que no se reutiliza internamente el agua, podemos asumir que entre el 85 y el 95 % del agua empleada en los diversos procesos se convierte en agua residual, mientras que en las grandes industrias con sistemas de reutilización de agua es preciso llevar a cabo estudios más detallados. En cuanto a la contribución de las industrias a los caudales de aguas residuales domésticas, ésta se sitúa en valores del orden de 30 a 90 l/hab. Por día (Geyer, J .C 1962)

### **1.7.8 Muestreo de Aguas Residuales.**

El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para hacer el análisis, y el proceso de recolección debe considerar algunos aspectos, a fin de que pueda cumplirse el objetivo propuesto. La composición de la muestra puede variar con el tiempo una vez recogida a causa de cambios químicos, reacción con el aire, o interacción de la muestra con el recipiente. Las técnicas de muestreo y de análisis usadas para la caracterización de las aguas residuales van desde determinaciones químicas cuantitativas y precisas, hasta determinaciones biológicas y físicas cualitativas.

Los principales objetivos del método de muestreo es asegurar que las muestras sean representativas del material que se analiza y que las muestras analizadas en el laboratorio sean homogéneas.

El término muestra representativa significa que el contenido total de la muestra sea el mismo que el del material del cual se ha tomado, mientras que el término homogénea se refiere a que la muestra presente las mismas características en cada punto del cual se ha extraído la alícuota.

Por otra parte, el recipiente no debe aportar interferencias ni adsorber o absorber ninguno de los analitos ya que esto alteraría la medición. Los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio nunca pueden ser más confiables que la muestra sobre la cual se realizan las pruebas, se puede afirmar con seguridad que la mayoría de los datos erróneos implican problemas atribuibles a un inadecuado muestreo que a técnicas inadecuadas de laboratorio.

La recolección de muestras de agua puede parecer una tarea relativamente simple. Sin embargo, se requiere algo más que la simple inmersión de un recipiente en el agua para obtener muestras representativas de la misma y preservar su integridad hasta que sean analizadas en laboratorio.

Generalmente las muestras pueden ser de dos tipos:

- Puntuales
- Compuestas

**Puntuales.-** Son aquellas que se toman aisladamente en un momento instantáneo en el tiempo, y analizadas por separado. Son esencialmente una guía del aspecto y composición del universo que se está evaluando en el instante de la extracción.

La representatividad de una muestra puntual es de valor limitado, pero puede ser usado en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes de un desagüe.

La serie de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros tales como: pH, gases disueltos, etc. Las muestras puntuales analizadas in situ son esenciales para las determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Asimismo, las concentraciones debidas a descargas intermitentes de tanques o piletas, pueden determinarse utilizando muestras puntuales.

**Compuestas.-** Indican condiciones medias y dan resultados que son útiles para estimar las cantidades de materiales descargados a lo largo de un período prolongado como por ej: 24 horas o por turno.

Si el caudal en donde se toma la muestra es constante, la muestra compuesta está formada por un número adecuado de porciones uniformes recogidas frecuentemente a intervalos regulares. En cambio, si el caudal varía, como ocurre generalmente en los desagües industriales, es aconsejable tomar una muestra compensada. En este caso el volumen de cada porción será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción.

El muestreo compuesto reduce a un mínimo el trabajo analítico. Las muestras compuestas de procesos industriales continuos son formadas normalmente sobre un turno de trabajo de 8 horas o bien sobre 24 horas. Ocasionalmente pueden ser

necesarias muestras compuestas sobre períodos menores de 4 , 2 y hasta de 1 hora para estudios especiales.

### **1.7.9 Caracterización de Efluentes Líquidos.**

Las características del plan de monitoreo de los efluentes de aguas residuales dependerán del objetivo perseguido. El monitoreo de los efluentes puede ser necesario para:

- Verificar el cumplimiento de las normas de vuelco, en cuyo caso la extracción de muestras la hace la autoridad de control.
- Demostrar el cumplimiento de las normas de descargas de aguas residuales, cuyo caso la extracción de muestras la hace el personal del mismo establecimiento.
- Identificar los puntos más susceptibles a contaminaciones peligrosas en caso de existir descargas con residuos industriales, agrícolas o metales pesados.

#### **Lugares de muestreo.**

La selección de un lugar adecuado para la extracción de muestras es de gran importancia para que estas sean representativas del lugar que se está estudiando, en general, el punto elegido debe ser un lugar donde se produzca turbulencia o tenga caída, de este modo se consiguen condiciones de mezcla que impiden la separación de sólidos, obteniéndose muestras representativas. (Instituto Nacional Del Agua Centro de Tecnología del Uso del Agua. Argentina INACTUA, 2005)

### **Duración del Programa de muestreo.**

El objetivo del programa de muestreo y la complejidad del proceso que genera fijará la duración del mismo, es probable que no se obtengan resultados confiables con un programa de menos de una semana de duración. En estos casos el mínimo de duración recomendado para un programa de extracción de muestras es de 2 semanas, o debe extenderse a programas aún mayores.

### **Preservación de las muestras.**

Lo óptimo es un análisis inmediato, si esto no es factible las muestras deben conservarse en frío (hielo) en la oscuridad, esto inhibe los problemas asociados a la multiplicación y la muerte de los organismos por un tiempo (no más de 30 horas).

Para evitar las alteraciones en la concentración de los parámetros a medir que ocasionan los procesos biológicos, físicos y químicos en las muestras durante el lapso de su colecta en campo o en especial si esto se efectúa en laboratorio luego de un viaje (que puede durar horas a días). Deben respetarse las medidas para la preservación de las muestras y mediante adiciones de reactivos químicos, conservación en frío, y/o evitando el efecto de la luz solar, se asegura la validez de las determinaciones a efectuar.

### **Empleo de frío extremo / congelación y/o mantenimiento en freezer.**

Esta técnica no es siempre aconsejable, porque causa algunos cambios fisicoquímicos, Por ejemplo: formación de precipitados y pérdida de gases disueltos que pueden afectar la real composición de la muestra. También los compuestos sólidos cambian a causa del proceso congelación / deshielo y el retorno a las condiciones de equilibrio requiere una homogeneización rápida y especial, antes de efectuar las determinaciones analíticas en el Laboratorio.

### **Conservación utilizando frío moderado (4° C):**

Esta es la técnica más utilizada y en general mantiene completamente la integridad de los compuestos químicos (poluentes / nutrientes /biota) aunque algunos elementos pueden llegar a precipitar. Se complementa regularmente este método mediante la adición de reactivos químicos, acorde al parámetro a medir.

### **Volumen de la Muestra**

El volumen a colectar lo definen los requerimientos del laboratorio en base a la cantidad de parámetros a analizar, cuando se trabaja para detectar compuestos orgánicos deben utilizarse filtros de fibra de vidrio, lo que queda allí retenido es la fracción particulada y el resto constituye la concentración del compuesto disuelto. PRODIA 2004 (Programa de Desarrollo Institucional y Ambiental Mexico)

### **Pruebas in situ.**

Siempre que se toma una muestra del agua, se debe anotar los resultados de los parámetros físicos en el lugar de muestreo siempre que sea posible. Para la mayoría de los análisis, será necesario enviar la muestra a un laboratorio.

### **Métodos de Análisis.**

Los métodos cuantitativos de análisis son gravimétricos, volumétricos o físico-químicos; en los métodos físicos – químicos se miden propiedades diferentes a la masa o al volumen.

Los métodos instrumentales de análisis como turbidimetría, colorimetría, potenciometría, polarografía, espectrometría de absorción, flúorimetría,

espectroscopia y radiación nuclear son análisis físico – químicos representativos. En lo que concierne a los diferentes análisis pueden encontrarse mayores detalles en Standard Methods (1995), la mayoría cual es la referencia aceptada para la realización de análisis tanto de agua potable como de agua residual.

Independientemente del método de análisis usado, se debe especificar el límite de detección del mismo. (Crites. R, Tchobanoglous.G. 2002)

### **1.8 Componente físico de la cuenca alta del Pastaza**

Las características que se describen de la cuenca del Pastaza, se tomó del estudio realizado por CESA, CODERECH Y CNRH en el 2003

La república del Ecuador mediante el CONADE-MAG-INERHI-INECEL-DIGEMA en el “Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca alta del Río Pastaza” establece que la Cuenca Alta del Río Pastaza presenta una superficie aproximada de 8257 km<sup>2</sup> (3% del total nacional). De esta superficie, 2713 km<sup>2</sup> (32.9%) corresponden a la subcuenca del río Cutuchí, 1930 km<sup>2</sup> (23%) a la subcuenca de los ríos Ambato-Patate y 3614 km<sup>2</sup> (43.7%) a la subcuenca del río Chambo. El área cuenta con una población de 850000 habitantes (9% de la nación), de los cuales el 68% se encuentra en el sector rural. Esta población se dedica esencialmente a las labores agropecuarias.

#### **Cuenca hidrográfica.**

Según Sarmiento (2001) manifiesta que “Sistema de vertientes forestales que canalizan el aporte hídrico de la precipitación pluvial y la humedad capturada de las nubes y neblina, en un solo sistema de drenaje que constituye siempre un curso fluvial o río”.



## **Subcuenca.**

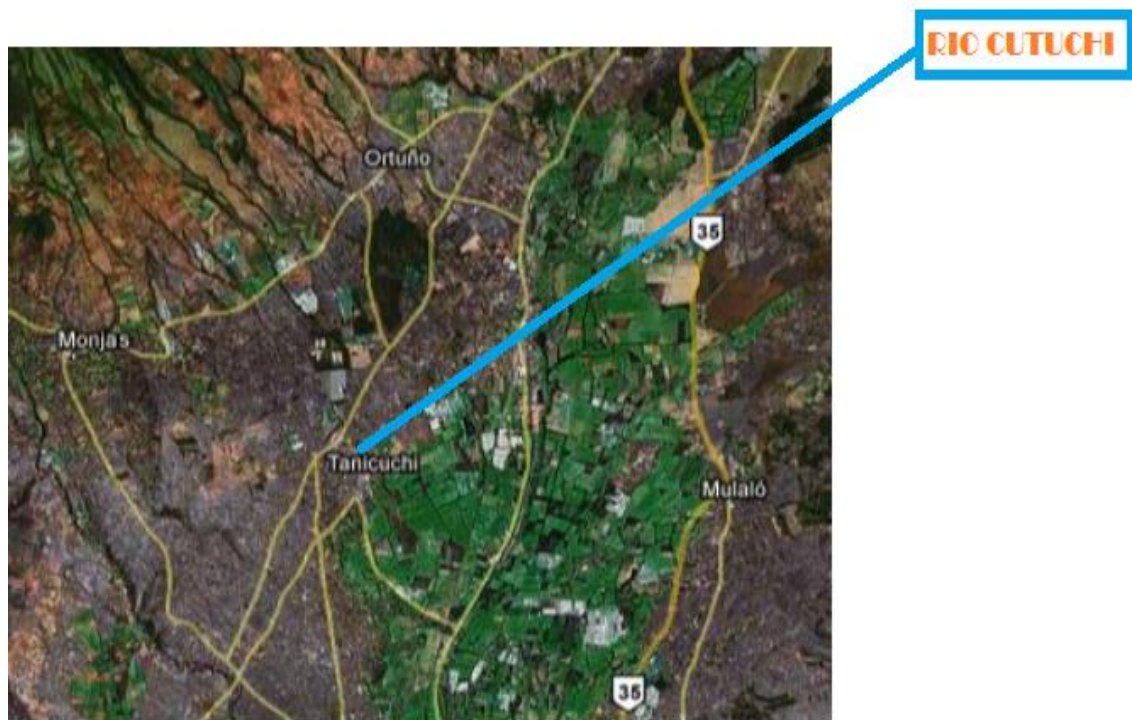
Según Zury (2004) manifiesta “Es el área natural receptora de montaña donde fluyen las primeras aguas hacia colectores comunes de orden mayor, circunscrita al territorio limitado por la divisoria de aguas, en la que se dinamiza la actividad cotidiana de las comunidades campesinas que mantienen permanente interacción e interdependencia económica, socio-cultural y ambiental”. En cuanto a la superficie de las subcuencas no existe algo definido, algunos autores concuerdan que estas son menores a 150 km<sup>2</sup>.

### **1.8.1 Cuenca del Río Cutuchi**

Según CESA, 2003 determina que el río Cutuchi, está rodeado por el volcán Cotopaxi, presenta una corriente fría y seca que partiendo del cantón Pelileo, sector de Nitón, sigue rumbo norte hasta el sector del Toacaso. Es característica de esta zona. Las bajas precipitaciones y los vientos fuertes, que han creado una zona semiárida, con incipiente vegetación y suelos cangaguosos. Las precipitaciones en esta zona no pasan de 700 mm. anuales y existe presencia de heladas más o menos periódicas hacia los páramos andinos las precipitaciones pueden oscilar entre los 1.200 mm de precipitación anual en la Cordillera Occidental y hasta 1.800 mm de precipitación anual en la Cordillera Oriental. La temperatura media oscila entre 7 a 15° C, con una temperatura promedio de 12° C. Como temperaturas extremas se pueden señalar los 0° y 22° C

#### GRAFICO N° 4

#### UBICACION DE LA CUENCA DEL RIO CUTUCHI



**Fuente:** <http://www.maplandia.com>

Tiene una superficie de 2.676.5 km<sup>2</sup>; y alberga al 70 % de la población de la provincia de Cotopaxi, que es de 244.678 habitantes (INEC, 2001) La cuenca se desarrolla desde una altura de 5.897 msnm. que corresponde a las cumbres del Volcán Cotopaxi, hasta los 2400 msnm. correspondiente a la confluencia de los ríos Cutuchi y Ambato y posee una pendiente media de 8.8%. La precipitación media anual es de 662 mm, la evapotranspiración potencial anual es de 646 mm, la temperatura media anual es de 13,10° C y el volumen medio anual es de 577 hm<sup>3</sup>/año (CNRH, CODERECO, COHIEC, 2002).

hm<sup>3</sup>, El hectómetro cúbico es una medida de volumen que equivale a mil millones de litros. Hectómetro cúbico. 1 hm<sup>3</sup>= 1 000 000 m<sup>3</sup>. (es.wikipedia.org/wiki/Hm3).

## **1.8.2 Los principales problemas del río Cutuchi**

Según Daniel Reyes, en la Determinación ecohidrológica de la cuenca del río Cutuchi describen que las aguas del mencionado río están contaminadas tanto por elementos naturales como por la acción del ser humano; así, el contacto del líquido con las formaciones volcánicas de la región, produce altos niveles de alcalinidad y dureza por las sales e incluso la presencia de boro, lo cual constituye un peligro contra la salud, ya que provoca trastornos neurológicos y tumoraciones. El déficit hídrico, la alarmante contaminación y la deficiente administración del agua, que tiene como efectos directos problemas de morbilidad generados por el consumo de agua contaminadas, 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, regulación y reservorios.

## **1.9 Normativa vigente.**

### **1.9.1 Constitución de la República del Ecuador**

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, su TÍTULO correspondiente a ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO del Capítulo primero que trata a cerca de los Principios fundamentales, establece en su:

**Art. 3.-** Son deberes primordiales del Estado. Para lo cual determina textualmente en su numeral: “7. Proteger el patrimonio natural y cultural del país”.

En el Capítulo segundo de los Derechos del buen vivir en su Sección primera correspondiente al Agua y alimentación, en sus artículos 12 y 13 textualmente manifiesta:

“**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

“**Art. 13.-** Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”.

“**Art. 14** de la constitución reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. A la vez que 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.”

“**Art. 72.-** de la Constitución manifiesta textualmente “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependen 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”.

**Art. 264.-** de la Constitución, se plantean competencias exclusivas a los gobiernos municipales sin perjuicio de otras que determine la ley, y entre ellas textualmente se encuentra el numeral:

“4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

La Ley Orgánica de salud, en el Libro Segundo; salud y seguridad ambiental, Capitulo II De los desechos comunes, infecciosos, especiales, y de las radiaciones ionizantes; en el:

**Art. 104.-** dice “Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades”

### **1.9.2 La Ley de Gestión Ambiental**

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, EN EL TITULO I AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTION AMBIENTAL en su:

**Art. 1.-** La presente Ley establece los principios y directrices de 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.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, EN SU CAPITULO III DEL SISTEMA DESCENTRALIZADO DE GESTION AMBIENTAL en su:

**Art. 10.-** Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, CAPITULO IV DE LA PARTICIPACION DE LAS INSTITUCIONES DEL ESTADO en su:

**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:

- b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo;
- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas;
- 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.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, TITULO III INSTRUMENTOS DE GESTION AMBIENTAL EN SU CAPITULO II DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL en su:

**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. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, CAPITULO V INSTRUMENTOS DE APLICACION DE NORMAS AMBIENTALES en su:

**Art. 33.-** Establécense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, TITULO VI DE LA PROTECCION DE LOS DERECHOS AMBIENTALES en su:

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

### **1.9.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente. (TULSMA)**

La NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA y las Ordenanzas 012 y 031 R.O:26 de 05-07-99 y R.O: 74 de 10-05-00. 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 que 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.

c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se aplicarán los métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, en su más reciente edición. Además deberán consideraran las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

La Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental RO Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004, en sus artículos determina:

**Art. 6.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

**Art. 10.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la



calidad del suelo y afectar a la salud humana, al flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Los 437 A al 437 J del Código Penal ecuatoriano, los cuales se encargan de sancionar las conductas que atentan en contra del medio ambiente.

Conforme a lo previsto en el Art. 54 del COOTAD, son funciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, entre otras, las siguientes:

k).- “Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales”;

**Artículo 431** del COOTAD, de la gestión integral del manejo ambiental, determina que los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.

Si se produjeren actividades contaminantes por parte de actores públicos o privados, el gobierno autónomo descentralizado impondrá los correctivos y sanciones a los infractores sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal a que hubiere lugar y pondrán en conocimiento de la autoridad competente el particular, a fin de exigir el derecho de la naturaleza contemplado en la Constitución.

En uso de las atribuciones que le concede el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización y la Constitución de la República,

#### **1.9.4 Ordenanza para la descontaminación, y protección de los ríos y afluentes hídricos del cantón Latacunga**

**Art. 1.** La presente ordenanza tiene por objeto la descontaminación, y protección del río Cutuchí, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes superficiales o subterráneos del cantón Latacunga.

**Art. 2.** El ámbito de aplicación de la presente ordenanza será a nivel cantonal, y estarán sujetos de la misma los sectores, industrial, agroindustrial, agropecuario, forestal, minero, metalúrgico, papelerero, lácteo, florícola, brocolero, y de servicios (lubricadoras, lubrilavadoras, mecánicas, imprentas gráficas, gasolineras, y otros), asentados en el territorio cantonal de Latacunga.

**Art. 4.** Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, todas las obras, proyectos de tipo público y privado, a nivel de servicios e industrial deberán aplicar buenas prácticas ambientales e implementar plantas de tratamiento de aguas negras, residuales, descargas industriales, domésticas y otras que alteren las condiciones físico, químicas y biológicas del agua, y atenten la calidad del Río Cutuchí, los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes superficiales y subterráneos que son parte del sistema hidrográfico mayor de la cuenca del Río Pastaza y perjudique el bienestar colectivo y de los recursos hídricos del cantón Latacunga.

**Art. 8.** Es obligación de todos los sectores productivos y de servicios públicos y privados, industrial, agroindustrial, agropecuario, forestal, minero, metalúrgico, papelerero, lácteo, florícola, brocolero, y de servicios (lubricadoras, lubrilavadoras, mecánicas, imprentas gráficas, gasolineras, y otros), asentados en el territorio cantonal de Latacunga, mantener un adecuado manejo y tratamiento de desechos sólidos de todo tipo, vertidos y descargas, que contaminen el agua y propendan procesos de bioacumulación.

**Art. 10.** Prohíbese las descargas de aguas crudas (servidas), negras, de origen industrial, agrícola, de servicios tanto público como privado y otras contempladas en el artículo 9 sin su debido tratamiento, al Río Cutuchí, los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes superficiales y subterráneos a nivel cantonal.

**Art. 16. DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE CUMPLIMIENTO.-** Los establecimientos que hayan obtenido el permiso de funcionamiento, ingresan automáticamente a un Programa de Monitoreo de Cumplimiento de las Normas

Técnicas en lo referente al recurso agua, dos veces al año, conforme los criterios técnicos establecidos en el libro VI anexo 1, de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, contemplado en la Ley de Gestión Ambiental.

Considerando criterios generales de descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, así:

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.

Los análisis de laboratorio, serán costeados por los sujetos públicos y privados contemplados en Art. 2 de la presente ordenanza.

**Art.17. DERECHO DE INSPECCIÓN.-** El Jefe Departamental, asistente técnico e inspector de la Jefatura de Control ambiental, están facultados para realizar inspecciones con la Comisión de Medio Ambiente y Producción, al Cutuchí y los ríos, Pumacunchí, Cunuyacu, Yanayacu y demás afluentes superficiales y subterráneos cantonales. Además de tomar las muestras de vertidos, descargas para su caracterización. De igual forma se procederá con los desechos generados en las instalaciones de los establecimientos o actividades públicas y privadas sujetos de esta Ordenanza, contempladas en el Art. 2.

**Art. 19. DE LAS CLASES DE INFRACCIONES.-** Son conductas infractoras de esta Ordenanza, las siguientes:

1.- Descargar aguas crudas (servidas), negras, de origen industrial, agrícola, de servicios tanto público como privado sin su debido tratamiento convencional o avanzado, a los ríos y demás afluentes superficiales y subterráneos del cantón.

Su multa será de 40 RBUTP.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

**Afluente:** Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.

**Aguas residuales:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

**Análisis:** Examen de una sustancia para identificar sus componentes.

**Analito:** En química analítica es el componente (elemento, compuesto o ión) de interés analítico de una muestra.

**Cuerpo receptor:** Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

**Descarga:** Acción de verter, infiltrar o depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

**Efluente:** Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

**Límite máximo permisible:** Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

**Medidor de caudal:** Es un dispositivo que permite evaluar el caudal instantáneo de agua servida que está entrando a la planta de tratamiento.

**Muestra simple:** La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para

que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

**Muestreo:** Es el proceso de tomar una porción, lo más representativo de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.

**Nefelometría:** Técnica analítica basada en la dispersión de la luz por partículas en suspensión en el seno de una disolución, midiendo el haz de luz en la dirección que forma un ángulo recto (90°).

**Parámetro:** Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

**Sales disueltas totales (SDT)** Substancias orgánicas e inorgánicas solubles en agua y que no son retenidas en el material filtrante.

**Sólidos suspendidos totales (SST)** Sólidos constituidos por sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal, que son retenidas en el elemento filtrante.

**Sólidos totales (ST)** Suma de los sólidos suspendidos totales, sales disueltas y materia orgánica.

**Turbidez:** Reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de materia sin disolver. La turbidez, también es nombrada turbiedad.

**UNESCO, 2010**

**UNT:** Unidades nefelométricas de turbiedad.

## **CAPITULO II**

### **2. APLICACIÓN METODOLÓGICA**

En la elaboración de la presente tesis se ha utilizado como herramientas fundamentales el tipo de investigación descriptiva, de campo y la investigación cuasi – experimental, las técnicas de observación, lectura comprensiva; los cuales permitieron describir las características relevantes de los sitios de estudio.

En este capítulo se identifica el área de estudio y se desarrollara el respectivo muestreo en diferentes puntos para la caracterización de los parámetros físicos y químicos de los efluentes de agua al Rio Cutuchi, mediante un análisis comparativo de los límites permisibles establecidos en las normas INEN y TULSMA.

#### **2.1 Tipos de Investigación.**

##### **2.1.1 Investigación Bibliográfica**

La investigación bibliográfica fue utilizada en el presente trabajo para realizar consultas de material bibliográficos, con el fin de complementar el marco teórico.

### **2.1.2 Investigación Cuasi experimental**

Al igual que en los modelos experimentales, en los cuasi-experimentales buscamos relaciones causales entre variables, si las fuentes fijas industriales, agroindustriales y de servicios asentadas en el sector de Lasso, causan procesos de contaminación al Río Cutuchi.

Con este tipo de investigación se determinó la concentración de parámetros físicos y químicos de los efluentes de agua, por el procedimiento establecido y ejecutado durante el muestreo y análisis de laboratorio.

### **2.1.3 Investigación Descriptiva**

Es llamada también investigación diagnóstica, ya que describe en la presente investigación, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre los procesos productivos del sector de Lasso, busca mediante una línea base del área de estudio, caracterizar el proceso de contaminación del río Cutuchi, definiendo en el campo y laboratorio, los rasgos y aspectos más peculiares o diferenciadores como el tipo de contaminante proveniente del tipo de actividad productiva industrial.

Porque se detalla todas las referencias de los hechos sucedidos durante el proceso de investigación, como: diagnóstico de la situación de los efluentes, recolección de muestras del agua utilizando el protocolo para análisis de laboratorio ya anteriormente mencionado.

### **2.1.4 Investigación de Campo**

Es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos in situ de la realidad social, productiva y ambiental del tramo del río Cutuchi en el sector de Lasso.



Por ello, para la presente investigación es necesario trabajar IN SITU, a fin de identificar puntos de descarga, evidencias visuales y tomas de muestras para análisis de laboratorio, siguiendo el debido protocolo, a fin de estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos en el área de estudio (investigación aplicada)

## **2.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.2.1 Métodos**

#### **2.2.1.1 Método Inductivo – Deductivo**

El método inductivo, es inverso al deductivo. En este se parte de los fenómenos particulares cuya incidencia forma la ley de lo particular a lo general. En nuestra investigación de la definición de los procesos productivos a la determinación de la contaminación y la calidad ambiental del agua.

El inductivo el mismo que permitió un análisis ordenado, coherente y lógico para enfocar mediante el diagnóstico la problemática actual de los efluentes del sector industrial Lasso

El deductivo, es el que facilitó realizar un análisis explicativo de cada uno de los parámetros para la caracterización de efluentes mediante los datos obtenidos en el laboratorio.

#### **2.2.1.2 Método de Análisis**

El mismo que permitió realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos del laboratorio, con los límites permisibles establecidos por la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN, así como lo estipulado en NORMA DE

CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, los parámetros de calidad del agua y criterios de uso.

Posteriormente sobre el tramo establecido, se tomara 3 muestras, las cuales serán analizadas sobre lo determinado en la norma citada en lo que corresponde a descargas a cuerpos de agua dulce.

### **2.2.2 Técnicas**

En el presente estudio se utilizó como herramientas de apoyo las siguientes técnicas primarias:

- Mediante la técnica de observación, nos permitió tener una mayor visión de la realidad del problema de estudio. Al realizar el reconocimiento del área establecida para identificar los tipos de descargas líquidas hacia el río Cutuchi.
- La técnica de muestreo hace referencia a la toma de muestras y análisis de laboratorio a nivel físico - químico.
- Lectura comprensiva, es una de las técnicas fundamentales que permitió obtener informaciones de las diferentes fuentes bibliográficas, la misma que apoyo plasmar con claridad los conceptos de los procesos que se desarrolló durante el estudio de investigación, además facilito a interpretar con una visión más analítica y objetiva de los resultados obtenidos del laboratorio.

### **2.3 Materiales utilizados**

Los materiales utilizados en la investigación de campo al igual que los de laboratorio y oficina, se detallan a continuación:

| 1.-De campo  | 2.- De Oficina   | 3.- Instrumentos   |
|--|--|--|
| Mascarilla<br>Botas de Agua<br>Guantes Quirúrgicos<br>Guantes de caucho<br>Overol impermeable<br>Envases de polietileno 2 L.<br>Frascos de Vidrio<br>Libreta de campo<br>Marcador indeleble<br>Apoya manos<br>Hieleras portátiles<br>Equipo portátil de Laboratorio<br>Cinta de seguridad<br>Hielo<br>Transporte | Computadora<br>Útiles de oficina<br>CDs y Flash memory<br>Tablas de las Normas INEN y TULSMA<br>Libros de consulta | GPS<br>Cámara digital<br>Correntómetro digital<br>pH metro |

#### 2.4 Línea base de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi.

Se establece gracias al Plan de Desarrollo Estratégico de la parroquia levantado en el 2006; auspiciado por la SENPLADES, Banco del Estado, Consejo provincial de Cotopaxi y La Asociación de Juntas Parroquiales Rurales de Cotopaxi.

### 2.4.1 Perfil Histórico

Mediante el sentir de varios pobladores, descripción en el Plan de Desarrollo Parroquial y el Antropólogo Julián Tucumbi de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Cotopaxi manifiestan que en estas tierras florecían plantas herbáceas cuyas hojas tenían leche de las mismas que alimentaban los cerdos. Lo que deduce la palabra de Tanicuchi a “Leche de cerdo”.

### 2.4.2 Perfil Físico

#### 2.4.2.1 Ubicación

La Parroquia San Lorenzo de Tanicuchí, está situada a 20 kilómetros, al noroccidente de la ciudad de Latacunga, en la Provincia de Cotopaxi, en la parte central del callejón interandino, entre las cordilleras central y occidental, a una altitud aproximada, de 2.981m.s.n.m. y goza de una extensión de 80 Km.

**TABLA N°8**  
**UBICACIÓN POLITICA TERRITORIAL**

|            |           |
|------------|-----------|
| País:      | Ecuador   |
| Región:    | Sierra    |
| Provincia: | Cotopàxi  |
| Cantón:    | Latacunga |
| Parroquia: | Tanicuchi |
| Sector:    | Lasso     |

**Fuente:** Vasquez&Yáñez,2014

### 2.4.2.2 Ubicación geográfica

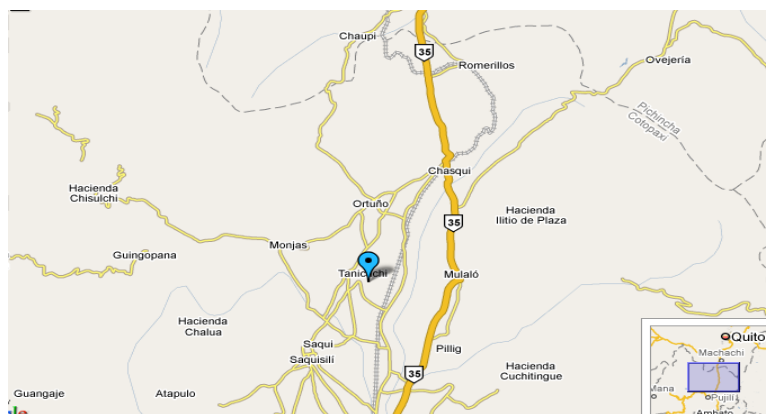
#### Coordenadas UTM

**Longitud:** 765504,25 E ENTRE 765892,84 E

**Latitud:** 9912416,34 N ENTRE 99166882,45 N

**Altitud:** 2.981 m.s.n.m.

### GRÁFICO N° 5 UBICACIÓN DE TANICUCHI



**Fuente:** <http://www.maplandia.com/ecuador/cotopaxi/latacunga/tanicuchi>.

### 2.4.2.3 Límites

Siendo Tanicuchí una de las Parroquias rurales más importantes del Cantón Latacunga, limita con otras de la siguiente manera: Al Norte, Pastocalle; al Sur Guaytacama; el Este Mulaló y al Oeste, Toacaso.

La Parroquia San Lorenzo de Tanicuchí está conformada por los siguientes Barrios:

|                           |                               |                             |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>Centro Parroquial</i>  | <i>Goteras 5 de Junio</i>     | <i>Santa Ana Alto</i>       |
| <i>San Pedro</i>          | <i>Coba Santa Clara</i>       | <i>Santa Ana Centro</i>     |
| <i>El Calvario</i>        | <i>San José</i>               | <i>Rio blanco de Lasso</i>  |
| <i>San Andrés</i>         | <i>Chilcapamba Sur</i>        | <i>Rio blanco Alto</i>      |
| <i>Chilcapamba Centro</i> | <i>Llactayo</i>               | <i>Samilpamba</i>           |
| <i>Pucará</i>             | <i>San Vicente de Táshima</i> | <i>San Antonio de Luzún</i> |
| <i>Goteras Yáñez</i>      | <i>Cajón de Veracruz</i>      | <i>Lasso.</i>               |

Por lo que de acuerdo con la clasificación de Cañadas (1983), basada en el sistema bioclimático de Holdridge (1947, 1967), de amplio uso en el Ecuador, el área donde se halla el área de estudio Lasso corresponde la Región Seco Templado.

Esta región se encuentra desde los 2000 hasta los 3000 m.s.n.m., caracterizándose por una temperatura media anual que oscila entre los 12 y 18° C, y por registrar precipitaciones anuales promedio superior a los 200 mm pero inferior a los 500 mm.

Las lluvias son estrictamente de carácter zenital, intercaladas por una estación seca que comprende los meses de julio, agosto y septiembre, pudiendo extenderse hasta noviembre, dependiendo del lugar.

Según Cañadas esta Zona de Vida corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo (e. e. M. B.).(CAÑADAS (1983) Clasificación Bioclimática.)

#### **2.4.2.4 Factor Clima**

Para el análisis climático de la zona, se toma en consideración los datos de la Estación Climatológica RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, la cual permite analizar parámetros climáticos como: temperatura, precipitaciones, humedad relativa y velocidad del viento, lo que facilita la determinación de los principales indicadores de las características meteorológicas de la zona.

##### **Temperatura**

De acuerdo a los datos de la estación RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, el sector presenta una temperatura media multianual de 14,1° C.

##### **Precipitación**

La estación RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, registra una precipitación media anual de 500.2 mm, con un promedio mensual de 63.7 mm. Los meses más lluviosos son de noviembre hasta mayo, mientras que los meses de menor precipitación son desde junio hasta octubre.

##### **Humedad Relativa**

De acuerdo a los datos de la estación RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, la humedad relativa multianual en la zona es de 74,3 %. La humedad relativa es la relación porcentual entre la humedad absoluta (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) y la cantidad de vapor que contendría el metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura.

## **Viento**

La estación RUMIPAMBA-SALCEDO M 004, presenta los siguientes datos de la dirección del viento predominante es Sur y Sureste con una intensidad promedio de 12 nudos, presentándose ocasionalmente vientos provenientes del Noroeste, Norte y Oeste, aunque estas variaciones se dan en el mes de enero.

### **2.4.2.5 Hidrología de la zona**

La hoya central oriental del Patate, en la que se encuentra la provincia de Cotopaxi, limita al norte, con el nudo de Tiopullo y las montañas de Casaguala al suroeste. Existen valles y páramos como los de Sigchos, Mulaló, Pastocalle, Mulatos que modelan su orografía.

El Cotopaxi, con 5.897 m.s.n.m. se convierte en el volcán activo más alto del mundo. La altiplanicie, encerrada entre cordilleras, tiene por sistema fluvial los ríos Cutuchi, Toachi, Yanayacu, Nagsiche, Chalupas, Illuchi, Patoa, entre otros.

En el sector de estudio atraviesan varios ríos importantes, entre ellos: Río Cutuchi, Río Blanco y Río Saquimala, los cuales se han formado de la unión de quebradas que provienen de montes y volcanes, así se tiene, las quebradas Santa Ana y Río Blanco para formar el río Blanco; San Francisco, Tiopulrillo, Pucahuayco y Paraguasucho para formar el Cutuchi; Chiria, Chica de Chiriacu, Quebrada Grande de San Lorenzo y Q. San Diego, que provienen del Volcán Cotopaxi para formar el Río Saquimala.

En lo que respecta a aguas subterránea, Taco y Galárraga (2000) señalan que el área de influencia de este acuífero (perteneciente a la cuenca del río Cutuchi) no cuenta con una precipitación suficiente para recolectar suficiente agua superficial que sirva de fuentes de abastecimiento a los centros poblados y a las industrias, que en muchos de los casos necesitan cantidades importantes del líquido vital. Por



lo expuesto, dichos autores señalan que el agua subterránea llega a ser la única fuente segura de agua.

Dentro de la cuenca del Cutuchi, los meses de junio, julio y agosto presentan un déficit de agua dentro del año hidrológico, según datos de estaciones del (INAMHI para el período 1964 – 1990.)

#### **2.4.2.6 Situación socio-económica**

##### **Fábricas**

Las fábricas existentes en la parroquia son Novacero, Indulac, Nueva Avelina, Parmalat, Lácteos Tanicuchí, Familia Sancela, ACOSA, textiles Salazar y Textiles Río Blanco entre otras. Por la presencia de dichas fábricas, la parroquia es denominada como el parque industrial de la Provincia de Cotopaxi.

##### **La Agricultura**

La parroquia cuenta con un canal de riego central que no abastece los requerimientos de los agricultores. Cultivan maíz, papa, fréjol, cebada, alfalfa, calabazas, chochos. Por lo general está en las manos de las mujeres y niños de edad escolar, los varones trabajan en la tierra los sábados y los domingos.

#### **2.4.2.7 Situación ambiental**

##### **Hidrología y su problemática**

La red hidrográfica de importancia en el sector lo constituye la cuenca del río Cutuchi, y se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Su forma indica suelos homogéneos y presencia en zonas de rocas blandas o tobas

volcánicas. A partir del balance hídrico se llegó a determinar que la cuenca tiene una precipitación media anual de 730 mm. La evapotranspiración potencial es 646 mm. y la evapotranspiración real es 579 mm. El caudal mínimo medido en el río Cutuchi es 1,61 m<sup>3</sup>/s, el caudal medio máximo medido es 62,6 m<sup>3</sup>/s y se ha encontrado un caudal medio de 9,4 m<sup>3</sup>/s. La calidad de las aguas del río hasta llegar a Lasso ya presenta evidencias de contaminación, especialmente expresada a través de la turbiedad y color (marrón), típica de la proximidad de actividad ganadera. Sus tributarios como la quebrada de Mapahuaico (que desciende de Pastocalle), la quebrada de Boliche y las aguas que descienden por quebradas de los sectores de San Agustín, San Cristobal y Rumipamba, traen contaminación por causa de la ganadería, varias industrias del sector y las zonas habitadas. A la altura de Lasso el río Cutuchi se une con los efluentes de las fábricas lácteas, papeleras, cárnicas, maderables, acero, descargas de los talleres mecánicos, las aguas negras de la zona comercial y de viviendas y otros medios de producción. El agua del río sufre en su trayecto la contaminación proveniente de la proximidad de potreros y el pastoreo del ganado, hecho que genera la lixiviación de excretas.

#### **Uso del agua en la parroquia Tanicuchi.**

A pesar de que los efectos negativos ocasionados por la contaminación del agua, se han vuelto evidentes en varios sitios del país, a pesar que son muy limitados los estudios que se han realizado sobre la contaminación de los ríos y su impacto en la salud, naturaleza, agricultura y en otras actividades económicas y sociales. Sin embargo a pesar de conocer la descarga de una gran variedad de establecimientos industriales, poblados y haciendas ganaderas, se utiliza como agua de riego, está consecuentemente altamente contaminada y ha contribuido a ocasionar serios problemas de salud en la población usuaria del sistema de riego que la utiliza inclusive para propósito domésticos. El tema del uso del agua en la parroquia es extremadamente complejo por ejemplo la falta de recursos económicos donde se da que “unos” países como el nuestro que poseemos el recurso y “otros” que conocen y poseen tecnología. Dada esta base no se hace difícil comprender que

países en vías de desarrollo como Ecuador vendan sus derechos de agua a países extranjeros y/o a empresas sanitarias multinacionales. Caso particular se presenta con las aguas en el sector La Ciénega donde explota la empresa Fontana y en el barrio de Lasso la empresa Tesalia Company, la fuente de captación está muy cerca del recurso hídrico.

## **2.5 Identificación de los puntos de muestreo.**

Para la identificación de los puntos de muestreo se realizó un recorrido para el reconocimiento de los puntos de descarga de aguas residuales

El recorrido se lo realizó desde la parte alta del sector de Lasso hasta la parte baja frente a Novacero entrada a Mulalo se ubicaron 6 puntos, de los cuales no fueron tomados en cuenta, los puntos en los que no había una descarga directa al río, existía dificultad para acceder o que durante el estudio no estaban conectadas al río.

Es así que fueron apartadas del estudio, las descargas tomadas en cuenta son tres puntos para la caracterización de los efluentes, quedando tres puntos de muestreo; La primera en el efluente de la empresa de lácteos Parmalat, la segunda en el efluente de la empresa familia Sancela y la última en el efluente de la empresa de lácteos Indulac. Una vez tomadas las muestras se trasladó al laboratorio para realizar los análisis físico-químicos del agua para la caracterización de los efluentes del Río Cutuchi en el Sector de Lasso.

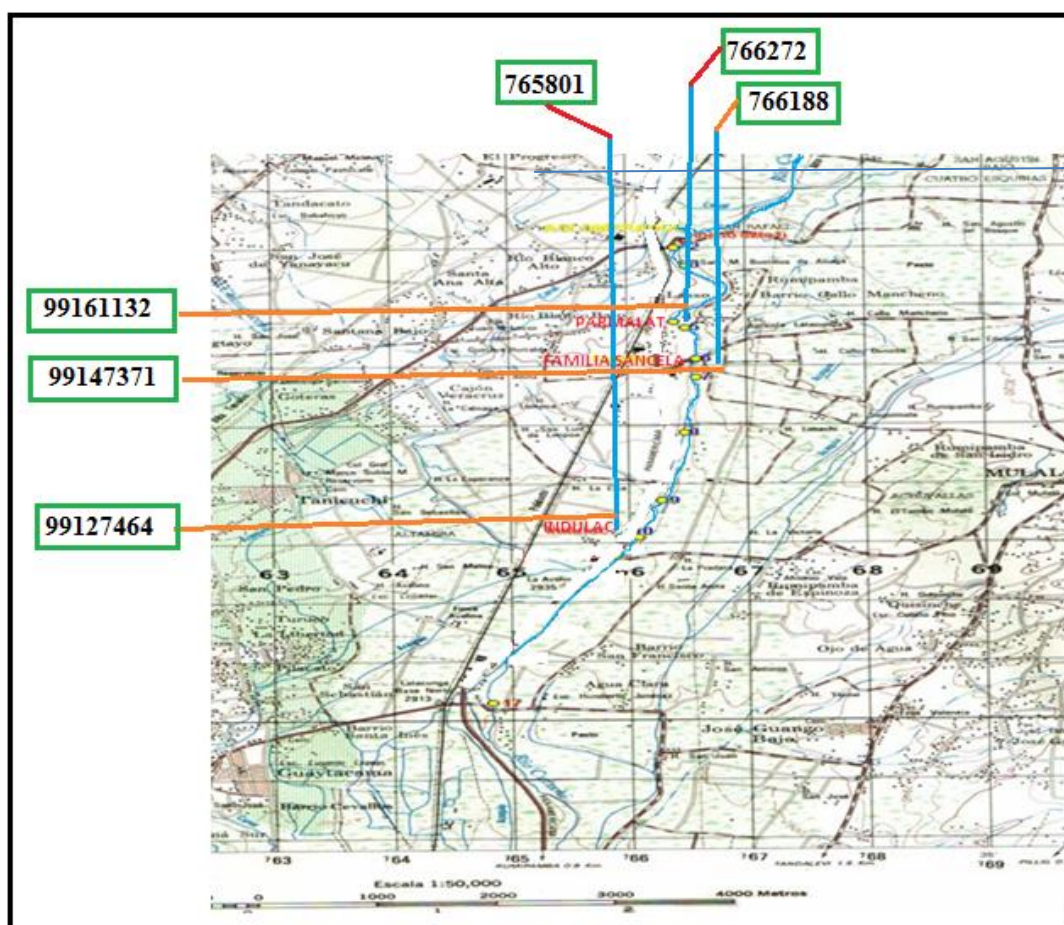
En la tabla N° 6 se detalla los puntos con sus respectivas coordenadas, los puntos seleccionados en su mayoría son de la parte rural del cantón Latacunga.

**TABLA. N° 6**  
**IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO**

| Punto                | Coordenada |           | Altitud<br>metros | Lugar de<br>Muestreo |
|----------------------|------------|-----------|-------------------|----------------------|
|                      | X este     | Y norte   |                   |                      |
| P1(EfluenteParmala)  | 766188E    | 99161132N | 3099              | Lasso                |
| P2(Efluente Familia) | 766272E    | 99147371N | 2983              | Lasso                |
| P3 (EfluenteIndulac) | 765801E    | 99127464N | 2963              | Laaso<br>Centro      |

Fuente: Datos tomados con GPS Explorist 210

**GRAFICO N° 6**  
**PUNTOS DE MUESTREO**



Fuente: Vásquez & Yánez

## **2.6 Muestreo.**

En primera instancia se requirió de información bibliográfica y de recopilación de datos de campo, necesarios para el muestreo.

El muestreo y caracterización del Recurso Agua está basado en la norma técnica ambiental que consta en TULAS LIBRO VI ANEXO I. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DEDESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA y las Ordenanzas 012 y 031 R.O:26 de 05-07-99 y R.O: 74 de 10-05-00. 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 que 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.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se aplicarán los métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, en su más reciente edición. La toma de muestras se realizó en base a la Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

1. Para la conservación de las muestras se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras, Según indica la TABLA 1 Técnicas generales para la conservación de muestras análisis fisicoquímico.

2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo, mediante esta norma se pudo definir el tipo de muestras y consideraciones a tomar en cuenta, en el momento de la recolección de las muestras.

### **2.6.1.1 Toma de muestras**

El objetivo de la toma de muestras, fue para la obtención de una porción de efluente, cuyo volumen sea adecuado para facilitar el traslado y manipulado en el laboratorio. Fue para para mantener la representatividad adecuada que requiere durante el proceso de análisis. Para efecto se consideró realizar le muestreo manual.

- **Muestreo Manual**

La situación geográfica y topográfica del acceso a sitio de la recolección de las muestras, además de los equipos costosos que necesitan para dicho trabajo, se procedió a realizar el muestreo manual, con el protocolo establecido en la norma técnica INEN. Se realizó con un mínimo de equipo y que los materiales utilizados no fueran de alto costo.

- **Muestra puntual o simple**

Es una muestra recolectada en un lugar y tiempo específico y que refleja las circunstancias particulares del cuerpo de agua para el momento y sitio de su recolección.

Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo.

Cada muestra normalmente representara la calidad de agua solamente en el tiempo y en el lugar que fue tomada.

### **2.6.1.2 PUNTO N° 1, EFLUENTE PARMALAT**

#### **Datos de muestra**

**Descripción:** La toma de la muestra 1, se la realiza en la descarga de la fábrica Parmalat.

**Ubicación:** Sector Lasso frente a la misma fabrica.

**Coordenadas geográficas:** 17766188E  
99161132N

**Cota/altitud:** 3.099 m.s.n.m.

**pH:** 7.8

**Tem. Ambiente:** 18.4°C

**Tem. Agua:** 17.8 °C

**Tipo de muestra:** Muestra simple

**Tipo de envase:** Envase de polietileno de 2L

**Materiales:** EPP adecuado, Termómetro, Cooler, correntómetro digital OOTT, pH metro Hach.



### **2.6.1.3 PUNTO N° 2, EFLUENTE FAMILIA SANCELA**

#### **Datos de muestra**

**Descripción:** La toma de la muestra 2, se la realiza en la descarga de la fábrica Familia Sancela.

**Ubicación:** Sector Lasso frente a la fábrica misma.

**Coordenadas geográficas:** 17166272E  
99147371N

**Cota/altitud:** 2983 m.s.n.m.

**pH:** 8.1

**Tem. Ambiente:** 19.4°C

**Tem. Agua:** 17.1°C

**Tipo de muestra:** Muestra simple



**Tipo de envase:** Envase de polietileno de 2L

**Materiales:** EPP adecuado, Termómetro, Cooler, correntómetro digital OOTT, pH metro Hach.



#### **2.6.1.4 PUNTO N° 3, EFLUENTE INDULAC**

##### **Datos de muestra**

**Descripción:** La toma de la muestra 3, se la realiza en la descarga de la fábrica de lácteos Indulac SA.

**Ubicación:** Sector Lasso a 50 m. hacia el sur de la misma fábrica.

**Coordenadas geográficas:** 17765801E

99127464N

**Cota/altitud:** 2963 m.s.n.m.

**pH:** 8.5

**Tem. Ambiente:** 19.4°C

**Tem. Agua:** 17.5°C

**Tipo de muestra:** Muestra simple

**Tipo de envase:** Envase de polietileno de 2L

**Materiales:** EPP adecuado, Termómetro, Cooler, correntómetro digital OOTT, pH metro Hach.



### **2.6.2 Medición de caudales.**

Los caudales se obtuvieron los mismos días de muestreo de las aguas residuales; antes de que el agua residual sea evacuada al río por seguridad y facilidad para el muestreador. Para la medición de caudales bajos se usó el método automático mediante un correntómetro digital OOTT que es reemplazado al que consiste en utilizar un recipiente de 9 litros y un cronómetro, se obtiene el caudal  $Q$  (l/s) mediante la relación  $Q = v / t$ . Mientras que para las descargas grandes se utilizaba

un molinete. A continuación se detalla los caudales obtenidos en las diferentes descargas.

**TABLA. N° 7**  
**CAUDALES OBTENIDOS EN LAS DESCARGAS DE AGUAS**  
**RESIDUALES**

| <b>DESCARGA</b> | <b>CAUDAL</b><br>l/s |
|-----------------|----------------------|
| Parmalat        | 1.837                |
| Familia Sancela | 1.235                |
| Indulac         | 0.137                |

Datos tomados con: correntómetro digital

### **2.6.3 Tipo de Muestra, Condiciones de muestreo**

El tipo de muestra seleccionada para las caracterizaciones fue muestra simple que tiene como objetivo el producir una muestra representativa de la calidad del agua en el punto de muestreo.

- **Condiciones de muestreo**

Para las descargas de aguas residuales se recolectaron muestras compuestas, utilizando envases de vidrio con capacidad de 500 ml, previamente lavados, luego para proceder a recoger la muestra se homogenizaban lavándoles previamente de 2 a 3 veces con el agua a muestrear. En todos los puntos hubo dificultad para la recolección directa en el envase, por lo que se utilizó un recipiente adecuado para recolectar la muestra y luego depositarla en el envase.

Para cada muestra se utilizó una hoja de campo que contenía la siguiente información:

pH

T°

Conductividad eléctrica

Numero de frascos colectados

Observaciones del Técnico

#### **2.6.4 Manejo de las muestras**

Para el manejo de las muestras se consideró el tipo de muestra, el intervalo de tiempo entre la toma de muestra y el análisis y las condiciones de almacenamiento y transporte. Para ello, en la Tabla N° 10 se presentan algunos aspectos relacionados con la toma, transporte y almacenamiento de muestras

**Tabla N°8**  
**MODELO DE PRESERVACIÓN DE MUESTRAS**

| Parámetro             | Envase | Tamaño mínimo de muestra, ml | Tipo de muestra | Preservación                                      | Tiempo máximo de conservación Recomendado/Regulado |
|-----------------------|--------|------------------------------|-----------------|---|--|
| pH                    | P, V   | 50                           | P               | No requerido                                      | Análisis inmediato                                 |
| Temperatura           | P, V   |                              |                 | No requerido                                      | Análisis inmediato                                 |
| Conductividad         | P, V   | 100                          | p, c            | No requerido                                      | Análisis inmediato                                 |
| DBO                   | V      | 300                          | p, c            | Refrigerar  | 4 horas  |
| DQO                   | P,V    | 100                          | p, c            | Refrigerar<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH<2 | 7horas   |
| Fósforo Total         | V,     | 100                          | C               | Refrigerar  | 48 horas   |
| Nitritos              | P,V    | 100                          | C               | Refrigerar  | 24 horas   |
| Nitratos              | P,V    | 100                          | C               | Refrigerar  | 24horas  |
| Amoniaco              | P,V    | 100                          | C               | Refrigerar  | 24 horas   |
| Sólidos sedimentables | P      | 1000                         | C               | Refrigerar  | 7 días   |

**Fuente:** Standard Methods, for the Examination of Water and Waste Water, 2005

Donde:

P = envase de plástico (polietileno o equivalente)

V = envase de vidrio

p = puntual c = compuesta

### 2.6.5 Parámetros para el análisis de laboratorio

Los parámetros físicos-químicos que se consideraran para la caracterización son los siguientes:

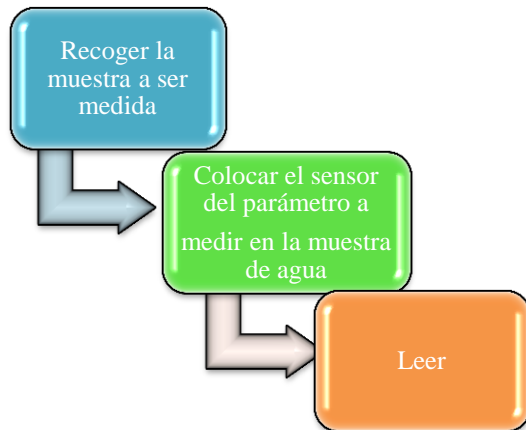
**TABLA N° 9**  
**PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO Y SUS UNIDADES**

| <b>PARÁMETROS</b>           | <b>Unidades</b> |
|-----------------------------|-----------------|
| <b>FISICOS</b>              |                 |
| Color                       | <b>U. Pt-Co</b> |
| Turbiedad                   | <b>FTU</b>      |
| Solidos totals disueltos    | <b>mg/L</b>     |
| Solidos Suspendidos         | <b>Mg/L</b>     |
| Temperatura                 | <b>oC</b>       |
| Conductividad Elec.         | <b>uS/cm.</b>   |
| <b>QUIMICOS</b>             |                 |
| Ph                          |                 |
| Demanda Bioq. Oxígeno5 días | <b>mg/l</b>     |
| Demanda Quím. Oxígeno       | <b>mg/l</b>     |
| Alcalinidad Total           | <b>mg/l</b>     |
| Alcalinidad fenolftaleína   | <b>mg/l</b>     |
| Dureza Total                | <b>mg/l</b>     |
| Cloruros                    | <b>mg/l</b>     |
| Hierro                      | <b>mg/l</b>     |
| Bicarbonatos                | <b>mg/l</b>     |

**Fuente:** Investigadores

### 2.6.6 Diagrama de flujo del procedimiento in situ y laboratorio:

La medición de Temperatura, pH, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos se las realizaron in situ; utilizando el mismo equipo, el cual debe cambiarse de sensor de acuerdo a la medición que se quiera realizar.



## CAPITULO III

### 3. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### 3.1 Puntos de muestreo y sección de estudio.

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

**TABLA N° 10**  
**PUNTOS DE MUESTREO**

| <b>PUNTO</b> | <b>UBICACIÓN</b> | <b>LONGITUD<br/>(ESTE)</b> | <b>LATITUD<br/>(NORTE)</b> | <b>Altitud<br/>(msnm)</b> |
|--------------|------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>P1</b>    | <b>Parmalat</b>  | <b>766188</b>              | <b>99161132</b>            | <b>3099</b>               |
| <b>P2</b>    | <b>Familia</b>   | <b>766272</b>              | <b>99147371</b>            | <b>2983</b>               |
| <b>P3</b>    | <b>Indulac</b>   | <b>765801</b>              | <b>99127464</b>            | <b>2963</b>               |

**Fuente: Investigadores**



### 3.2 Resultados de análisis de Agua de los efluentes.

**TABLA N° 11**

**Resultados de los análisis físico-químico de laboratorio de los efluentes.**

| <b>RESUMEN DE ANÁLISIS DE LABORATORIO</b> |                                |              |              |              |
|---|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>PARAMETROS</b>                         | <b>ANALISIS FISICO-QUIMICO</b> |              |              |              |
|   | <b>Unidad</b>                  | <b>M: 01</b> | <b>M: 02</b> | <b>M: 03</b> |
| <b>Temperatura</b>                        | °C                             | 17,8         | 17,1         | 17,5         |
| <b>Conductividad</b>                      | µS/cm                          | 778          | 494          | 586          |
| <b>Turbidez</b>                           | FTU                            | 80,1         | 0,43         | 0,75         |
| <b>Color</b>                              | U. Pt-Co                       | 401          | 14           | 65           |
| <b>Solidos totales disueltos</b>          | mg/L                           | 389          | 247          | 293          |
| <b>Solidos totales suspendidos</b>        | mg/L                           | 45           | 5            | 3            |
| <b>Ph</b>                                 |                                | 8,17         | 7,65         | 7,85         |
| <b>DBO</b>                                | mg/L                           | 415          | 17           | 6            |
| <b>DQO</b>                                | mg/L                           | 850          | 39           | 10           |
| <b>Cloruros</b>                           | mg/L                           | 215,172      | 180,144      | 240,192      |
| <b>Hierro</b>                             | mg/L                           | 0,15         | 0,09         | 0,09         |
| <b>Alcalinidad fenolftaleína</b>          | mg/L                           | 0            | 0            | 0            |
| <b>Alcalinidad total</b>                  | mg/L                           | 14,56        | 12,13        | 12,13        |
| <b>Dureza total</b>                       | mg/L                           | 226,50       | 192,03       | 246,20       |
| <b>Bicarbonatos</b>                       | mg/l                           | 215,172      | 180,144      | 240,192      |

**Elaborado por: Vásquez & Yáñez**

### 3.3 Criterios generales para la descarga de efluentes

#### 3.3.1 Principios básicos para descarga de efluentes

Los laboratorios que realicen los análisis de muestras agua de efluentes o cuerpos receptores deberán estar acreditados por la OAE.

De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá

cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Autoridad Ambiental Nacional establece en la **TABLA 12** la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo sujeto de control.

Los sedimentos, lodos de tratamiento de aguas residuales y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos peligrosos o no peligrosos, de acuerdo a su composición.

Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán adaptar sus ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas, en sujeción a lo establecido en la presente norma.

Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos en áreas no anegadas, se establece lo siguiente:

- a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
- b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá la autorización del Ministerio del Ambiente, para lo cual se requiere el informe previo del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema.

Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas.

Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras de agua potable rural

Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

Se prohíbe el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como dentro de una franja de cien (100) metros medidos desde las orillas de todo cuerpo de agua, de vehículos de transporte terrestre y aeronaves de fumigación, así como el de aplicadores manuales y aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques. Las descargas que se produzcan fuera de esta franja deberán cumplir con las normas correspondientes.

### **3.4 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.**

Dentro del límite de actuación, los municipios tendrán la facultad de definir las cargas máximas permisibles a los cuerpos receptores de los sujetos de control, como resultados del balance de masas para cumplir con los criterios de calidad para defensa de los usos asignados en condiciones de caudal crítico y cargas contaminantes futuras. Estas cargas máximas serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional y estarán consignadas en los permisos de descarga.

Si el sujeto de control es un municipio, este podrá proponer las cargas máximas permisibles para sus descargas, las cuales deben estar justificadas técnicamente; y serán revisadas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente.

La determinación de la carga máxima permisible para una descarga determinada se efectúa mediante la siguiente relación desarrollada a través de un balance de masa, en el punto de descarga, en cualquier sistema consiste de unidades:

$$Q_e.C_e = (Q_e + Q_r)C_c - Q_rC_r \quad \text{En donde:}$$

$C_e$  = concentración media diaria (del contaminante) máxima permitida en la descarga (o efluente tratado), para mantener el objetivo de calidad en el tramo aguas debajo de la descarga, en condiciones futuras.

$C_c$  = concentración media diaria igual al criterio de calidad para el uso asignado en el tramo aguas debajo de la descarga.

$C_r$  = concentración del contaminante en el tramo aguas arriba de la descarga, cuyo valor debe ser menor que la concentración que el criterio de calidad  $C_c$ .

$Q_r$  = caudal crítico de cuerpo receptor, generalmente correspondiente a un periodo de recurrencia de 10 años y siete días consecutivos o caudal con una garantía del 85%, antes de la descarga o caudal ambiental.

$Q_e$  = caudal de la descarga en condiciones futuras (generalmente se considera de 25 años, periodo que es utilizado en el diseño de las obras de descontaminación).

Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Autoridad Ambiental Nacional deberá establecer los criterios de calidad en el cuerpo receptor para los caudales mínimos y cargas contaminantes futuras. La carga máxima permisible que deberá cumplir el sujeto de control será determinada mediante balance de masa del parámetro en consideración.

La entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.

Para el caso en el cual el criterio de calidad es la concentración de bacterias, es la correspondiente modelación bacteriana es de carácter obligatorio, como un Plan Maestro de Control de Contaminación del Agua.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, falta definición de usos de agua (como es el caso de pequeñas municipalidades que no pueden afrontar el costo de los estudios), se utilizarán los valores de la TABLA 10 de limitaciones a las descargas a cuerpos de agua dulce, en forma temporal, con el aval de la Autoridad Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con las normas fijadas considerando el criterio de calidad de acuerdo al uso del cuerpo receptor.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 10).

**TABLA N° 12**

**TABLA 10.- LIMITES PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE**

| <b>Parámetros</b>                      | <b>Expresado como</b>          | <b>Unidad</b>     | <b>Límite máximo permisible</b>  |
|--|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Aceites y Grasas.                      | Sustancias solubles en hexano  | mg/l              | 30,0                             |
| Alkil mercurio                         |                                | mg/l              | No detectable                    |
| Aluminio                               | Al                             | mg/l              | 5,0                              |
| Arsénico total                         | As                             | mg/l              | 0,1                              |
| Bario                                  | Ba                             | mg/l              | 2,0                              |
| Boro total                             | B                              | mg/l              | 2,0                              |
| Cadmio                                 | Cd                             | mg/l              | 0,02                             |
| Cianuro total                          | CN <sup>-</sup>                | mg/l              | 0,1                              |
| Cloro Activo                           | Cl                             | mg/l              | 0,5                              |
| Cloroformo                             | Extracto carbón cloroformo ECC | mg/l              | 0,1                              |
| Cloruros                               | Cl <sup>-</sup>                | mg/l              | 1 000                            |
| Cobre                                  | Cu                             | mg/l              | 1,0                              |
| Cobalto                                | Co                             | mg/l              | 0,5                              |
| Coliformes Fecales                     | NMP                            | Nmp/100 ml        | 10000                            |
| Color real <sup>1</sup>                | Color real                     | unidades de color | * Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Compuestos fenólicos                   | Fenol                          | mg/l              | 0,2                              |
| Cromo hexavalente                      | Cr <sup>+6</sup>               | mg/l              | 0,5                              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O <sub>5</sub> .           | mg/l              | 100                              |

| <b>Parámetros</b>                 | <b>Expresado como</b>     | <b>Unidad</b> | <b>Límite máximo permisible</b> |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------------|
| Demanda Química de Oxígeno        | D.Q.O.                    | mg/l          | 200                             |
| Estaño                            | Sn                        | mg/l          | 5,0                             |
| Fluoruros                         | F                         | mg/l          | 5,0                             |
| Fósforo Total                     | P                         | mg/l          | 10,0                            |
| Hierro total                      | Fe                        | mg/l          | 10,0                            |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH                       | mg/l          | 20,0                            |
| Manganeso total                   | Mn                        | mg/l          | 2,0                             |
| Materia flotante                  | Visibles                  |               | Ausencia                        |
| Mercurio total                    | Hg                        | mg/l          | 0,005                           |
| Níquel                            | Ni                        | mg/l          | 2,0                             |
| Nitrogeno amoniacal               | N                         | mg/l          | 30,0                            |
| Nitrógeno Total Kjedahl           | N                         | mg/l          | 50,0                            |
| Compuestos Organoclorados totales | Organoclorados totales    | mg/l          | 0,05                            |
| Compuestos Organofosforados       | Organofosforados totales. | mg/l          | 0,1                             |
| Plata                             | Ag                        | mg/l          | 0,1                             |
| Plomo                             | Pb                        | mg/l          | 0,2                             |
| Potencial de hidrógeno            | Ph                        |               | 6-9                             |
| Selenio                           | Se                        | mg/l          | 0,1                             |
| Sólidos Suspendidos Totales       | SST                       | mg/l          | 130                             |
| Sólidos totales                   | ST                        | mg/l          | 1 600                           |

| Parámetros              | Expresado como             | Unidad | Límite máximo permisible |
|-------------------------|----------------------------|--------|--------------------------|
| Sulfatos                | $\text{SO}_4^{2-}$         | mg/l   | 1000                     |
| Sulfuros                | $\text{S}^{2-}$            | mg/l   | 0,5                      |
| Temperatura             | $^{\circ}\text{C}$         |        | < 35                     |
| Tensoactivos            | activa al azul de metileno | mg/l   | 0,5                      |
| Tetracloruro de carbono | tetracloruro de carbono    | mg/l   | 0,1                      |

<sup>1</sup> La apreciación del color se estima sobre 10 cm. de muestra diluida

**FUENTE:** LIBRO VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: De la Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al Recurso Agua Anexo 1 tabla 10.



### 3.5 Matriz de resultados

**TABLA N° 13**  
**Muestra N° 1 (Efluente Parmalat)**

| PARAMETRO                   | LIMITE M PERMISIBLE EN LA NORMA | UNIDAD   | VALOR MAXIMO DETECTADO | COMENTARIO  |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|------------------------|---|
| Temperatura                 |                                 | °C       | 17,8                   | Al momento de la toma de la muestra.  |
| Conductividad               |                                 | µS/cm    | 778                    | N/A   |
| Turbidez                    | <b>40 – 100</b>                 | FTU      | 80.1                   | Al no existir los límites permisibles en la tabla 10 del TULSMA. Se ha considerado comparar en función a los Límite máximo permisible NMX-AA-038-SCFI-2001. El valor del parámetro se encuentra por debajo del límite permisible aspecto que si cumple lo establecido por la norma. |
| Color                       |                                 | U. Pt-Co | 401                    | N/A   |
| Solidos totales disueltos   | <b>1,600</b>                    | mg/L     | 389                    | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| Solidos totales suspendidos | <b>130</b>                      | mg/L     | 45                     | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| pH                          | 6-9                             |          | 8,17                   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |

|                           |                |      |              |   |
|---------------------------|----------------|------|--------------|---|
|                           |                |      |              | permisible.   |
| DBO                       | <b>100</b>     | mg/L | <b>415</b>   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobre pasa en un 315% de lo establecido en la norma, por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.  |
| DQO                       | <b>200</b>     | mg/L | <b>815</b>   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobre pasa en un 615 % de lo establecido en la norma, por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento. |
| Cloruros                  | <b>1000,00</b> | mg/L | <b>14,56</b> | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| Hierro                    | <b>10,0</b>    | mg/L | <b>0,15</b>  | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| Alcalinidad fenolftaleína | <b>0,2</b>     | mg/L | <b>0</b>     | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |

|                   |  |      |                |            |
|-------------------|--|------|----------------|------------|
| Alcalinidad total |  | mg/L | <b>215,172</b> | <b>N/A</b> |
| Dureza total      |  | mg/L | <b>226,50</b>  | <b>N/A</b> |
| Bicarbonatos      |  | mg/L | <b>215,172</b> | <b>N/A</b> |

**TABLA N° 14**  
**MUESTRA N° 2 (EFLUENTE FAMILIA SANCELA)**

| PARAMETRO                   | LIMITE M PERMISIBLE EN LA NORMA | UNIDAD   | VALOR MAXIMO DETECTADO | COMENTARIO  |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|------------------------|---|
| Temperatura                 |                                 | °C       | 17.1                   | Al momento de la toma de la muestra   |
| Conductividad               |                                 | µS/cm    | 494                    | N/A   |
| Turbidez                    | <b>40 - 100</b>                 | FTU      | 0,43                   | Al no existir los límites permisibles en la tabla 10 del TULSMA. Se ha considerado comparar en función a los Límite máximo permisible NMX-AA-038-SCFI-2001. El valor del parámetro se encuentra por debajo del límite permisible aspecto que si cumple lo establecido por la norma. |
| Color                       |                                 | U. Pt-Co | 14                     |   |
| Solidos totales disueltos   | <b>1,600</b>                    | mg/L     | 247                    | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| Solidos totales suspendidos | <b>130</b>                      | mg/L     | 5                      | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| pH                          | <b>6-9</b>                      |          | 7,65                   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite  |

|                           |                |             |                |   |
|---------------------------|----------------|-------------|----------------|---|
|                           |                |             |                | máximo permisible.  |
| DBO                       | <b>100</b>     | <b>mg/L</b> | <b>17</b>      | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| DQO                       | <b>200</b>     | <b>mg/L</b> | <b>39</b>      | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Cloruros                  | <b>1000,00</b> | mg/L        | <b>12,13</b>   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Hierro                    | <b>10</b>      | mg/L        | <b>0,09</b>    | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Alcalinidad fenolftaleína | <b>0,2</b>     | mg/L        | <b>0</b>       | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Alcalinidad total         |                | mg/L        | <b>180,144</b> | <b>N/A</b>  |
| Dureza total              |                | mg/L        | <b>192,03</b>  | <b>N/A</b>  |

**TABLA N° 15**  
**MUESTRA N° 3 (EFLUENTE INDULAC)**

| PARAMETRO                   | LIMITE M PERMISIBLE EN LA NORMA | UNIDAD      | VALOR MAXIMO DETECTADO | COMENTARIO  |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|------------------------|---|
| Temperatura                 |                                 | °C          | 17.5                   | Al momento de la toma de la muestra   |
| Conductividad               |                                 | µS/cm       | 586                    | N/A   |
| Turbidez                    | 40 - 100                        | FTU         | 0,75                   | Al no existir los límites permisibles en la tabla 10 del TULSMA. Se ha considerado comparar en función a los Límite máximo permisible NMX-AA-038-SCFI-2001. El valor del parámetro se encuentra por debajo del límite permisible aspecto que si cumple lo establecido por la norma. |
| Color                       |                                 | U. Pt-Co    | 65                     |   |
| Solidos totales disueltos   | <b>1,600</b>                    | <b>mg/L</b> | 293                    | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| Solidos totales suspendidos | <b>130</b>                      | <b>mg/L</b> | 3                      | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| pH                          | 6-9                             |             | 7,85                   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo   |

|                           |                |      |                |   |
|---------------------------|----------------|------|----------------|---|
|                           |                |      |                | de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible.   |
| DBO                       | <b>100</b>     | mg/L | <b>6</b>       | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| DQO                       | <b>200</b>     | mg/L | <b>10</b>      | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Cloruros                  | <b>1000,00</b> | mg/L | <b>12,13</b>   | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Hierro                    | <b>10,0</b>    | mg/L | <b>0,09</b>    | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Alcalinidad fenolftaleína | <b>0,2</b>     | mg/L | <b>0</b>       | De acuerdo a la tabla N° 10 referente a límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible. |
| Alcalinidad total         |                | mg/L | <b>240,190</b> | <b>N/A</b>  |
| Dureza total              |                | mg/L | <b>246,20</b>  | <b>N/A</b>  |

### 3.6 Análisis y discusión de resultados

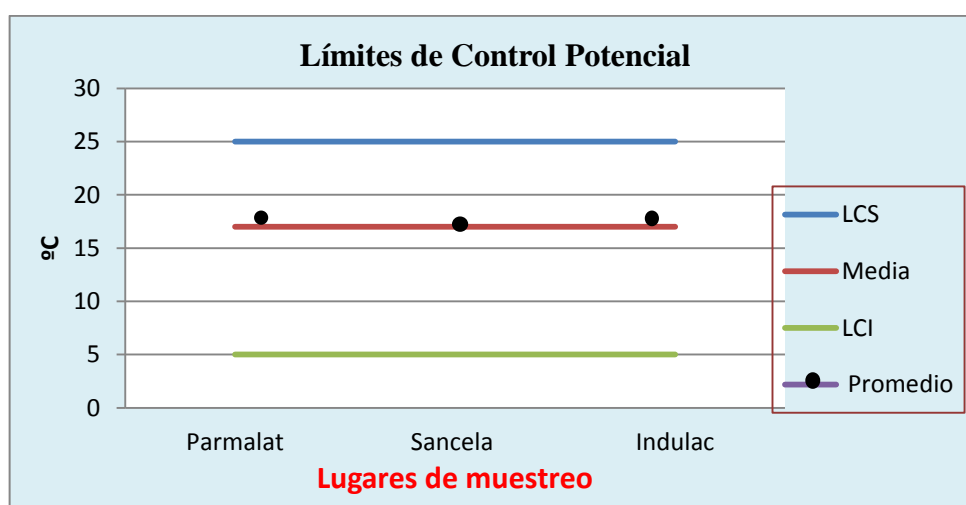
En este capítulo se presentan de resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica de las muestras de aguas residuales obtenidas en cada uno de los puntos de muestreo. Con estos resultados se construyen curvas de límites de control y se analiza la importancia de cada parámetro y su posible selección como un indicador de calidad.

Adicionalmente, se realiza un análisis de la relación entre la calidad del agua en cada punto de descarga y las actividades que se realizan en las zona que genera el agua de la descarga.

#### 3.6.1 Temperatura

El grafico N° 7 contiene los valores promedio de temperatura y sus respectivas desviaciones en los tres puntos de descargas de aguas residuales al río Cutuchi. Se observa que no existe una variación sustancial de la temperatura los promedios obtenidos en el parámetro no tienen variaciones extremas en todos los puntos de descarga, con valores que van desde 17.1 a 17.8 °C.

**Gráfico N° 7.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: TEMPERATURA °C**



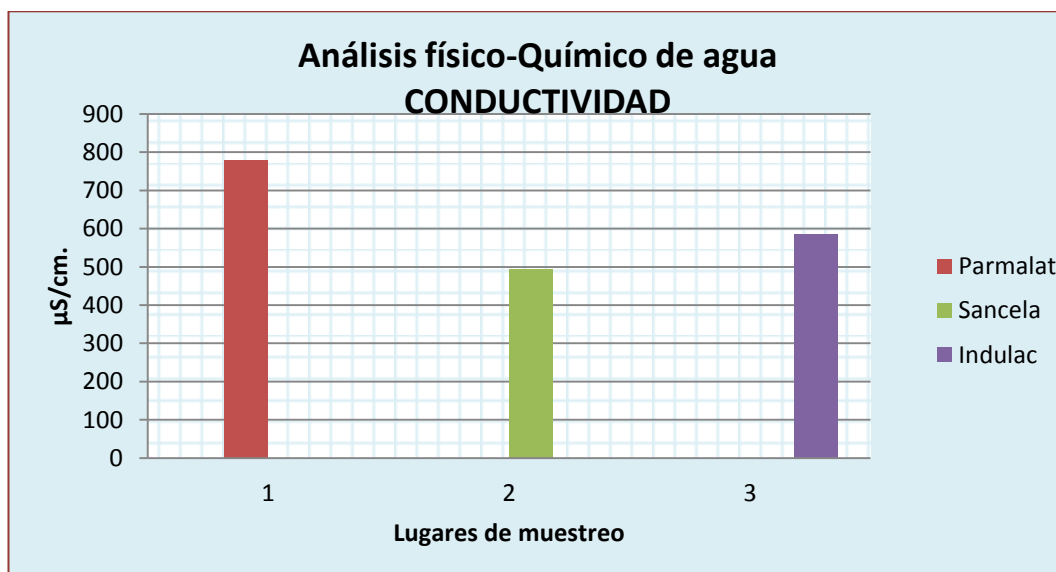


### 3.6.2 Conductividad

Los resultados promedios de conductividad oscilan entre 494 y 778  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , estos resultados indican que existe gran cantidad de sales inorgánicas, no podrían ser utilizadas sin un tratamiento previo si se quiere clasificar estas aguas para uso potencial en un futuro.

Este parámetro no se establece en la Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, Anexo 1 Tabla 10, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, pero es un parámetro necesario para determinar la cantidad de sales por las que la conductividad eléctrica es más efectiva.

**Gráfico N° 8.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: CONDUCTIVIDAD**



### 3.6.3 Turbidez

La turbidez es uno de los parámetros más importantes en la calidad del agua, es un indicativo de su contaminación, tiene un papel importante en el desempeño de laboratorios de prueba de análisis de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

## UNIDADES DE TURBIDEZ

En la expresión de resultados, las unidades actualmente utilizadas son:

| NOMBRE                            | SÍMBOLO Y UNIDAD |
|-----------------------------------|------------------|
| Unidad Nefelométrica de Turbidez  | NTU (1)          |
| Unidad Nefelométrica de Formazina | FNU (1)          |

Se tiene que: 1 NTU = 1 FNU

NORMATIVIDAD.- Existen diferentes normas vigentes con los lineamientos para la determinación de turbidez en la calidad del agua, tanto internacional como nacional y podemos citar algunas de ellas:

- ISO 7027. (1999). Water quality - Determination of turbidity.
- USEPA: Determination of turbidity by nephelometry.

Pero la que ocuparemos para el análisis de la turbiedad es la Norma mexicana: NMX-AA-038-SCFI-2001:ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE TURBIEDAD EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (ANCELA A LA NMX-AA-038-1981) ANALYSIS OF WATER - DETERMINATION OF TURBIDITY IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD.

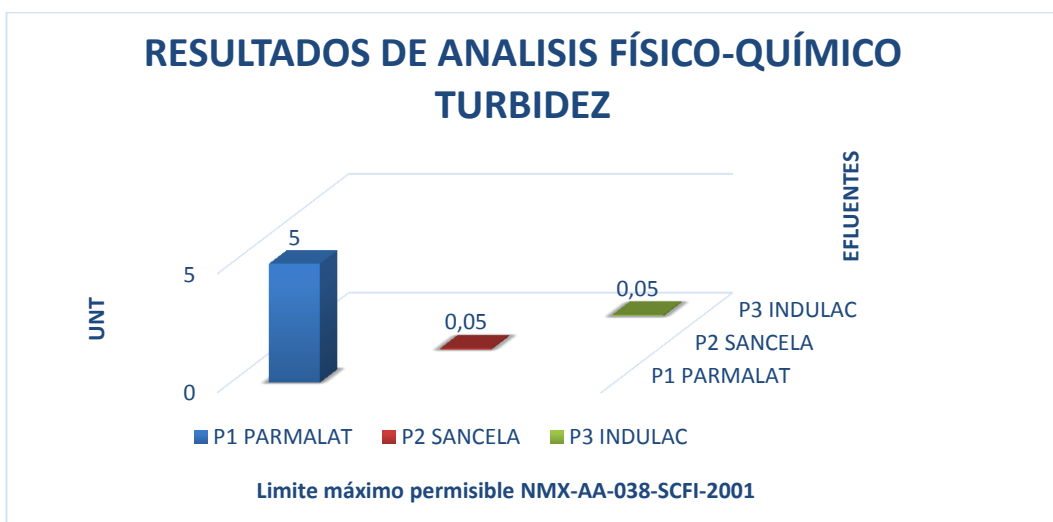
| Margen de turbiedad<br>UNT | Informe de cifra<br>UNT<br>más próxima |
|----------------------------|--|
| 0 - 1,0                    | 0,05                                   |
| 1 - 10                     | 0,1                                    |
| 10 -40                     | 1                                      |
| 40 - 100                   | 5                                      |
| 100 - 400                  | 10                                     |
| 400 - 1 000                | 50                                     |
| > 1 000                    | 100                                    |

**Tabla N° 16**  
**LÍMITE PERMISIBLE DE TURBIEDAD DEL AGUA.**

| <b>Puntos muestreados</b> | <b>Unidad</b> | <b>Limite máximo permisible NMX-AA-038-SCFI-2001</b>                      | <b>Resultados de Análisis</b> |
|---------------------------|---------------|---|-------------------------------|
| P1Parmalat                | UNT           | 5 unidades de turbiedad nefelométricas o su equivalente en otro método    | 80,1                          |
| P2 Sancela                | UNT           | 0,05 unidades de turbiedad nefelométricas o su equivalente en otro método | 0,43                          |
| P3 Indulac                | UNT           | 0,05 unidades de turbiedad nefelométricas o su equivalente en otro método | 0,75                          |

**Fuente: Vásquez & Yánez**

**Gráfico N° 9.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: TURBIDEZ**

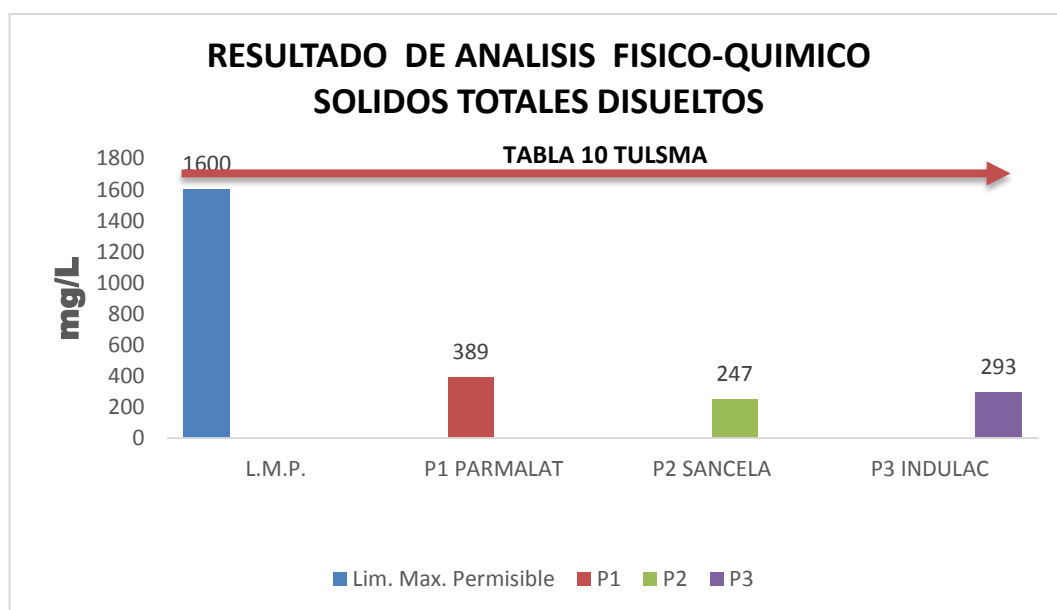


### 3.6.4 Sólidos totales disueltos

El término sólido hace referencia a la materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. Una de las características físicas más importantes del agua es el contenido total de sólidos, esta incluye la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos).

Este parámetro tiene gran similitud con la conductividad en lo que a medición se refiere ya que nos indica la cantidad de sales disueltas en las aguas residuales estas, contienen una gran cantidad por ser aguas en su mayoría de origen orgánico y la conductividad mide aquellas sales, por lo tanto en este caso el parámetro no es de gran significancia.

**Gráfico N° 10.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO STD**

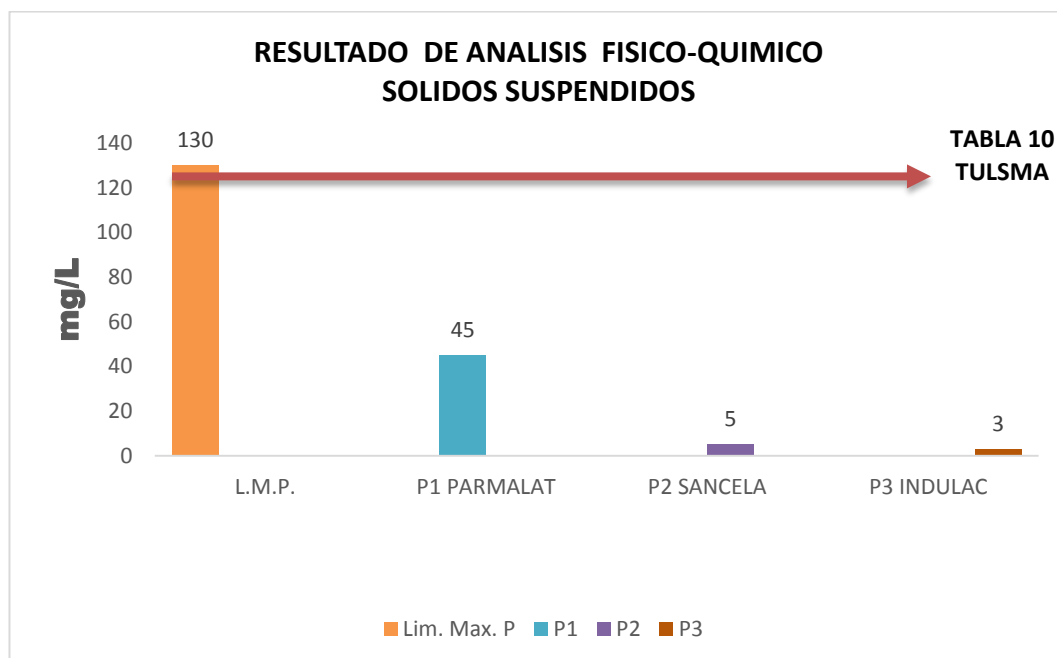


### 3.6.5 Sólidos suspendidos

La determinación de los sólidos suspendidos se basa en el incremento de peso que experimenta un filtro de fibra de vidrio (previamente tarado) tras la filtración al vacío, de una muestra que posteriormente es secada a peso constante a 103-105°C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

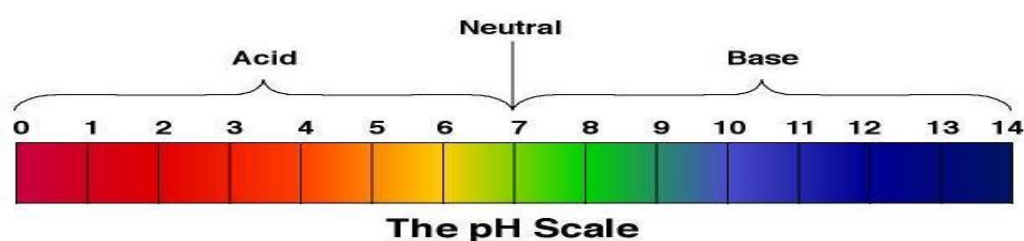
En el gráfico se observan los resultados promedios de los Sólidos suspendidos van de 45 a 5 mg/L no existe una variación marcada en ningún punto de muestreo como se puede observar en el gráfico Este parámetro es de gran importancia en diseños de plantas de tratamiento ayudan a saber qué cantidad de lodos son los que se van a tratar.

**Gráfico N° 11.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO**



### 3.6.6 Potencial Hidrogeno pH

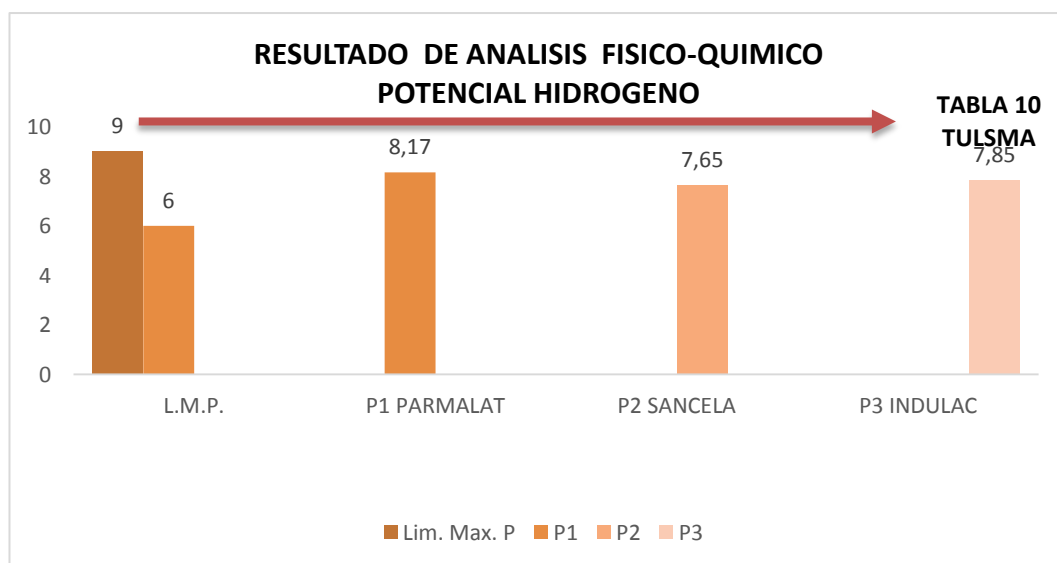
El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. (<http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm#ixzz3a3SSJzRu>)



El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9, los datos promediales indican que no existe alteración alguna.

Gráfico N° 12

#### RESULTADO DE PARÁMETRO: PH

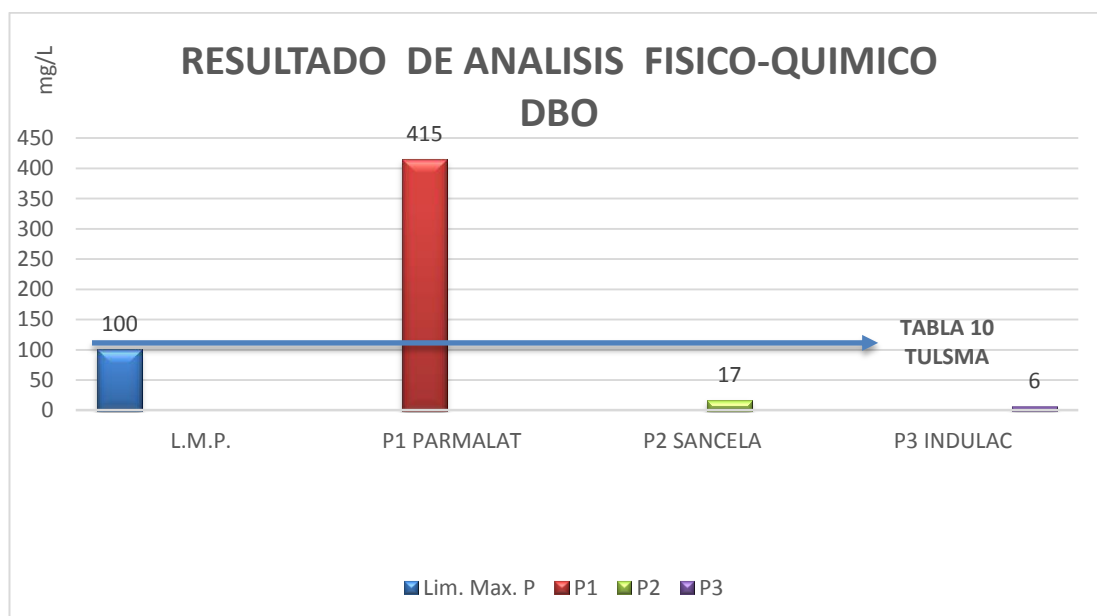


Se aprecia en el gráfico que el parámetro se mantiene en todos los puntos de muestreo

### 3.6.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios, y es un parámetro orientador del grado de contaminación, se observa los valores del grafico N°13 en donde existe un valor alto del efluente de la empresas de lácteos de Parmalat aspecto que sobre pasa en un 315% de lo establecido en la norma, por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.

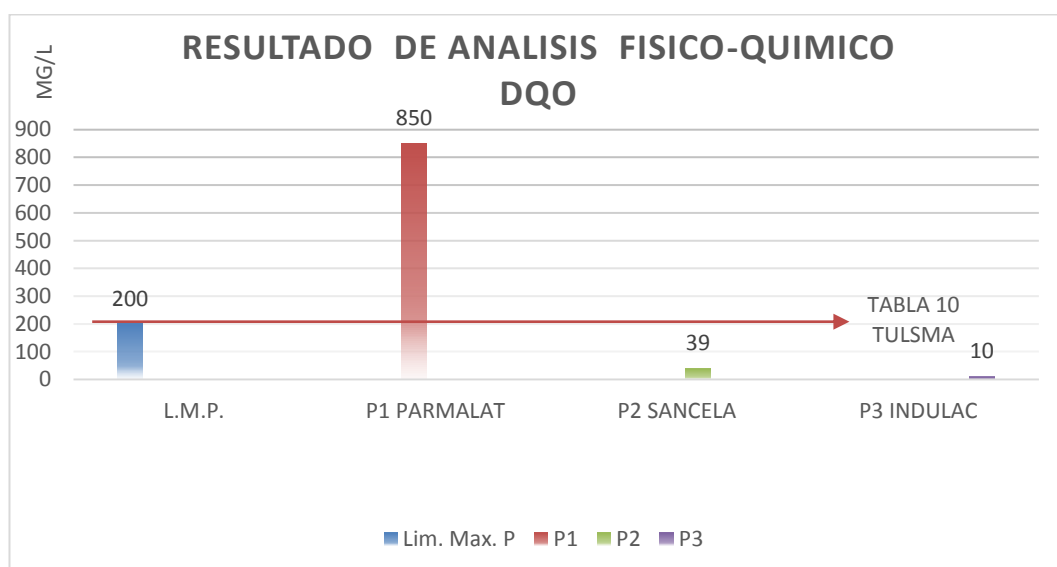
**Gráfico N° 13.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: DBO**



### 3.6.8 Demanda Química de Oxígeno DQO

La Demanda Química de Oxígeno indica la cantidad que necesitan las bacterias para degradar materia orgánica e inorgánica oxidables en las aguas residuales, en el grafico N° 14 se observa que uno de los datos promedio más altos es el de la descarga del efluente de Parmalat, con 850 mg/l sobrepasando el límite permisible establecido en la norma con un 650 mg/L.

**Gráfico N°14.**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: DQO**

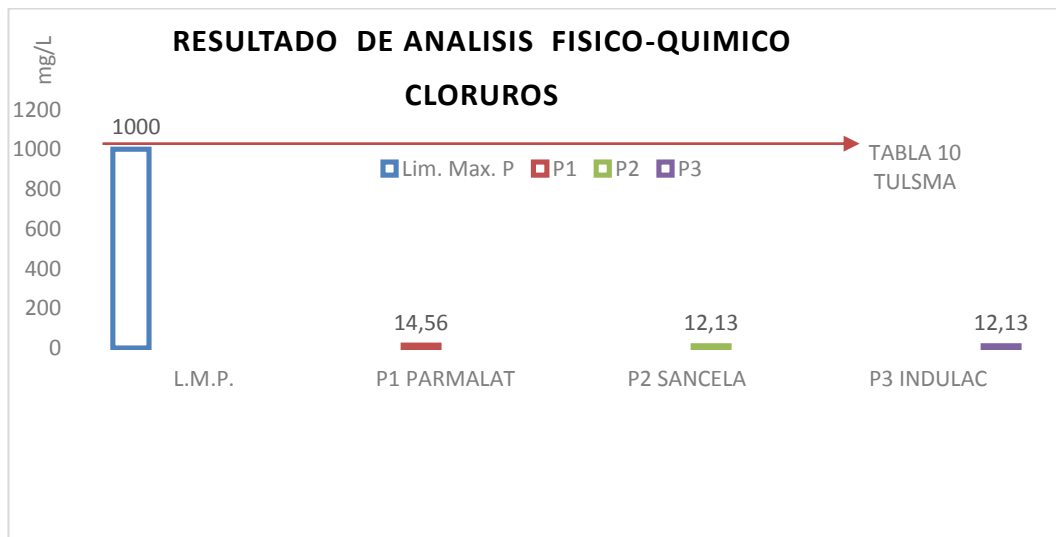


### 3.6.9 Cloruros

Los cloruros registran valores de 14,56 mg/L y 12,13. Estos valores obtenidos en los efluentes de agua al río Cutuchi están dentro del rango permisible según la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA Anexo 1 Tabla 10.



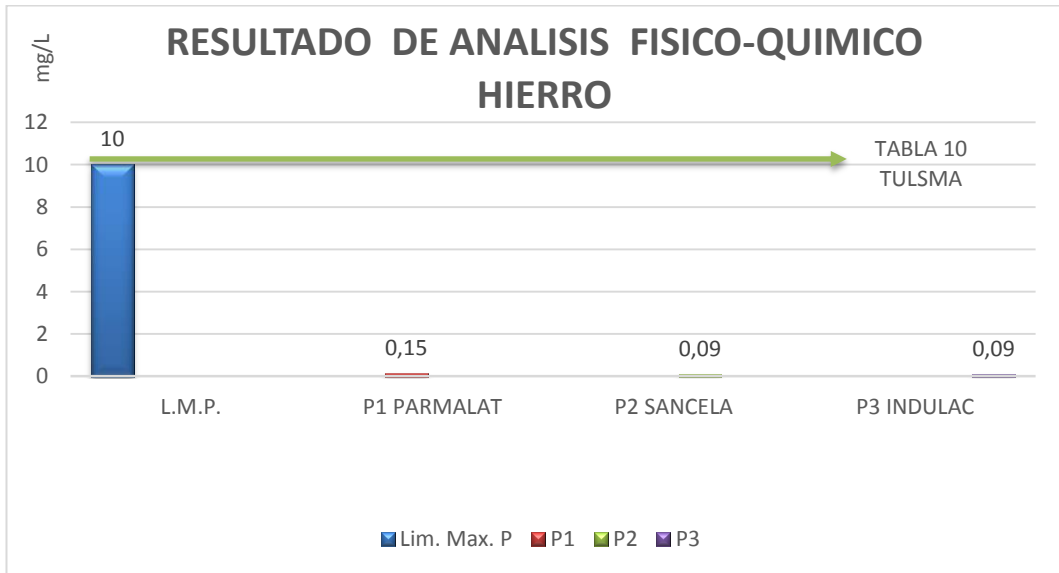
**Gráfico N° 15**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: CLORUROS**



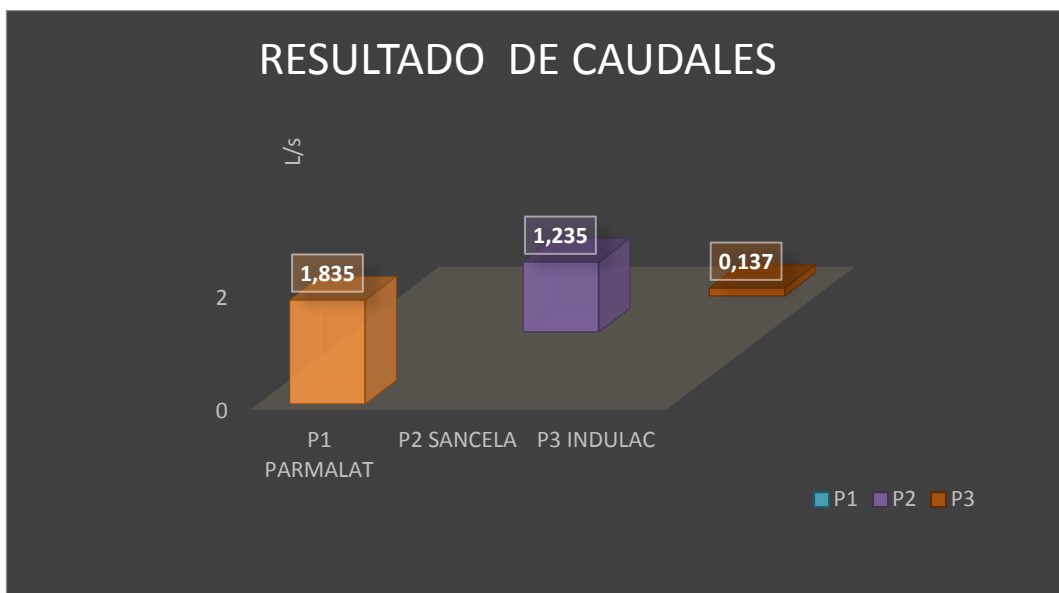
### 3.6.10 Hierro

El hierro registra valores de 0,15 mg/L y 0,09 mg/L. Estos valores obtenidos en los efluentes de agua al río Cutuchi están dentro del rango permisible según la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA Anexo 1 Tabla 10.

**Gráfico N° 16**  
**RESULTADO DE PARÁMETRO: HIERRO**



**Gráfico N° 17.**  
**RESULTADO DE CAUDALES**



## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- ✚ Mediante el análisis de Laboratorio y la interpretación de resultados se concluye que todos parámetros físicos y químicos de los efluentes estudiados como es el caso de Familia Sancela e Indulac están dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa vigente (TULSMA),
- ✚ En el trabajo de campo realizado en el área de estudio se pudo determinar que el efluente contaminado principalmente es de Parmalat ya que los análisis de Laboratorio determinan que los parámetros que sobrepasa los límites permisibles establecidos en la normativa vigente (TULSMA), corresponde al DBO y al DQO, mientras que los demás parámetros físicos y químicos se encuentran dentro del límite permisible.
- ✚ En el efluente de la empresa Parmalat el DBO sobrepasa en un 300% ya que registró 415 mg/L y el límite permisible es de 100 mg/L establecido en Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, Anexo 1 Tabla 10, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.
- ✚ En el efluente de la empresa Parmalat el DQO sobrepasa en un 650% ya que registro 850 mg/L y el límite permisible es de 200 mg/L establecido en Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, Anexo 1 Tabla 10, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.
- ✚ El parámetro de la turbidez no establece un límite permisible en la Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, por lo que se la comparó con la norma mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001, en el cual el margen de turbiedad es de 40 – 100 UNT estando los efluentes estudiados dentro del límite permisible dado por esta Norma.

## 4.2 Recomendaciones

- ✚ Se recomienda socializar los resultados de la presente investigación al Ministerio del Ambiente (MAE) para que se realice el respectivo control de las aguas residuales que se generan en cada una de las empresas antes de ser descargadas al río Cutuchi.
  
- ✚ Se recomienda realizar un monitoreo permanente de los efluentes industriales al río Cutuchi en base a los principios básicos para descarga de efluentes dado en la normativa vigente.
  
- ✚ Y finalmente se recomienda realizar otros análisis físicos y químicos de los efluentes de las empresas estudiadas para determinar parámetros como grasas y aceites, metales pesados, nitritos, nitratos, sulfatos, sulfitos ya que estos parámetros son de gran importancia para evaluar el grado de contaminación existente en las descargas al río Cutuchi. La Autoridad Ambiental Nacional establece en la **TABLA 12** la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo sujeto de control.

## **5. BIBLIOGRAFIA CITADA**

**BENAYAS, J.** El Agua, Guía Para La Educación Ambiental. Colombia, McGraw- Hill, 1989. pp. 5

**CORTES, M. J. E,** 1993. Plantas de Tratamiento de Aguas residuales Para Pequeñas Comunidades, Disponible en (<http://wikibooks.org/wiki/ingenier>)

**CRITES, R.; y TCHOBANOGLIOUS, G.** 2000. Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados. Ed. Por Emma Ariza H. Colombia. Tomo 1, 1043 pp.

**GEYER, J. C., Y LENTZ, J.** Diseño y Evaluación de Sistemas Sanitarios, Trabajo Realizado de la Universidad Johns Hopkins Escuela de Ingeniería, 1962

**INERHI,** 2003 Proyecto Cotopaxi, Estudio Hidrogeológico, 24pp

**LEVINE, A. G., TCHOBANOGLIOUS y T. ASANO** 1985 Caracterización y Distribución Según el Tamaño de Contaminantes en Aguas Residuales: Tratamiento y Reutilización, Vol. 57, No. 7, pp. 205-216.

**MARA, D.** Bacteriology for Sanitary Engineers, Churchill Livington, Edinburgh, 1974

**MENDOCA, S.** Sistemas de Lagunas de Estabilización, cómo utilizar aguas residuales en sistemas de regadío. México, McGraw-Hill Interamericana, 2000. pp. 132 – 155

**METCALF & EDDY, INC.,** Ingeniería Sanitaria: Redes de Alcantarillado y Bombeo de Aguas Residuales, Mc Grw – Hill, Nueva York 1981

**MUÑOZ BADAJOZ**, El agua España 2002.

**SALVATO, J.** Ingeniería Ambiental y Saneamiento, Tercera edición, Wiley Nueva York, 1982

**SANTOS**, Juan E. Biología General. Arequipa: (2009) Available from: <http://biologiageneral.blogcindario.com/2008/03/00004-biomoleculas.html>

**SAWYER, C, MC CARTY, L, PARKIN, F.** 1994. Química para la Ingeniería Ambiental. Ed Mc Graw - Hill, New York.

**SEOANEZ, M.** 1995. Expansión Urbana

**STANDARD METHODS.** 1995 Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 19th. Ed., American Public Health Association, Washington, DC.

**THOMAS, H., A.** 1950 Bacterial Desinties from Fermentation Tube Tests, Journal American Water Works Association, Vol.34, No.4, p.572 1885.

## ANEXOS

### ANALISIS FÍSICO QUIMICO DE EL EFLUENTE PARMALAT

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES  
 FLOCULANTES - COAGULANTES  
 PLANTAS POTABILIZADORAS  
 REMEDIACION AMBIENTAL  
 ABSORCION DE CRUDOS  
 REACTIVOS QUIMICOS  
 CARBON ACTIVADO  
 GRAVA SILISICA  
 BARITINA  
 BOMBAS

**WASCORP S.A.**

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutunlaguas, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678253  
**LABORATORIO DE AGUAS**

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-013

|  |  |
|--|--|
| <b>CLIENTE:</b>                        | <b>RENE ZAMBRANO</b>                         |
| <b>LUGAR:</b>                          | LATACUNGA                                    |
| <b>FECHA DE MUESTREO:</b>              | 11/02/2015                                   |
| <b>FECHA DE REPORTE:</b>               | 18/02/2015                                   |
| <b>IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:</b> | <b>M1 PARMALAT</b>                           |
|  | Rio Cutuchi ( MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE) |

| ANALISIS FISICO-QUIMICO   |                 |           | TULSMA                   |
|---------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| PARAMETRO                 | UNIDADES        | Muestra 1 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
| pH                        | .....           | 8,17      | 6 - 9                    |
| Conductividad             | µS/cm           | 778       | ***                      |
| Turbidez                  | FTU             | 80,1      | ***                      |
| Color                     | U. Pt-Co        | 401       | Inapreciable 1:20        |
| Alcalinidad Total         | mg/L como CaCO3 | 215,172   | ***                      |
| Alcalinidad Fenolaleína   | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Bicarbonatos (CO3H-)      | mg/L como CaCO3 | 215,172   | ***                      |
| Carbonatos (CO3=)         | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Hidroxilos (OH-)          | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Dureza Total              | mg/L como CaCO3 | 226,50    | ***                      |
| Dureza Cálcica            | mg/L como CaCO3 | 108,33    | ***                      |
| Dureza Magnésica          | mg/L como CaCO3 | 118,17    | ***                      |
| Calcio (Ca++)             | mg/L            | 43,50     | ***                      |
| Magnesio (Mg++)           | mg/L            | 28,82     | ***                      |
| Hierro (Fe+++)            | mg/L            | 0,15      | 10                       |
| Cloruros (Cl-)            | mg/L            | 14,56     | 1000,0                   |
| DBO5                      | mg/L            | 415       | 100,0                    |
| DQO                       | mg/L            | 850       | 200,0                    |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L            | 389       | 1600,0                   |
| Sólidos Suspendidos       | mg/L            | 45        | 130                      |

\*\*\*= No se encuentra especificado en la norma TABLA 10 - REQUISITOS DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Atentamente:


Togo: EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

R.U.C. - 0902345063001

Revisado

# ANALISIS FÍSICO QUIMICO DE EL EFLUENTE FAMILIA SANCELA



**WASCORP S.A.**  
WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuagagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678289 / 3678253  
LABORATORIO DE AGUAS

**TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES**  
**FLOCULANTES - COAGULANTES**  
**PLANTAS POTABILIZADORAS**  
**REMEDIACION AMBIENTAL**  
**ABSORCION DE CRUDOS**  
**REACTIVOS QUIMICOS**  
**CARBON ACTIVADO**  
**GRAVA SILISICA**  
**BARITINA**  
**BOMBAS**


**REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-014**

|  |  |
|--|--|
| <b>CLIENTE:</b>                        | RENE VASQUEZ   |
| <b>LUGAR:</b>                          | LATACUNGA  |
| <b>FECHA DE MUESTREO:</b>              | 11/02/2015   |
| <b>FECHA DE REPORTE:</b>               | 18/02/2015   |
| <b>IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:</b> | M2 FAMILIA SANCELA<br>Rio Cutuchi ( MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE) |

| ANALISIS FISICO-QUIMICO   | UNIDADES        | Muestra 2 | TULSMA                   |
|---------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
|                           |                 |           | LIMITE MAXIMO PERMISIBLE |
| pH                        |                 | 7,65      | 6 - 9                    |
| Conductividad             | µS/cm           | 494       | ***                      |
| Turbidez                  | FTU             | 0,43      | ***                      |
| Color                     | U. Pt-Co        | 14        | Inapreciable 1,20        |
| Alcalinidad Total         | mg/L como CaCO3 | 180,144   | ***                      |
| Alcalinidad Fenolaleina   | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Bicarbonatos (CO3H-)      | mg/L como CaCO3 | 180,144   | ***                      |
| Carbonatos (CO3=)         | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Hidroxilos (OH-)          | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Dureza Total              | mg/L como CaCO3 | 182,03    | ***                      |
| Dureza Cálcica            | mg/L como CaCO3 | 93,55     | ***                      |
| Dureza Magnésica          | mg/L como CaCO3 | 98,48     | ***                      |
| Calcio (Ca++)             | mg/L            | 37,57     | ***                      |
| Magnesio (Mg++)           | mg/L            | 24,02     | ***                      |
| Hierro (Fe+++)            | mg/L            | 0,09      | 10                       |
| Cloruros (Cl-)            | mg/L            | 12,13     | 1000,0                   |
| DBO5                      | mg/L            | 17        | 100,0                    |
| DQO                       | mg/L            | 39        | 200,0                    |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L            | 247       | 1600,0                   |
| Sólidos Suspendedos       | mg/L            | 5         | 130                      |

\*\*\*= No se encuentra especificado en la norma TABLA 10 - REQUISITOS DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Atentamente:



**Tcp. EDGAR MOROMENACHO**

**WASCORP S.A.**  
R.U.C.: 0992345063001  
Ing. Vinicio Peasco

Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 ( Quito ) Sector Cutuagagua, Barrio Santa Isabel  
Calle B No. 35 \* Telf. 3678 289 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 099 4392 443  
www.wascorp.com.ec / www.wascorp@andino.net / www.wascorp@andino.net



# ANALISIS FÍSICO QUIMICO DE EL EFLUENTE INDULAC

PLANTAS  
 REMEDIACION AMBI  
 ABSORCION DE CH  
 REACTIVOS QUIM  
 CARBON ACTIV  
 GRAVA SIL  
 BAI  
 BO

## WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.  
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglaqua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678289 / 3678253  
 LABORATORIO DE AGUAS

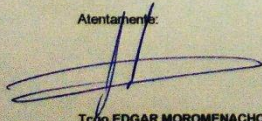
### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-015

CLIENTE: RENE VASQUEZ  
 LUGAR: LATACUNGA  
 FECHA DE MUESTREO: 11/02/2015  
 FECHA DE REPORTE: 18/02/2015  
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M3 INDULAC  
 Rio Cutuchi ( MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE)

| ANALISIS FISICO-QUIMICO   |                 | TULSMA    |                          |
|---------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| PARAMETRO                 | UNIDADES        | Muestra 3 | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
| pH                        | .....           | 7,85      | ,6 - ,9                  |
| Conductividad             | µS/cm           | 586       | ***                      |
| Turbidez                  | FTU             | 0,75      | ***                      |
| Color                     | U. Pt-Co        | 65        | Inapreciable 1:20        |
| Alcalinidad Total         | mg/L como CaCO3 | 240,192   | ***                      |
| Alcalinidad Fenolaleína   | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Bicarbonatos (CO3H-)      | mg/L como CaCO3 | 240,192   | ***                      |
| Carbonatos (CO3=)         | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Hidroxilos (OH-)          | mg/L como CaCO3 | 0         | ***                      |
| Dureza Total              | mg/L como CaCO3 | 246,20    | ***                      |
| Dureza Cálcica            | mg/L como CaCO3 | 113,25    | ***                      |
| Dureza Magnésica          | mg/L como CaCO3 | 132,95    | ***                      |
| Calcio (Ca++)             | mg/L            | 45,48     | ***                      |
| Magnesio (Mg++)           | mg/L            | 32,43     | ***                      |
| Hierro (Fe+++)            | mg/L            | 0,09      | 10                       |
| Cloruros (Cl-)            | mg/L            | 12,13     | 1000,0                   |
| DBO5                      | mg/L            | 6         | 100,0                    |
| DQO                       | mg/L            | 10        | 200,0                    |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L            | 293       | 1600,0                   |
| Sólidos Suspendidos       | mg/L            | 3         | 130                      |

\*\*\*= No se encuentra especificado en la norma TABLA 10 - REQUISITOS DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Atentamente:



Tcgo. EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

R.U.C.: 0992345063001

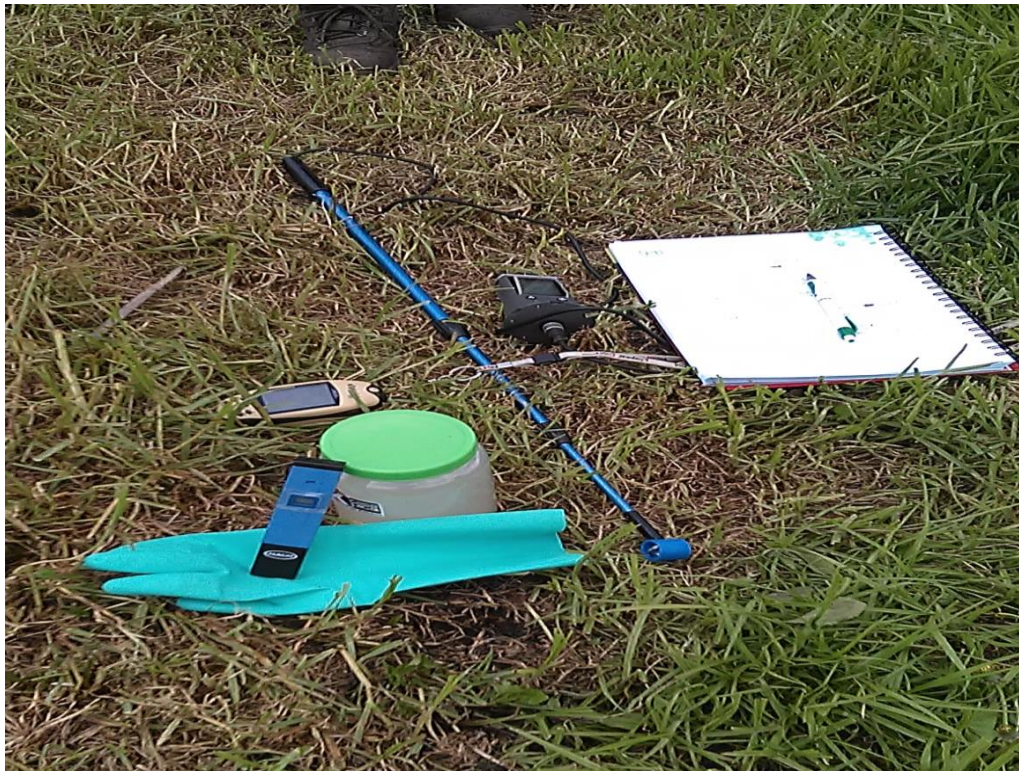
Ing. Viracio Pasaca

Revisado

## AREA DE ESTUDIO RIO CUTUCHI



## MATERIALES UTILIZADOS PARA REALIZAR EL MUESTREO



## **CONTAMINACIÓN POR LA LÁCTEOS PARMALAT**



## **CONTAMINACIÓN POR FAMILIA SANCELA**



## CONTAMINACION POR INDULAC



## TOMA DE MUESTRAS





**TOMA DE CAUDALES**

