

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

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



**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

“DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA CANTIDAD DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS AGUAS AFLUENTES DEL RÍO CUTUCHI DESDE EL PUENTE CINCO DE JUNIO HASTA LOS MOLINOS POULTIER, CANTÓN DE LATACUNGA. PROVINCIA DE COTOPAXI. PERIODO 2013 - 2014”

**Trabajo de investigación previo a la obtención de Título de Ingenieros en Medio Ambiente**

**Postulantes:** Guerrero Crespo Maritza del Carmen

Arias Pilatuña Hugo Eduardo

**Director:** M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Latacunga – Ecuador

2014

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Guerrero Crespo Maritza del Carmen y Arias Pilatuña Hugo Eduardo; declaramos bajo juramento que el trabajo descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo que establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

POSTULANTES:

-----  
Maritza del Carmen Guerrero Crespo

C.I. 1717114019

-----  
Hugo Eduardo Arias Pilatuña

C.I. 1708548308



## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Yo, M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado con el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA CANTIDAD DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS AGUAS AFLUENTES DEL RÍO CUTUCHI DESDE EL PUENTE CINCO DE JUNIO HASTA LOS MOLINOS POULTIER, CANTÓN DE LATACUNGA. PROVINCIA DE COTOPAXI. PERIODO 2013 - 2014”**, de autoría de los Señores: Guerrero Crespo Maritza del Carmen y Arias Pilatuña Hugo Eduardo, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente.

**CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizada las correcciones emitidas por el Tribunal de Tesis; por tanto autorizo la presentación de este empastado; mismo que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

-----  
M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

**DIRECTOR DE TESIS**

**C.I 0501444582**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

### CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis de los señores: Guerrero Crespo Maritza del Carmen y Arias Pilatuña Hugo Eduardo, con el Tema: “DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA CANTIDAD DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS AGUAS AFLUENTES DEL RÍO CUTUCHI DESDE EL PUENTE CINCO DE JUNIO HASTA LOS MOLINOS POULTIER, CANTÓN DE LATAACUNGA. PROVINCIA DE COTOPAXI. PERIODO 2013 - 2014”, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

-----  
Ing. Renán Lara

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Ivonne Endara

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Eduardo Cajas

OPOSITOR DEL TRIBUNAL

## **AVAL DE TRADUCCIÓN**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por haberme brindado salud y vida para hacer realidad este sueño anhelado.

Al Alma Mater del saber UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, distinguida universidad, por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mi director de tesis, M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos, por su esmero y dedicación, quien con su experiencia, profesionalismo, conocimientos, paciencia y su motivación ha permitido que mi estudio culmine con satisfacción.

También quiero agradecer a todos mis profesores, que en el transcurso de mi carrera profesional aportaron con un granito de arena a mi formación.

Maritza del Carmen Guerrero Crespo

## **AGRADECIMIENTO**

Todo ser humano por lo general debemos cultivar y sembrar los valores, como el respeto, la gratitud y el reconocimiento durante toda la vida, por lo tanto mi profundo agradecimiento a Dios por darme la salud y vida para culminar esta meta propuesta por mí, a la alma mater de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme dado la oportunidad de combinar el estudio con el trabajo y ser la formadora de grandes profesionales en servicio de nuestro país.

Un profundo agradecimiento a las autoridades de la carrera, a los señores profesores que con su sabiduría y capacidad profesional supieron impartir todos sus conocimientos y de manera especial al M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos, Director de Tesis, por orientarme para una mejor presentación del presente trabajo y a toda mi familia.

Hugo Eduardo Arias Pilatuña

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo para las personas que hicieron todo para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes mis padres Vicente y Carmela, mis hermanos, hermanas y de manera especial a mi cuñado Vinicio quien me encamino en esta maravillosa profesión.

Con todo mi cariño y mi amor a esa persona tan especial que comparte mi vida, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado. A mi adorado hijo Danny Herrera quién me presto el tiempo que le pertenecía y motivarme para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para él.

A quienes no pudieron físicamente estar en los momentos de mis logros mis ángeles Danilo y Nathaly, por siempre mi corazón.

Maritza del Carmen Guerrero Crespo

## **DEDICATORIA**

Con el presente trabajo, se cristaliza todos mis sueños y aspiraciones y a la vez me motiva para emprender un nuevo horizonte en bienestar personal, familiar y por un país progresista. Por este motivo dedico este esfuerzo académico a mi Padre que no está presente físicamente pero sus consejos y bendiciones siempre está presente en cada momento.

A mi madre y familia, en especial a mi esposa e hijos por el apoyo incondicional brindado durante todo el tiempo hasta la culminación de mi carrera profesional.

Hugo Eduardo Arias Pilatuna

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	I
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	II
AVAL DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS.....	III
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
INDICE GENERAL.....	IX
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIV
II FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	XVI
III JUSTIFICACIÓN.....	XVII
IV OBJETIVOS.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 Marco Teórico.....	2
1.2.1 El Agua.....	2
1.2.1.1 Propiedades y funciones del agua.....	3
1.2.2 Contaminación del Agua.....	3
1.2.3 Tipos de contaminantes.....	7
1.3 La contaminación del agua en el Ecuador.....	14
1.4 Fuentes de contaminación.....	15
1.5 Marco Legal.....	21
1.6. Marco Conceptual.....	25

CAPÍTULO II	
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	31
2.1 Línea base.....	31
2.2. Diseño metodológico.....	32
2.3 Métodos y técnicas.....	34
2.3.1 Métodos.....	34
2.3.2Técnicas.....	34
CAPÍTULO III	
3. RESULTADOS.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nro. 1 Tulas.....	27
TABLA Nro. 2 Valores de conductividad eléctrica.....	42
TABLA Nro.3 Datos de resultados de muestreos.....	45

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nro.1 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 1.....	47
GRÁFICO Nro.2 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 2.....	48
GRÁFICO Nro.3 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 3.....	49
GRÁFICO Nro.4 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 4.....	50
GRÁFICO Nro.5 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 5.....	51
GRÁFICO Nro.6 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 6.....	52
GRÁFICO Nro.7 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 7.....	53
GRÁFICO Nro.8 Determinación de OXÍGENO DISUELTO-PUNTO 8.....	54

GRÁFICO Nro. 9 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 1 .....	55
GRÁFICO Nro. 10 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 2 .....	56
GRÁFICO Nro. 11 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 3 .....	57
GRÁFICO Nro. 12 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 4 .....	58
GRÁFICO Nro. 13 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 5 .....	59
GRÁFICO Nro. 14 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 6 .....	60
GRÁFICO Nro. 15 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 7 .....	61
GRÁFICO Nro. 16 Determinación de CONDUCTIVILIDAD ELÉCTRICA	
PUNTO DE MUESTREO 8 .....	62

### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO Nro. 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	71
ANEXO Nro. 2 ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	72
ANEXO Nro. 3 FOTOGRAFÍAS DE INVESTIGACIÓN .....	74

## **TEMA DE TESIS**

“DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA CANTIDAD DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS AGUAS AFLUENTES DEL RÍO CUTUCHI DESDE EL PUENTE CINCO DE JUNIO HASTA LOS MOLINOS POULTIER, CANTÓN DE LATACUNGA. PROVINCIA DE COTOPAXI. PERIODO 2013 - 2014”

## **RESUMEN**

El presente trabajo investigativo contempla dentro de su temática y área investigativa parámetros de relevancia ambiental como son la Conductividad y Oxígeno Disuelto en lo referente a la contaminación que soporta el río Cutuchi desde el Puente Cinco de Junio hasta los Molinos Poulthier del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, debido a la presencia de factores contaminantes como industrias, aguas servidas descargadas directamente por sus afluentes y por factores antropogénicos.

Considerando ocho puntos monitoreados en dos horas pico del día, punto 1: puente 5 de junio; punto 2: casa de la cultura; punto 3: tribunal provincial electoral; punto 4: gasolinera el terminal; punto 5: hospital Latacunga; punto 6: dos puentes; punto 7: Molinos Poulthier Norte; punto 8: Molinos Poulthier Sur. De igual forma se encuentra la aplicación metodológica y técnicas utilizadas en la investigación de este trabajo de tesis; se realiza la interpretación de resultados mismos que fueron analizados en los parámetros físicos químicos propuestos comparando los valores de los análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental, representados mediante tablas de comparación y gráficas.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación incontrolable que viene creándose cada segundo, por los afluentes contaminantes que se descargan en el río Cutuchi, ubicado en el Cantón Latacunga. Han transcurrido veinte años de procesos contaminantes, al punto de convertirse estas aguas en un líquido espumoso y pestilente, llevando y dejando en su recorrido sustancias peligrosas ; ocasionando enfermedades y destrucción a grandes extensiones de terrenos agrícolas y sobre todo produciendo alteraciones peligrosas para la salud humana.

Con la problemática, en el presente proyecto, se determinó la conductividad eléctrica y la concentración de oxígeno disuelto y los componentes contaminantes, en los afluentes del río a Cutuchi, desde el puente Cinco de Junio hasta los Molinos Poulitier. Se describe los factores contaminantes del río. Finalmente se plantea desarrollar una propuesta de remediación referente a la variación de conductividad eléctrica y concentración oxígeno disuelto presentes en el río Cutuchi, en el sector investigado.

Las muestras para la investigación, se tomó en diferentes horas y puntos, cumpliendo las normativas y con los materiales específicos.

Los resultados descritos, están de acuerdo a las normativas y parámetros vigentes (TULAS), especificados en tablas y gráficos, señalando la interpretación del cumplimiento o no, según los parámetros permitidos de oxígeno disuelto y conductividad eléctrica.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La contaminación que se viene desarrollando a través del tiempo, desde el conocimiento del hombre que empezó a tener referente al uso de los recursos naturales, ha sido la destrucción de la naturaleza en forma permanente y desbastadora, lo que ha dado lugar a la contaminación de los recursos hídricos en el planeta, diferenciándose al nivel de los países desarrollados y subdesarrollados.

Ante estos aspectos, cabe hacer una reflexión ya que si bien es cierto, el agua es abundante, el ser humano solo cuenta con una ínfima parte para su subsistencia. Si a esto sumamos el despilfarro exagerado, la contaminación que sufren las aguas en general, la mala distribución del agua dulce en el planeta y el uso no sostenible del recurso no cabe la menor duda que a corto o mediano plazo el planeta tendrá conflictos y graves problemas en cuanto al acceso de este recurso, tanto así que en la actualidad hay países que ya están viviendo lo que se denomina el "estrés hídrico"

En referencia al Ecuador y específicamente en la provincia de Cotopaxi, no existe una política transparente que señale una planificación pragmática para el buen manejo del recurso hídrico y su sustentabilidad, que permita encaminarnos hacia una sociedad consciente y equitativa en uso adecuado de los recursos

La problemática del recurso hídrico se puede resumir en dos puntos:

- Contaminación del agua: proviene del uso indiscriminado de agroquímicos químicos, aguas servidas, desechos sólidos, actividad minera.
- Aprovechamiento deficiente: existen elevadas pérdidas en los sistemas de conducción de agua para riego y mucho desperdicio en sistemas de agua potable.

En la ciudad de Latacunga, el río Cutuchi presenta una elevada contaminación de sus aguas, debido a la presencia de factores contaminantes como industrias, aguas servidas descargadas directamente por sus afluentes y por factores antropogénicos.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿La contaminación de las aguas del río Cutuchi por sus afluentes en el sector comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poulitier influye en la conductividad eléctrica y la concentración de oxígeno disuelto?

## JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la calidad de agua tanto en sectores urbanos como rurales constituye una necesidad imprescindible para el desarrollo de los pueblos puesto que esto permitirá implementar actividades de conservación y sustentabilidad, labores de saneamiento y desarrollo de planes y programas de manejo, basado en el proceso participativo de los actores sociales.

El presente estudio investigativo pretende señalar alternativas sobre las condiciones químicas del recurso hídrico en base a resultados y análisis químicos y aportar al manejo integral del río Cutuchi, también pretende socializar información obtenida y los métodos de muestreo aplicados en la investigación para generar conciencia colectiva de manejo y conservación

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la investigación pretende dar a conocer las generalidades acerca de la contaminación del río Cutuchi, las causas y consecuencias así como proponer alternativas del desarrollo para el uso sostenible del recurso.

Los beneficiarios del presente estudio es la población de la Región Central del país, por ser el río Cutuchi parte de la cuenca del Pastaza, lo que influye en procesos contaminantes y la destrucción de la capa biótica en todos los sectores de su influencia.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la conductividad eléctrica y la concentración de oxígeno disuelto en las aguas afluentes del río Cutuchi en el tramo comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poultier, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, período 2013.

### **Objetivos Específicos**

- Describir los factores contaminantes del río Cutuchi en el sector comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poultier.
- Analizar los componentes contaminantes referentes a la conductividad eléctrica y concentración de oxígeno disuelto descargados al río Cutuchi en el sector comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poultier.
- Desarrollar una propuesta de remediación referente a la variación de conductividad eléctrica y concentración oxígeno disuelto presentes en el río Cutuchi en el sector investigado.

# **CAPITULO I**

## **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

En nuestro país, las aguas negras procedentes de los sistemas de recolección y alcantarillado, descargan en la mayoría de los casos, en los cursos de agua naturales para su disposición final. Se exceptúan algunas formas de irrigación. La descarga está limitada por la capacidad de auto purificación de las aguas receptora.

En el cantón Latacunga, hace 20 años ya se menciona la contaminación de las aguas del río Yanayacu y consecuentemente el río Cutuchi, principal corriente de agua dulce, además Latacunga no dispone de un tratamiento de sus aguas residuales razón por la que el grado de contaminación supera todos los límites permitidos.

La contaminación del agua provoca en muchos ríos y en este caso en especial el río Cutuchi, a pesar de tener agua corriendo una serie de contaminaciones en su recorrido debido a la presencia de agentes y fuentes contaminantes de tipo industrial, artesanal y

residual de viviendas en general lo que hace que esta agua no pueda utilizarse para el regadío ni aun para la generación eléctrica lo que limita su calidad y por ende su cantidad. Este escenario trae como consecuencias importantes en la gestión de los recursos hídricos ya que la falta de agua en zonas bajas aumenta la presión sobre los páramos y ecosistemas de altura para suplir de agua de buena calidad a las poblaciones locales.

Las aguas del río Cutuchi es un líquido espumoso pestilente que llega mediante canales de hormigón a regar grandes extensiones de tierra de las provincias de Cotopaxi y Tungurahua; de acuerdo a esto se han realizado estudios y aplicado alternativas para su conservación tales como: el de la Ilustre Municipalidad de Latacunga al emitir una ordenanza en la que se limita la descarga de emisiones al río, el ex Consejo Nacional de Recurso Hídricos ahora Secretaria Nacional del Agua y el Instituto Nacional de Riego de Cotopaxi luego de varios estudios han declarado al río Cutuchi como un “río muerto” por sus altos niveles de contaminación con substancia peligrosas como el boro, plomo, permanganato de potasio, pesticidas, grasas y altos contenido de coliformes fecales, que pueden ocasionar alteraciones severas y peligrosas para la salud humana como manifiestan especialistas de la Sociedad de Lucha Contra el Cáncer (SOLCA) 2012.

## **1.2. MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1 EL AGUA**

El agua es una sustancia de vital importancia para la vida con excepcionales propiedades consecuencia de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace tiene una gran

importancia porque confiere al agua propiedades que se corresponden con mayor masa molecular. De ahí sus elevados puntos de fusión y ebullición, imprescindibles para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura de la Tierra. Su alto calor específico la convierte en un excepcional amortiguador y regulador de los cambios térmicos, manteniendo la temperatura corporal constante. El alto valor del calor de vaporización permite eliminar, por medio del sudor, grandes cantidades de calor preservándonos de los «golpes de calor». Otra propiedad que hace que esta molécula sea única es su amplia capacidad como disolvente de sustancias polares. ÁNGELES CARBAJAL AZCONA y MARÍA GONZÁLEZ FERNÁNDEZ (Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid)

### **Propiedades y funciones biológicas del agua**

El agua es un compuesto extraordinariamente simple, es sin embargo una sustancia de características tan excepcionales y únicas que sin ella sería imposible la vida. El hombre tiene necesidad de agua para realizar sus funciones vitales, para preparar y cocinar los alimentos, para la higiene y los usos domésticos, para regar los campos, para la industria, para las centrales de energía: en una palabra, para vivir.

El agua es en el hombre, el líquido en el que se produce el proceso de la vida y, de hecho, la supervivencia de las células depende de su capacidad para mantener el volumen celular y la homeostasia. Es fundamental para prácticamente todas las funciones del organismo y es también su componente más abundante. Sin embargo, aunque dependemos de ella, nuestro organismo no es capaz de sintetizarla en cantidades suficientes ni de almacenarla, por lo que debe ingerirse regularmente. Por ello, el agua es un verdadero nutriente que debe formar parte de la dieta en cantidades mucho mayores que las de cualquier otro nutriente. Existen organismos capaces de vivir sin luz, incluso sin oxígeno, pero ninguno puede vivir

sin agua. Hildreth Brian: Un hombre puede vivir días sin comer, pero sólo unos 2-5 días sin agua.

El agua de los ríos, el agua subterránea, el agua de lluvia y el agua que bebemos contiene siempre otras sustancias disueltas que, aún en cantidades reducidas, aportan cualidades organolépticas y nutritivas por lo que el agua también debe considerarse un alimento, un componente más de nuestra dieta, un ingrediente fundamental en la cocina, contribuyendo al aporte de algunos nutrientes.

El agua tiene una distribución irregular de la densidad electrónica, pues el oxígeno, uno de los elementos más electronegativos, atrae hacia sí los electrones de ambos enlaces covalentes, de manera que alrededor del átomo de oxígeno se concentra la mayor densidad electrónica (carga negativa) y cerca de los hidrógenos la menor (carga positiva). La molécula tiene una geometría angular (los dos átomos de hidrógeno forman un ángulo de unos  $105^\circ$ ) lo que hace de ella una molécula polar que puede unirse a otras muchas sustancias polares.

La atracción electrostática entre la carga parcial positiva cercana a los átomos de hidrógeno de una molécula de agua y la carga parcial negativa cercana al oxígeno de otra, permite la unión de moléculas de agua vecinas mediante un enlace químico muy especial y de excepcional importancia para la vida y que explica el amplio abanico de sus propiedades físicas y químicas: el puente de hidrógeno. Esta atracción es fuerte porque las moléculas de agua, siendo pequeñas, pueden acercarse mucho más que moléculas mayores y quedan firmemente atraídas por su gran polaridad. La energía de un puente de hidrógeno agua-agua es de unas 5,5 kcal/mol; además, hay que tener en cuenta las interacciones de Van Der Waals entre moléculas próximas. Por consiguiente es difícil que se separen y así se evita que escapen como vapor. Esto hace que el agua posea una gran cohesividad intermolecular, condicionando su alto punto de ebullición, de fusión y elevado calor

específico. Romper estos puentes, que en una masa de agua son muchos, requiere mucha energía y por ello el agua tiene un punto de ebullición tan alto. Esta es la razón por la que el agua es líquida en el amplio rango de temperaturas en las que se producen las reacciones de la vida y no un gas como le correspondería por su bajo peso molecular (9). El punto de ebullición de un compuesto es función de su masa molecular.

### **Funciones biológicas del agua.**

Esta singular composición y estructura confiere el agua unas características físicas y químicas de gran trascendencia en sus funciones biológicas, sobre todo en las relacionadas con su capacidad solvente, de transporte, estructural y termorreguladora. Recordemos que las funciones de los sistemas biológicos pueden explicarse siempre en términos de procesos físicos y químicos. El comportamiento térmico del agua es único y gracias a ello el agua es el principal responsable del sistema termorregulador del organismo, manteniendo la temperatura corporal constante, independientemente del entorno y de la actividad metabólica. Esta es una de sus funciones más importantes. Tiene una alta conductividad térmica que permite la distribución rápida y regular del calor corporal, evitando gradientes de temperatura entre las diferentes zonas del organismo y favoreciendo la transferencia de calor a la piel para ser evaporada. Su alto calor específico [ $1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} = 4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ], consecuencia de la gran capacidad para almacenar energía en los puentes de hidrógeno, la convierte en un excepcional amortiguador y regulador de los cambios térmicos. Aunque acepte o ceda una gran cantidad de calor, su temperatura se modifica muy poco, gracias a su gran capacidad para almacenar calor. El aparato metabólico del hombre para la digestión y procesado de nutrientes y para la contracción muscular es altamente endergónico, liberando grandes cantidades de calor que deben ser disipadas para mantener la homeotermia. Por ejemplo, el efecto termogénico de la digestión de los alimentos es de 10-15% del contenido calórico de una dieta mixta. La contracción muscular es incluso un mayor contribuyente a la carga de calor del organismo, pues la transformación de energía

química (ATP) en energía mecánica es muy poco eficaz, liberando el 70-75% de la energía como calor.

## **CONTAMINACIÓN DEL AGUA.**

La contaminación del agua como fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de la industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Los procesos de producción iniciados en esta época, en su esencia significaban la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de la materia prima, las cuales al final del proceso productivo, eran vertidas en los cauces de agua natural con desechos contaminantes. <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/primer-ciclo-básico/ciencias>

Desde entonces, esta situación se ha repetido en todos los países que han iniciado la industrialización, y aun cuando la tecnología ha podido mitigar de alguna forma el volumen y tipo de contaminantes vertidos a los cauces de agua natural, esto no ha sido en la forma ni cantidad necesaria para que el problema de contaminación de las aguas esté resuelto como parte integrante de los procesos industriales.

La contaminación del agua, se produce a través de la introducción directa o indirecta de sustancias sólidas, líquidas, gaseosas así como de energía calórica, entre otras. Esta contaminación, es causante de daños en los organismos vivos del ambiente acuático y, representa además, un peligro para la salud de las personas.

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.

<http://naturales/organismos-ambiente-y-sus-interacciones/2009/12/25>

### **2.3.3. TIPOS DE CONTAMINANTES**

Varios son las clases de contaminantes que pueden llegar a influir y altera la calidad del agua y ocasionar turbiedad y otras causar cambios de pH, incrementar salinidad y aun incrementar la temperatura. Entre los que podemos mencionar: sustancias tóxicas, sales, detergentes, grasas.

#### **Dureza**

La dureza se define generalmente como la suma de los cationes polivalentes presentes en el agua y se expresa como cantidad equivalente de carbonato cálcico ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ). Los cationes más comunes son el calcio y el magnesio. Aunque no existen niveles definidos claramente para lo que constituye un suministro de agua dura o blanda, el agua con menos de 75 mg/L de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se considera como blanda y por encima de 150 mg/L de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  como dura.

Se ha postulado una relación inversa entre la incidencia de enfermedades cardiovasculares y la cantidad de dureza del agua, o, a la inversa, una correlación positiva con el grado de ablandamiento. Las hipótesis trazadas más abajo sugieren un efecto protector desde el mayor al menor de los constituyentes de dureza en el agua, o correspondientemente a un efecto perjudicial de los elementos más comúnmente controlados en el agua blanda. (National Academy of Sciences Safe Drinking Water Commitee, 1980b.)

Muchos investigadores atribuyen un efecto protector cardiovascular a la presencia de calcio y magnesio (revisado por Marx y Neutra, 1977; Mc Carron, 1998b). Un incremento moderado del calcio en la dieta se ha observado que baja los niveles del colesterol orgánico circulante; esto se ha considerado como posible factor para relacionar la dureza del agua con las enfermedades cardiovasculares. Se ha teorizado con que el magnesio protege contra los depósitos de lípidos en las arterias, reduce la irritabilidad y daños cardíacos y, puede también tener algunas propiedades anticoagulantes que podrían proteger contra enfermedades cardiovasculares inhibiendo la formación de coágulos sanguíneos.

Se ha llevado a cabo un limitado número de estudios que sugieren que los constituyentes menores, asociados a menudo con las aguas duras, pueden ejercer un efecto beneficioso sobre el sistema cardiovascular. Las trazas de elementos candidatos incluyen vanadio, litio, manganeso y cromo. Por otra parte, otros investigadores sugieren que ciertas trazas de metales encontrados en mayores concentraciones en el agua blanda, como cadmio, plomo, cobre y cinc, pueden estar implicados en la inducción de enfermedades cardiovasculares.

Para cada una de estas hipótesis, saber si el agua potable suministra suficientes elementos de los anteriormente mencionados, para tener un impacto significativo sobre la patogénesis de las enfermedades cardiovasculares, es incierto. El agua dura, generalmente, proporciona menos del 10 por 100 de la dieta diaria de calcio y magnesio. El agua suministra menos proporciones de la ingesta total de los diversos indicios o trazas de metales sospechosos. Dado el nivel de incertidumbre en esta área, la USEPA actualmente no tiene una política nacional con respecto a la dureza o ablandamiento de los suministros públicos de agua. Sin embargo, la USEPA apoya fuertemente las medidas de control de la corrosión (algunas de las cuales añaden dureza) para reducir la exposición al plomo. Letterman Raymond, Calidad y tratamiento del agua, 2002

## **Salinidad**

La salinidad es una propiedad importante de aguas usadas industriales y de cuerpos de agua naturales. Originalmente este parámetro se concibió como una medida de la cantidad total de sales disueltas en un volumen determinado de agua. Dado que la determinación del contenido total de sales requiere de análisis químicos que consumen mucho tiempo, se utilizan en substitución métodos indirectos para estimar la salinidad. Se puede determinar la salinidad de un cuerpo de agua a base de determinaciones de: conductividad, densidad, índice de refracción o velocidad del sonido en agua (APHA- Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, 2002).

Las sales presentes en agua de mar pueden ser agrupadas en dos categorías: elementos conservativos y elementos no-conservativos. En el primer grupo se incluyen todas aquellas sales que presentan una concentración relativamente constante en cualquier ambiente. Los elementos no-conservativos presentan variaciones en su concentración relativa de tipo temporal y espacial. Dichas variaciones responden mayormente a la incorporación selectiva de dichos elementos por parte de los componentes bióticos del ecosistema. Nitrógeno (en forma de nitratos), fósforo (en forma de fosfatos) y el silicio, resultan ser los elementos no-conservativos más importantes del ambiente marino. Nitrógeno y fósforo resultan ser nutrientes esenciales para todo organismo y factores limitantes de la productividad primaria en el ambiente marino, dada sus bajas concentraciones. La concentración de fósforo y nitrógeno en áreas costeras que reciben el impacto de actividades antropogénicas (Ej. Descargas de aguas usadas provenientes de industrias, plantas de tratamientos de desperdicios domésticos y municipales) puede ser relativamente altas, dando margen a la contaminación y una alta tasa de contaminación primaria en dichas áreas. Por otro lado, el silicio es un nutriente esencial para los fotótrofos con paredes formadas por silicatos (ej. Diatomeas) y para heterótrofos con cubiertas o esqueletos externos formadas por silicatos (radiolarios, silicoflagelados, esponjas silíceas). Este nutriente es, a su vez, un factor limitante para la actividad fotosintética de diatomeas, dada su baja solubilidad en agua.

<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-salinidad.pdf>

## **Conductividad eléctrica**

La conductividad electrolítica (CE) es la medida de la habilidad del agua para conducir electricidad lo cual es generalmente expresado en términos de microsiemens/cm. Estima la cantidad del total de sales disueltas (TSD), o la cantidad total de iones disueltos en el agua como los aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato con una carga negativa o cationes de sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio con una carga positiva. Los compuestos orgánicos o contaminantes como fenol, aceite, alcohol o azúcar no conducen la corriente eléctrica y tienen poca conductividad en el agua. La conductividad es directamente proporcional a la concentración de iones en la solución. La conductividad es una buena medida de salinidad en el agua.

## **Factores que afectan la conductividad**

La conductividad en los ríos y corrientes está determinada por la geología del área. Las corrientes que fluyen a través de una base de granito tienen poca conductividad ya que el granito está compuesto de materiales inertes que no ionizan al contacto con el agua. El agua que fluye a través de áreas cuyo suelo está compuesto de arcilla tiene una conductividad más alta debido a la presencia de materiales que ionizan al contacto con el agua. El mismo factor afecta aguas subterráneas. Los contaminantes afectarán la conductividad. Una fuga de aguas residuales aumenta la conductividad debido a la presencia de iones de fosfato, cloruro y nitrato. Un contaminante de fábrica como el aceite, fenol o alcohol disminuirá la conductividad.

## **Oxígeno Disuelto**

El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

El oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua, por lo que están muy influidos por las turbulencias del río (que aumentan el OD) o ríos sin velocidad (en los que baja el OD). Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar sobresaturación de OD. Otros factores como la salinidad, o la altitud (debido a que cambia la presión) también afectan los niveles de OD.

Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura. El agua más fría puede contener más oxígeno en ella que el agua más caliente.

Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 7 y 12 partes por millón (ppm o mg/l). A veces se expresan en términos de Porcentaje de Saturación.

Los niveles bajos de OD pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico (vertidos de depuradoras, granjas, plantas muertas y materia animal) está en descomposición. Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua.

[http://www.navarra.es/home\\_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm](http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm).

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5)**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residual; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

La prueba de la DBO es un procedimiento experimental, tipo bioensayo, *que* mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en las aguas residuales o naturales. Las condiciones estándar del ensayo incluyen incubación en la oscuridad a 20°C por un tiempo determinado, generalmente cinco días. Las condiciones naturales de temperatura, población biológica, movimiento del agua, luz solar y la concentración de oxígeno no pueden ser reproducidas en el laboratorio. Los resultados obtenidos deben tomar en cuenta los factores anteriores para lograr una adecuada interpretación.

Las muestras de agua residual o una dilución conveniente de las mismas, se incuban por cinco días a 20°C en la oscuridad. La disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD), medida por el método Winkler o una modificación del mismo, durante el periodo de incubación, produce una medida de la DBO.

[http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_DBO5.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm)

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

La demanda química de oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo en solución fuertemente ácida ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) con un exceso conocido de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en presencia de sulfato de plata ( $\text{AgSO}_4$ ) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercuríco ( $\text{HgSO}_4$ ) adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el remanente de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sin reducir se titula con sulfato ferroso de amonio; se usa como indicador de punto final el complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroina). La materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente.

Para muestras de un origen específico, la DQO se puede relacionar empíricamente con la DBO, el carbono orgánico o la materia orgánica; la prueba se usa para controlar y monitorear después que se ha establecido la correlación.

El método es aplicable a muestras de aguas residuales domésticas e industriales que tengan DBO superiores a 50 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ . Para concentraciones más bajas, tales como muestras de aguas superficiales, se puede usar el método modificado para bajo nivel en un intervalo entre 5 y 50 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ . Cuando la concentración de cloruro en la muestra es mayor de 2 000 mg/L, se requiere el método modificado para las aguas salinas.

[http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_DQO.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DQO.htm)

## **La contaminación del agua en Ecuador**

Durante muchos años el tema del manejo del agua se ha limitado casi exclusivamente al manejo de embalses, construcción de canales de riego, drenajes, obras de captación, sistemas de agua potable, y alcantarillado, es decir, se han centrado en la provisión de agua para las diferentes actividades, concentradas en la cantidad de agua que se puede entregar a una determinada población o para una determinada actividad. Sin embargo, Ecuador tiene una deuda muy alta en cuanto a los esfuerzos que se realizan para mejorar la calidad del agua, especialmente, del agua que se vierte producto de actividades industriales, domésticas y agropecuarias.

No se disponen de datos actualizados sobre la contaminación de los recursos hídricos en el Ecuador. Esto ha permitido que la discusión sobre la contaminación del agua se base más en anécdotas, percepciones, o discursos, que en datos reales. Los pocos datos existentes por esfuerzos puntuales realizados por Universidades, empresas de agua y ONGs, demuestran altos grados de contaminación orgánica relacionada a la presencia de coliformes fecales y sedimentos provenientes de áreas deforestadas.

En el tema de calidad del agua, la falta de información no es justificación para la inacción por parte de los usuarios del agua para tomar correctivos en este tema. La ciudad de Quito, por ejemplo, no posee ningún sistema de tratamiento de aguas residuales de importancia, los que existen son muy pequeños o se encuentran al interior de algunas industrias. Como consecuencia, el deterioro de la calidad del agua se refleja en los altos índices de contaminación que se registran en los ríos. Lamentablemente esta situación no es exclusiva para la ciudad de Quito, casi todas las ciudades de tamaño mediano y grande en el Ecuador, carecen de sistemas de tratamiento de agua. Las consecuencias de la contaminación del agua se reflejan en los altos niveles de parasitosis, enfermedades diarreicas, y pérdida de la biodiversidad acuática relacionadas a la mala calidad del agua.

La contaminación del agua provoca que muchos ríos a pesar de tener agua corriendo por su cauce, el agua no se pueda utilizar para riego, ganadería o generación eléctrica. Por tanto, se provoca una escasez de agua limitada por la calidad de la misma y no por la cantidad. Esto tiene consecuencias importantes en la gestión de los recursos hídricos ya que la falta de agua en las zonas bajas aumenta la presión sobre los páramos y ecosistemas de altura para suplir de agua de buena calidad a las poblaciones locales.

[http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_DQO.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DQO.htm)

## **FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

Las aguas residuales pueden tener los siguientes orígenes:

**Agrícola ganadero:** Son el resultado del riego y de otras labores como limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines ( materia orgánica, nutrientes y microorganismos).Uno de los mayores problemas es la contaminación con nitratos.

**Origen Doméstico:** Son las que provienen de núcleos urbanos. Contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.).

**Origen pluvial:** Se origina por arrastre de la suciedad que encuentra a su paso el agua de lluvia.

**Origen industrial:** Los procesos industriales generan una gran variedad de aguas residuales, y cada industria debe estudiarse individualmente.

## **Sustancias Contaminantes detectadas con frecuencia en diversos tipos de industrias.**

### **Asbestos**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - pH - Sólidos en suspensión (SS).

Contaminantes secundarios: Cromatos - Fosfatos - Sulfito - Sulfato - Sólidos disueltos totales (SDT).

### **Molienda de granos**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - SS – Temperatura.

Contaminantes secundarios: DQO - pH - SDT.

### **Química inorgánica cloro-sosa**

Contaminantes primarios: Acidez-alcalinidad - Sólidos totales - Sólidos en suspensión - Sólidos disueltos totales - Cloruros – Sulfatos.

Contaminantes secundarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - Carbono orgánico total - Aromáticos polinucleares - Fenoles - Fluoruros - Silicatos - Fósforo - Cianuros - Mercurio - Cromo - Plomo - Titanio - Hierro - Aluminio - Boro Arsénico – Temperatura.

### **Vidrio plano**

Contaminantes primarios: DQO - pH - Fósforo - Sulfato - Sólidos en suspensión.  
Contaminantes secundarios: DBO<sub>5</sub> - Cromatos - Zinc - Cobre - Cromo - Hierro - Estaño - Plata - Nitratos - Resinas sintéticas - Sólidos disueltos totales - Sustancias químicas orgánicas e inorgánicas.

### **Cemento, hormigón, cales y yeso**

Contaminantes primarios: DQO - pH - Sólidos en suspensión.

Contaminantes secundarios: Alcalinidad - Cromatos – Fosfatos.

### **Materiales plásticos y fibras sintéticas**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - pH - Aceites y grasas - Fenoles - Sólidos en suspensión.

Contaminantes secundarios: Sólidos disueltos totales - Sulfatos - Fósforo - Nitrato - Nitrógeno orgánico - Amoníaco - Cianuros - Aditivos y sustancias tóxicas - Aromáticos polinucleares - Zinc – Mercaptanos.

### **Celulosa y papel**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - Carbono orgánico total - pH - Sólidos en suspensión - Coliformes fecales y totales - Color - Metales pesados - Sustancias tóxicas - Turbidez - Amoníaco - Aceites y grasas - Fenoles – Sulfito.  
Contaminantes secundarios: Nutrientes (nitrógeno y fósforo) - Sólidos disueltos totales.

### **Curtido y acabado de pieles y cueros**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - Cromo total - Grasas - pH - Sólidos en suspensión - Sólidos totales.

Contaminantes secundarios: Alcalinidad - Color - Dureza - Nitrógeno - Cloruro sódico - Temperatura – Toxicidad.

### **Acabado de superficies metálicas**

Contaminantes primarios: DQO - Aceites y grasas - Metales pesados - Sólidos en suspensión - Cianuros.

### **Industria del acero**

Contaminantes primarios: Aceites y grasas - pH - Cloruros - Sulfato - Amoníaco - Cianuros - Fenoles - Sólidos en suspensión - Hierro - Estaño - Temperatura - Cromo - Zinc.

### **Industria textil**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - DQO - pH - Sólidos en suspensión - Cromo - Compuestos fenólicos - Sulfuros – Alcalinidad.

Contaminantes secundarios: Metales pesados - Color - Aceites y grasas - Sólidos disueltos totales - Sulfuros - Temperatura - Sustancias tóxicas.

### **Generación de vapor y centrales térmicas**

Contaminantes primarios: DBO<sub>5</sub> - Cloruros - Cromatos - Aceites - pH - Fosfato - Sólidos en suspensión – Temperatura.

Contaminantes secundarios: Boro - Cobre - Hierro - Zinc - Sólidos disueltos totales - Compuestos orgánicos no degradables.

### **Aluminio**

Contaminantes primarios: SS - Cloruros - Fluoruros - Fósforo - Aceites y grasas – pH.  
Contaminantes secundarios: SDT - Fenoles – Aluminio.

### **Automóvil**

Contaminantes primarios: SS - Aceites y grasas - DBO<sub>5</sub> - Cromo - Fósforo - Cianuros - Cobre - Níquel - Hierro - Zinc – Fenoles.

Contaminantes secundarios: DQO - Cloruros - Nitratos - Amoníaco - Sulfatos - Estaño - Plomo - Cadmio - SDT.

## **Azucareras**

Contaminantes primarios: DBO5 - pH - SS - Sólidos sedimentables - Coliformes totales - Aceites y grasas - Sustancias tóxicas.

Contaminantes secundarios: Alcalinidad - Nitrógeno total - Temperatura - Color - SDT - Turbidez – Espumas.

## **Bebidas**

Contaminantes primarios: DBO5 - pH - SS - Sólidos sedimentables - Coliformes totales - Aceites y grasas - Sustancias tóxicas.

Contaminantes secundarios: Nitrógeno - Fósforo - Temperatura - Color - SDT - Turbidez – Espuma.

## **Granjas de ganado**

Contaminantes primarios: DBO5 - DQO - Sólidos totales – pH.

Contaminantes secundarios: Coliformes fecales - Nitrógeno - Fosfatos - Carbono orgánico total.

[http://es.quimicaindustrial/ontaminaci%C3%B3n\\_h%C3%A1drica](http://es.quimicaindustrial/ontaminaci%C3%B3n_h%C3%A1drica)

## **2.4. MARCO LEGAL**

La Constitución de la República del Ecuador en su Capítulo Segundo indica sobre los Derechos del buen vivir donde ratifica la obligatoriedad de parte del Estado de brindar las condiciones necesarias para una supervivencia sana.

De la misma manera la Constitución en su Sección primera al referirse al Agua y a la alimentación en los artículos siguientes trata sobre la necesidad del ser humano de tener una fuente de agua confiable y sana:

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.

La Constitución de la República en su Sección Segunda indica:

### **Ambiente sano**

Art. 14.- Se 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. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.  
<http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion>

EL REGLAMENTO A LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, en su Título IV indica:

#### ART. 92.- PERMISO DE DESCARGAS Y EMISIONES

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades. <http://www.ancupa.com/images/stories/libro6>

La Constitución de la República del Ecuador, en su Capítulo segundo de los Derechos del Buen Vivir – Sección Primera: Agua y Alimentación manifiesta en su Art. 12: El derecho al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio Nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

De acuerdo a la Ley de Agua: De la Conservación y Contaminación de Aguas, en el Capítulo I: De la Conservación indica en el Art. 20: A fin de lograr mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

De la misma Ley, en el Capítulo II: De la Contaminación, en el Art. 22 manifiesta: Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora y fauna...

Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador, Capítulo VI, De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, Art. 16: queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, quebradas, acequias o 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 y a las propiedades.

EL TRATADO UNIFICADO DE LEGISLACION AMBIENTAL (TULAS) en el Art. 86 sobre las emisiones o Descargas Accidentales, manifiesta:

Los regulados cuyas emisiones o descargas sean tratadas en una planta o sistema de tratamiento que atiende a más de una fuente, están obligados a dar aviso inmediato a la entidad encargada de la operación de la planta y a la entidad ambiental de control, cuando con una descarga o emisión ocasional, incidental o accidental originada por causas de fuerza mayor o casos fortuitos puedan perjudicar a su operación. Para tales efectos, deberán contar con un Plan de Contingencias, aprobado por la entidad ambiental de control, que establezca, entre otros, los mecanismos de coordinación y cooperación interinstitucional para controlar cualquier tipo de emergencia.

En lo que se refiere a las Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público en su literal 4.2.2 determina:

Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- e) Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

En el literal 4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para prevención de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Según la TABLA 3 del TULAS sobre Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario propone parámetros permisibles indicados a continuación:

**TABLA 1.**

**PARÁMETROS PERMISIBLES TULAS**

<b>Parámetros</b>	<b>Expresados como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Oxígeno Disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6mg/l
Conductividad	C.E	μS/cm	No expresado en la norma

<http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

## 2.5 MARCO CONCEPTUAL

**Acuífero:** Formación geológica de la corteza terrestre en la que se acumulan las aguas infiltradas, de afluencia o de condensación.

**Aguas residuales:** También llamadas “aguas negras”. Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

**Aerobias:** Se denominan aerobios a los organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatómico.

**Anaerobias:** Los organismos anaerobios son los que no utilizan oxígeno ( $O_2$ ) en su metabolismo.

**Ambiente:** Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condiciona la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

**Biocida:** Sustancia química de amplio espectro de acción, capaz de destruir los organismos vivos. Son biocidas los insecticidas, herbicidas, fungicidas y plaguicidas en general. Produce

efectos a corto plazo, ya que hongos, insectos y plantas no deseados desarrollan formas resistentes al cabo de un tiempo.

**Biorremediación:** Se define como biorremediación a cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural.

**Biodegradable:** Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos.

**Biogeoquímicos:** Se denomina ciclo biogeoquímico al movimiento de cantidades masivas de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, calcio, sodio, azufre, fósforo, potasio, y otros elementos entre los seres vivos y el ambiente (atmósfera, biomasa y sistemas acuáticos) mediante una serie de procesos de producción y descomposición. En la biosfera la materia es limitada de manera que su reciclaje es un punto clave en el mantenimiento de la vida en la Tierra; de otro modo, los nutrientes se agotarían y la vida desaparecería

**Ciclo hidrológico:** Es un movimiento continuo a través del cual el agua se evapora del océano y los demás cuerpos de agua, se condensa y cae en forma de precipitación sobre la tierra; después, esta última puede subir a la atmósfera por evaporación o transpiración, o bien regresar al océano a través de las aguas superficiales o subterráneas.

**Contaminación:** (Del latín *contaminare* = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

**Contaminación biológica:** Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomiелitis, meningo encefalitis, colitis y otras infecciones.

**Contaminación hídrica:** Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

**Cuenca hidrográfica:** Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.

**Cloro-fenoles:** Los cloro fenoles son un grupo de sustancias químicas producidas añadiendo cloro al fenol. El fenol es un compuesto aromático derivado del benceno.

**Cuerpo de agua:** Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

**Caudal:** Flujo de agua superficial en un río o en un canal.

**Delito ambiental:** Es la conducta descrita en una norma de carácter penal cuya consecuencia es la degradación de la salud de la población, de la calidad de vida de la misma o del ambiente, y que se encuentra sancionada con una pena determinada.

**Ecosistema:** Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

**Efluente:** Que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos de aguas superficiales.

**Fitorremediación:** La fitorremediación es la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando plantas vasculares, algas u hongos.

**Fotodegradación:** permite limpiar del agua y la atmósfera metales o materiales orgánicos, al romper sus moléculas mediante luz y óxido de titanio.

**Gestión ambiental:** Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

**Impacto ambiental:** Es la repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.

**Intercambio iónico:** El intercambio iónico es un intercambio de iones entre dos electrolitos o entre una disolución de electrolitos y un complejo. En la mayoría de los casos se utiliza el término para referirse a procesos de purificación, separación, y descontaminación de disoluciones que contienen dichos iones, empleando para ello sólidos poliméricos o minerales dentro de dispositivos llamados intercambiadores de iones

**Hidrófilos:** Se dice de la materia que puede absorber mucha agua. Coleóptero acuático cuyas larvas son carnívoras y los adultos fitófagos.

**Hidrófobos:** En el contexto fisicoquímico, el término se aplica a aquellas sustancias que son repelidas por el agua o que no se pueden mezclar con ella. Un ejemplo de sustancias hidrófobas son los aceites.

**Organofosforados:** Los organofosforados son un grupo de químicos usados como plaguicidas artificiales aplicados para controlar las poblaciones plagas de insectos.

## **CAPITULO II**

### **2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **2.1 Línea base**

El río Cutuchi que recorre la ciudad de Latacunga, como parte del conjunto hídrico de la provincia es fundamental para el desarrollo de la misma, desde hace algún tiempo se viene hablando, porque ya es considerado un río muerto por todas las inmundicias que arrastra en su paso por las poblaciones ribereñas, llevando desperdicios de otros cuatro ríos -así mismo muertos- que depositan sus aguas como afluentes al río Cutuchi.

Desde luego se sabe que el río llega hasta el Oriente ecuatoriano y deposita sus aguas en el río Pastaza, pero esas aguas a su paso por Salcedo, Ambato, Puyo, Baños; llevan también la basura de esas poblaciones; pero lo grave del asunto es que esas putrefactas aguas en su recorrido son utilizadas para regadío, ahí tenemos el canal Latacunga-Ambato, que con sus aguas contaminadas en Tungurahua se producen en el año 30 564 toneladas de arveja, cebollas, col, el 70 por ciento se distribuye a Quito y Guayaquil, Cuenca y la Sierra Centro.

El río Cutuchi tiene un alto contenido de coliformes fecales, hay ausencia de vida acuática (SIC), el canal de riego mencionado, tiene 46 kilómetros y genera 4500 litros

por segundo. 17 000 familias lo usan para irrigar 7500 hectáreas de cultivos de hortalizas y legumbres en varios cantones de Cotopaxi y Tungurahua.

La mayor parte de la basura que recibe el río Cutuchi proviene de 41 industrias metalúrgicas, curtiembres, molineras, talleres y floricultoras que se encuentran cerca del afluente lo que influyen en los procesos de contaminación ambiental.

En sus aguas hay alta presencia de boro, un químico que causa trastornos neurológicos y tumores malignos.

En la presente investigación se determinó parámetros físicos como: Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica en una parte del río Cutuchi delimitado al norte el puente Cinco de Junio y al sur los Molinos Poulthier cuyas coordenadas son:

<b>PUNTO 1: Puente 5 de Junio:</b>	<b>764854 – 9896682</b>
<b>PUNTO 2: Casa de la Cultura:</b>	<b>764943 – 9896562</b>
<b>PUNTO 3: Tribunal Provincial Electoral:</b>	<b>764943 – 9896519</b>
<b>PUNTO 4: Gasolinera El Terminal:</b>	<b>765100 – 9896307</b>
<b>PUNTO 5: Hospital Latacunga:</b>	<b>765141 – 9896261</b>
<b>PUNTO 6: Dos Puentes:</b>	<b>765245 – 9896106</b>
<b>PUNTO 7: Molinos Poulthier Norte:</b>	<b>765291 – 9896065</b>
<b>PUNTO 8: Molinos Poulthier Sur:</b>	<b>765325 - 9895989</b>

## **2.2 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En la presente investigación se toma en cuenta los procesos a seguir y aplicar, siendo de vital importancia para la consecución de los objetivos propuestos.

## **INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.**

Permite describir, detallar y explicar un problema, objeto fenómeno natural o social mediante un estudio temporal – espacial con el propósito de determinar las características del problema observado.

Este tipo de investigación permitió recopilar información experimental de fuente directa relacionada con la contaminación de las aguas del río Cutuchi y sus alteraciones en el campo químico y biológico.

## **INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA**

Los investigadores cualitativos y cuantitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas.

Esta investigación sustentó el análisis de la calidad de agua así como proporcionará datos sobre parámetros como la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto de las aguas afluentes del río Cutuchi.

## **INVESTIGACION EXPERIMENTAL**

Se entiende por investigación experimental cuando se fundamenta en el método científico y utiliza procesos lógicos como la inducción y deducción, en la presente investigación se manejó variables a fin de comprobar y demostrar procesos contaminantes presentes en los afluentes al río Cutuchi.

## **INVESTIGACION DE CAMPO**

Los procesos investigativos experimentales deben ser analizados In Situ y luego llevados a procesos de análisis en el laboratorio, en la investigación propuesta se realizó muestreos

de los afluentes al río Cutuchi en el tramo comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poulthier para comprobar los parámetros contaminantes propuestos.

## **2.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.3.1 MÉTODOS**

**Método Inductivo - Deductivo:** Es aquel que parte de verdades previamente establecidas como principio general para luego aplicarlos a casos individuales y probar así su validez, recurriendo para ello a la aplicación, comprobación y demostración y viceversa. Este método permitió desarrollar procesos de obtención de información relacionada con la investigación al relacionar los datos existentes con los parámetros obtenidos en los muestreos realizados.

**Método Analítico:** El análisis consiste en la desmembración de un todo, en sus elementos para observar su naturaleza, peculiaridades, relaciones, etc. En la investigación se aplicó este método para analizar parámetros observables y comprobables de la calidad del agua.

**Método científico:** Es un conjunto de principios, reglas y procedimientos para orientar la investigación con la finalidad de alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad, demostrando y comprobando racionalmente. Este método se aplicó en la presente investigación mediante el desarrollo de actividades de comprobación y experimentación de fenómenos relacionados con el trabajo de campo.

### **2.3.2 TÉCNICAS**

**La Observación:** Es una técnica que permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación, tal como éste se da en la realidad, es una manera de obtener la información directa e inmediata sobre el fenómeno u objeto investigado, esta técnica sirvió para obtener información del sitio de investigación.

**Recolección, tabulación e interpretación de datos:** Esta técnica permitió obtener información de campo para luego analizarla, procesarla y compararla con parámetros establecidos en la Normativa Legal vigente.

**Lectura comprensiva:** Se utilizó para obtener una visión más analítica y objetiva de los contenidos, la lectura comprensiva ayudó en la interpretación y comprensión crítica de la información.

### **2.3.3. PROTOCOLO DE MUESTREO**

#### **La conductividad Eléctrica del Agua**

Para comprender lo que es la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego; primero hay que entender el significado del TDS.

**TDS – Total de Sólidos Disueltos** – la cantidad de sólidos disueltos en el agua, principalmente de las sales minerales. El TDS es medido en ppm (partes por millón) O en mg/l.

#### **La Relación entre el TDS y la Conductividad Eléctrica del Agua**

En virtud que es difícil medir los sólidos disueltos en el campo, se utiliza la conductividad eléctrica del agua como una medida del TDS.

La conductividad eléctrica del agua puede ser determinada en una manera rápida y económica, utilizando medidores portátiles.

La conductividad eléctrica refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua. Por lo tanto, la conductividad eléctrica está relacionada con TDS.

<http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>

La conversión del TDS a la conductividad eléctrica puede ser realizada mediante la siguiente relación:

$$\text{TDS (ppm)} = 0.64 \times \text{EC (uS/cm)} = 640 \times \text{EC (dS/m)}$$

Nótese que esta es una relación aproximada.

Las sales en el agua se disuelven en iones con carga positiva e iones con carga negativa, que conducen electricidad.

El agua destilada no contiene sales disueltas y, por tanto, no conduce la electricidad y tiene una conductividad eléctrica de cero. Sin embargo, cuando la concentración de las sales llega a un cierto nivel, la conductividad eléctrica ya no está directamente relacionada con la concentración de las sales en el agua. Esto es porque se forman pares de iones. Los pares de iones debilitan la carga de uno al otro, de modo que por encima de un cierto nivel, un TDS más alto no resultará en una conductividad eléctrica más alta.

## El Efecto de la Temperatura a la Conductividad Eléctrica del Agua

La conductividad eléctrica del agua también depende de la temperatura del agua: mientras más alta la temperatura, más alta sería la conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica del agua aumenta en un 2-3% para un aumento de 1 grado Celsius de la temperatura del agua. Muchos medidores CE que existen en el mercado normalizan automáticamente las lecturas a 25°C.

### Conductividad del agua

Agua pura es un buen conductor de la electricidad. El agua destilada ordinaria en un equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de  $10 \times 10^{-6}$  g.

$W^{-1} * m^{-1}$  (20 dS/m).

Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en la solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. De tal manera, que la conductividad cuando el agua disuelve compuestos iónicos.

Conductividad en distintos tipos de aguas:

Agua Ultra Pura  $5.5 \times 10^{-6}$  S/m

Agua potable 0.005 - 0.05 S/m

Agua del mar 5 S/m

<http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>

## **Conductividad eléctrica y TDS**

Índice TDS o Sólidos totales disueltos (siglas en inglés de Total Dissolved Solids) es una medida de la concentración total de iones en solución. EC es realmente una medida de la actividad iónica de una solución en términos de su capacidad para transmitir corriente. En soluciones en disolución, TDS y EC son comparables con TDS en una muestra de agua basada en medida de EC calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TDS (mg/l)} = 0.5 \times \text{EC ( dS/m or mmho/cm)} \text{ or } = 0.5 * 1000 \times \text{EC (mS/cm)}$$

La relación expresada en la fórmula de arriba también se puede usar para determinar la aceptabilidad de un análisis químico del agua. No se aplica en agua residuales crudas sin ningún tratamiento o en aguas residuales industriales con amplia contaminación.

<http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>

Esto es porque, cuando la solución está más concentrada (TDS >1000 mg/l, EC > 2000 ms/cm), la proximidad de los iones en solución entre ellos inhibe su actividad y en consecuencia su habilidad de transmitir corriente, a pesar de que la concentración física de sólidos disuelto no queda afectada. A amplios valores de TDS, la relación TDS/EC aumenta y la relación tienen a ser en torno a  $\text{TDS} = 0.9 \times \text{EC}$ .

En estos casos, la relación anterior no debe usarse y cada muestra debe caracterizarse de manera separada.

Para propósitos de uso de agua en agricultura e irrigación los valores de EC y TDS están relacionados y se pueden convertir con una precisión de aproximadamente un 10% usando la siguiente ecuación:

$$\text{TDS (mg/l)} = 640 \times \text{EC (ds/m or mmho/cm)}$$

Con los procesos de osmosis inversa el agua se fuerza a través de membranas dejando las impurezas atrás. Este proceso es capaz de remover hasta un 5 a 99% de TDS, dando lugar a agua pura o ultra pura.

<http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>

La conductividad del agua es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella. En el inverso de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica. Se mide en microsiemens/cm (uS/cm) y, si bien no existe una relación constante con la salinidad, para realizar cálculos aproximados se acepta que la salinidad total del agua( expresada en mg/L)corresponde al valor de la conductividad (expresada en uS/cm) multiplicado por un factor de 0,6 – 0,7.

Los valores habituales de conductividad en el agua serán:

**TABLA 2.**

**VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

AGUAS NATURALES	CONDUCTIVIDAD
Aguas muy salobres	~10.000 -15.000 uS/cm
Aguas salobres	~10.00 - 2.000 uS/cm
Aguas poco salobres	~250 - 750 uS/cm
Aguas muy poco salobres	~50 - 100 uS/cm

Fuente:<http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>

**TOMA DE MUESTRAS**

Para las muestras para Oxígeno Disuelto, se tomará en una botella winkler, para evitar la entrada de oxígeno atmosférico, la muestra se recoge de tal manera que el frasco rebose y se pone inmediatamente la tapa de forma que no queden burbujas de aire.

**Descargas residuales:** Para la toma de muestra de las descargas, si es posible se llena directamente el frasco con la muestra a la caída del vertimiento, de no ser así, se recepta la muestra en un balde y después se traspasa al recipiente correspondiente, al igual que en caso anterior se debe purgar mínimo dos veces tanto el balde como el frasco que contendrá la muestra.

**DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE TOMA DE MUESTRAS**

Selección de los puntos de monitoreo.

Preparación de los materiales, equipos, reactivos y formatos para la realización de la toma de muestras.

Etiquete las botellas antes del llenado, diligenciada con la información general.

Desplazamiento al sitio de muestreo.

Inspección de la zona a monitorear.

En el punto de muestreo, descarga de todo el material, realización de las mediciones generales como georeferenciar los puntos de descarga, diligencia del formato de toma de datos en campo.

Toma de muestras mediante muestreo de tipo simple a dos horas diferentes.

Rotulación con letra legible y con esfero imborrable las etiquetas de los frascos.

Mida los parámetros de campo, (conductividad, oxígeno disuelto).

Determinación de los parámetros indicados en el laboratorio mediante la utilización del espectrofotómetro y conductivímetro.

## **CAPITULO III**

### **3. RESULTADOS**

#### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

Los resultados de investigación están basados en la determinación del número de efluentes que se descargan al Río en el tramo comprendido entre el puente Cinco de Junio y los Molinos Poulitier, se realizarán dos muestreos con ocho puntos en horas pico de descarga de acuerdo a la normativa vigente en el TULAS en lo que se refiere a la toma de muestras, los mismos que fueron analizados en los parámetros físicos químicos propuestos como son la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto, para ser comparados en los límites máximos y mínimos permisibles representados mediante tablas de comparación y gráficas.

Luego de la recolección de muestras y de los respectivos análisis de laboratorio de los parámetros propuestos: Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica en los 8 puntos se tiene los siguientes resultados:

**TABLA 3.**

<div style="text-align: center;">  <span style="float: right;">Universidad Técnica de Cotopaxi</span> </div> <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> <b>BASE DE DATOS</b></p>											
Punto	Parámetro	Hora	Fecha	Coordenadas		Cota	Resulta.	Unid.	Límite Permisible (TULAS)	Cumplimien.	
										SI	NO
Puente 5 de Junio	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	764854	9896682	2763	4,67	mg/l	6mg/l		X
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	764854	9896682	2763	3,90	mg/l	6mg/l		X
Puente 5 de Junio	Conductividad	08:00	19/06/2014	764854	9896682	2763	980	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	764854	9896682	2763	1278	μS/cm	****		
Casa de la Cultura	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	764943	9896562	2757	9,3	mg/l	6mg/l	x	
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	764943	9896562	2757	8,8	mg/l	6mg/l	x	
Casa de la Cultura	Conductividad	08:00	19/06/2014	764943	9896562	2757	480	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	764943	9896562	2757	597	μS/cm	****		
Tribunal Provincial Electoral	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	764943	9896519	2756	0,1	mg/l	6mg/l		X
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	764943	9896519	2756	< 0,1	mg/l	6mg/l		X
Tribunal Provincial Electoral	Conductividad	08:00	19/06/2014	764943	9896519	2756	2348	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	764943	9896519	2756	2499	μS/cm	****		
Gasolera El Terminal	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	765100	9896307	2754	0,45	mg/l	6mg/l		x
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	765100	9896307	2754	0,20	mg/l	6mg/l		x
Gasolera El Terminal	Conductividad	08:00	19/06/2014	765100	9896307	2754	786	μS/cm	****		

al	Conductividad	17:00	19/06/2014	765100	9896307	2754	1271	μS/cm	****		
Hospital Latacunga	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	765141	9896261	2754	2	mg/l	6mg/l		x
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	765141	9896261	2754	1,30	mg/l	6mg/l		x
Hospital Latacunga	Conductividad	08:00	19/06/2014	765141	9896261	2754	734	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	765141	9896261	2754	890	μS/cm	****		
Dos Puentes	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	765245	9896106	2754	1,8	mg/l	6mg/l		x
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	765245	9896106	2754	1,3	mg/l	6mg/l		x
Dos Puentes	Conductividad	08:00	19/06/2014	765245	9896106	2754	835	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	765245	9896106	2754	1272	μS/cm	****		
Molinos Poulter Norte	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	765291	9896065	2753	30,1	mg/l		x	
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	765291	9896065	2753	26,4	mg/l		x	
Molinos Poulter Norte	Conductividad	08:00	19/06/2014	765291	9896065	2753	810	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	765291	9896065	2753	1084	μS/cm	****		
Molinos Poulter Sur	Oxígeno Disuelto	08:00	19/06/2014	765325	9895989	2751	4,2	mg/l	6mg/l		x
	Oxígeno Disuelto	17:00	19/06/2014	765325	9895989	2751	2,5	mg/l	6mg/l		x
Molinos Poulter Sur	Conductividad	08:00	19/06/2014	765325	9895989	2751	563	μS/cm	****		
	Conductividad	17:00	19/06/2014	765325	9895989	2751	789	μS/cm	****		

Fuente: Los investigadores

## RESULTADOS DE LOS MUESTREOS

De acuerdo al análisis de resultados obtenidos se desprende los siguientes cuadros y gráficos.

### ANALISIS DEL OXIGENO DISUELTO

#### CUADRO Nro. 1: PUNTO DE MUESTREO 1

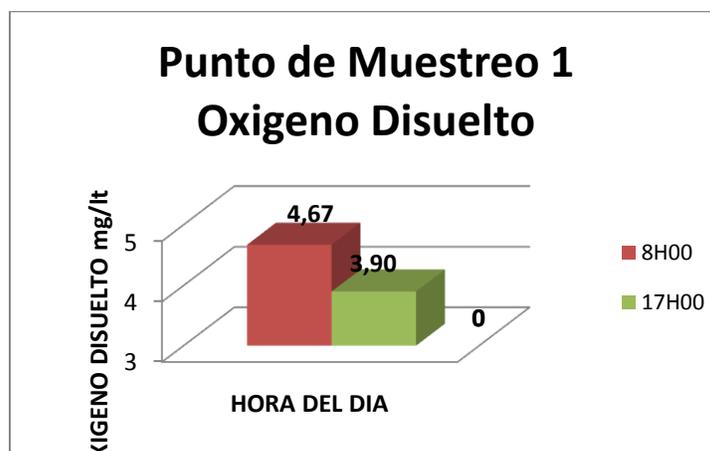
UBICACION: PUENTE 5 DE JUNIO

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	4,67	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	3,90	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

#### GRAFICO Nro. 1. Punto de Muestreo 1 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del puente Cinco de Junio, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 4,67 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 3,90 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

## CUADRO Nro. 2: PUNTO DE MUESTREO 2

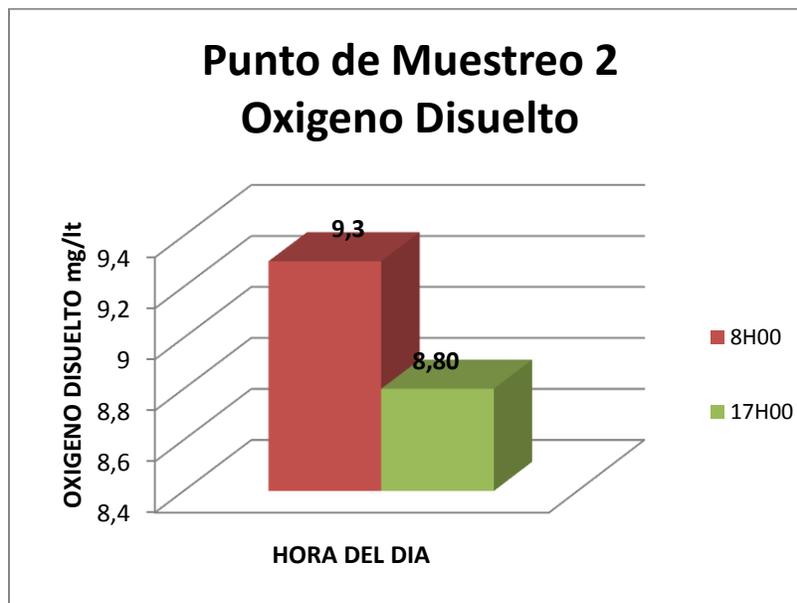
UBICACION: CASA DE LA CULTURA DE COTOPAXI

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	9,3	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	8,80	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 2. Punto de Muestreo 2 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de la Casa de la Cultura de Cotopaxi, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 9,30 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 8,80 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **CUMPLE EN MINIMA** proporción no representativa con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt, debido a que el agua que llega sufre una caída proporcional lo que ayuda a su oxigenación.

### CUADRO Nro. 3: PUNTO DE MUESTREO 3

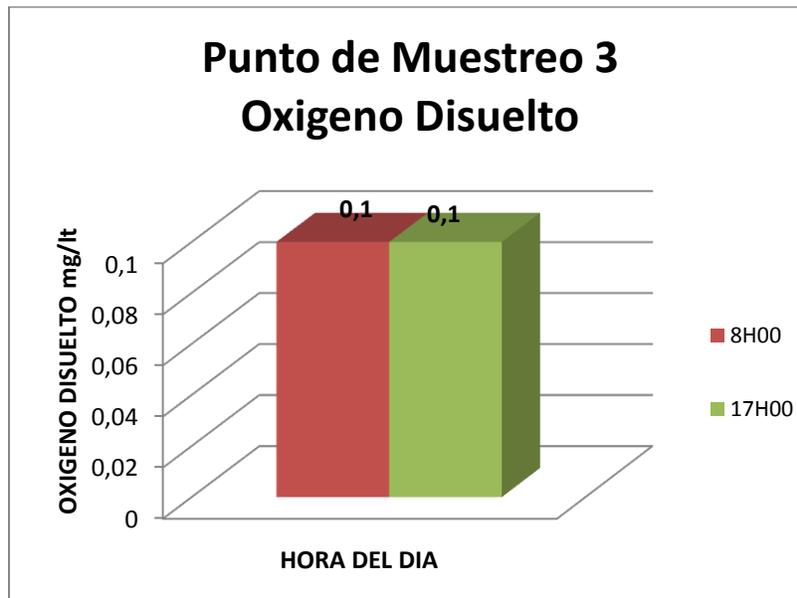
UBICACION: TRIBUNAL PROVINCIAL ELECTORAL DE COTOPAXI

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	0,1	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	0,1	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 3. Punto de Muestreo 3 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del Tribunal Provincial Electoral de Cotopaxi, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 0,1 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor menor a 0,1 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

#### CUADRO Nro. 4: PUNTO DE MUESTREO 4

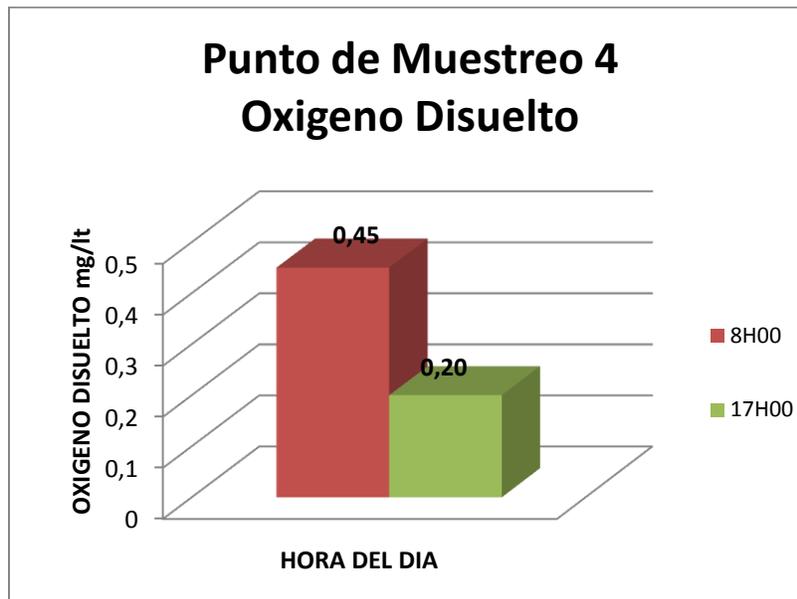
UBICACION: GASOLINERA EL TERMINAL

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	0,45	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	0,20	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 4. Punto de Muestreo 4 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de la Gasolinera El Terminal, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 0,45 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor menor a 0,2 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

### CUADRO Nro. 5: PUNTO DE MUESTREO 5

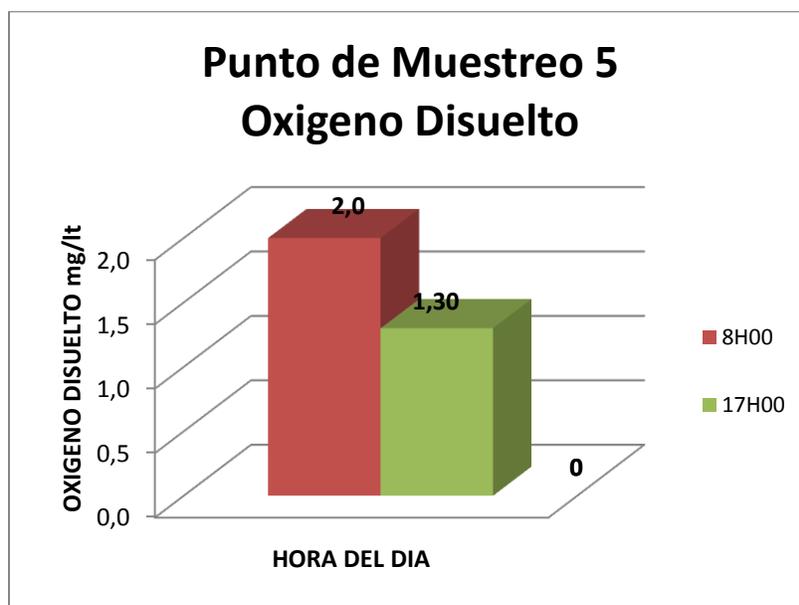
UBICACION: HOSPITAL DE LATACUNGA

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	2,0	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	1,30	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 5. Punto de Muestreo 5 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del Hospital de Latacunga, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 2,0 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1,30 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

### CUADRO Nro. 6: PUNTO DE MUESTREO 6

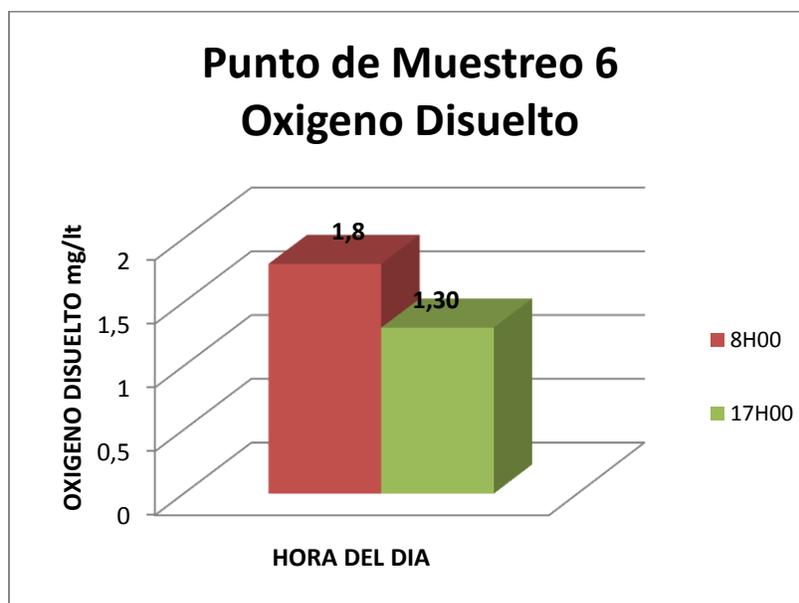
UBICACION: SECTOR DOS PUENTES

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	1,8	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	1,30	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 6. Punto de Muestreo 6 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Dos Puentes, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 1,8 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1,3 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** proporción no representativa con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

### CUADRO Nro. 7: PUNTO DE MUESTREO 7

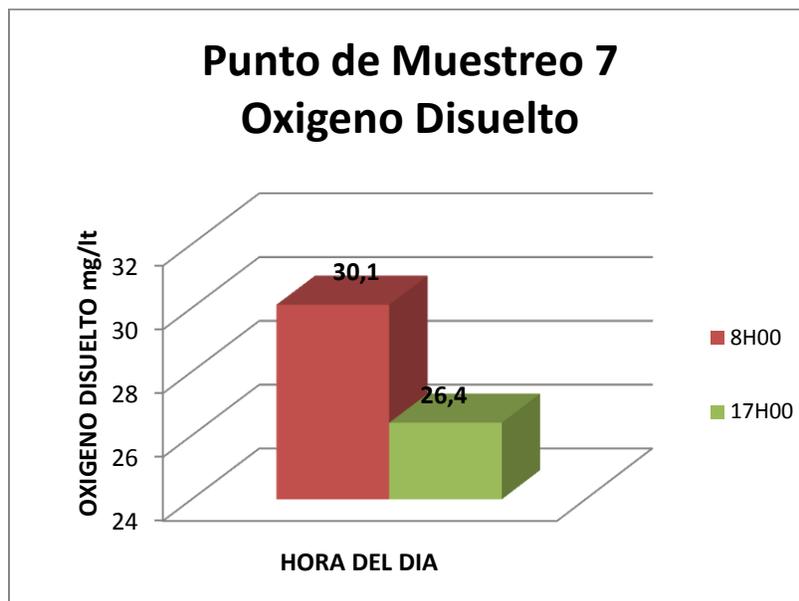
UBICACION: MOLINOS POULTIER NORTE

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	30,1	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	26,4	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 7. Punto de Muestreo 7 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Molinos Poulitier al Norte, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 30,1 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor menor a 26,4 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **CUMPLE EN MINIMA PROPORCION** con los parámetros permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt, debido a que el agua sufre una caída pequeña lo que ayuda a su oxigenación.

### CUADRO Nro. 8: PUNTO DE MUESTREO 8

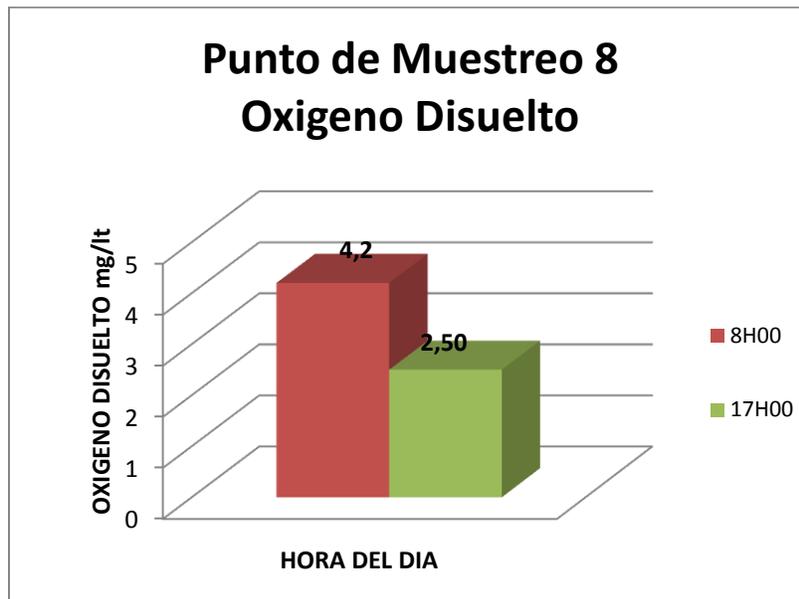
UBICACION: MOLINOS POULTIER SUR

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	8H00	4,2	6 mg/Lt
OXIGENO DISUELTO	mg/Lt	17H00	2,50	6 mg/Lt

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 8. Punto de Muestreo 8 - Oxígeno Disuelto



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Molinos Poulitier Sector Sur, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre la cantidad de Oxígeno Disuelto se tiene un valor de 4,2 mg/Lt y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor menor a 2,50 mg/Lt, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es de no menor a 6 mg/Lt.

## ANALISIS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

### CUADRO Nro. 9: PUNTO DE MUESTREO 1

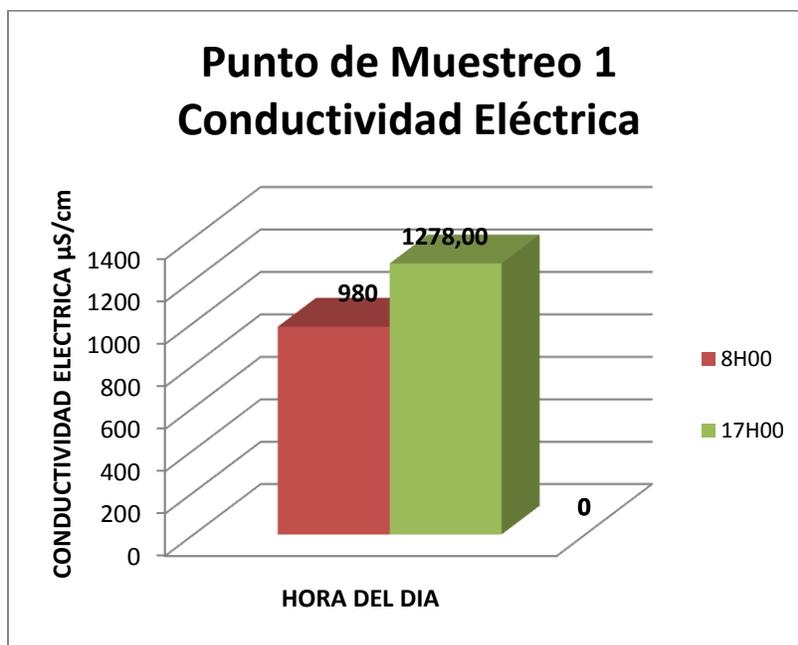
UBICACION: PUENTE 5 DE JUNIO

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	980	$\sim 250 - 750$ $\mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	1278,00	$\sim 250 - 750$ $\mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

### GRAFICO Nro. 9. Punto de Muestreo 1 - Conductividad Eléctrica



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del puente Cinco de Junio, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 980  $\mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1278  $\mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750$   $\mu\text{S/cm}$ .

### CUADRO Nro. 10: PUNTO DE MUESTREO 2

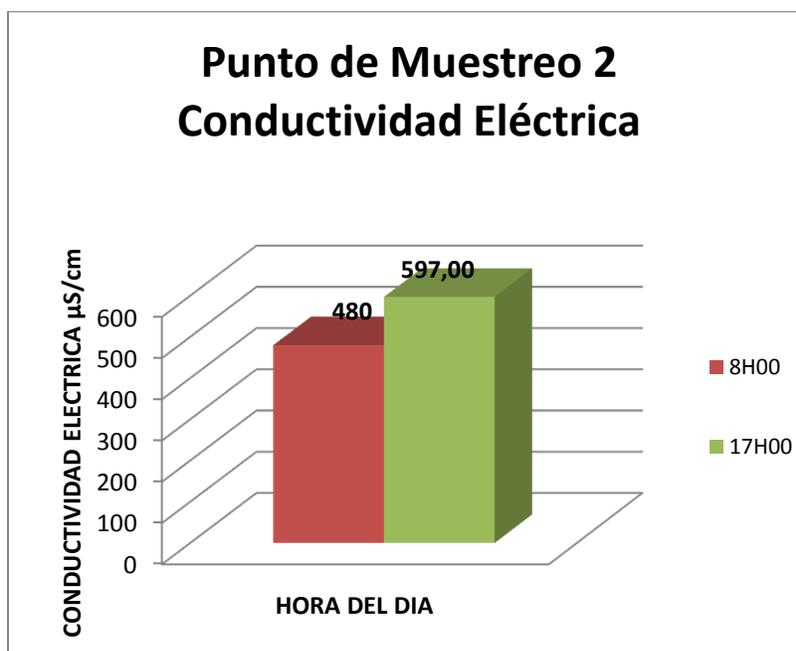
UBICACION: CASA DE LA CULTURA DE COTOPAXI

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	480	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	597,00	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 10. Punto de Muestreo 2 - Conductividad Eléctrica



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de la Casa de la Cultura de Cotopaxi, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de  $480 \mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de  $597 \mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$ , esto determina la presencia de gran cantidad de sales en disolución.

**CUADRO Nro. 11: PUNTO DE MUESTREO 3**

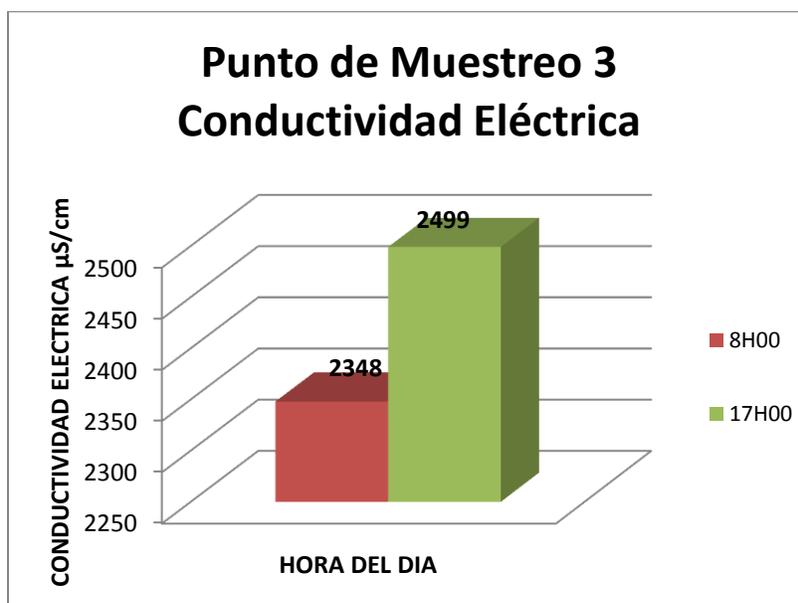
**UBICACION:** TRIBUNAL PROVINCIAL ELECTORAL DE COTOPAXI

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	8H00	2348	~ 250 - 750 μS/cm
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	17H00	2499	~ 250 - 750 μS/cm

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**GRAFICO Nro. 11 Punto de Muestreo 3 - Conductividad Eléctrica**



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del Tribunal Provincial Electoral de Cotopaxi, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 2348 μS/cm y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 2499 μS/cm, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es ~ 250 - 750 μS/cm.

**CUADRO Nro. 12: PUNTO DE MUESTREO 4**

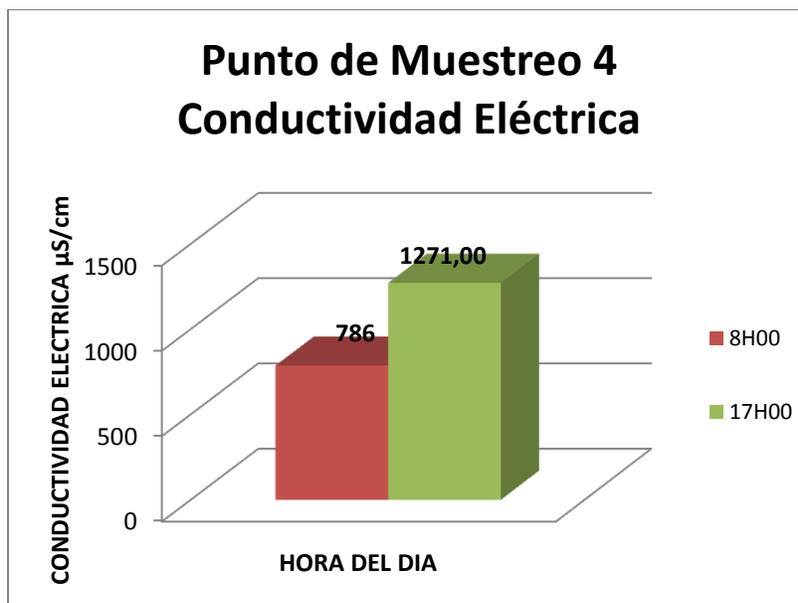
**UBICACION:** GASOLINERA EL TERMINAL

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	786	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	1271,00	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**GRAFICO Nro. 12. Punto de Muestreo 4 - Conductividad Eléctrica**



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de la Gasolinera El Terminal, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 786  $\mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1271  $\mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$ .

**CUADRO Nro. 13: PUNTO DE MUESTREO 5**

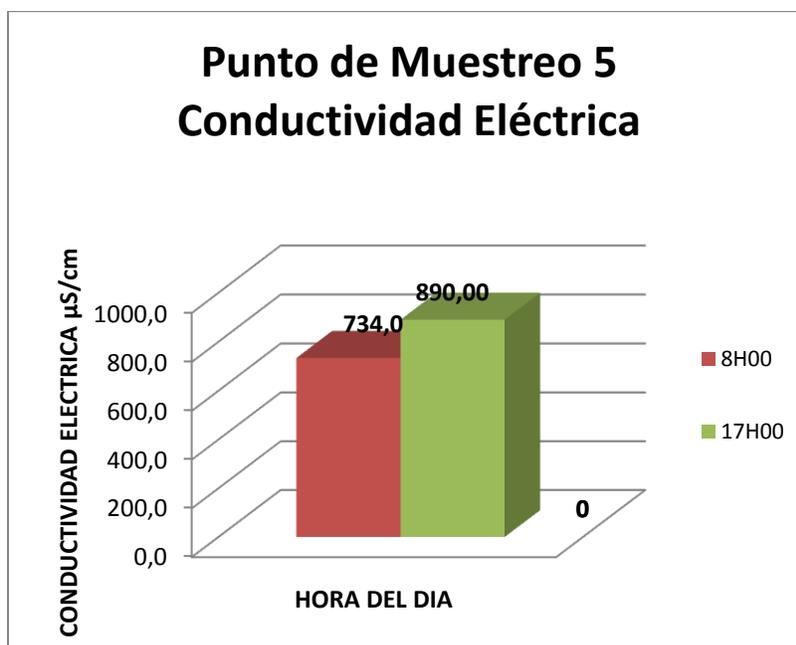
**UBICACION:** HOSPITAL DE LATACUNGA

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	734,0	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	890,00	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**GRAFICO Nro. 13. Punto de Muestreo 5 - Conductividad Eléctrica**



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura del Hospital de Latacunga, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 734  $\mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 890  $\mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$ .

**CUADRO Nro. 14: PUNTO DE MUESTREO 6**

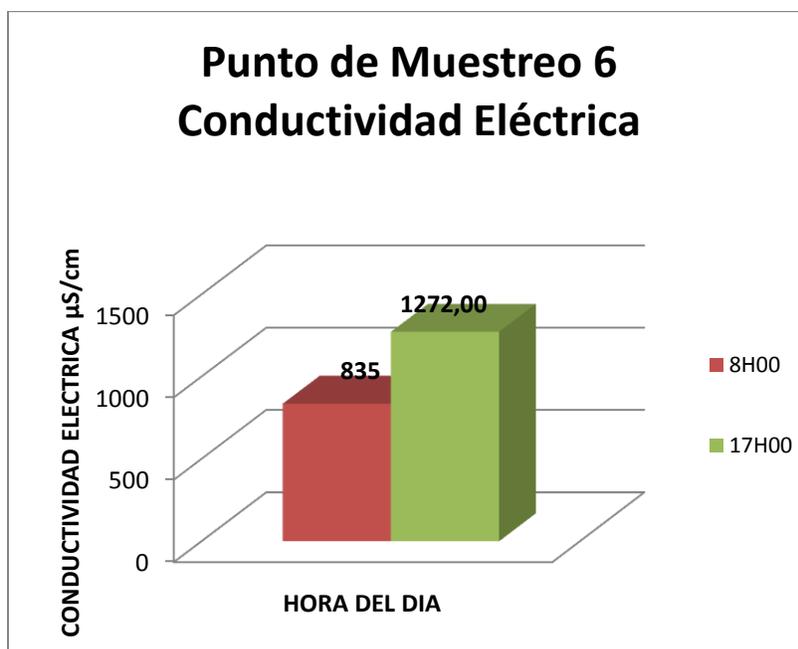
**UBICACION: SECTOR DOS PUENTES**

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>HORA</b>	<b>VALOR</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	8H00	835	~ 250 - 750 μS/cm
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	17H00	1272,00	~ 250 - 750 μS/cm

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**GRAFICO Nro. 14. Punto de Muestreo 6 - Conductividad Eléctrica**



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Dos Puentes, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 835 μS/cm y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1272 μS/cm, al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es ~ 250 - 750 μS/cm.

### CUADRO Nro. 15: PUNTO DE MUESTREO 7

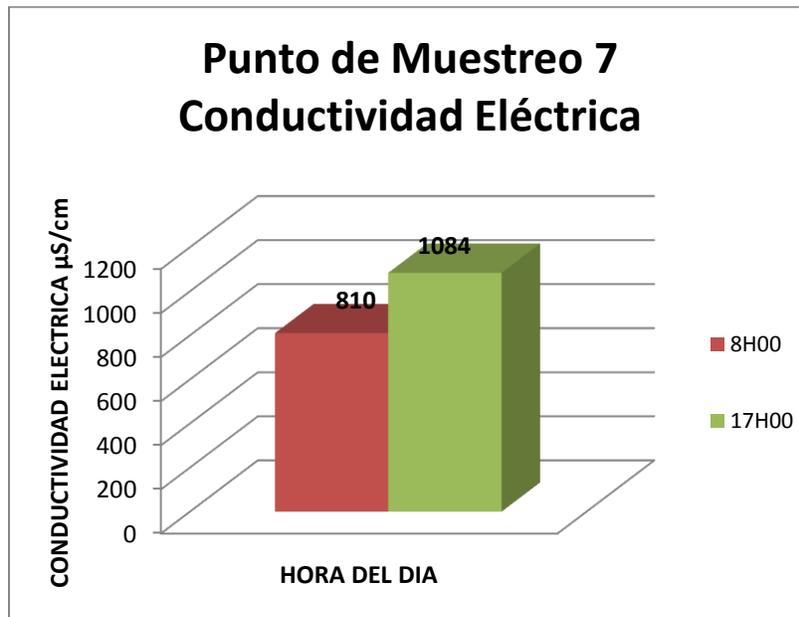
UBICACION: MOLINOS POULTIER NORTE

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	810	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	1084	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

GRAFICO Nro. 15. Punto de Muestreo 7 - Conductividad Eléctrica



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Molinos Poulthier al Norte, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de 810  $\mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de 1084  $\mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **NO CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$ .

**CUADRO Nro. 16: PUNTO DE MUESTREO 8**

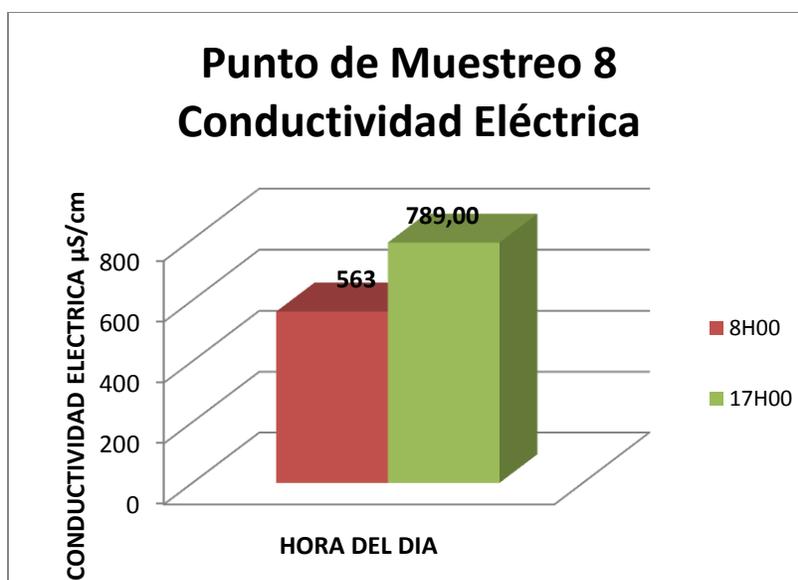
**UBICACION:** MOLINOS POULTIER SUR

PARAMETRO	UNIDAD	HORA	VALOR	LIMITE PERMISIBLE
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	8H00	563	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	17H00	789	$\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$

FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**GRAFICO Nro. 16. Punto de Muestreo 8 - Conductividad Eléctrica**



FUENTE: Investigación

ELABORADO POR: Guerrero Maritza – Arias Hugo

**INTERPRETACION:** En el primer punto de muestreo localizado a la altura de los Molinos Poulthier Sector Sur, en la muestra tomada a las 8h00 luego del análisis en el laboratorio sobre el valor de la Conductividad Eléctrica es de  $563 \mu\text{S/cm}$  y en la segunda toma de muestra a las 17h00 se tiene un valor de  $789 \mu\text{S/cm}$ , al realizar una comparación con los valores del TULAS en lo que se refiere a descargas de agua dulce y en comparaciones a nivel internacional de este parámetro se determina que **CUMPLE** con los parámetros mínimos permitidos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S/cm}$ , esto determina la presencia de gran cantidad de sales en disolución.

## CONCLUSIONES

Luego del trabajo investigativo realizado se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- De la observación directa en el sitio de estudio se determinó que la contaminación que se produce al río es directa e irracional sin existir ningún proceso de tratamiento de las descargas que realizan por parte de empresas y domésticas, así como el muestreo realizado fue determinando afluentes representativos contaminantes descargados al río Cutuchi.
- En lo que se refiere al análisis del Oxígeno disuelto realizado en 8 puntos de muestreo en el río Cutuchi en el tramo comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poulthier se tiene que en los puntos 1, 3,4,5,6, y 8 las muestras no cumplen con los parámetros mínimos exigidos por el TULAS admitido por las leyes ecuatorianas lo que demuestra un alto grado de contaminación en esta agua residual y que no tienen ningún tratamiento previo, cabe indicar que en los sectores 2 que corresponde a la altura de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Cotopaxi tiene un valor de 9,3 mg/Lt en la muestra tomada a las 8h00 y 8,80 en la muestra de las 17h00 mg/Lt, y en el punto 7 que corresponde al sector de los Molinos Poulthier parte Norte tiene valores de: 30,1 mg/Lt en la toma de las 8h00 y 26,4 mg/Lt en la muestra de las 17h00; estos resultados están dentro de los parámetros admitidos que es no inferior a 6 mg/Lt; esto se produce ya que en estos puntos el agua tiene una pendiente de unos 40 grados lo que hace que el agua llegue con un golpeamiento que le ayuda a una mínima oxigenación.
- Es importante concluir en lo que se refiere al parámetro de Oxígeno Disuelto para tener un punto de comparación se tomó en cuenta dos horas de toma de muestras una a las 8h00 que es donde se inicia los procesos de descargas al río y otra a las 17h00 que es donde las descargas son constantes, de esto se concluye que la diferencia en los valores obtenidos no varían de forma significativa lo que se demuestra que los procesos

contaminantes son permanentes lo que influye en la contaminación total del río Cutuchi.

- Al analizar la Conductividad eléctrica como parámetro que nos puede dar un indicio sobre la cantidad de sales existentes en las muestras de lo que se tiene que en los puntos 1,3,4,5,6,y 7 no cumplen con los parámetros mínimos exigidos por el TULAS aprobados por la normativa nacional lo que demuestra procesos contaminantes extremos en este tipo de aguas, de la misma manera se determina dos puntos que cumplen con los mínimos exigidos por la normativa como son los sectores 2 que corresponde a la altura de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Cotopaxi tiene un valor de en la muestra tomada a las 8h00 es de 480  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 590  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la muestra de las 17h00, y en el punto 8 que corresponde al sector de los Molinos Poulter parte Sur tiene valores de: 563  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la toma de las 8h00 y 789  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la de las 17h00; estos resultados están dentro de los parámetros admitidos en la norma a nivel internacional dada en base a cálculos aritméticos que es  $\sim 250 - 750 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; esto se produce ya que en estos puntos el agua tiene descargas laterales de alta contaminación lo que disminuye concentraciones de sales que tienden a alterar las condiciones mínimas en este parámetro.
- Al igual que el parámetro de Oxígeno Disuelto en este parámetro de Conductividad Eléctrica está en relación directa con el Índice TDS o Sólidos totales disueltos (siglas en ingles de Total Dissolved Solids) que es una medida de la concentración total de iones en solución que es realmente una medida de la actividad iónica de una solución en términos de su capacidad para transmitir corriente, por ello se tomó en cuenta dos horas diferentes de muestreo una a las 8h00 que es donde se inicia los procesos de descargas al río y otra a las 17h00 que es donde las descargas son constantes, de esto se concluye que la diferencia en los valores obtenidos no varían de forma significativa lo que se demuestra que los procesos contaminantes son permanentes lo que influye en la contaminación total del río Cutuchi.

## RECOMENDACIONES

Después de realizados los procesos investigativos teóricos y de campo se puede emitir las siguientes recomendaciones:

- Los valores del Oxígeno Disuelto y de la Conductividad Eléctrica analizados de los efluentes al río Cutuchi en el sector comprendido entre el puente 5 de Junio y los Molinos Poulthier son determinantes en lo que se refiere a procesos contaminantes por lo que se recomienda desarrollar procesos de tratamiento del agua antes de su llegada al río, se debe determinar los tipos de contaminantes antes de su cauce y aplicar métodos físicos y químicos para bajar la carga contaminante.
- Es necesario que exista un control severo por parte de las autoridades municipales y provinciales sobre las actividades contaminantes que se están realizando por parte de las empresas, industrias y la comunidad en general y que desembocan como efluentes hacia el río Cutuchi, de esta manera disminuir la destrucción de este recurso hídrico, símbolo del cantón Latacunga y de la provincia de Cotopaxi. Es necesario que se cumpla con la normativa ambiental vigente para el Ecuador en lo pertinente a las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua dulce ya que la base de estos procesos descontaminantes está en la concientización por parte de la ciudadanía de los impactos negativos que se producen al no tratar este tipo de agua tanto para la flora y fauna así como para la salud humana.
- Se recomienda fortalecer la base de datos sobre los diversos parámetros contaminantes de los efluentes del río Cutuchi para diseñar sistemas de descontaminación de las aguas lo que permita recuperar la cuenca del Pastaza y específicamente este río.
- Es posible realizar el tratamiento descontaminante, interceptando y conduciendo las aguas que son descargadas al río Cutuchi que atraviesa el Cantón de Latacunga, para luego desarrollar procesos físicos y biológicos de restauración.

Es prioritario la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales que debería estar conformada de acuerdo al caudal de cada efluente y contaminación existentes por una estructura de tratamiento preliminar que consta de: cajón de llegada, bypass, compuertas de admisión, cribas mecánicas, y desarenadores. Luego del tratamiento preliminar las aguas residuales pasan a la etapa de tratamiento biológico que consta de tres fases: Lagunas aireadas, lagunas facultativas y lagunas de maduración.

Las lagunas facultativas son las más usadas y versátiles entre las diferentes clases de lagunas. En general, su profundidad oscila entre 5 y 8 pies (1.5 a 2.5m) y se conocen también como lagunas de estabilización. El tratamiento se desarrolla por acción de bacterias aerobias en la capa superior y bacterias anaerobias en la capa inferior, dependiendo de la mezcla que se induce por acción del viento. Los sólidos sedimentables depositan en el fondo de la laguna. El aporte de oxígeno se logra por fotosíntesis y por re aireación natural superficial. Las lagunas facultativas pueden funcionar como lagunas con descarga controlada, lagunas de retención total, o como unidades de almacenamiento para un tratamiento posterior sobre el suelo.

Las lagunas aireadas con mezcla parcial son más profundas y pueden recibir mayor carga orgánica que una laguna facultativa. El suministro de oxígeno se realiza por medio de aireadores mecánicos flotantes o difusores de aire sumergidos. Las lagunas aireadas tienen una profundidad que varía entre 6 y 20 pies (2 y 6m), y se diseñan con un bajo tiempo de retención bajo (3 a 20d).

El agua ya en condiciones aptas de regresar al medio es trasladada por una estructura de desfogue que descarga las aguas residuales tratadas al Río Cutuchi, esta agua puede ser reutilizada de manera segura en la agricultura, generación hidroeléctrica, recreación,

etc. La tecnología de tratamiento con lagunas se utiliza principalmente en comunidades pequeñas; sin embargo las lagunas aireadas y facultativas son de uso frecuente en comunidades medianas.

- Es fundamental que las actividades investigativas en lo que se refiere a la contaminación del río Cutuchi continúen de manera profunda y responsable pues este es utilizado por las comunidades especialmente para riego y cultivos lo que amplía la gama de contaminación hacia los suelos y los productos que son consumidas por la región central del país.

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **Bibliografía consultada libros impresos.**

- AMERICAN WATER WORKS ASOCIATION, Calidad y Tratamiento del Agua. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill. España. 2002.
- BRENESR, Rojaslf. El agua: sus propiedades y su importancia biológica. Acta Académica. España. 2005.
- CARBAJAL A, GONZÁLEZ M. Funciones biológicas del agua en relación con sus características físicas y químicas. En: «Agua. El arte del buen comer». Academia Española de Gastronomía. Barcelona, 2003.pp: 249-256.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR. Publicado el 20 de Agosto 2008. Registro Oficial Nro. 449.
- CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR. Comisión de Legislación y Codificación: Ley de Aguas. Registro Oficial 339. 2004.
- JIMENEZ, L. Manejo de Cuencas Hídricas. Primera Edición. México. 2006
- LEON VIZCAINO, L. Índices de Calidad del Agua (ICA) forma de estimarlos y aplicarlos. México. 2005.
- MARTÍNEZ R, RODRÍGUEZ J, SÁNCHEZ L. Química, un proyecto de la American Chemical Society. Ed. Reverte. México. 2007.
- NEVEL, R. El Agua y sus características. Segunda Edición. Venezuela 2003.
- SANCHO J. Agua es Vida. Rev. Real Academia de las Ciencias. España. 2007.

- RIZZO, Pablo. Protección de los Recursos Naturales en el Ecuador. SICA. Guayaquil. 2004.
- ROMERO, J. Calidad del Agua. Primera Edición. Editorial Nomos S.A. Colombia. 2002.
- TERNEUS, E VASCONEZ, J. y ROSERO, D. Manual Básico Aplicado a la Hidrobiología. Fundación para la Investigación y Conservación de Ecosistemas Acuáticos. Quito. 2003.
- ULLOA, Francisco. Metodología de la Investigación. UTC. Ecuador. 2000.

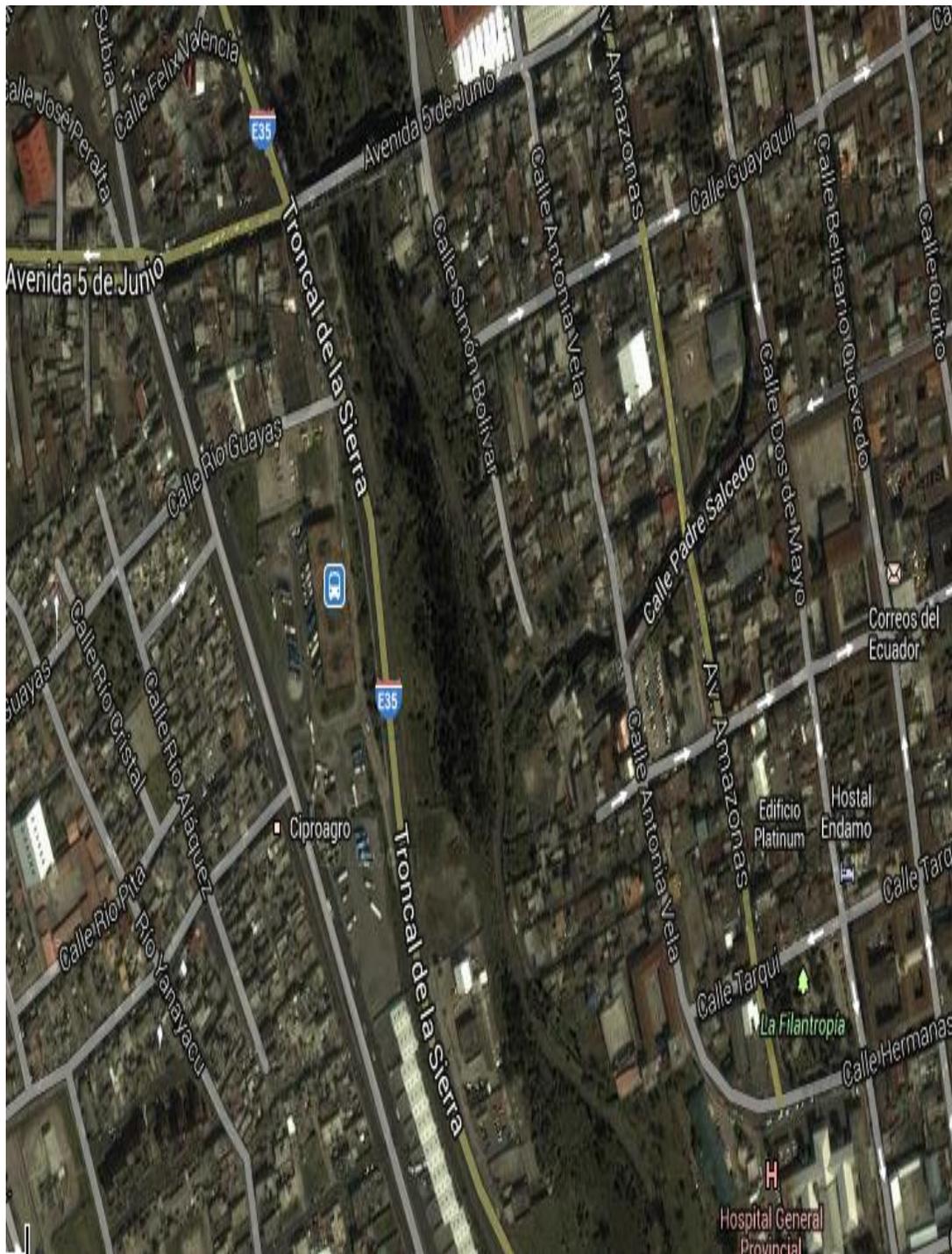
### **Linkografía**

- ❖ <http://portalsej.jalisco.gob.mx/mundo-agua/propiedades-del-agua-20> Mayo-2013
- ❖ [www.muyinteresante.es/.../el-agua-propiedades-problemas-y-usos](http://www.muyinteresante.es/.../el-agua-propiedades-problemas-y-usos) Marzo 2013
- ❖ <http://www.telpin.com.ar/interneteducativa/Proyectos/2006/ELAGUA/Causas> Abril 2013
- ❖ . <http://naturales/organismos-ambiente-y-sus-interacciones/2012/12/25>
- ❖ <http://www.laruta.nu/es/articulos/problema-del-agua-en-ecuador>. 20 de junio del 2014.

- ❖ <http://elgritolarevista.blogspot.com/2010/07/rio-cutuchi-de-latacunga-contaminado>. 01 de julio del 2014.
- ❖ <http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constituci3n>. 10 de julio 2014.
- ❖ <http://www.ancupa.com/images/stories/libro6>. 20 de julio 2014.
- ❖ [http://maps.google.com.ec/maps?q=rio+cutuchi&bav=on.2,or.r\\_qf.&biw=1366&bih=635&um=1&ie=UTF-8&hl=es&sa=N&tab=wl](http://maps.google.com.ec/maps?q=rio+cutuchi&bav=on.2,or.r_qf.&biw=1366&bih=635&um=1&ie=UTF-8&hl=es&sa=N&tab=wl). 20 de julio 2014.
- ❖ [http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo para Toma de Muestras de Aguas Residuales](http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de_Aguas_Residuales). 11 de agosto del 2014.
- ❖ <http://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm#ixzz3Ax026AXk>. 25 de agosto del 2014.
- ❖ <http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>. 13 de septiembre 2014.
- ❖ [http://www.navarra.es/home\\_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm](http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/OxigenoDisuelto.htm). 24 de septiembre 2014
- ❖ [http://www.drcaalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion de DQO.htm](http://www.drcaalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DQO.htm). 01 de octubre 2014
- ❖ [http://es.quimicaindustrial/ontaminaci3n\\_h3Adrica](http://es.quimicaindustrial/ontaminaci3n_h3Adrica). 10 de octubre 2014

## ANEXO 1

### UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL SITIO DE ESTUDIO



## **ANEXO 2**

### **ANALISIS DE LABORATORIO**

### **ANEXO 3.**

#### **FOTOGRAFIAS DE INVESTIGACION.**



Sitios de muestreo en el rio Cutuchi.



Sitios de muestreo en el rio Cutuchi



Análisis de muestras en el laboratorio

