



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería de Medio Ambiente

**Autores:**

Cando Zapata Andrea Michael  
Coro Álvarez Maricela Elizabeth

**Tutor:**

MSc. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Latacunga - Ecuador

Julio 2019

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Nosotros, **Cando Zapata Andrea Michael** y **Coro Álvarez Maricela Elizabeth**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**, siendo la **PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.**, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

---

**Cando Zapata Andrea Michael**

**CI:050432037-5**

---

**Coro Álvarez Maricela Elizabeth**

**CI: 050368266-8**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CANDO ZAPATA ANDREA MICAHEL**, identificado con C.C. N° **050432037-5** de estado civil **SOLTERO** y con domicilio, en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi; y **CORO ÀLVAREZ MARICELA ELIZABETH**, identificado con C.C. N° **050368266-8** de estado civil **SOLTERO** y con domicilio, en la parroquia 11 de Noviembre, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTES**, son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

**Historial académico.** - (Octubre 2014 - Febrero 2015 hasta Abril - Agosto 2019)

**Aprobación HCD.** – 4 de Abril del 2019

**Tutor.** - PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA**, es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de julio del 2019.

---

**Cando Zapata Andrea Michael**

**CI:** 050432037-5

**EL CEDENTE**

---

**Coro Álvarez Maricela Elizabeth**

**CI:** 050368266-8

**EL CEDENTE**

**Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez**  
**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**, de **CANDO ZAPATA ANDREA MICHAEL**, identificado con C.C. N° **050432037-5** y **CORO ÀLVAREZ MARICELA ELIZABETH**, identificado con C.C. N° **050368266-8**, de la carrera de **INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 22 de julio del 2019

Firma

.....

**TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACION**

PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

**C.I.: 060414790-0**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, los postulantes: **CANDO ZAPATA ANDREA MICHAEL**, identificado con C.C. N° **050432037-5** y **CORO ÀLVAREZ MARICELA ELIZABETH**, identificado con C.C. N° **050368266-8**, con el proyecto de investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Sustentación** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de Julio del 2019

Para constancia firman:

---

**Lector 1**  
**Nombre: Ing. Kalina Fonseca**  
**CC: 1723534115**

---

**Lector 2**  
**Nombre: Ing. Juan Espinoza**  
**CC: 1713474326**

---

**Lector 3**  
**Nombre: Ing. Vinicio Mogro**  
**CC: 0501057514**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios por ser mi fortaleza y guía. A mis queridos padres Jorge Cando y Amparo Zapata por el valor mostrado para salir adelante y por su amor, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mi entrañable amor Jefferson por apoyarme y brindarme su comprensión siempre. Agradezco principalmente de todo corazón a mi hija por tenerla en mi vida como un ser maravilloso que ilumina y da sentido a la misma y por brindarme fuerza para seguir adelante. Agradezco también sin menor importancia a mi abuelita Carmen Bautista quien supo darme palabras de apoyo y superación con su inmenso amor y cariño. También a mi Tía Mary por alentarme con entusiasmo y cariño. Por último, pero no menos importante a nuestra tutora: Ing. Mercy Ilbay y a nuestros lectores: Ing. Juan, Espinosa, Ing. Kalina Fonseca, Ing. Vinicio Mogro por creer en nosotros y guiarnos en todo momento. A los ingeniero/as que moldearon nuestros caminos para llegar a ser excelentes profesionales.

*(Cando Andrea)*



## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios quien guía cada paso que doy en el camino de la vida, a mis padres, por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron, a mis hermanas por haber estado ahí siempre que las necesitaba apoyándome y dándome consejos.

Con gratitud y cariño a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, institución de la cual me llevo gratos recuerdos, a las autoridades, profesores que allí laboran, quienes diariamente tienen la difícil misión de brindar profesionales de calidad, por ser la institución que me abrió las puertas, para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores en lo posterior de mi existencia.

De la misma forma mi más sincero agradecimiento a nuestra tutora, Ing. Mercy Ilbay y a nuestros lectores: Ing. Juan Espinosa, Ing. Kalina Fonseca, Ing. Vinicio Mogro por la disposición de poner al servicio sus conocimientos para la realización y culminación de este trabajo de investigación.

*(Coro Maricela)*

## **DEDICATORIA**

Dedico con mucho cariño a mi madre Amparo Zapata y a mi padre Jorge Cando por su apoyo, consejos, comprensión y amor. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter y mi perseverancia.

A lo largo del proceso de formación académica ha existido momentos de esfuerzo, sacrificio, pero también alegría. Es por ello que me complace dedicar esta tesis a mi hija, por ser mi inspiración en días oscuros, darme valor y ánimo para continuar día a día. Tu afecto y cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti, aun a tu corta edad me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida.

A mi compañero de vida a quien le dedico este triunfo por estar en mi vida y por creer en mí. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y apoyándome hasta donde tus alcances te lo permitieron.

A mí querida amiga Maricela Coro por ayudarme desinteresadamente, por echarme una mano cuando la necesité. Te agradezco no solo por la ayuda, sino por los buenos momentos en los que convivimos.

*(Cando Andrea)*

## **DEDICATORIA**

A mis padres Cesar Coro y Enma Álvarez en especial a mi mami querida porque sé que ella me ayudó en las buenas y en las malas y lo sigue haciendo, además de haberme dado la vida, siempre confió en mí y nunca me abandonó, por su amor, por su ejemplo de perseverancia y constancia durante toda mi vida, por sus validos consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanas, Verónica y Paulina, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi novio, compañero y amigo Henry, porque en el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta.

Finalmente, a mis amigas, Andrea y Erlinda porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

*(Coro Maricela)*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”

**Autores:** Cando Zapata Andrea Michael

Coro Álvarez Maricela Elizabeth

## RESUMEN

La potabilización del agua consiste en la eliminación de compuestos volátiles, seguida de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro. El objetivo de esta investigación fue evaluar los procesos y análisis de la planta potabilizadora Loma de Alcoceres (LA) ubicado en el barrio San Martín, cantón Latacunga. Para ello se realizó el análisis físico- químico y microbiológico del agua al ingreso y salida de la planta, y en la red de distribución. Así, como la evaluación anual de los parámetros cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia. Coli* para el periodo 2010- 2015 y 2017-2019. Los resultados permitieron identificar que la calidad del agua a la salida de la planta (LA), se encuentra de acuerdo a lo establecido en el Libro VI Anexo 1 Tabla 2 del TULSMA. Sin embargo, el agua es levemente dura, lo que podría provocar obstrucción de la tubería debido a la acumulación de sedimentos. El proceso de acumulación es lento, pero puede ser dañino, si se acumula en las tuberías o en los conductos por los que entra y sale el agua de los aparatos domésticos. La planta de tratamiento se encuentra operando con una eficiencia de 99,81% para un promedio anual.

**Palabras claves:** Análisis, eficiencia, evaluación, filtración, Planta de tratamiento.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

**TOPIC:** "EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE POTABLE WATER TREATMENT PLANT AND PROPOSAL FOR REPOWERING IN THE LOMA DE ALCOCERES OF THE SAN MARTÍN DISTRICT, JUAN MONTALVO PARISH, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE IN THE PERIOD OCTOBER 2018-AUGUST 2019"

**Authors:** Cando Zapata Andrea Michael  
Coro Álvarez Maricela Elizabeth

The purification of water consists of the elimination of volatile compounds, followed by the precipitation of impurities with flocculants, filtration and disinfection with chlorine. The objective of this investigation was to evaluate the processes and analysis of the water treatment plant Loma de Alcoceres (LA) located in the San Martin neighborhood, Latacunga canton. To do this, the physical-chemical and microbiological analysis of the water at the entrance and exit of the plant, and in the distribution network was carried out. Thus, as the annual evaluation of residual chlorine parameters, total coliforms, fecal coliforms and *Escherichiacoli* for the period 2010-2015 and 2017-2019. The results allowed to identify that the water quality at the outlet of the (LA) plant is in accordance with the provisions of book VI Annex 1 Table 2 of the TULSMA. However, the water is slightly hard, which could cause clogging of the pipe due to the accumulation of sediments, the accumulation process is slow, but it can be harmful if it accumulates in the pipes or pipes through which water enters and exits from domestic appliances. The treatment plant is operating with an efficiency of 99.81% for an annual average.

**KEYWORDS:** Analysis, Efficiency, Evaluation, Leak, Plant of treatment.

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS.....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO I	
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
6.1. El Agua.....	5
6.1.1. Agua potable .....	5
6.1.2. Características y Calidad del Agua. ....	5
6.1.3. Índices de calidad del agua. ....	5
6.2. Contaminación del Agua.....	6
6.3. Parámetros físicos .....	8
6.3.1. Determinación de PH.....	8
6.3.2. Cloro residual.....	9
6.3.3. Oxígeno disuelto .....	9
6.3.4. Sólidos disueltos totales.....	9
6.3.5. Turbidez .....	9
6.3.6. Temperatura. ....	10
6.3.7. Conductividad eléctrica.....	10
6.4. Parámetros químicos .....	10
6.4.1. Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO).....	10
6.4.2. Dureza .....	11
6.4.3. Calcio .....	11
6.4.4. Sodio .....	11
6.4.5. Magnesio.....	11
6.5. Parámetros bacteriológicos. ....	11
6.5.1. Generalidades.....	11
6.5.2. Los coliformes fecales (termorresistentes). ....	12
6.5.3. Coliformes Totales.....	12
6.5.4. Escherichia coli.....	12

6.6.	Coagulantes .....	12
6.6.1.	Clases de coagulantes .....	13
6.6.2.	Coagulantes metálicos .....	13
6.6.3.	Sulfato de aluminio granulado tipo B .....	13
6.7.	Curva de eficiencia.....	13
6.8.	MARCO LEGAL .....	13
6.8.1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR TÍTULO II.- DERECHOS. .	13
6.8.2.	TITULO V.- Organización Territorial Del Estado. Capitulo Cuarto. - Régimen de competencia.....	14
6.8.3.	TITULO VI. - RÉGIMEN DE DESARROLLO.....	14
6.8.4.	TÍTULO VII.- RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR CAPÍTULO SEGUNDO. - Biodiversidad y recursos naturales .....	14
6.8.5.	NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA- LIBRO VI ANEXO 1 .....	14
6.8.6.	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2016.....	14
7.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	14
<b>CAPITULO II</b>		
8.	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	15
8.1.	Cuadro Metodológico.....	15
8.2.	Área de Estudio .....	16
8.3.	Datos.....	17
8.4.	Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 108:2016.....	17
8.4.1.	El uso de recipientes apropiados.....	17
8.4.2.	Recipientes de muestras para análisis químicos .....	17
8.4.3.	Recipientes de muestras para análisis microbiológico.....	18
8.4.4.	Llenado del recipiente.....	18
8.4.5.	Refrigeración y congelación de las muestras.....	18
8.4.6.	Identificación de las muestras.....	19
8.4.7.	Transporte de las muestras.....	19
8.4.8.	Recepción de las muestras en el laboratorio .....	19
8.5.	Análisis exploratorio de datos .....	19
8.5.1.	Medidas de posición o localización .....	20
8.5.2.	Medidas de dispersión y escala.....	20
8.5.3.	Medidas de forma .....	20
8.6.	Dureza del Agua.....	21

8.7.	EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	22
<b>CAPITULO III</b>		
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	22
9.1.	Caracterización de la Planta de Tratamiento de agua potable (LA).....	22
9.2.	Descripción de los procesos de tratamiento de potabilización del agua en la planta de tratamiento.....	23
9.2.1.	Estructura de llegada.....	23
9.2.2.	Estructura de medición .....	24
9.2.3.	Coagulación o mezcla rápida .....	24
9.2.4.	Floculación.....	24
9.2.5.	Sedimentación.....	24
9.2.6.	Filtración .....	24
9.2.7.	Desinfección .....	25
9.3.	ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS .....	25
9.3.1.	Cloro residual.....	25
9.3.2.	Coliformes totales .....	26
9.3.3.	Coliformes fecales .....	28
9.3.4.	Escherichia coli.....	29
9.3.5.	Cálculo de la Dureza Final.....	31
9.4.	EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	32
10.	CONCLUSIONES .....	32
11.	RECOMENDACIONES.....	33
12.	BIBLIOGRAFIA .....	33
13.	ANEXOS .....	1

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la planta de tratamiento del agua potable en la Loma de Alcoceres del Barrio San Martin.....	16
Figura 2.	Diagrama de flujo del Origen de la fuente de agua cruda de la Planta .....	23
Figura 3.	Comparación de datos de entrada del cloro residual del agua potable.....	25
Figura 4.	Comparación de datos de salida del cloro residual del agua potable. ....	26
Figura 5.	Comparación de datos de entrada de coliformes totales del agua potable. ....	27
Figura 6.	Comparación de datos de salida de coliformes totales del agua potable.....	27



Figura 7. Comparación de datos de entrada de coliformes fecales del agua potable.....	28
Figura 8. Comparación de datos de salida de coliformes fecales del agua potable. ....	29
Figura 9. Comparación de datos de entrada de Escherichia coli del agua potable. ....	30
Figura 10. Comparación de datos de salida de Escherichia coli del agua potable.....	30
Figura 11. Porcentaje de eficiencia de la planta de tratamiento (LA) .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos.....	3
Tabla 2. Requisitos químicos del Sulfato de Aluminio granulado tipo B. ....	13
Tabla 3. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección. ....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la planta de tratamiento del agua potable en la Loma de Alcocerces del Barrio San Martin.....	1
Anexo 2. Diagrama de flujo del Origen de la fuente de agua cruda de la Planta .....	1
Anexo 3. Resultados de los 4 parametros analizados (entrada-salida). ....	2
Anexo 4. Eficiencia de la Planta de Tratamiento.....	6
Anexo 5. Beneficiarios directos e indirectos. ....	6
Anexo 6. Requisitos químicos del Sulfato de Aluminio granulado tipo B.....	6
Anexo 7. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección. ....	6
Anexo 8. Requisitos del Agua Potable. ....	8
Anexo 9. Análisis microbiológico del agua (Cajón de llegada) .....	9
Anexo 10. Análisis microbiológico del agua (Distribución) .....	11
Anexo 11. Promedio Anual (Distribución).....	14
Anexo 12. Clasificación de la dureza del agua .....	14
Anexo 13. Coagulación o mezcla rápida .....	14
Anexo 14. Floculación .....	15
Anexo 15. Datos de Diseño de las zonas de Floculación .....	15
Anexo 16. Sedimentación .....	15
Anexo 17. Filtración .....	16
Anexo 18. Desinfección.....	17
Anexo 19. Análisis del agua entrante a la Planta de Tratamiento Loma de Alcocerces. ....	17

Anexo 20. Análisis del agua saliente de la Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres. ....	18
Anexo 21. Análisis del agua en un domicilio proveniente de la Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres. ....	19
Anexo 22. Plano de la planta de tratamiento de agua potable Loma de Alcoceres .....	20
Anexo 23. Visita in situ a la planta de tratamiento .....	21
Anexo 24. Muestra recolectada en el tanque de agua sin tratar en la planta de Alcoceres.....	21
Anexo 25. Muestra recolectada en el tanque de reservorio en la planta de Alcoceres. ....	22
Anexo 26. Almacenamiento de las muestras de agua a analizar de la Planta de Tratamiento de Alcoceres.....	22
Anexo 27. Tanque de distribución (agua tratada) de la planta de Alcoceres.....	23
Anexo 28. Proceso de cloración.....	23
Anexo 29. Análisis del agua saliente de la Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres. ....	24
Anexo 30. Hoja de vida de la Tutora de investigación: PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y. ....	26
Anexo 31. Hoja de vida de autora: Cando Zapata Andrea Michael .....	33
Anexo 32. Hoja de vida de autora: Coro Alvarez Maricela Elizabeth.....	36

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

**OMS:** Organización Mundial De La Salud

**NTE INEN:** Norma Técnica Ecuatoriana

**ONU:** Organización Mundial de la Salud

**DIMAPAL:** Dirección de Agua Potable y Alcantarillado de Latacunga

**ICA:** Índices de Calidad de Agua

**ICO:** Índices de Contaminación

**OD:** Oxígeno Disuelto

**SDT:** Solidos Disueltos Totales

**DBO:** Demanda Bioquímica del Agua

**ADN:** Material Genético Presente en las Células

**E. COLI:** *Escherichia Coli*

**LA:** Loma de Alcoceres

**AED:** Análisis Exploratorio de Datos

# 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación incluye como sujeto de estudio a la actual planta de tratamiento de agua potable en la Loma de Alcocerres, que se encuentra localizada en el Barrio San Martín, parroquia Juan Montalvo, al noreste de la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi, en las coordenadas UTM 0767605E 9897856N, a una altura de 2923 m.s.n.m. Uno de los problemas que tiene la planta, corresponde al desconocimiento de la calidad de agua potable. Por ello mediante la presente investigación, se espera mejorar la calidad del agua y funcionamiento de la planta de tratamiento, ya que abarca el 60 % de agua potable y permitiendo cubrir la demanda a sectores de San Felipe, la cárcel y el centro de la ciudad.

Falta de información del procedimiento in situ en la planta, el alto grado de compuestos contaminantes al cuerpo receptor que varía en época lluviosa y seca, son otros de los problemas de la planta, por ende, es importante la evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de Alcocerres para la determinación de la calidad del agua en tres puntos de medición, mediante muestreos para los análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

En la planta de tratamiento existen los siguientes procesos: coagulación, floculación, sedimentación, filtrado y cloración. En cada uno se establece una rutina de operación y mantenimiento.

La metodología y las técnicas de evaluación empleadas en este proyecto se basaron en la información recolectada en la Dirección de agua potable y alcantarillado del cantón Latacunga (DIMAPAL) con la cual se realizó un análisis exploratorio de datos. Además, se utilizó programas como Excel, el cual permitió realizar tablas estadísticas y determinar la curva de eficiencia con todos los años de los análisis realizados anteriormente y constatar la calidad del agua, también permitió realizar el cuadro comparativo de eficiencia de la planta de tratamiento en cada parámetro analizado. Por otro lado, se realizó pruebas de laboratorio para comprobar la validez de la misma, utilizando la investigación de campo y detallar las características del agua, suministro y tratamiento, para así verificar el cumplimiento de la norma INEN 1108 y el Libro VI Anexo I Tabla 2 del TULSMA de los parámetros, físicos, químicos y biológicos, finalmente llegar a la interpretación de resultados.

Para complementar el estudio de la eficiencia de la planta de tratamiento Loma de Alcocerres se procedió a calcular la dureza del agua mediante un análisis físico químico y microbiológico del agua de la planta en la salida de la misma para conocer los verdaderos problemas que esto acarrea sea en las tuberías de conducción y también en los consumidores finales, los resultados se los comparo con la Tabla 3 de clasificación del agua y con el Libro VI Anexo I Tabla 2 del TULSMA.

Los resultados obtenidos permitieron conocer el verdadero trabajo de desinfección del agua en la planta de tratamiento (LA) dando un resultado negativo para la propuesta de repotenciación ya que en el cuadro de eficiencia se determinó la misma con un 99,88 %.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El agua es el recurso básico para garantizar la existencia de todos los seres vivos del planeta. Sin embargo, su escasez y la contaminación provocan que millones de personas tengan un acceso deficiente a este recurso tan necesario. A nivel mundial los factores más influyentes en la contaminación del recurso hídrico, son el desarrollo de la actividad humana en su diario vivir, sus actividades rutinarias y el crecimiento poblacional, razón por la que es de suma importancia contar con un buen sistema de tratamiento de aguas que permita la recuperación del recurso hídrico y darle el aprovechamiento en su mayor potencial, logrando disminuir los impactos directos al agua que se causa con estas afectaciones.

La presente investigación se realizó para conocer la eficiencia de los sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad y aporte es que a través de los equipamientos y procesos elimine o reduzca la contaminación de las características no deseables del agua. Otro fin es obtener dichas aguas con las características adecuadas para el uso doméstico.

Una de las principales responsabilidades de cualquier gobierno o municipio es proveer el agua a todos los habitantes de su territorio, desgraciadamente, el servicio de agua potable ha aumentado con el paso de los años, pues la escasez de ésta y la sobrepoblación hacen que el líquido vital sea cada vez más caro e ineficiente. Por tal razón, con la presente investigación, se conoció la calidad de agua que consume cada habitante de la red de la planta de tratamiento Loma de Alcocerres.

Mediante la recuperación del recurso hídrico por medio del tratamiento sistemático de aguas permite a la comunidad el aprovechamiento del agua y la eliminación de los factores contaminantes que se encuentran en ella. Sin embargo, para lograr un nivel alto de recuperación y tratamiento de aguas, la planta debe contar con un sistema de infraestructura y operación que sea lo suficientemente eficiente para lograr cumplir con dicho objetivo de lo contrario puede generar una alteración al medio ambiente por su procedimiento ineficaz.

Con este proyecto se garantizó el conocimiento de la calidad del agua actual que se consume diariamente por los habitantes, la evaluación de la eficiencia de la planta; ya que con esta y el conocimiento del funcionamiento y procesamiento de la misma, se obtuvo información adecuada para su respectivo análisis y comparación con la normativa.

Es de suma importancia trabajar con normativa actualizada y con los parámetros analizados, con esto permitió conocer si se encuentra el agua dentro de los límites máximos permisibles del TULSMA y así se determinó el cumplimiento de la normativa del trabajo que se realiza en la planta de tratamiento (LA).

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos.**

<b>Directos</b> (Loma de Alcoceres)	<b>Indirectos</b> (Cantón Latacunga)
Hombres 24.888 hab.	Hombres 69.598 hab.
Mujeres 26.801 hab.	Mujeres 74.381 hab.
TOTAL 51.689 hab.	TOTAL 143.979hab.

Elaborado por: Las Autoras

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Desde la existencia del ser humano el agua ha sido, es y será considerado el “líquido vital” utilizado para calmar la sed, en el aseo corporal, en la preparación de los alimentos, en la agricultura por medio del riego. De ahí, nace la necesidad de planificar, ejecutar y dotar sistemas de agua potable apta para el consumo de la población. (Devlin, 2006)

A nivel mundial cerca de 1.000 niños mueren todos los días a causa de enfermedades asociadas con agua potable contaminada, saneamiento deficiente o malas prácticas de higiene, por esta causa se ha desarrollado varias enfermedades causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable; enfermedades como la esquistosomiasis, que tiene parte de su ciclo de vida en el agua; la legionelosis transmitida por aerosoles, la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua. A pesar que en nuestro planeta tiene una superficie de 71% de agua, y que tan solo el 2% es potable, esta debe ser utilizada a conciencia; no promover el desperdicio y a reducir la contaminación del agua en el ámbito doméstico e industrial. Y en total, son 748 millones de personas en todo el mundo que siguen teniendo serios problemas para acceder al agua. (ONU, 2017)

La calidad de agua es tan importante como la cantidad, una mala calidad de agua generada por la contaminación y por la falta de saneamiento adecuado impacta negativamente al medio ambiente y a la salud de las personas. De acuerdo a la información de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en Ecuador todavía existe un alto porcentaje de la población que no tiene una fuente segura y confiable de agua para consumo humano. Por ello sugiere que son 100 litros al día recomendados para cada ecuatoriano, con el fin de satisfacer las necesidades de consumo e higiene, y además es un 40% más que el promedio de la región, esto no se cumple debido a que al día un ecuatoriano gasta en promedio 249 litros de agua. La calidad de agua del mundo está cada vez más amenazada con el aumento de la población, la expansión de las actividades industriales y agrícolas, el deterioro acelerado de los recursos naturales y la pérdida de los ecosistemas, en efecto son los principales factores que acentúan desequilibrios entre la cantidad de agua duradera disponible, las crecientes demandas y necesidades de este líquido vital, mientras que el cambio climático amenaza con alterar el ciclo hidrológico global. (OMS, 2017)

En la provincia de Cotopaxi el sistema de agua potable cuenta con algunas deficiencias tanto en la disponibilidad del servicio como en la calidad del mismo, recientemente el director zonal de la institución de SENAGUA Olmedo Iza, manifestó que tener acceso a agua limpia es un derecho humano por lo que se debe garantizar la obtención de este servicio para el consumo, pues hubo roturas de

tuberías en el sector de San Felipe y en las cercanías de la Estación que pudo contaminar el agua y también existe una gran preocupación por este recurso porque pudo afectar en el desarrollo de las actividades de los habitantes de los sectores, debido que se encuentran expuestos a contraer enfermedades y demás inconvenientes, además por falta de acciones con las comunidades para protección de las fuentes de recarga hídrica como son; los páramos y bosques nativos, puesto que estos requieren protección para preservar el agua. (Iza & Maldonado, 2017)

En el cantón Latacunga a partir del año 2010 se instaló la Planta de Tratamiento Loma de Alcocerres que en la actualidad abastece a 25 barrios del cantón. En el Barrio San Martín, Parroquia Juan Montalvo, el suministro de agua potable es otorgado por la red Pública de agua potable y administrado por DIMAPAL. (Iza & Maldonado, 2017)

Actualmente la humanidad posee un desconocimiento en el adecuado tratamiento para su consumo, se presume que existen enfermedades principales como: gastrointestinales y de colón, con mayor grado infecciosas a niños y personas de tercera edad, pues es necesario que se verifique con un estudio la calidad de agua y el análisis respectivo de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua entrante, saliente de la planta, y de un domicilio, para mejorar su constante eficiencia asegurando que el líquido sea de buena calidad, ya que el recurso hídrico es proveniente del cerro Langoa. Y mediante la investigación mejorar el funcionamiento de la planta, ya que corresponde al 60% del agua potable en la ciudad.

La problemática, tiene su inicio en la falta de caracterización del agua entrante y saliente de la planta, también la ausencia de un proceso estimado de la eficiencia de la planta, como proceso adecuado de remediación y la falta de un control y mantenimiento periódico de las instalaciones. Todas estas causas llevan a efectos como: El elevado riesgo ambiental por contaminantes hídricos del cuerpo receptor, alto riesgo a la salud y la alteración de la calidad de vida socioambiental de la comunidad.

## **5. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la eficiencia de la Planta de Tratamiento de agua potable “Loma de Alcocerres”, Barrio San Martín, Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el período Octubre 2018-Agosto 2019.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar el agua de la Planta de Tratamiento en la Loma de Alcocerres del Barrio San Martín.
- Determinar la eficiencia de la Planta de Tratamiento de Agua Potable mediante curvas de eficiencia.
- Calcular la dureza del agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

## CAPITULO I

### 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

#### 6.1.El Agua

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas de vida. (Marks, 2012)

##### 6.1.1. Agua potable

Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud. Por eso, antes de que el agua llegue a nuestras casas, es necesario que sea tratado, en una planta potabilizadora. (Castro, 2013)

##### 6.1.2. Características y Calidad del Agua.

La calidad del agua es un término difícil de precisar debido a que depende del uso de la misma; por ejemplo, un agua de “buena” calidad para el crecimiento de algas puede no ser igualmente “buena” para beber. La calidad del agua es “buena” o “mala” dependiendo del uso que se le da. El agua pura es un líquido sin sabor, color, y olor, formado por hidrógeno y oxígeno con una fórmula química H<sub>2</sub>O. Como el agua es casi un solvente universal, muchas sustancias naturales y artificiales son en cierto grado solubles. (Wheaton, 2013)

##### 6.1.3. Índices de calidad del agua.

Es un sistema cualitativo que permite hacer comparaciones de niveles de contaminación en diferentes áreas. El ICA se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura.

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices de calidad de agua (ICA) e índices de contaminación (ICO), los cuales reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión simple de fácil interpretación entre técnicos, administradores ambientales y el público en general. La principal diferencia entre unos y otros está en la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo. En términos simples, un ICA es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua.

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de autodepuración. (Álvarez, 2012)

## 6.2. Contaminación del Agua

El agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible. (OMS, 2017)

Según la OMS en el 2017 los contaminantes importantes del agua son:

- Basuras, desechos químicos de las fábricas, industrias, etc.
- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tóxicas activas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radioactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.
- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.
- Vertimiento de aguas servidas. La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos.
- Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas. Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias.
- Vertimiento de relaves mineros. Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Los relaves mineros



contienen hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas.

- Vertimiento de productos químicos y desechos industriales. Consiste en abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc. provenientes de las actividades industriales.

### **6.2.1. Principales contaminantes más frecuentes del agua**

Según Bethemont en el 2012 concreta los contaminantes más frecuentes del agua:

#### a) Contaminantes Físicos

Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. La turbidez puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión.

#### b) Contaminantes Químicos

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico).

#### c) Contaminantes Orgánicos

Son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de los desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo, productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc.

#### d) Contaminantes Biológicos.

Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua. “Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar en los siguientes ocho grupos”:

#### e) Microorganismos patógenos.

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas.

f) Desechos orgánicos.

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.

g) Sustancias químicas inorgánicas.

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

h) Nutrientes vegetales inorgánicos.

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas.

i) Compuestos orgánicos.

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. Acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

j) Sedimentos y materiales suspendidos.

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

k) Sustancias radiactivas.

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando al largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

### **6.3. Parámetros físicos**

Según Collins en el 2014 determina los siguientes parámetros físicos del agua:

#### **6.3.1. Determinación de PH.**

Aunque el pH no ejerce por lo general un efecto directo en los consumidores, es uno de los principales parámetros operativos de la calidad del agua al que se debe prestar gran atención en todas las fases del tratamiento a fin de que el agua se clarifique y desinfecte satisfactoriamente. El pH óptico varía según la composición del agua y el tipo de materiales de construcción utilizados en el sistema de distribución, pero con frecuencia se sitúa entre 4,0 a 9,0. La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas ya que prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para

suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH.

### **6.3.2. Cloro residual**

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a:

- Su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores.
- Su más que comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas.
- La facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados.

El cloro residual libre en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio (cloraminas), y su poder desinfectante es menor que el libre.

### **6.3.3. Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel de oxígeno disuelto es demasiado bajo, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de la temperatura también. El agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente.

### **6.3.4. Sólidos disueltos totales.**

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT), puede tener importantes efectos en el sabor del agua potable. Se considera generalmente que, con concentraciones del SDT inferiores a 600mg/Litro, el agua tiene el sabor agradable, que se deteriora progresivamente cuando la concentración sobrepasa 1200mg/Litro. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas.

### **6.3.5. Turbidez**

La transparencia del agua es importante para la elaboración de productos destinados a consumo humano y para numerosos usos industriales. La causa de la turbiedad del agua de consumo humano es la presencia de partículas que puede deberse a que el tratamiento ha sido insuficiente o a que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución. En el caso de algunas aguas subterráneas puede deberse también a la presencia de partículas de materia inorgánica. Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacterias. Por lo tanto, cuando el agua ha de desinfectarse, la turbiedad debe ser baja para que la desinfección resulte eficaz.

### **6.3.6. Temperatura.**

Es una propiedad física de un sistema en la que se da una transferencia de energía térmica o calor, entre ese sistema y otros. Las temperaturas elevadas, consecuencia de descargas de agua calentada, pueden tener un impacto ecológico significativo. A menudo la fuente de aporte hídrico, como en los manantiales profundos, solo es posible efectuando medidas de temperatura. El agua fresca es generalmente más agradable que el agua caliente. Las elevadas temperaturas favorecen la proliferación de microorganismos y pueden agravar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

### **6.3.7. Conductividad eléctrica**

La conductividad de una sustancia se define como "la habilidad o poder de conducir o transmitir calor, electricidad o sonido". Las unidades son Siemens por metro [S/m] en sistema de medición SI y micromhos por centímetro [mmho/cm] en unidades estándar de EE.UU. La corriente eléctrica resulta del movimiento de partículas cargadas eléctricamente y como respuesta a las fuerzas que actúan en estas partículas debido a un campo eléctrico aplicado. Dentro de la mayoría de los sólidos existen un flujo de electrones que provoca una corriente, y a este flujo de electrones se le denomina conducción electrónica. En todos los conductores, semiconductores y en la mayoría de los materiales aislados se genera conducción electrónica; la conductividad eléctrica depende en gran medida del número de electrones disponibles para participar en el proceso de conducción. La mayoría de los metales son buenos conductores de electricidad, debido al gran número de electrones libres que pueden ser excitados en un estado de energía vacío y disponible. En el agua y materiales iónicos o fluidos puede generarse el movimiento de una red de iones cargados. Este proceso produce corriente eléctrica y se denomina conducción iónica.

## **6.4. Parámetros químicos**

Según Salguero en el 2013 investiga los principales parámetros químicos del agua:

### **6.4.1. Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO).**

Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Es la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Un río con alto DBO tiene poco contenido de oxígeno.

La demanda bioquímica de oxígeno 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 residuales, 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 DBO es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismos presentes, por la cantidad y tipo de elementos nutritivos presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de ida media (tiempo en que descompone la mitad de la cantidad inicial de materia orgánica) del elemento nutritivo.

### **6.4.2. Dureza**

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación. Las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio.

Las aguas subterráneas procedentes de acuíferos con composición eminentemente silicatada (p.e. granitos) dan lugar a un agua blanda, es decir, con cantidades muy bajas de sales de calcio y magnesio.

### **6.4.3. Calcio**

Normalmente el calcio forma sales generalmente solubles, con aniones como hidrógeno, carbonato, sulfato, cloruro y fluoruro. En general, suele ser el catión mayoritario en las aguas.

El calcio pasa al agua por disolución cuando proviene de sulfatos (especialmente yesos, muy solubles) y silicatos, o por la acción del CO<sub>2</sub> disuelto en el agua cuando se trata de Ca presente en calizas, margas y dolomitas. El aporte del metal al agua es muy notable en terrenos yesíferos, por ejemplo, la depresión del Ebro, pudiendo también acceder a las aguas dulces mediante fenómenos de intrusión salina que también incrementaría la concentración de Mg en las aguas afectadas.

### **6.4.4. Sodio**

Los compuestos de sodio finalizan de forma natural en el agua. El sodio procede de rocas y de suelos como así también del mar. Donde encontramos concentraciones significantes es en los ríos y en los lagos, sin embargo, estas dos últimas se encuentran en concentraciones mucho más bajas, su valor depende de las condiciones geológicas y de la contaminación por aguas residuales.

### **6.4.5. Magnesio**

El magnesio es un nutriente que el cuerpo necesita para mantenerse sano. El magnesio es importante para muchos procesos que realiza el cuerpo. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea. Además, ayuda a formar proteína, masa ósea y ADN (el material genético presente en las células). Los científicos estudian el magnesio para determinar cómo afecta a la salud. A exceso de magnesio provoca presión arterial alta y enfermedad cardíaca, diabetes de tipo 2, osteoporosis y migrañas.

## **6.5. Parámetros bacteriológicos.**

Según Quintana en el 2013 descubre los siguientes parámetros bacteriológicos:

### **6.5.1. Generalidades**

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los

microorganismos patógenos y con ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos.

### **6.5.2. Los coliformes fecales (termorresistentes).**

Estas bacterias se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C, comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los coliformes termorresistentes distintos de *E.coli* pueden proceder también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición.

La razón entre coliformes fecales y estreptococos fecales proveen información acerca de la fuente de contaminación. Los estreptococos fecales rara vez se multiplican en agua contaminada y son más persistentes que *E. coli* y las bacterias coliformes. Además, los estreptococos son muy resistentes al secado y pueden ser utilizados para realizar controles sistemáticos después de la colocación de nuevas tuberías maestras o la reparación de los sistemas de distribución, así como para detectar la contaminación de aguas subterráneas o superficiales.

### **6.5.3. Coliformes Totales**

Su presencia indica que el agua de su pozo está contaminada con excremento o desechos de alcantarillas, y tiene el potencial de causar enfermedades. *E. coli* es un subgrupo de bacterias fecales coliformes. Algunas cepas, sin embargo, pueden causar enfermedades.

Existen los llamados “colis fecales” que se presentan normalmente en el intestino del hombre y animal y es natural suponer que su presencia en los alimentos indica reciente contaminación con heces. Sin embargo, *E. coli* se encuentra muy difundida en la naturaleza y aunque en la mayoría de las cepas tienen probablemente su origen de las heces, su presencia, particularmente en pequeño número, no significa necesariamente que los alimentos contengan materia fecal, pero si sugiere un bajo nivel de higiene.

### **6.5.4. Escherichia coli**

La *E. coli* es un tipo de bacteria que se encuentra comúnmente en los intestinos de animales y seres humanos. La presencia de *E. coli* en el agua es una fuerte indicación de la contaminación de residuos de animales o aguas residuales.

Los suministros de agua pública en general se desinfectan con cloro, ozono, o algún otro proceso, encontrar *E. coli* en un servicio público indica que el proceso de desinfección no estaba funcionando, o que el contacto con los residuos se produjo después de que el agua fue tratada.

Si se sospecha que la fuente de agua, ya sea pública o privada, está contaminada con *E. coli*, se debe considerar el uso de agua potable embotellada, hervir el agua potable o realizar un tratamiento adecuado con tabletas de yodo, cloro, o de desinfección.

## **6.6.Coagulantes**

En general, se puede decir que los coagulantes son aquellos compuestos de hierro y aluminio capaces de formar un floc y que pueden efectuar coagulación al ser añadidos al agua. Por otra parte, ayudas de coagulación, en realidad no actúan como tales en la coagulación sino en la floculación generando un floc más pesado.

### 6.6.1. Clases de coagulantes

### 6.6.2. Coagulantes metálicos

Se clasifican en tres tipos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios. Las sales de aluminio más conocidas son el sulfato de aluminio, el sulfato de aluminio amoniacal y el cloruro de polialuminio. (Navas, 2016)

### 6.6.3. Sulfato de aluminio granulado tipo B

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 905 el sulfato de aluminio granulado tipo B es el que cumple las siguientes especificaciones:

**Tabla 1. Requisitos químicos del Sulfato de Aluminio granulado tipo B.**

Requisitos	Solido	Solución sulfato de aluminio
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mínimo	15,2	7,3
Hierro como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	1,2
% materia insoluble	8,0	0,1
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (b) mínimo	0,05	(1)

FUENTE: (INEN 1 905, 2017). Sulfato de aluminio.

### 6.7. Curva de eficiencia

La curva de eficiencia es una representación gráfica que muestra la relación entre rendimiento y el tiempo en el cual la planta de tratamiento tuvo alguna deficiencia en años anteriores y en alguno de los parámetros fisicoquímicos analizados del agua. La curva que se forma por la relación rendimiento, tiempo puede tomar distintos comportamientos:

Curva ascendente: Sigue la lógica de "a mayor tiempo de inversión mayor rendimiento" debido a la mayor incertidumbre que genera invertir a tiempos más largos. A su vez, se puede interpretar como una perspectiva de permanencia en las actividades para destacar problemas infecciosos para la salud futura.

Curva Descendente: Los rendimientos futuros son más bajos que los actuales, y se puede pronosticar una desaceleración en la actividad de evaluación futura. Cloro residual por encima de la curva son una buena oportunidad de inversión porque, a igual tiempo, ofrecen un mayor rendimiento. Lo contrario ocurre el cloro residual se encuentran debajo de la curva. (Blum, 2012)

### 6.8. MARCO LEGAL

#### 6.8.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR TÍTULO II.- DERECHOS.

##### Capítulo Segundo. - DERECHOS DEL BUEN VIVIR.

- Sección Segunda. - 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.

- **Sección Séptima. - Salud**

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

**6.8.2. TÍTULO V.- Organización Territorial Del Estado. Capítulo Cuarto. - Régimen de competencia.**

Art. 264.- Los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determinen la ley: numeral 4.- “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.”

**6.8.3. TÍTULO VI. - RÉGIMEN DE DESARROLLO**

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: numeral 4.-Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.”

**6.8.4. TÍTULO VII.- RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR CAPÍTULO SEGUNDO. - Biodiversidad y recursos naturales**

- **Sección Sexta. - Agua**

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

**6.8.5. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA- LIBRO VI ANEXO 1**

Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver anexo 7)

**6.8.6. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2016**

**6.8.6.1.REQUISITOS**

El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación (ver anexo 8)

## **7. PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿La evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento del agua potable en la Loma de Alcoceres del Barrio San Martín, permitirá plantear una propuesta de repotenciación?

Con visitas in-situ, identificación de procesos, muestreo del agua y comparaciones se logrará la evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento Lomas de Alcoceres en el barrio San Martín a través del cumplimiento o no de las leyes y normas que regulan la calidad de agua, mediante la evaluación se detectaran posibles deficiencias en determinados procesos que serán los principales en ser repotenciados con propuestas de mejora para cada proceso ineficiente, es decir la evaluación es de



vital importancia para el conocimiento de fallas e impedimentos, para efectuar una labor positiva en cuanto al tratamiento del agua de la planta; gracias a la evaluación de la eficiencia permitirá proponer medidas de repotenciación que mejoren la eficiencia y labor de cada proceso que existe en la planta de tal manera que cada uno de ellos llegue a una función exitosa con agua de calidad.

## CAPITULO II

### 8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

#### 8.1. Cuadro Metodológico.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Caracterizar el agua de la Planta de Tratamiento en la Loma de Alcocerres del Barrio San Martín.	<p>-Realización análisis del agua fisicoquímico y bacteriológicas.</p> <p>-Realizar muestreo en el tanque receptor, agua saliente tratada y agua de domicilio</p>	<p>- Obtención de datos de los análisis del agua fisicoquímico y bacteriológico, como la caracterización del agua potable en tres puntos de mediciones.</p>	<p>- <b>Investigación de Campo:</b> Se realizará muestreo in situ del cloro residual con la utilización del equipo POCKET COLORIMETER. Muestras cada 12 horas.</p> <p>-<b>Investigación Bibliográfica:</b> con el propósito de fortalecer los conocimientos y criterios técnicos en el funcionamiento de los procesos de la planta y establecer los límites máximos permisibles en el agua para consumo humano en época lluviosa y seca, para una posterior interpretación de los datos de análisis, entre otros.</p>
Determinar la eficiencia de la Planta de Tratamiento de Agua Potable mediante la curva de eficiencia y modelación matemática.	<p>-Realización de la curva de eficiencia de todos los años en funcionamiento de la planta.</p> <p>-Realización mediante cálculos utilizando fórmulas para determinar el tiempo en el cual la planta de tratamiento tuvo</p>	<p>- Obtención de datos del tiempo con los parámetros que aseguran el consumo del agua potable para toda la población.</p>	<p>-<b>Investigación Bibliográfica:</b> Ayudara n la recopilación de información de investigaciones ya existentes, acerca del manual de operación y mantenimiento y especificaciones técnicas proporcionados en la planta de tratamiento.</p> <p>- <b>Investigación de campo:</b> Facilitara en la identificación de parámetros esenciales en el agua potable.</p> <p>- <b>Método Inductivo:</b> con este método facilitará a realizar un análisis ordenado, coherente y lógico de las ideas para determinar un diagnóstico veraz y formular las soluciones a la problemática actual en</p>

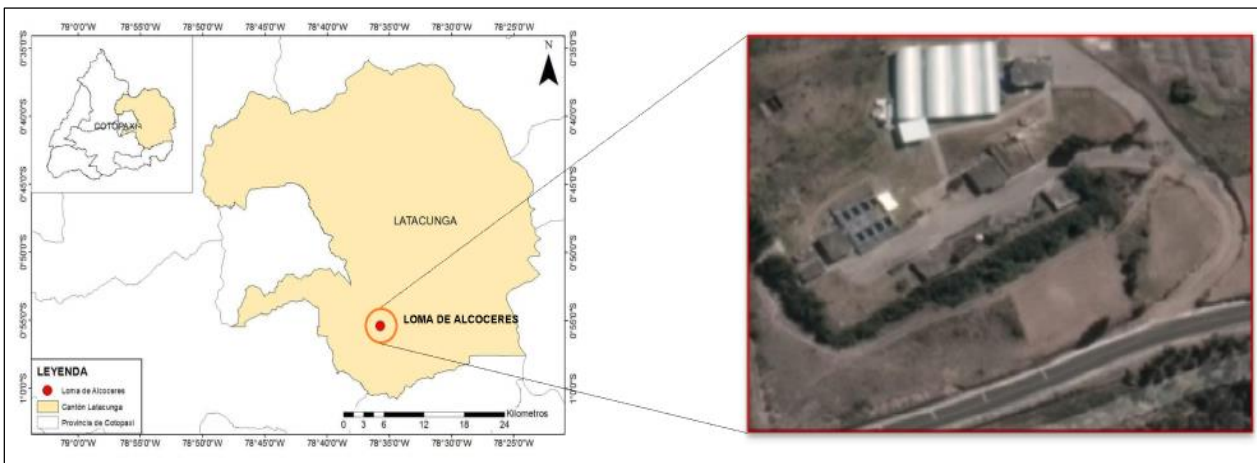
	alguna deficiencia o sino la tuvo.		los aspectos ambientales, permitiendo establecer conclusiones a lo observado en el campo.
Calcular la dureza del agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.	-Recopilación de datos de dureza del agua, impartiendo con datos de laboratorio.  -Realización de cálculos de dureza del agua.	-Dureza del agua que llega al consumidor.	<b>-Técnica de Observación:</b> Con el propósito de varias visitas al lugar donde está ubicada la planta de tratamiento en la cual se observará parámetros e información necesaria- <b>Técnica de Muestreo:</b> Con el propósito de llevar un adecuado procedimiento y muestreo dado por el Instituto Ecuatoriana de Normalización en la norma Muestreo, Manejo y Conservación de muestras. (A continuación).

Elaborado por: Por las Autoras

## 8.2. Área de Estudio

La Planta de Tratamiento de Agua Potable “Loma de Alcocerres (LA)” se ubica en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Juan Montalvo, barrio San Martín (Figura 1). Con unas coordenadas referenciales  $-78^{\circ}-35'-44''$  longitud y  $0^{\circ}-55'-23''$  latitud, altitud de 2923msnm. La planta de tratamiento fue construida en el año 2010, con una capacidad promedio para tratar 300 litros por segundo, pero en la actualidad solo se maneja con 170 litros por segundo. Administrada por la Dirección de agua potable y alcantarillado del cantón Latacunga (DIMAPAL). Brinda servicios alrededor de 24 barrios como: La Cocha, Isimbo I, Isimbo II, Nueva Vida, San Felipe, Loma Grande, Las Bethlemitas, Ashpacruz, Tapalàn, Urb. Jaime Hurtado, San Rafael, Tiobamba Sur, Tiobamba Norte, María Jacinta, Gualundún, El Carmen, FAE, La Matriz, La Cárcel, El Calvario, San Martín, Cuatro Esquinas, La Calera, Patután.

**Figura 1. Ubicación de la planta de tratamiento del agua potable en la Loma de Alcocerres del Barrio San Martín.**



Elaborado por: Las Autoras

### **8.3.Datos**

Se recopiló datos de laboratorio de cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli para un periodo de siete años (2010-2015: 2017-2019), información disponible de datos históricos de la planta en el módulo 1, 2 y 3, en el departamento de dirección pública municipal de agua potable y alcantarillado. Información que se obtiene de los análisis realizados in situ. Para validar la información actual se procedió a realizar el análisis del agua al ingreso y salida de la planta. Realizados en la época de avenidas (noviembre) y el otro en estiaje (junio). El procedimiento y muestreo se realizó considerando la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 108:2016.

### **8.4.Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1 108:2016**

#### **8.4.1. El uso de recipientes apropiados**

- Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

- El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) Ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) Absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras)
- c) Reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente. Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

Las precauciones son necesarias, en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación, pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

Las muestras blancas de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado. Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.2. Recipientes de muestras para análisis químicos**

Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada. Para el análisis de trazas, los recipientes se deben llenar con una solución 1 mol/l de ácido clorhídrico o de ácido

nítrico y dejarlos en contacto por un día, luego enjuagar completamente con agua destilada o desionizada.

Para la determinación de fosfatos, sílice, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes. Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pre tratamiento especial de las botellas. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.3. Recipientes de muestras para análisis microbiológico.**

Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento. Cuando se usa la esterilización a bajas temperaturas (por ejemplo: esterilización con vapor) se pueden usar recipientes de policarbonato y de polipropileno resistente al calor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben ser resistentes a la misma temperatura de esterilización. Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos. Si las muestras contienen cloro, se debe adicionar tiosulfato de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) antes de la esterilización de los recipientes. Con esto se elimina la inactivación de las bacterias debida al cloro. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.4. Llenado del recipiente**

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental. Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.5. Refrigeración y congelación de las muestras**

Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El

enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales.

El congelamiento (-20°C) permite un incremento en el período de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retornar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (cloruro de polivinilo). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento. Las muestras para análisis microbiológico no se deben congelar. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.6. Identificación de las muestras**

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error. Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.). Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo, ácidos, deben identificarse claramente como tales. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.7. Transporte de las muestras**

Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte. El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación. Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista. NTE INEN 1 108:2016.

#### **8.4.8. Recepción de las muestras en el laboratorio**

Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido. NTE INEN 1 108:2016.

### **8.5. Análisis exploratorio de datos**

La finalidad del Análisis Exploratorio de Datos (AED) es examinar los datos previamente a la aplicación de cualquier técnica estadística. De esta forma el analista consigue un entendimiento básico de sus datos y de las relaciones existentes entre las variables analizadas Rojas. (2012). El AED proporciona métodos sencillos para organizar y preparar los datos, detectar fallos en el diseño y recogida de datos, tratamiento y evaluación de datos ausentes, identificación de casos atípicos y comprobación de los supuestos subyacentes en la mayor parte de las técnicas multivariantes. (Bolaños, 2012). El análisis exploratorio de datos se realizó mediante medidas de resumen (Ver anexo 9, 10 y 11) como:

### 8.5.1. Medidas de posición o localización

#### a) Cálculo de la media

$$x = \frac{\sum x}{N}$$

Con esta fórmula se logrará obtener el promedio general de los datos recopilados.

#### b) Cálculo de la mediana

$$Me = \frac{\sum xf}{N}$$

Mediante este cálculo se conocerá el valor central de los datos.

#### c) Cálculo de la moda

$$Mo = Li + \left( \frac{\Delta 1}{\Delta 1 + \Delta 2} \right) * C$$

Con el cálculo de la moda se obtendrá el valor que representa la mayor frecuencia absoluta.

### 8.5.2. Medidas de dispersión y escala

Como la varianza, desviación estándar

#### d) Cálculo de la varianza

$$S = \frac{\sum (Xi - x)^2}{N - 1}$$

Mediante el cálculo de la varianza representamos la variabilidad de la serie de datos respecto a la media.

#### e) Cálculo de la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - x)^2}{N}}$$

Con este cálculo se logrará conocer qué tan dispersos están los datos con respecto a la media.

#### f) Cálculo del coeficiente de variación

$$CV = \frac{S}{X} * 100$$

Es una representación que mostrará de cómo es la desviación típica que posee una muestra con respecto a su media.

### 8.5.3. Medidas de forma

#### Simetría

#### Coefficiente de Karl Pearson

$$As = \frac{3(x - Md)}{s}$$

Siendo, x= media aritmética, Md = Mediana, s = desviación típica o estándar.

Da como resultado la distribución de los datos a ambos lados de la media aritmética.

## Curtosis

$$Curtosis = \frac{\sum i = 1(X_i - x)^4}{N.S_x} - 3$$

Siendo,  $x$  la media,  $S_x$  la desviación típica,  $n_i$  la frecuencia absoluta de  $X_i$  o de cada intervalo  $i$ . Indica que tan apuntada o achatada se encuentra una distribución respecto a un comportamiento normal (distribución normal).

### 8.6.Dureza del Agua

Para conocer la acumulación de minerales como calcio y magnesio en el agua de consumo humano de la ciudad de Latacunga se evaluó su dureza mediante la siguiente formula:

$$DF = °hF (\text{calcio}) + °hF (\text{magnesio})$$

Los valores calculados fueron comparados con la (Ver anexo12) para su posterior clasificación.

Para comparar con la normativa Ecuatoriana (TULSMA) se procedió a la conversión como se muestra en la siguiente formula:

$$mg/l = °hF * 10$$

Sus resultados también fueron comparados con la tabla:

**Tabla 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.**

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0

Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O. D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	250
Sólidos disueltos Totales	°C	mg/l	500
Temperatura			Condición Natural +/- 3 grados
Turbiedad		UTN	10
<b>Compuestos halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0.01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3
Nota: *Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliformes fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.			

Fuente: TULSMA.

## 8.7. EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Según Altamirano en el 2011, dio a conocer la siguiente fórmula para la eficiencia:

$$Ef = \frac{I - S}{I} \times 100\%$$

Con esta ecuación se conocerá el porcentaje de la eficiencia de la planta de tratamiento con la resta de los promedios de ingreso anual con la salida sobre los ingresos por el cien por ciento.

## CAPITULO III

### 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 9.1. Caracterización de la Planta de Tratamiento de agua potable (LA)

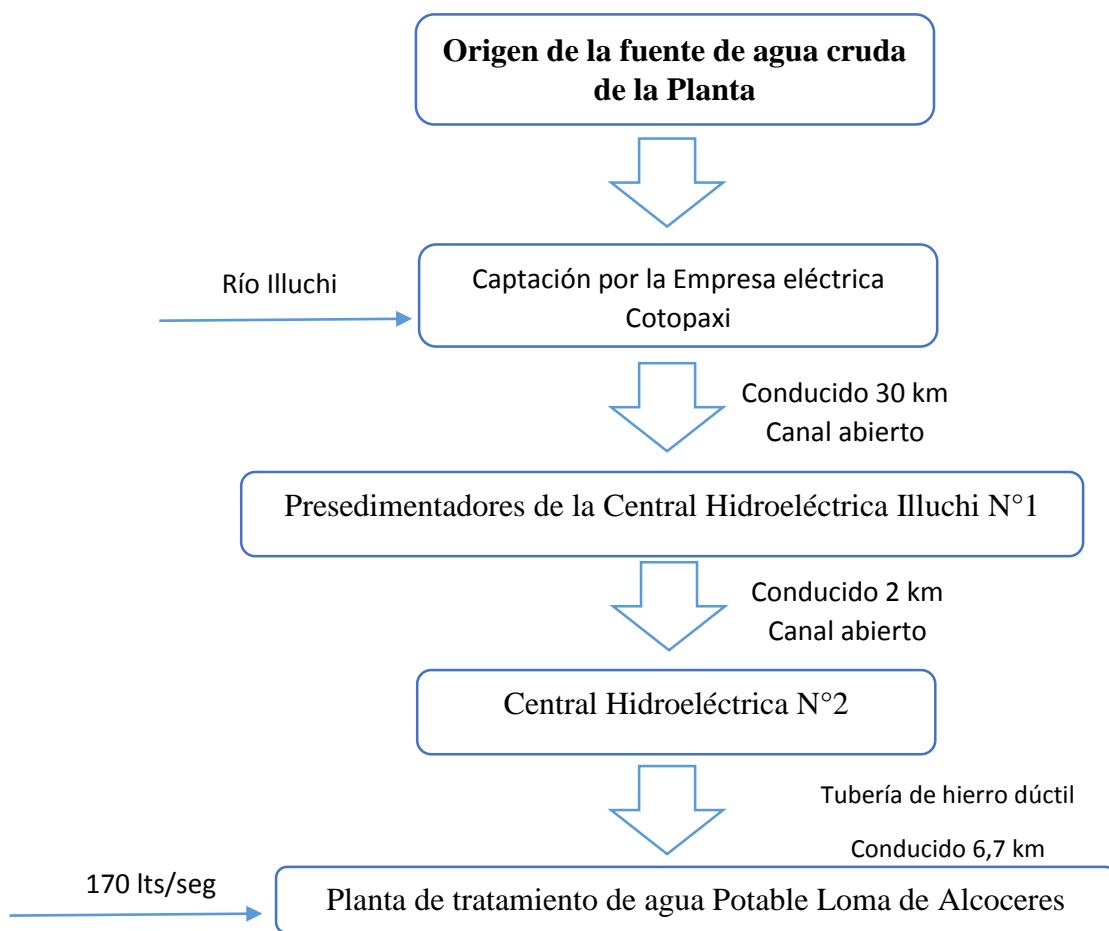
Las aguas del río Illuchi en su nacimiento son captadas por la Empresa Eléctrica Cotopaxi y conducida por canales abiertos en una longitud aproximada de 30 km, hasta los presedimentadores de la Central Hidroeléctrica Illuchi N°1. Los presedimentadores homogenizan las características del agua cruda, reteniendo sólidos en suspensión con el fin de proteger las turbinas. Luego del empleo del agua en la Central Hidroeléctrica N°1, esta es conducida 2 km mediante canal hasta la Central



Hidroeléctrica N°2. En el canal de desfogue de las aguas turbinas se capta el agua cruda que alimenta a la planta de tratamiento de agua Potable (LA).

Las aguas turbinas de la Central Hidroeléctrica Illuchi N°2 son captadas en el canal de descarga, mediante una rejilla de fondo, para posteriormente ser transportada por medio de una tubería de hierro dúctil de 400 y 350 mm, en una longitud aproximada de 6.7 km hasta la planta de tratamiento (LA). En la planta de tratamiento (LA) el agua ingresa con un caudal de 170 l/s a una cámara tipo tanque. Mediante el recorrido del agua antes de la planta está llega sin mayor número de sólidos en suspensión y así permite una buena depuración que llegará a los consumidores finales mediante la red de distribución.

**Figura 2. Diagrama de flujo del origen de la fuente de agua cruda de la Planta**



Elaborado por: Las Autoras

## 9.2. Descripción de los procesos de tratamiento de potabilización del agua en la planta de tratamiento

En el repositorio de DIMAPAL en el 2010 empresa pública de alcantarillados del cantón Latacunga se describe los siguientes procesos:

### 9.2.1. Estructura de llegada

Cuenta con un tanque para aquietamiento con un volumen de  $V = 18 \text{ m}^3$  (2 m x 2 m x 4,5 m), tiene una pantalla perforada (7 orificios cuadrados de 0,3m por lado) que opera como disipador de energía.

Una segunda pantalla cuenta con una abertura, en la parte inferior de 0.32 x 2 m, que opera como orientador de flujo y permitir medir el caudal en el vertedero rectangular. (Ver anexo 22)

### **9.2.2. Estructura de medición**

Para la medición del caudal se cuenta con un vertedero rectangular de lámina delgada.

### **9.2.3. Coagulación o mezcla rápida**

El proceso de Coagulación se efectúa en la mezcla rápida, la cual está conformada por un resalto hidráulico, ubicado luego de la estructura de llegada, logrando la mezcla instantánea del coagulante sulfato de aluminio con el agua cruda. Se tiene gradientes de velocidad superiores a  $1.000\text{ s}^{-1}$  con un tiempo inferior a 1 s. El punto de aplicación del sulfato de aluminio está ubicado en la zona donde se produce el cambio de pendiente en la solera del canal, entre la caída y el canal horizontal (Ver anexo 13).

### **9.2.4. Floculación**

La floculación es de tipo hidráulica de flujo horizontal; el proceso contempla dos zonas de floculación; una alta para gradientes de velocidad de  $30\text{ s}^{-1}$  con un tiempo de residencia de 7 minutos, una zona baja con gradientes de velocidad de  $20\text{ s}^{-1}$  con un tiempo de residencia de 14 minutos.

Este conformado por un tanque rectangular que posee dos diferentes alturas, una para cada zona, para la 1 zona es de 1,05 metros de altura y para la 2 zona de 1,3 metros, en los cuales se ubican pantallas prefabricadas de hormigón que direccional el flujo. (Ver anexo 14 y 15)

### **9.2.5. Sedimentación**

Está conformada por unidades de alta tasa, trabajan con una carga superficial de  $136\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , se cuenta con subunidades con dos hiladas de placas.

Los ductos de repartición de agua sedimentada, están ubicados en la parte inferior y central de las hiladas de placas de cemento, lo conforma un canal de hormigón de sección variable que inicia con  $0.6\text{ x }0.61\text{ m}$  y termina de  $0.6\text{ x }0.21\text{ m}$  con perforaciones laterales de reparto en los dos lados, de secciones iguales de  $0.13\text{ x }0.13\text{ m}$  en un número total de 20, 10 por lado, separados 53 cm.

La recolección está conformada por tubos de acero galvanizado de 150 mm con orificios de 2 cm. de diámetro a cada 10 cm, centro a centro. (Ver anexo 16)

### **9.2.6. Filtración**

El proceso de filtración se realiza en ocho unidades de filtros rápidos descendentes, conformados por lechos duales de arena y antracita, los filtros son de tasa declinante escalonada, que trabajan con una rata de filtración promedio de  $290,9\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ .

El control de los filtros es de tipo hidráulico mediante un vertedero general ubicado a la salida de las unidades, con esta estructura se logra mantener los filtros con una carga de agua sobre el lecho filtrante, y se controla la tasa de filtración cuando el lecho filtrante está limpio y se inicia la operación de filtrado. (Ver anexo 17)

### 9.2.7. Desinfección

La desinfección se realiza mediante la aplicación de cloro gas, el punto de aplicación del cloro está ubicado en el vertedero de control de la filtración, al ingreso del agua al tanque de contacto de la Planta. Con la desinfección se garantiza la calidad bacteriológica del agua. (Ver anexo 18)

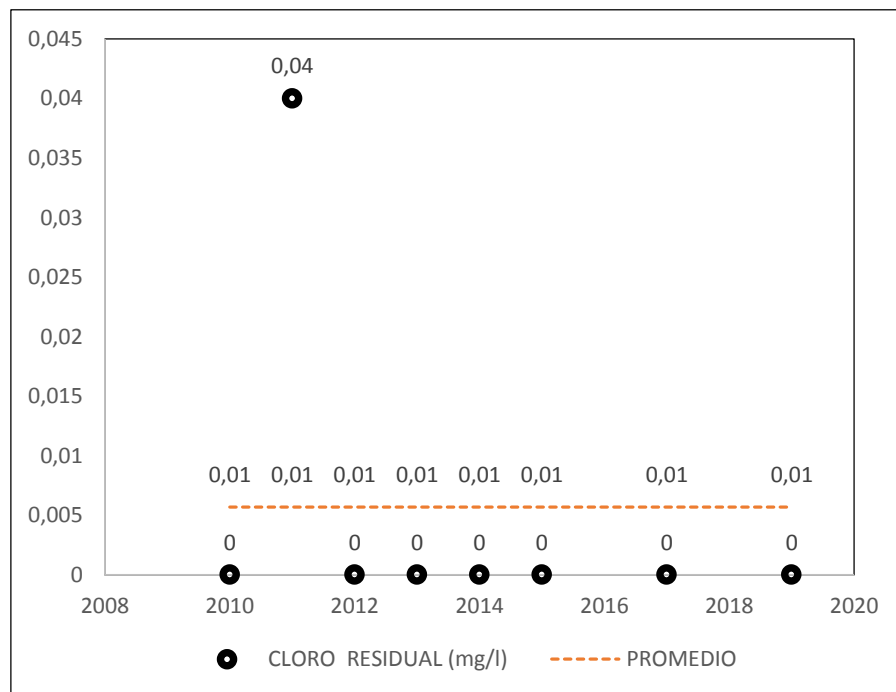
### 9.3. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS

Por lo que respecta a los resultados obtenidos hemos realizado curvas de eficiencia que se presentan, para cada uno de los parámetros (de cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales, y *Escherichia coli*), con base de datos de entrada y salida de la planta de tratamiento, analizamos (media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación), con su respectiva comparación:

#### 9.3.1. Cloro residual

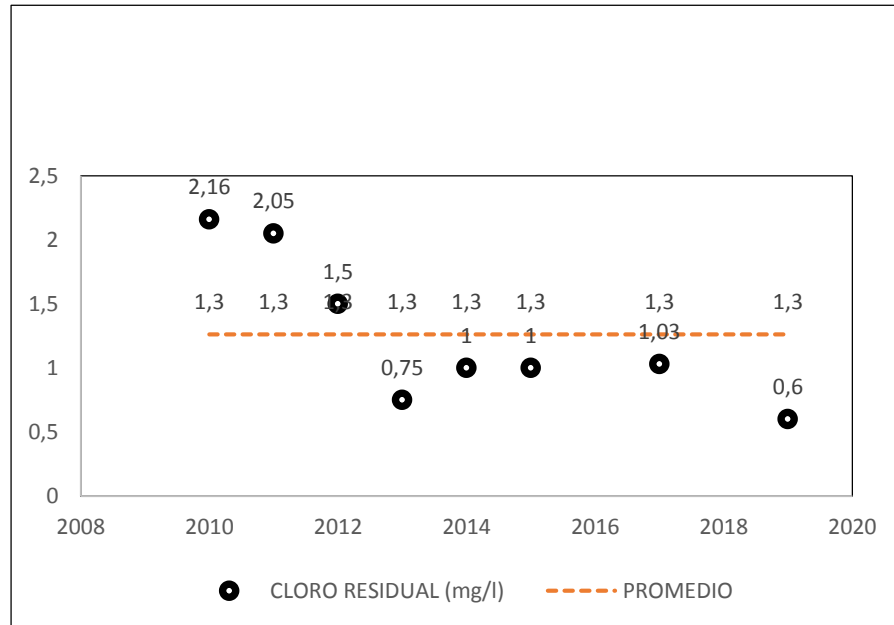
Al comparar los datos de entrada y salida desde el año 2010 hasta el 2019, se muestra que ingresa Cloro residual hasta una cantidad máxima de 0,045 mg/l en el año 2011 y a la salida muestra una supresión excelente 2.05 mg/l. Con esto se verifica la alta eficiencia de la planta de tratamiento, al considerar un ingreso un promedio anual de 0,01 mg/l de cloro residual y a la salida presenta una desinfección del 99 % (Ver anexo 3). Resultados que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles del TULSMA anexo I libro VI.

**Figura 3. Comparación de datos de entrada del cloro residual del agua potable**



Elaborado por: Las autoras

**Figura 4. Comparación de datos de salida del cloro residual del agua potable.**



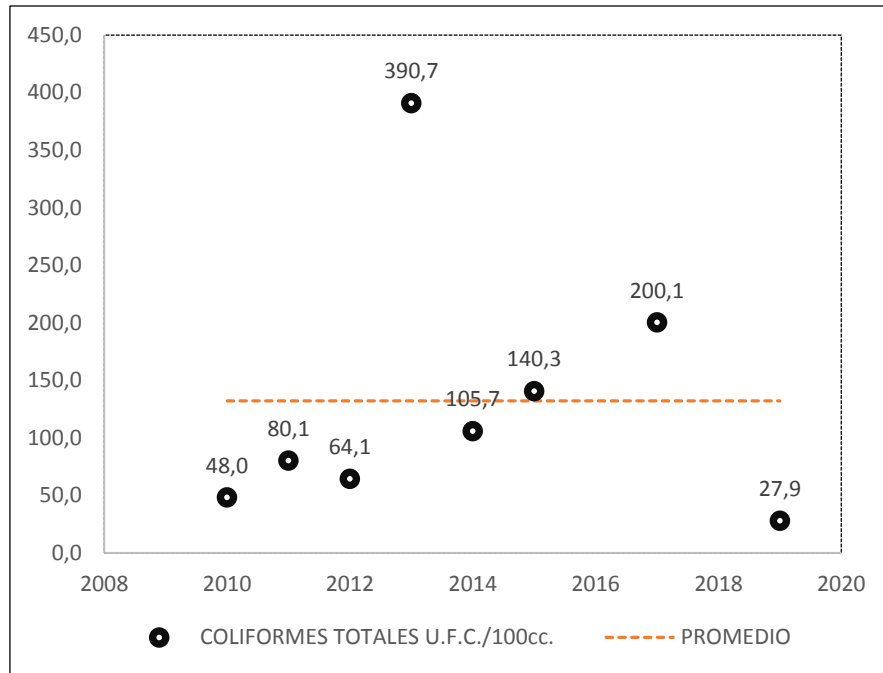
**Elaborado por:** Las autoras

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores (OMS, 2017). Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro residual, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. Por tal razón en la planta de tratamiento de la Loma de Alcoceres agregan 22 miligramos de sulfato de aluminio en 1 litro de agua. Es decir, al día utilizan 350 kilos de sulfato de aluminio, aunque esto puede variar para la época de avenidas (febrero-mayo), donde la dosis se cuadruplicada.

### 9.3.2. Coliformes totales

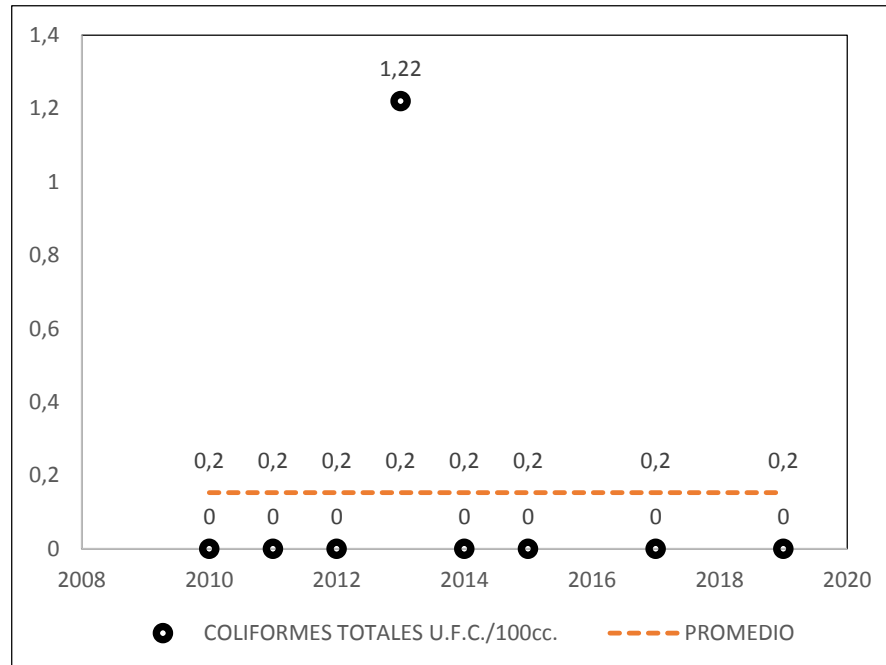
Al comparar con los datos de agua de entrada y salida desde el año 2010 hasta el 2019, se muestra que ingresa coliformes totales hasta una cantidad máxima de 390,7 U.F.C./100c.c. en el año 2013 y a la salida muestra una cantidad de 1.22 U.F.C./100c.c. Es decir, la planta disminuye significativamente este parámetro, pero no llega a su eliminación total, es decir, que la planta trabaja con alta eficiencia en un rango de 2-32 U.F.C./100c.c. por tal razón 46.05 U.F.C./100c.c (Ver anexo 3), queda fuera de este, en efecto no abastece los tratamientos para lograr llegar a cero, pues sin embargo cumple con los límites máximos permisibles del TULSMA anexo I libro VI.

**Figura 5. Comparación de datos de entrada de coliformes totales del agua potable.**



**Elaborado por:** Las autoras

**Figura 6. Comparación de datos de salida de coliformes totales del agua potable.**



**Elaborado por:** Las autoras

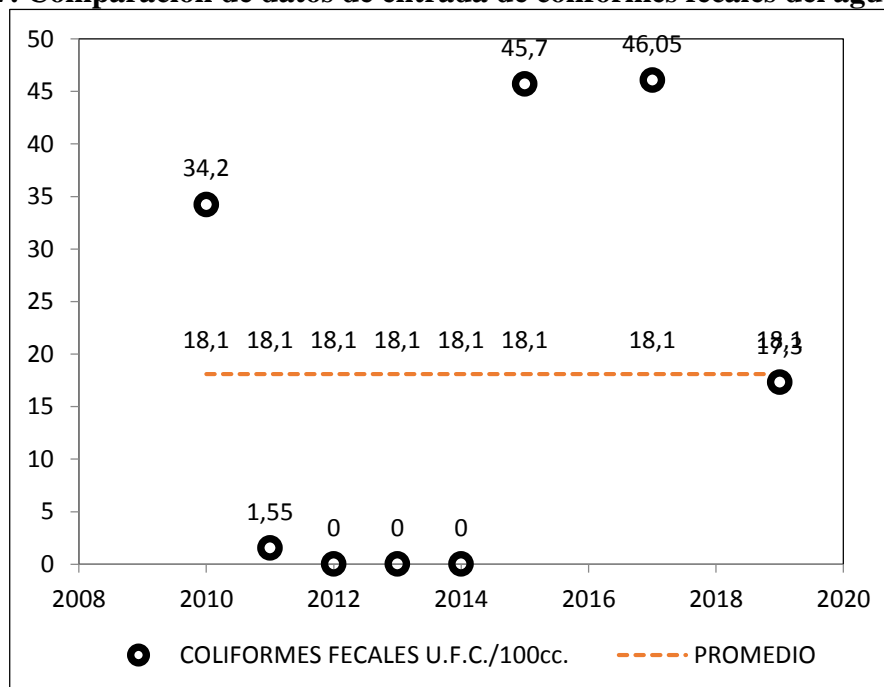
Los coliformes totales pueden estar presentes tanto en los alimentos como en los sistemas de agua potable, ya que estos microorganismos son transmitidos a través de constantes vertimientos directos de desechos domésticos y agrícolas causados por la lluvia, funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar su origen, indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución

o en las propias fuentes domiciliarias. Por tal razón, su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de Alcoceres, e intensifica la vigilancia en la red de distribución para evitar la presencia de virus y parásitos en el agua. El agua potable de distribución, según su procedencia, contiene una serie de compuestos químicos que en la mayoría de las ocasiones varían a lo largo del año en función del régimen pluviométrico y de factores climatológicos. (Vidal, 2019)

### 9.3.3. Coliformes fecales

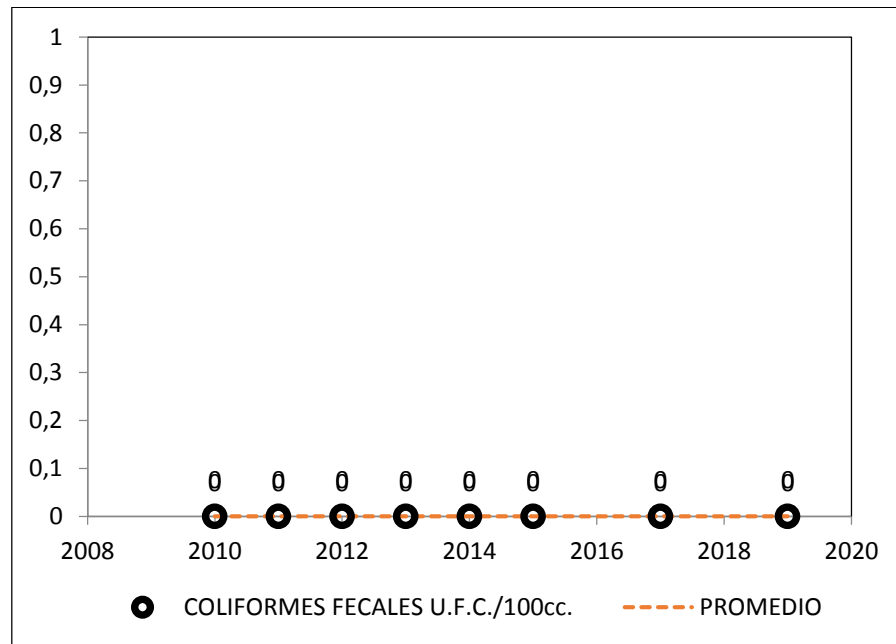
Al comparar con los datos de agua de entrada y salida desde el año 2010 hasta el 2019, se muestra que ingresa coliformes fecales hasta una cantidad máxima de 46,05 U.F.C./100c.c. en el año 2017 y a la salida muestra una supresión excelente. Con esto se verifica la alta eficiencia de la planta de tratamiento ya que a la misma ingresa un promedio de 18.099 U.F.C./100c.c. de coliformes fecales al año y a la salida presenta una eliminación del 100% (Ver anexo 3). Estos resultados demuestran que la planta es eficiente y se encuentra dentro de los límites máximos permisibles del TULSMA anexo I libro VI.

**Figura 7. Comparación de datos de entrada de coliformes fecales del agua potable.**



Elaborado por: Las autoras

**Figura 8. Comparación de datos de salida de coliformes fecales del agua potable.**



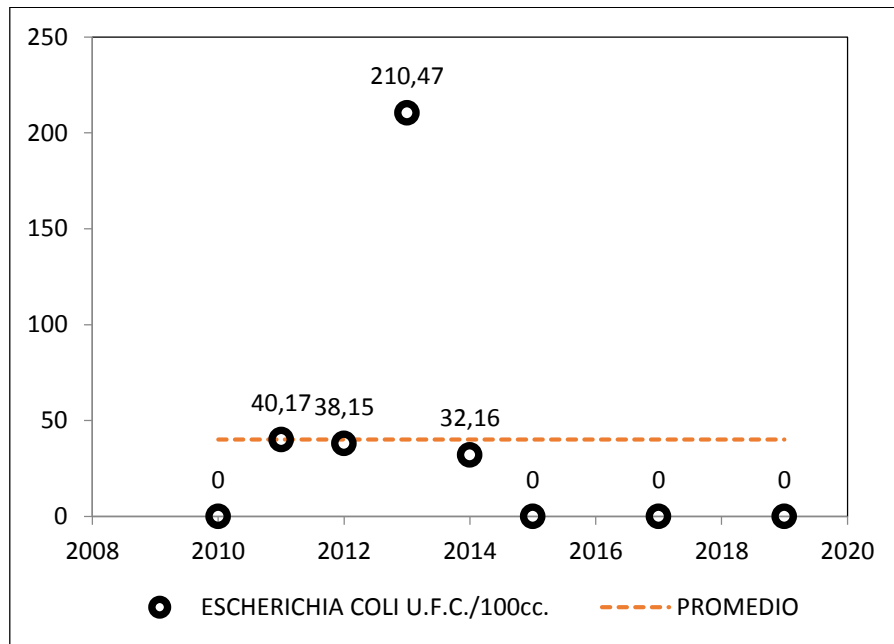
**Elaborado por:** Las autoras

Aguas arriba de la planta de tratamiento Loma de Alcoceres se presenta actividades normales de una zona rural con constantes vertimientos directos de desechos domésticos y agrícolas que constituyen una fuente de deterioro del medio ambiente, ya que potencialmente en la mencionada zona se dedican a actividades agrícolas y ganaderas, los animales depositan sus desechos al aire libre y estos son arrastrados hasta los cuerpos de agua por fuerza de las lluvias o por la misma mano del hombre, también llegan ahí los desechos domésticos de las personas. Por tal razón la misma planta realiza análisis de agua tanto a la entrada como a la salida de la misma, con un control de la calidad microbiológica del agua de consumo, con el uso de indicadores de contaminación fecal. Entre los indicadores de contaminación fecal más utilizados se encuentran los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Los indicadores permiten realizar la clasificación sanitaria de las aguas para diferentes usos. Los coliformes fecales son uno de los parámetros de los análisis que se realizan en la planta estos son encontrados en el intestino de seres humanos y animales de sangre caliente. Cuando estas bacterias se encuentran en el agua, indica fuertemente que el agua está contaminada con heces fecales o aguas servidas (aguas negras). (Marrugo, 2014)

#### **9.3.4. *Escherichia coli***

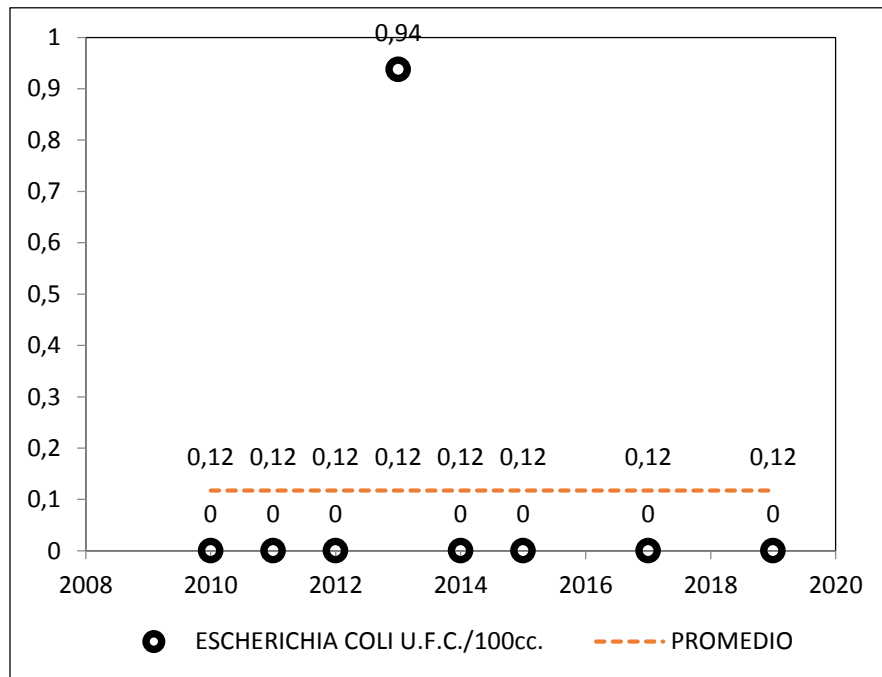
Al comparar con los datos de agua de entrada y salida desde el año 2010 hasta el 2019, se muestra que ingresa *Escherichia coli* hasta una cantidad máxima de 210.47 NMP/100 ml en el año 2013 y a la salida muestra una supervivencia de 0,94 NMP/100 ml. Es decir, la planta reduce significativamente este parámetro, pero no llega a su eliminación total, con esto manifiesta que la planta trabaja con una alta eficiencia en un rango de 32-42 NMP/100 ml y por ende 210,47 NMP/100 ml queda fuera de este (ver anexo 3), en consecuencia, no abastece los tratamientos para lograr llegar a cero, pero sin embargo cumple con los límites máximos permisibles del TULSMA anexo I libro VI.

**Figura 9. Comparación de datos de entrada de Escherichia coli del agua potable.**



Elaborado por: Las autoras

**Figura 10. Comparación de datos de salida de Escherichia coli del agua potable.**



Elaborado por: Las autoras

Escherichia coli, es miembro de la familia Enterobacteriaceae al igual que los coliformes fecales y tiene las mismas características del medio de transportación y llegada al cuerpo de agua que los



coliformes fecales. Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante. Se excreta diariamente con las heces y por sus características, es uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados últimamente. (Martínez, 2014)

### 9.3.5. Cálculo de la Dureza Final

#### a) Mg/l de Calcio

$$\begin{aligned} \text{°hF} &= \text{mg/l} * 0.25 \\ 4.77\text{mg/l} * 0,25\text{°hF} &= 1.192\text{°hF} \end{aligned}$$

#### b) Mg/l de Magnesio

$$\begin{aligned} \text{°hF} &= \text{mg/l} * 0,413 \\ 1.93\text{mg/l} * 0,413\text{°hF} &= 0.797\text{°hf} \end{aligned}$$

#### c) Dureza final

$$\begin{aligned} \text{DF} &= \text{°hF} (\text{calcio}) + \text{°hF} (\text{magnesio}) \\ \text{DF} &= 1.192\text{°hF} + 0.797\text{°hF} \\ \mathbf{DF} &= \mathbf{1.989\text{°hF}} \\ \text{mg/l} &= \text{°hF} * 10 \\ \text{mg/l} &= 1.989\text{°hF} * 10 \\ \mathbf{DF} &= \mathbf{19,89 \text{ mg/l}} \end{aligned}$$

Según los resultados obtenidos considerando la ecuación de la dureza del agua fue 19.89mg/l, comparados con los límites máximos permisibles en la Tabla 2 del Libro VI anexo I del TULSMA se determinó que el agua está dentro de los límites permisibles, es un agua levemente dura (Ver anexo 3). Es decir, con presencia de calcio y magnesio, esto acarrea los siguientes problemas en la red domiciliaria.

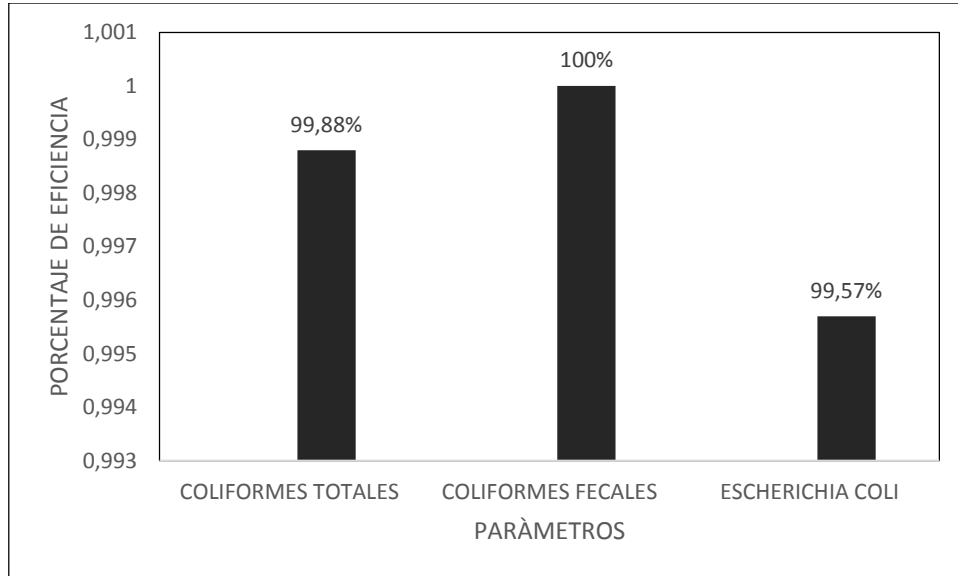
El agua que llega al Barrio Cuatro esquinas procedente de la planta de tratamiento es corrosiva debido a que el agua de la red domiciliaria es propensa a la formación de escamas o incrustaciones en la tubería de distribución domiciliaria. Con estos antecedentes se han evidenciado problemas que afectan en un menor grado de la población, tales problemas se detallan a continuación:

- Resequedad de la piel de los habitantes
- Deterioro de la instalación de distribución del agua

Los valores de la dureza total del agua no son excesivamente importantes desde la óptica de su potabilidad, ya que si bien  $1.989\text{°hF}$ , son aceptables para cualquier uso. (Quezada, 2014)

## 9.4.EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Figura 11. Porcentaje de eficiencia de la planta de tratamiento (LA)



Elaborado por: Las autoras

La eficiencia de la planta de tratamiento de agua potable (LA) está en un rango de 99 al 100% con ello se evidencia el excelente tratamiento al agua de ingreso y se garantiza un agua de salida dentro de los límites máximos permisibles. El promedio general de la eficiencia en la planta de tratamiento es de 99,81%, siendo eficiente todas las unidades de tratamiento, en este caso el sedimentador y la filtración aporta mucho en la disminución de los sólidos en suspensión y sólidos totales, por último la desinfección culmina las actividades de eliminación de cualquier tipo de sustancia o elemento presente en el agua. La eficiencia de la planta muestra una excelente reducción porcentual de los indicadores de contaminación de agua.

## 10.CONCLUSIONES

- A la entrada a la planta de tratamiento se evaluó cuatro parámetros: Cloro residual con un promedio anual de 0,006 mg/l con una gran dispersión de datos anuales ( $CV = 2.828$ ). Para los coliformes totales la media fue 132,11 U.F.C./100cc por la distribución del conjunto de datos obtenidos. El promedio anual de coliformes fecales es 18,099 U.F.C./100cc y la moda con más frecuencia es de 0. Escherichia coli tiene un promedio anual 40,12 U.F.C./100cc con una gran dispersión de datos anuales ( $CV=1,77$ ).
- La planta de tratamiento Loma de Alcoceres se encuentra funcionando con una eficiencia del 99,88 % para Coliformes totales, 100 % para coliformes fecales, y 99,57% para *Escherichia coli*. Los tres parámetros considerados en la evaluación de la planta cumplen de manera satisfactoria con las especificaciones estipuladas en el libro VI Anexo 1 de la tabla 2 de las aguas para consumo humano y uso doméstico.
- La planta de tratamiento está en un porcentaje de eficiencia total del 99,81 % encontrándose en condiciones buenas para su funcionamiento.

## 11.RECOMENDACIONES

- Se recomienda una posterior evaluación considerando todos los parámetros requeridos para el consumo humano como son : aceites y grasas, aluminio total, amoniaco, arsénico total, bario, benilio, boro total, cadmio, cianuro total, cobalto, cobre, color, coliformes totales, cloruros, compuestos fenólicos, cromo hexavalente, demanda bioquímica de oxígeno, dureza, estaño, fluoruros, hierro total, litio, manganeso total, materia flotante, mercurio total, níquel, nitratos, nitritos, olor y sabor, oxígeno disuelto, plata (total), plomo total, selenio total, sodio, sulfatos, solidos disueltos totales, temperatura, tensoactivos, turbiedad, uranio total, vanadio, zinc, potencial de hidrogeno, de acuerdo a lo establecido en el libro VI del TULSMA.
- Se recomienda analizar y realizar las curvas de eficiencia con datos históricos de las redes de distribución para complementar el estudio de la eficiencia de la Planta de Tratamiento (LA).

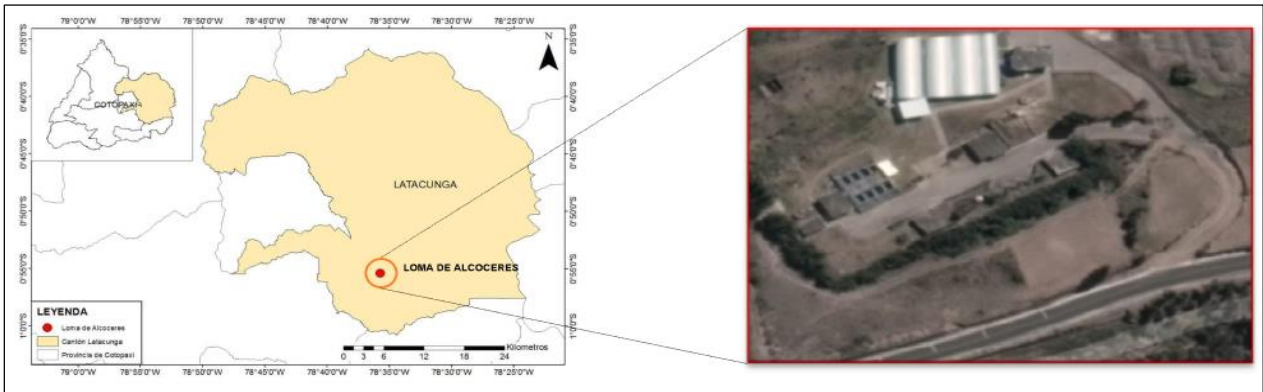
## 12.BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, G. (2012). Calidad de Agua in Foro internacional del Agua. Ecuador .Recuperado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- Altamirano, R. (2011). Tratamiento de agua. Perú. Recuperado de: [http://www.elaguapotable.com/tratamiento\\_del\\_agua.htm](http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm)
- Blum, J. (2012). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (17 ed.). Madrid España: Ediciones Días de Santos. 76 p.
- Bethemont, P. (2012). Manual de alcantarillado y Agua Potable. México. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/43RedesDeDistribucion.pdf>
- Bolaños, G. (2012). Análisis exploratorio de datos. Ecuador. Recuperado de: <http://www.análisisexplodatos88777:///>
- Castro, A. (2013). Gestión de Aguas y Residuos. México. Recuperado de: [http://www.gedar.com/PDF/Piscina/GEDAR-INDICE\\_DE\\_LANGELIER.pdf](http://www.gedar.com/PDF/Piscina/GEDAR-INDICE_DE_LANGELIER.pdf)
- Collins, A., & G, E. (2014). Informative Processing couple for expert for water treaterment. Perú, Ediciones Juan Díaz. 88 p.
- Devlin, T. (2006). Bioquímica: libro de texto con aplicaciones clínicas. España. 56 p.
- DIMAPAL. (2010). Dirección de agua potable y alcantarillado. Ecuador. 7-29 p.
- Iza & Maldonado, G. (2017). Salud: Un enfoque ecosistémico. Centro internacional de investigaciones para el desarrollo. Ottawa. Ediciones Batmn. 89 p.
- INEN 1 905 (2017). Sulfato de aluminio determinación de materias insolubles en el agua. Calidad del agua. Ecuador. Recuperado, de [http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3\\_Calidad\\_del\\_agua.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf)
- INEN 1 108 (2016). Muestreo y recepción de muestras calidad del agua. Ecuador. Recuperado el junio de 2016, de [http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3\\_Calidad\\_del\\_agua.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf)
- Marrugo, F. (2014). Caracterización de sistemas de agua y evaluación por posible contaminación con *Escherichia coli* en aguas para consumos humano. España. Ediciones Perm. 77p.

- Martínez, S. (2014). Metodología de la investigación. México. Ediciones Hill Interamericana. 850 p.
- Marks, C. (2012). Información del proceso de una planta de tratamiento. Colombia. Ediciones malt. 34 p.
- Navarro, N. (2015). Atlas socioambiental de Cotopaxi. Ecuador. Recuperado de: <https://www.isa.ec/index.php/va-viene/entry/prueba-de-jarras>
- Navas, P. (2016). Calidad de agua tratada (Quinta ed.). Perú. Ediciones McGraw-Hill. ISBN-13: 063-9785316107. 98 p.
- NORMA INEN, (2011), Agua Potable, Ecuador, Recuperado de: <https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/HASH01a4.dir/doc.pdf>
- OMS. (2017). Contaminantes del agua, Ecuador, Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- Quezada, A. (2014). Evaluación de la calidad de agua en el barrio Cuatro Esquinas de la red de agua potable Loma de Alcoceres, Ecuador, Recuperado de: <http://evaluación-calidad===12>
- Quintana, K. (2013). Evaluación de la exposición a enfermedades gastrointestinales en una población de Latacunga .Ecuador. Recuperado de: <http://enfermedadesintestinales555567677==/>
- Salguero, E. (2013). El agua en el medio ambiente: Muestreo y análisis. Universidad central del Ecuador. Ecuador. Edición kelnm. 210 p.
- TULSMA. (2015). Calidad del Agua, ECUADOR, Recuperado de: <https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/HASH01a4.dir/doc.pdf>
- Vidal, J. (2014). Evaluación físico-química y microbiológica del agua potable. Colombia. Rev. MVZ Córdoba.1736-1744p.
- Wheaton, J. (2013). Globalización, integración y fronteras en América Latina. Universidad de los Andes: Consejo de Publicaciones, California. Ediciones ISBN: 9801106069. 45 p.

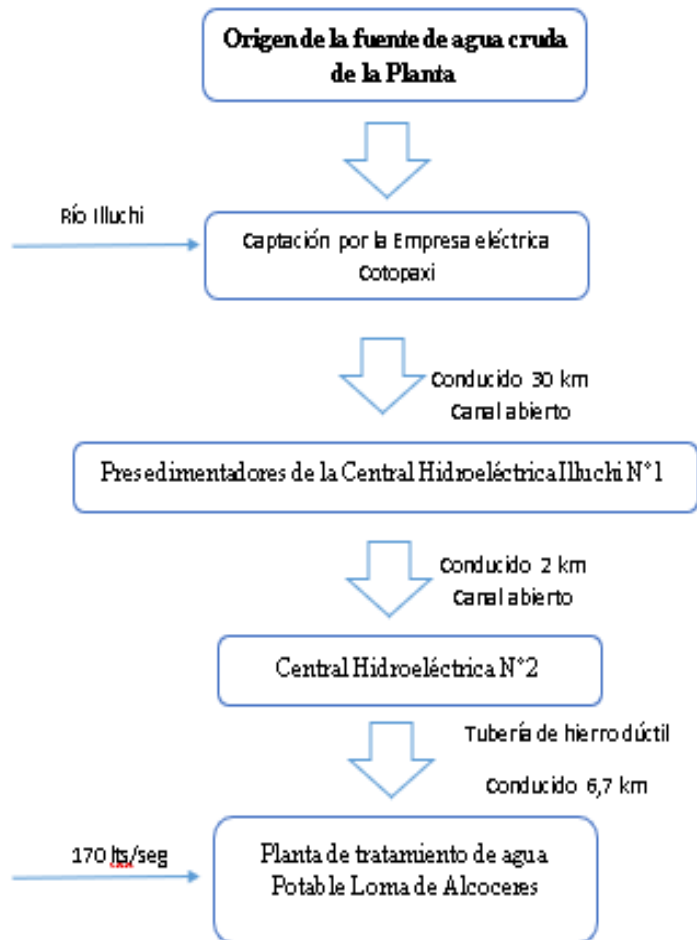
### 13.ANEXOS

#### Anexo 1. Ubicación de la planta de tratamiento del agua potable en la Loma de Alcoceres del Barrio San Martín.



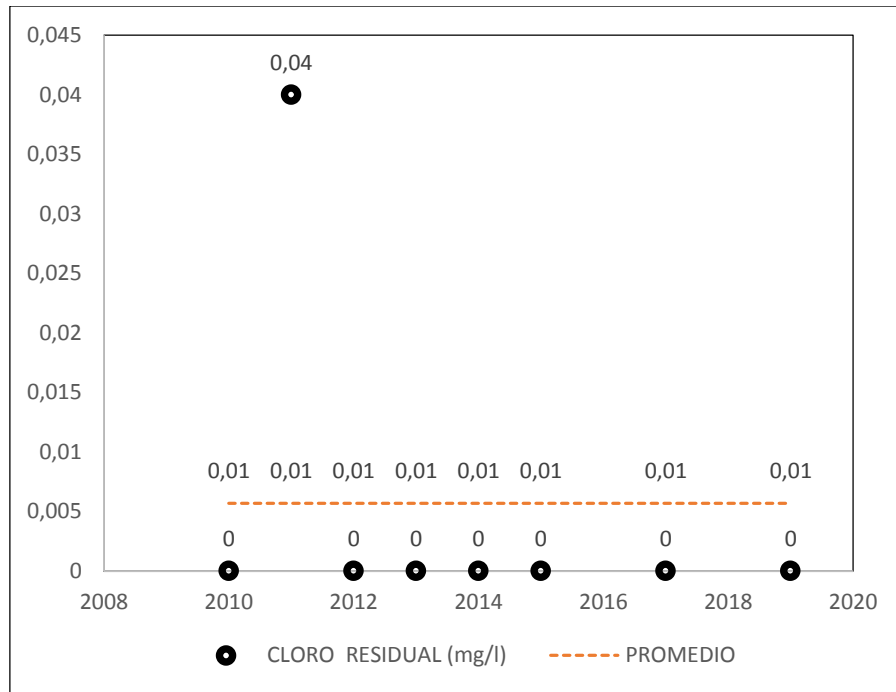
Elaborado por: Las autoras

#### Anexo 2. Diagrama de flujo del Origen de la fuente de agua cruda de la Planta

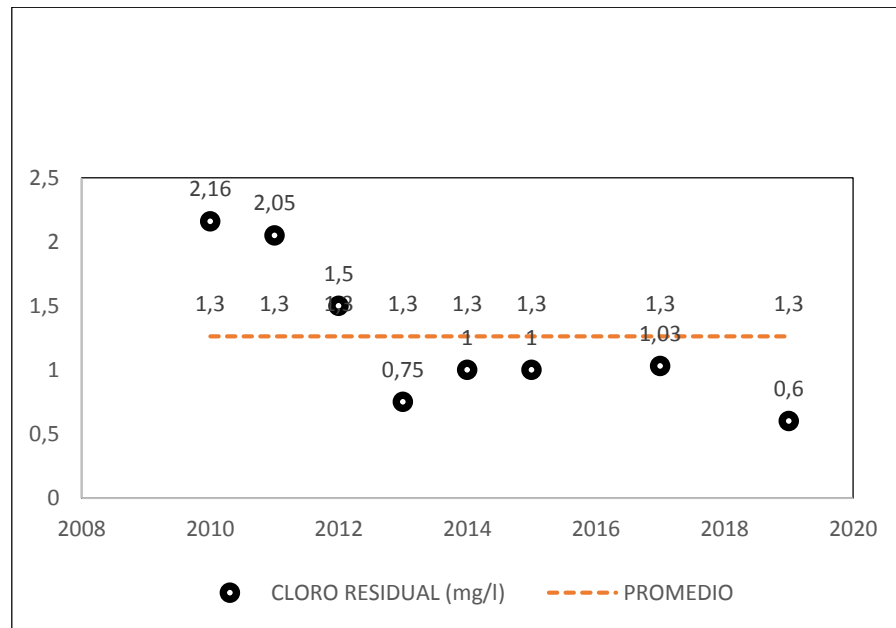


Elaborado por: Las Autoras

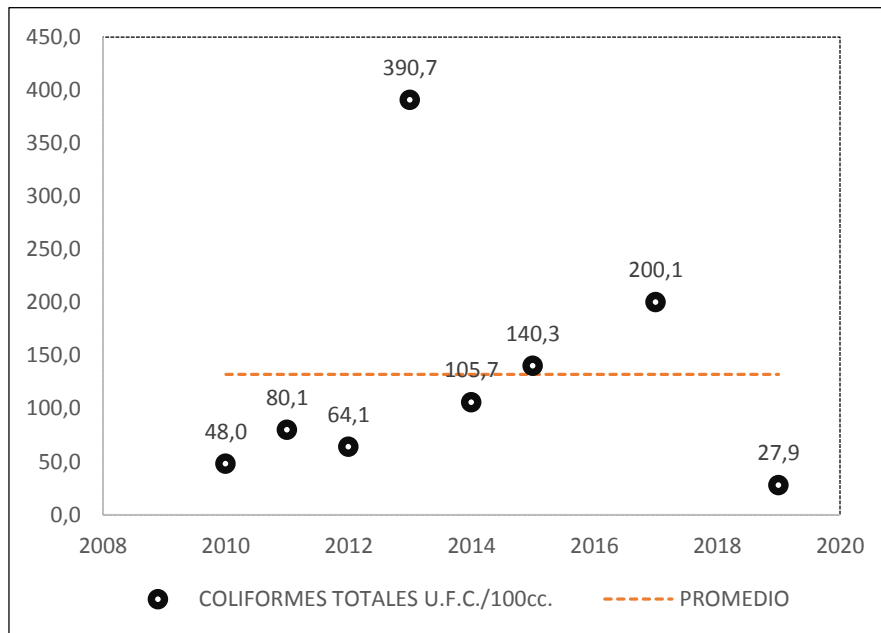
**Anexo 3. Resultados de los 4 parámetros analizados (entrada-salida).**



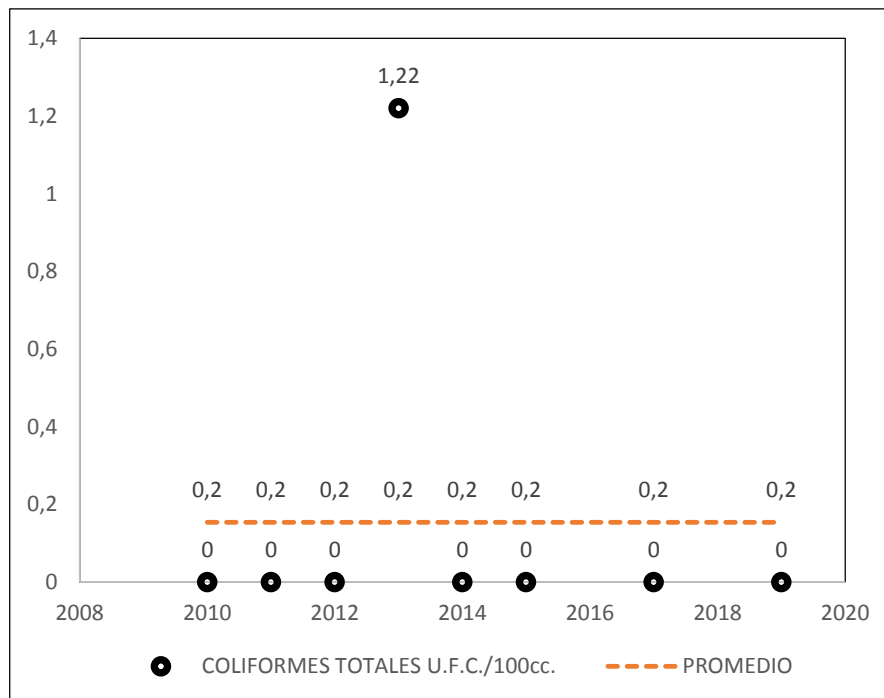
**Elaborado por:** Las autoras



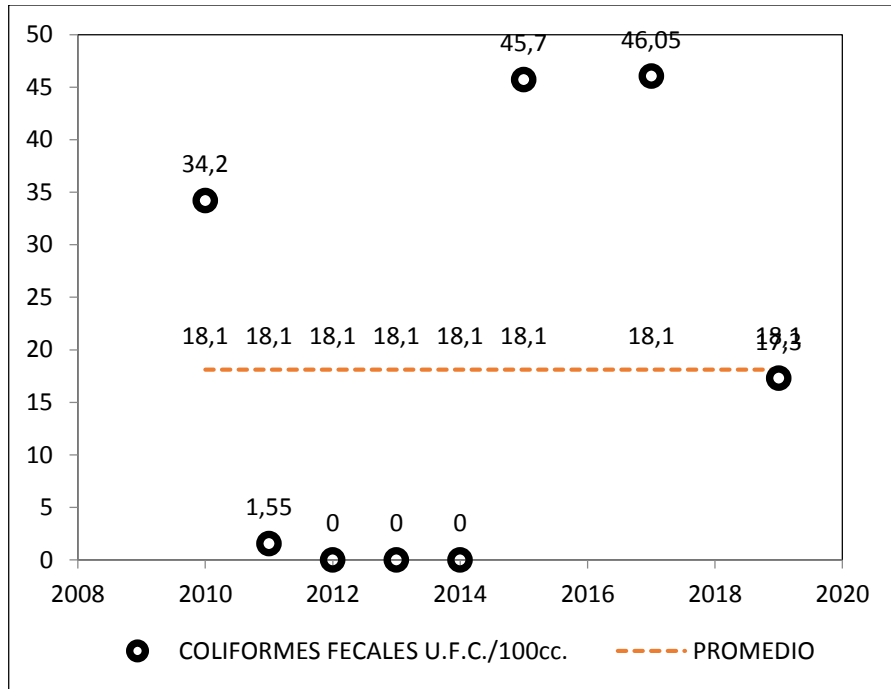
**Elaborado por:** Las autoras



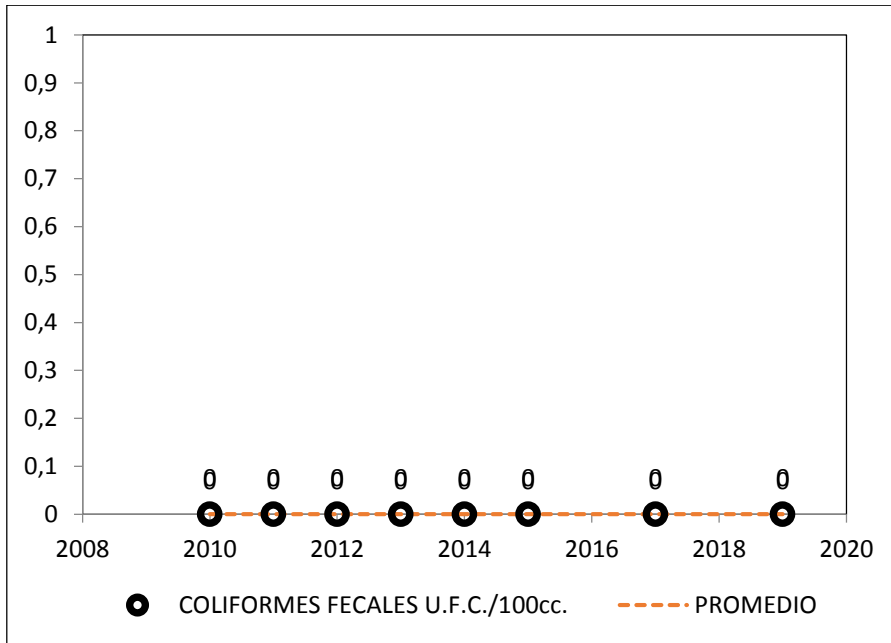
**Elaborado por:** Las autoras



**Elaborado por:** Las autoras

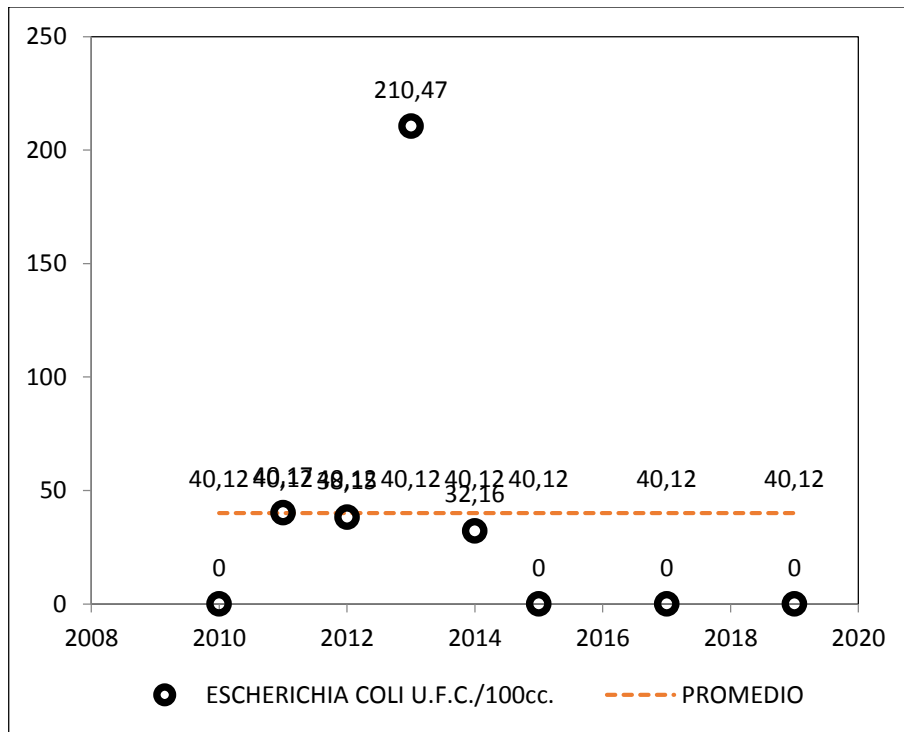


Elaborado por: Las autoras

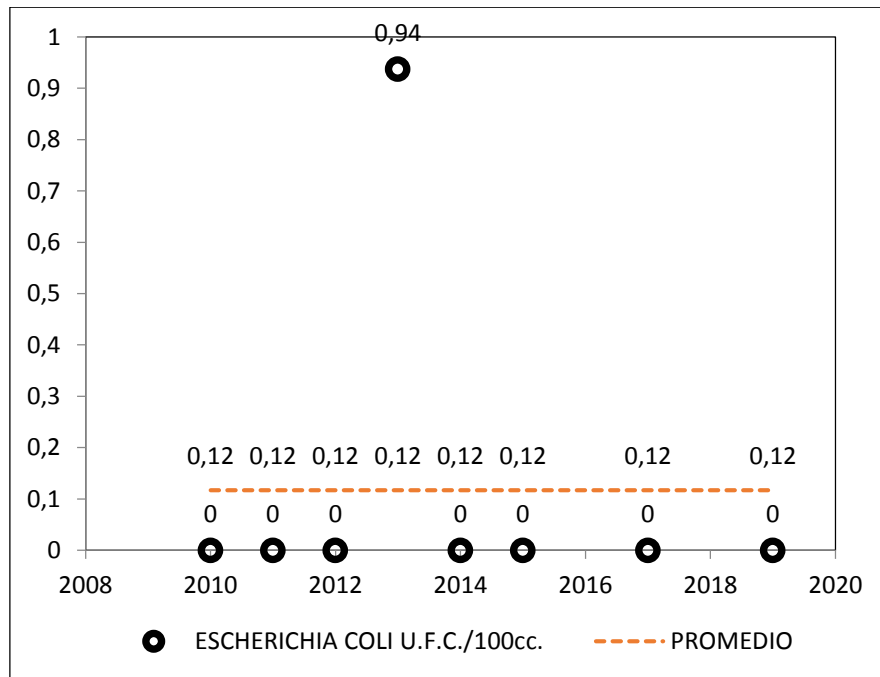


Elaborado por: Las autoras



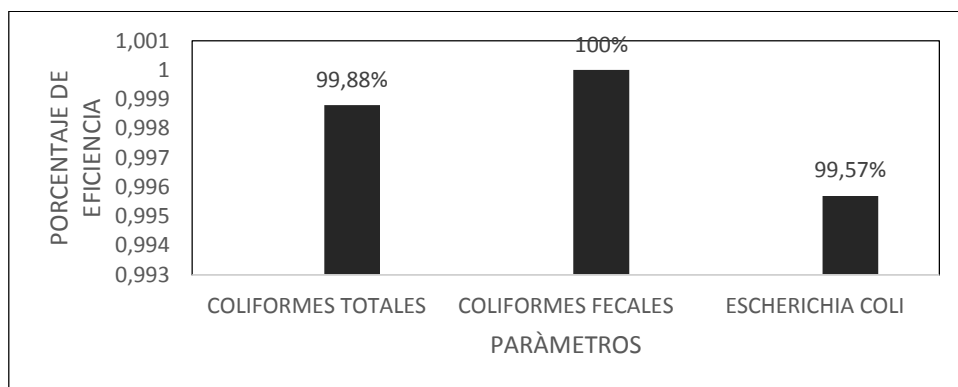


Elaborado por: Las autoras



Elaborado por: Las autoras

#### Anexo 4. Eficiencia de la Planta de Tratamiento



Elaborado por: Las autoras

#### Anexo 5. Beneficiarios directos e indirectos.

Directos (Loma de Alcoceres)	Indirectos (Cantón Latacunga)
Hombres 24.888 hab.	Hombres 69.598 hab.
Mujeres 26.801 hab.	Mujeres 74.381 hab.
TOTAL 51.689 hab.	TOTAL 143.979hab.

Elaborado por: Las autoras

#### Anexo 6. Requisitos químicos del Sulfato de Aluminio granulado tipo B.

Requisitos	Solido	Solución sulfato de aluminio
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mínimo	15,2	7,3
Hierro como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	1,2
% materia insoluble	8,0	0,1
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (b) mínimo	0,05	(1)

FUENTE: INEN 1 905 (2017). Sulfato de aluminio.

#### Anexo 7. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1

Amoniaco	N-amoniaco	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O. D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	250
Sólidos disueltos Totales	°C	mg/l	500
Temperatura			Condición Natural +/- 3 grados
Turbiedad		UTN	10
<b>Compuestos halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0.01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3
Nota: *Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliformes fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.			

Fuente: TULSMA 2016

## Anexo 8. Requisitos del Agua Potable.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total*	Bq/l	0,1
Radiación total **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01
<p>1) Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.</p> <p>*Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos: <sup>210</sup>Po, <sup>224</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu</p> <p>**Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>129</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>228</sup>Ra</p>		

**Fuente: INEN 1108**

**Anexo 9. Análisis microbiológico del agua (Cajón de llegada)**

<b>Año:</b>	<b>2010</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	48	34,2	0
<b>Mediana</b>	0	52	39	0
<b>Moda</b>	0			0
<b>Varianza</b>	0	689,5	379,7	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	26,258	19,485	0
<b>Coeficiente de Variación</b>	0	0,547	0,569	0
<b>Año:</b>	<b>2011</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0,045	80,063	1,545	40,172
<b>Mediana</b>	0	59,1	0	14,8
<b>Moda</b>	0	73,7	0	0
<b>Varianza</b>	0,0227	11847,41	23,072	5326,65
<b>Desviación Estándar</b>	0,150	108,845	4,803	72,983
<b>Coeficiente de Variación</b>	3,316	1,359	3,108	1,816
<b>Año:</b>	<b>2012</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	64,075	0	38,15
<b>Mediana</b>	0	22,6	0	17,6
<b>Moda</b>	0	-22,6	0	
<b>Varianza</b>	0	9879,442	0	2690,34
<b>Desviación Estándar</b>	0	99.395	0	51,868
<b>Coeficiente de Variación</b>	0	1,551	0	1,359
<b>Año:</b>	<b>2013</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	390,74	0	210,47
<b>Mediana</b>	0	101,7	0	73,8
<b>Moda</b>	0		0	
<b>Varianza</b>	0	287124,036	0	92531,57
<b>Desviación Estándar</b>	0	535,839	0	304,19
<b>Coeficiente de Variación</b>	0	1,371	0	1,445
<b>Año:</b>	<b>2014</b>			

<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	105,733	0	32,166
<b>Mediana</b>	0	94,95	0	32,95
<b>Moda</b>	0		0	
<b>Varianza</b>	0	5570,106	0	266,574
<b>Desviación Estándar</b>	0	74,633	0	16,327
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0,705	0	0,507
<b>Año:</b>	<b>2015</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	140,3	45,7	0
<b>Mediana</b>	0	140,3	45,7	0
<b>Moda</b>				
<b>Varianza</b>	0	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	0	0	0
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0	0	0
<b>Año:</b>	<b>2017</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	200,116	46,05	0
<b>Mediana</b>	0	166	37,8	0
<b>Moda</b>	0			0
<b>Varianza</b>	0	10610,049	2201,83	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	103,00	46,923	0
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0,514	1,018	0
<b>Año:</b>	<b>2019</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>Escherichia Coli NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0	27,9	17,3	0
<b>Mediana</b>	0	27,9	17,3	0
<b>Moda</b>				
<b>Varianza</b>	0	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	0	0	0
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0	0	0

**Elaborado por:** Las autoras

## Anexo 10. Análisis microbiológico del agua (Distribución)

Año:	2010			
Parámetros	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Totales U.F.C/100cc.	Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	EscherichiaColi NMP/100ml
PROMEDIO	2,167	0	0	0
Mediana	2,500	0	0	0
Moda	2,500	0	0	0
Varianza	0,667	0	0	0
Desviación Estándar	0,816	0	0	0
Coeficiente de Variación	0,377	0	0	0
Año:	2011			
Parámetros	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Totales U.F.C/100cc.	Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	EscherichiaColi NMP/100ml
PROMEDIO	2,050	0	0	0
Mediana	2,500	0	0	0
Moda	2,500	0	0	0
Varianza	0,692	0	0	0
Desviación Estándar	0,832	0	0	0
Coeficiente de Variación	0,406	0	0	0
Año:	2012			
Parámetros	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Totales U.F.C/100cc.	Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	EscherichiaColi NMP/100ml
PROMEDIO	1,500	0	0	0
Mediana	1,250	0	0	0
Moda	1	0	0	0
Varianza	0,357	0	0	0
Desviación Estándar	0,598	0	0	0

Elaborado por: Las autoras

<b>Coefficiente de Variación</b>	0,398	0	0	0
<b>Año:</b>	<b>2013</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>EscherichiaColi NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	0,750	1,229	0	0.9375
<b>Mediana</b>	1	0	0	0
<b>Moda</b>	1	0	0	0
<b>Varianza</b>	0,143	10,566	0	7,031
<b>Desviación Estándar</b>	0,378	3,250	0	2,652
<b>Coefficiente de Variación</b>	0,504	2,646	0	2,828
<b>Año:</b>	<b>2014</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>EscherichiaColi NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	1	0	0	0
<b>Mediana</b>	1	0	0	0
<b>Moda</b>	1	0	0	0
<b>Varianza</b>	0	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	0	0	0
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0	0	0
<b>Año:</b>	<b>2015</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Cloro Residual (mg/l)</b>	<b>Coliformes Totales U.F.C/100cc.</b>	<b>Coliformes Fecales U.F.C/100cc.</b>	<b>EscherichiaColi NMP/100ml</b>
<b>PROMEDIO</b>	1	0	0	0
<b>Mediana</b>	1	0	0	0
<b>Moda</b>	0	0	0	0
<b>Varianza</b>	0	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	0	0	0
<b>Coefficiente de Variación</b>	0	0	0	0



### Anexo 11. Promedio Anual (Distribución)

Año:	2017			
Parámetros	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Totales U.F.C/100cc.	Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	EscherichiaColi NMP/100ml
<b>PROMEDIO</b>	1,033	0	0	0
<b>Mediana</b>	1,005	0	0	0
<b>Moda</b>	1	0	0	0
<b>Varianza</b>	0,009	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0,094	0	0	0
<b>Coeficiente de Variación</b>	0,091	0	0	0
Año:	2019			
Parámetros	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Totales U.F.C/100cc.	Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	EscherichiaColi NMP/100ml
<b>PROMEDIO</b>	0,6	0	0	0
<b>Mediana</b>	0,6	0	0	0
<b>Moda</b>	0	0	0	0
<b>Varianza</b>	0	0	0	0
<b>Desviación Estándar</b>	0	0	0	0
<b>Coeficiente de Variación</b>	0	0	0	0
Parámetros	Promedio Anual	Limite permisible	Cumple / no cumple	
Cloro Residual (mg/l)	1,263	250 mg/l	Cumple	
Coliformes Totales U.F.C/100cc.	0,154	3000 U.F.C/100cc.	Cumple	
Coliformes Fecales U.F.C/100cc.	0	600 U.F.C/100cc.	Cumple	
EscherichiaColi NMP/100ml	0,117		Cumple	

Elaborado por: Las autoras

## Anexo 12. Clasificación de la dureza del agua

Tipos de Agua	Mg/l	°Hf
Agua Blanda	$\leq 17$	$\leq 1,7$
Agua Levemente Dura	$\leq 60$	$\leq 6,0$
Agua Moderadamente Dura	$\leq 120$	$\leq 12,0$
Agua Dura	$\leq 180$	$\leq 18,0$

Fuente: FAO

## Anexo 13. Coagulación o mezcla rápida



Fuente: Repositorio digital de DIMAPAL

## Anexo 14. Floculación



Fuente: Repositorio digital de DIMAPAL

## Anexo 15. Datos de Diseño de las zonas de Floculación

Dato	Primera zona	Segunda zona
------	--------------	--------------

Gradiente s <sup>-1</sup>	30	25
Tiempo de residencia minutos	7	14
Velocidad m/s	0,18	0,15
Número de canales	19	38
Ancho canal m	0,55	0,55
Calado del canal m	1,05	1,30
Ancho de la vuelta	0,78	0,78

Fuente: Repositorio digital de DIMAPAL

### Anexo 16. Sedimentación



Fuente: Repositorio digital de DIMAPAL

### Anexo 17. Filtración



**Fuente:** Repositorio digital de DIMAPAL

### **Anexo 18. Desinfección**



**Fuente:** Repositorio digital de DIMAPAL

### **Anexo 19. Análisis del agua entrante a la Planta de Tratamiento Loma de Alcocer.**



# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FQMA- 134-11	
Orden de trabajo	No.	134	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	1000	
Identificación	M4	Agua de entrada- tanque	
Lugar		Planta de Tratamiento - Lomas de Alcoceres	
Barrio		San Martín	
Parroquia		Juan Montalvo	
Cantón-Provincia		Latacunga - Cotopaxi	
Solicita		Srtas. Andrea Cando Zapata - Marisela Coro Alvarez	
Fecha de muestreo		20-11-18	
Fecha de informe		27-11-18	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
ph	U pH	7.4	S.M. 4500-H+ B
Turbiedad	NTU	2.7	S.M. 2130 B
Conductividad Eléctrica	uS/ cm	14.1	S.M. 2520 B
Sólidos Totales	mg / L	11	S.M. 2540 B
Sólidos Disueltos	"	11	S.M. 2540 C
Sólidos en Suspensión	"	1	S.M. 2540 D
Dureza Total	"	56	S.M. 2340 C
Dureza Carbonatada	"	56	cálculo
Dureza Cálcica	"	7.2	S.M. 3500-Ca D
Cloro libre residual	"	0	S.M. -4500- Cl B
Boro	"	0.47	Mam-80 - HACH 40
Oxígeno Disuelto	"	7.9	S.M. Apha - 4500- O C
D.B.O. (5)	"	111	S.M. Apha - 5210 - B
D.Q.O.	"	177.6	S.M. Apha - 5220 - D
Colibacilos Totales	ufc/ 100 ml.	86	Colilert- S.M.
Colibacilos Fecales	ufc/ 100 ml.	0	Colilert- S.M.
<b>OBSERVACIONES</b>			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Tabla 2 Límites Máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección, así como en Norma NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos			

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
*Dr. Enrique Vayas L. M.Sc.*

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: enva1o50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador



# LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FQMA- 135-11	
Orden de trabajo	No.	135	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	1000	
Identificación	M5	Agua saliente tratada	
Lugar		Planta de Tratamiento - Lomas de Alcóceres	
Barrio		San Martín	
Parroquia		Juan Montalvo	
Cantón-Provincia		Latacunga - Cotopaxi	
Solicita		Srtas. Andrea Cando Zapata - Marisela Coro Alvarez	
Fecha de muestreo		20-11-18	
Fecha de informe		27-11-18	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
ph	U pH	7.4	S.M. 4500-H+ B
Turbiedad	NTU	1.6	S.M. 2130 B
Conductividad Eléctrica	uS/ cm	12.5	S.M. 2520 B
Sólidos Totales	mg / L	8	S.M. 2540 B
Sólidos Disueltos	"	8	S.M. 2540 C
Sólidos en Suspensión	"	0	S.M. 2540 D
Dureza Total	"	65	S.M. 2340 C
Dureza Carbonatada	"	65	cálculo
Dureza Cálctica	"	11.5	S.M. 3500-Ca D
Cloro libre residual	"	0	S.M. -4500- Cl B
Boro	"	0.38	Mam-80 - HACH 40
Oxígeno Disuelto	"	8.1	S.M. Apha - 4500- O C
Colibacilos Totales	ufc/ 100 ml.	67	Colilert- S.M.
Colibacilos Fecales	ufc/ 100 ml.	0	Colilert- S.M.
OBSERVACIONES			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en en cuanto a la información proporcionada por el cliente.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI -Tabla 2 Límites Máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que unicamente requieren desinfección, así como en Norma NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos			

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: envalo50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador

**Anexo 21. Análisis del agua en un domicilio proveniente de la Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres.**



**LAQUIFARVA**

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL  
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

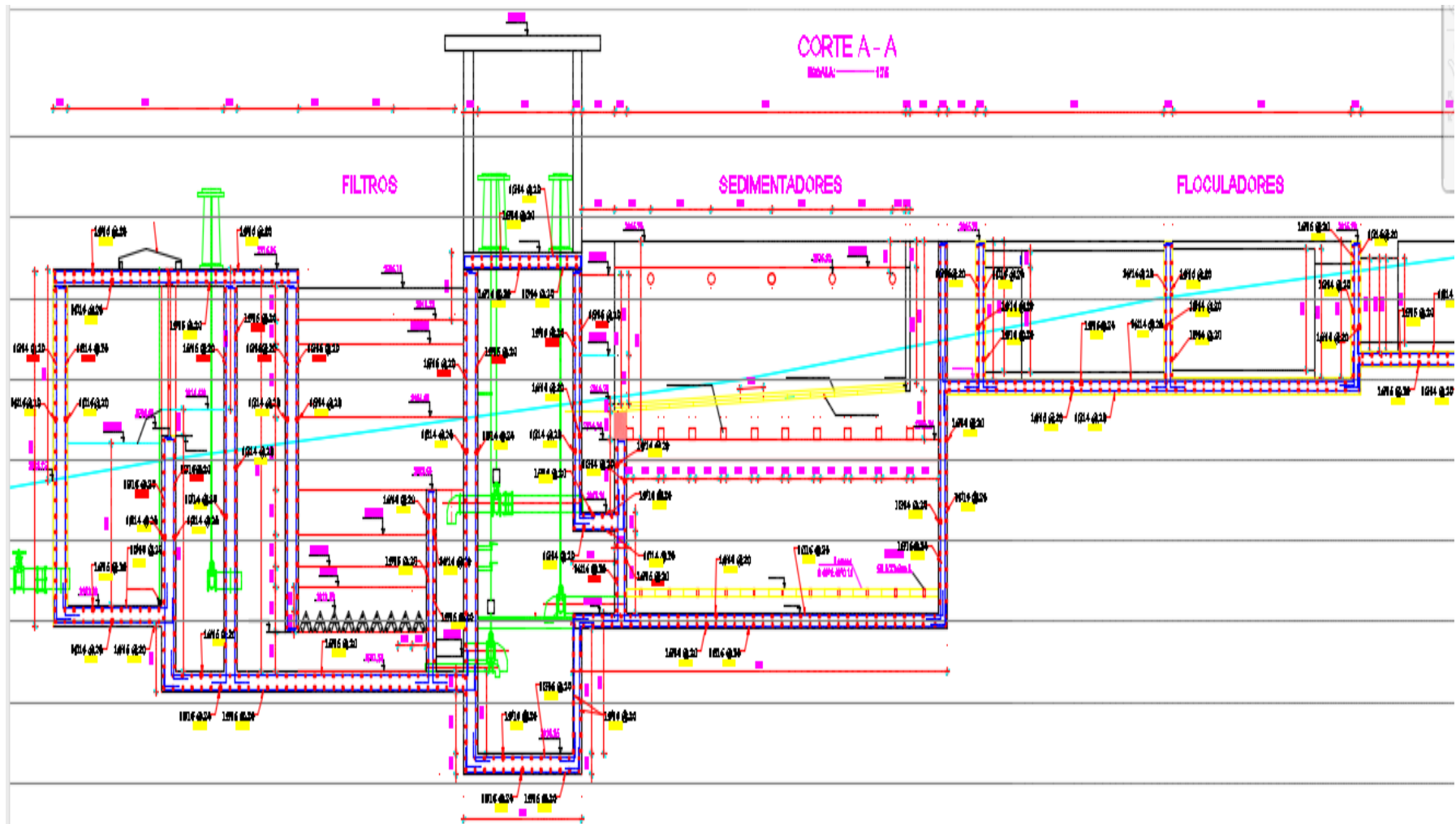
ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS			
Informe de Laboratorio		FQMA- 136-11	
Orden de trabajo	No.	136	
Presentación	envase	polietileno	
Contenido	ml	1000	
Identificación	M6	Agua domiciliaria	
Barrio		San Felipe	
Parroquia		Eloy Alfaro	
Cantón-Provincia		Latacunga - Cotopaxi	
Solicita		Srtas. Andrea Cando Zapata - Marisela Coro Alvarez	
Fecha de muestreo		20-11-18	
Fecha de informe		27-11-18	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	METODO
ph	U pH	7.5	S.M. 4500-H+ B
Turbiedad	NTU	1.35	S.M. 2130 B
Conductividad Eléctrica	uS/ cm	21.9	S.M. 2520 B
Sólidos Totales	mg / L	14	S.M. 2540 B
Sólidos Disueltos	"	14	S.M. 2540 C
Sólidos en Suspensión	"	0	S.M. 2540 D
Dureza Total	"	74	S.M. 2340 C
Dureza Carbonatada	"	74	cálculo
Dureza Cálcica	"	15.2	S.M. 3500-Ca D
Cloro libre residual	"	0	S.M. -4500- Cl B
Boro	"	0.26	Mam-80 - HACH 40
Oxígeno Disuelto	"	7.7	S.M. Apha - 4500- O C
Colibacilos Totales	ufc/ 100 ml.	73	Colilert- S.M.
Colibacilos Fecales	ufc/ 100 ml.	0	Colilert- S.M.
OBSERVACIONES			
Los resultados obtenidos en este análisis se refieren exclusivamente a la muestra puntual entregada por el solicitante. El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de la muestra, transportación y veracidad en cuanto a la información proporcionada por el cliente.			
La Normativa está basada en el TULSMA que contiene los límites máximos permisibles, indicados en el Libro VI - Tabla 2 Límites Máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección, así como en Norma NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos			

LAQUIFARVA  
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL  
  
DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS  
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372  
E-mail: envato50@hotmail.es \* Ambato - Ecuador

Anexo 22. Plano de la planta de tratamiento de agua potable Loma de Alcoceres





**Anexo 23. Visita in situ a la planta de tratamiento**



**Anexo 24. Muestra recolectada en el tanque de agua sin tratar en la planta de Alcoceres.**



**Anexo 25. Muestra recolectada en el tanque de reservorio en la planta de Alcoceres.**



**Anexo 26. Almacenamiento de las muestras de agua a analizar de la Planta de Tratamiento de Alcoceres.**



**Anexo 27. Tanque de distribución (agua tratada) de la planta de Alcoceres**



**Anexo 28. Proceso de cloración**



## Anexo 29. Análisis del agua saliente de la Planta de Tratamiento Loma de Alcoceres.



### INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 19-150  
Pág. 1 de 2

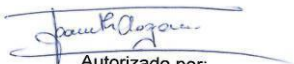

<b>USUARIO:</b>		Universidad Técnica del Cotopaxí			
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>		Andrea Cando			
<b>DIRECCIÓN:</b>		Salache			
<b>TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:</b>	NR	999296606	<b>Email:</b>	andrea.cando5@utc.edu.ec	
<b>MÉTODO DE MUESTREO:</b>		NR			
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	10/06/2019	14H00	<b>OT:</b>	19-044	
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>		LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>		11/06/2019	a	13/06/2019	
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>		20/06/2019			

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-150	Agua Consumo	Loma de Alcoceres	San Martín	10/06/2019	10H00	767542E 9897798N
<b>Observaciones / Condición de recepción de la muestra</b>						
La muestra para metales no se encuentra conservada con ácido nítrico.						

#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.  
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.  
Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.  
El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).  
Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.  
Lancas no realizará declaraciones de conformidad con una especificación o la norma y la regla de decisión.  
NR: No Reporta  
NA: No Aplica

  
 Autorizado por:  
**Dra. Jeaneth Cartagena**  
**Coordinador de Laboratorio**  


Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 1201, 1202.  
Email: jcartagena@inamhi.gob.ec



Laboratorio Nacional de Calidad de  
Aguas y Sedimentos

### INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 19-150

Pág. 2 de 2

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Conductividad	PE02	Standard Methods Ed 23, 2017. 2510 B	uS/cm	63,0
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Ca B	mg/L	4,77
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Mg B	mg/L	1,93
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	3,26 <sup>(1)</sup>

#### REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

<sup>(1)</sup> Los resultados de ensayo podrían estar afectados por condiciones de recepción de la muestra\*

Autorizado por:  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Coordinador de Laboratorio



Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 1201, 1202.  
Email: lcartagena@inamhi.gob.ec

Anexo 30. Hoja de vida de la Tutora de investigación: PhD. Cand. Mercy L. Ilbay Y.

MERCY LUCILA ILBAY YUPA



DATOS PERSONALES

<b>Apellidos:</b> ILBAY YUPA	<b>C.I.:</b> 0604147900
<b>Nombres:</b> MERCY LUCILA	<b>RUC.</b> 0604147900001
<b>Fecha de nacimiento:</b> 30 de octubre de 1983	<b>Lugar:</b> Archidona
<b>Dirección domiciliaria:</b> Hermanas Páez y Quijano y Ordoñez	<b>Ciudad:</b> Latacunga
<b>E-mail:</b> <a href="mailto:merckyu@hotmail.com">merckyu@hotmail.com</a>	<b>Celular:</b> 0987533861

FORMACIÓN ACADÉMICA

N°	Títulos de Pregrado	Universidad	País	Año
1	ING. AGRÓNOMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	ECUADOR	2011
2	ASESORA EN EL MANEJO DE PARAMOS Y ZONAS DE ALTURA	CONSORCIO CAMAREN	ECUADOR	2012

N°	Títulos de Posgrado	Universidad	País	Año
1	MAGISTER EN RIEGO Y DRENAJE	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	ECUADOR	2015
2	DOCTORIS PHILOSOPHI EN RECURSOS HÍDRICOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	Egresada

CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	PAÍS	Año
1	Planificación y evaluación educativa UNIVERSITARIA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	ECUADOR	2018
2	Regionalización Hidrológica basada en los L-MOMENTOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2017
3	Como publicar un artículo exitoso en revistas internacionales	UNALM-WILEY	PERÚ	2016
4	Planificación Estratégica en Sistemas de Abastecimiento	AECID CENTRO DE FORMACIÓN-SANTA CRUZ DE BOLIVIA	BOLIVIA	2016
5	Gestión en Cuencas Hidrográficas	MINISTERIO DEL AMBIENTE-JICA	PANAMÁ	2016
6	Diseño y Sistemas de Riego por Aspersión con GESTAR V. 2014	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2016
7	Ordenamiento territorial ante el cambio climático	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
8	variabilidad climática y sus impactos en la hidrología	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
9	Ingeniería y Gestión del Agua para la Generación de Empleo	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	PERÚ	2015
10	Introducción a La Meteorología y a la Climatología con Énfasis en la Agro meteorología	ESPOCH	ECUADOR	2014
11	Sistemas de Información Geográfica	ESPOCH	ECUADOR	2014

#### EXPERIENCIA PROFESIONAL

Nº	EMPRESA-INSTITUCIÓN	POSICIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	MAGAP-DZ2RD	Analista de Riego y drenaje	11/2016	05/2017
2	SENAGUA	Analista de Estudios y Proyectos de Riego y Drenaje	3/2015	08/2015

3	GOBIERNO AUTÓNOMO DE LA PROVINCIA CHIMBORAZO	Técnica especialista de Hidrología-Riego	04/2011	12/2013
4	INIAP/Programa Nacional de Fruticultura	Técnica Agropecuaria	03/2010	02/2011

### Docente

Nº	CURSOS – MATERIAS	INSTITUCIÓN	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	Hidrología Manejo de Integrado de Recursos Hídricos Riego y drenaje Hidráulica	UTC-CAREM- Ingeniería de Medio Ambiente y Agronómica	Junio 2017	Presente fecha
2	Riego y drenaje Diseño de Sistemas de Riego Prácticas agrícolas	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2014	Febrero 2015
3	Ayudante de cátedra de Genética y fitomejoramiento	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2009	Agosto 2009
4	Ayudante de cátedra de Fisiología general	ESPOCH-FRN-Ingeniería Agronómica	Marzo 2008	Agosto 2008

### Ponente

Nº	CURSO- SEMINARIO (ÁREAS)	ENTIDADES	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	22-11-2017	24-11-2017
2	V Congreso REDU 2017	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado _Universidad de Cuenca	05-10-2017	06-10-2017



<b>3</b>	Convención Científica Internacional de la UTM 2017	Universidad Técnica de Manabí (aceptado)	18-10-2017	20-10-2017
<b>4</b>	I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	UTC-Coordinación de Educación Continua	24-05-2017	26-05-2017
<b>5</b>	IV Congreso REDU (2016)	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado (ESPE)	01-12-2016	02-12-2016
<b>6</b>	XV Reunión Binacional Uruguay-Argentina de Agrometeorología	Asociación Argentina de Agrometeorología	01-10-2014	03-10-2014

### Investigación

<b>No.</b>	<b>TIPO DE EXPERIENCIA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>DURACIÓN</b>
1	Evaluación espacio – temporal de la calidad del agua de la microcuenca del río Cutuchi	Universidad Técnica de Cotopaxi-ECUADOR	2018
2	Regionalización de precipitaciones en el Ecuador	Universidad Agraria La Molina-PERÚ	2016-2017
3	Impactos del cambio climático en la Hidrología de la cuenca del Río Ramis, Puno-Perú	Universidad Agraria La Molina-PERÚ	2015-2016
4	Efectos del riego deficitario en el rendimiento y eficiencia del uso del agua en el cultivo de papa bajo varios regímenes riego de alta frecuencia	Universidad Agraria del ECUADOR	2014-2015
5	Implementación del control Biológico para mejorar la calidad de vida de los pequeños agricultores de los Andes ecuatorianos	INIAP-MAGAP-AgResearch-Nueva Zelanda	2011-2013

## Consultoría en general

N°	NOMBRE DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	DE MES- AÑO	A MES- AÑO
1	Evaluación de la calidad del agua del río Tiliche	GAD de Cotopaxi		2017
2	“Estudio de factibilidad del sistema de riego del directorio de aguas de la comunidad la Moya - parroquia Guasuntos- cantón Alausí-provincia de Chimborazo”	GAD de Chimborazo		2016
3	Producción y Comercialización Sana, Justa y sustentable para el Sistema de Riego Chambo-Guano	Junta General De Usuarios Del Sistema De Riego Chambo-Guano-Chimborazo		2012
4	Economía agraria con la capacitación especializada en análisis de rentabilidad agropecuaria	H. Gobierno Provincial de Tungurahua		2012

## CAPACITADOR, CONFERENCISTA, PONENTE, EXPOSITOR O EVALUADOR EXTERNO EN PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

CAPACITADOR			
TITULO	INSTITUCIÓN	LUGAR	HORAS DE CAPACITACIÓN
Curso-Taller de “Manejo de instrumentación Ambiental”	Universidad Técnica de Cotopaxi	Latacunga	40
CONFERENCISTA, PONENTE O EXPOSITOR (CHARLA, POSTER)			
TITULO	INSTITUCIÓN	LUGAR	MODALIDAD (CONFERENCISTA, PONENTE, EXPOSITOR ORAL O POSTER)
VI Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas	Ibarra	Ponente

	Politécnicas para Investigación y postgrado		
II Convención Científica Internacional (Aceptado)	Universidad Técnica de Manabí	Manabí	Ponente
I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	Latacunga	Expositor
I Convención Científica Internacional	Universidad Técnica de Manabí	Manabí	Ponente
V Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	Cuenca	Ponente
I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	Universidad Técnica de Cotopaxi- CIDE	Latacunga	Ponente
IV Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	Quito	Conferencista1
<b>EVALUADOR EXTERNO EN PROGRAMAS ACADÉMICOS DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR</b>			
<b>TITULO</b>	<b>TIPO DE PROGRAMA (TERCER NIVEL, MAESTRÍA, DOCTORADO)</b>	<b>UNIVERSIDAD EVALUADA</b>	
	Evaluadora Externa	Universidad Técnica de Manabí	

I Convocatoria para presentar proyectos de Investigación 2018		
---	--	--

## IDIOMAS


No.	IDIOMA	HABLADO %	ESCRITO %	COMPRENSIÓN %
1	Español	100	100	100
2	Portugués	50	60	80
3	Inglés	50	50	50

## INFORMACIÓN ADICIONAL QUE CONSIDERE ÚTIL

OEA, Beca para estudios de doctorado
JICA-MIAMBIENTE, Beca para un curso en Panamá
AECID, Beca para un curso en Bolivia
ESPOCH, Beca para estudios de tercer nivel (Ingeniería)
Universidad, Mejor egresada y 2° Mejor Graduada del año ESPOCH –FRN-EIA
Colegio, Abanderada de la Provincia ITES “RIOBAMBA” .....

## Anexo 31. Hoja de vida de autora: Cando Zapata Andrea Michael

### DATOS PERSONALES:

	NOMBRES:	ANDREA MICHAEL
	APELLIDOS:	CANDO ZAPATA
	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0504320375
	FECHA DE NACIMIENTO:	12/01/1996
	EDAD:	23 AÑOS
	ESTADO CIVÍL:	SOLTERA
	LICENCIA DE CONDUCIR:	LICENCIA TIPO "B"
	NACIONALIDAD:	ECUATORIANA
	DOMICILIO:	LATACUNGA, SAN FELIPE
	CELULAR:	0999296606
CORREO ELECTRÓNICO:	andreaando93@gmail.com	

### ESTUDIOS REALIZADOS:

- **NIVEL PRIMARIO:**

INSTITUCIÓN
UNIDAD EDUCATIVA "ELVIRA ORTEGA"

- **NIVEL SECUNDARIO:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR "VICTORIA VÁSQUEZ CUVI"	QUÍMICO BIÓLOGO (Mejor egresada)

- **NIVEL SUPERIOR:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"	INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

- **NIVEL SUPERIOR EN INGLÉS:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
INTERNATIONAL BUSINESS COMPANY IBC	B2 LEVEL ENGLISH
"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"	B1 LEVEL ENGLISH

## CURSOS REALIZADOS:

TEMA	INSTITUCIÓN	FECHAS
CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.	CECATERE & UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	LATACUNGA, FEBRERO DEL 2017.
III SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.	CASA DE LA CULTURA NÚCLEO DE COTOPAXI, RED IBEROAMERICANA DE MEDIO AMBIENTE, ECUADOR CONVENTIONS Y CENTRO ECUATORIANO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.	LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2017.
III SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (CÒMITE ORGANIZADOR).	CASA DE LA CULTURA NÚCLEO DE COTOPAXI, RED IBEROAMERICANA DE MEDIO AMBIENTE, ECUADOR CONVENTIONS Y CENTRO ECUATORIANO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.	LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2017.
ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL CÒNDOR ANDINO EN ECUADOR Y EL OSO DE ANTEOJOS.	MINISTERIO DEL AMBIENTE, ILITIO CENTRO DE RESCATE Y UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.	LATACUNGA, MARZO DEL 2018.
CAPACITACIÓN A LOS SUJETOS DE CONTROL EN PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, PLANES DE ACCIÓN, PLANES DE EMERGENCIA, INFORMES DE CUMPLIMIENTO Y AUDITORÍAS EN EL CANTÓN LATACUNGA ENFOCADO EN LA EDUCACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO.	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE COTOPAXI.	LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2018.


**REFERENCIAS PERSONALES:**

<b>NOMBRE</b>	<b>TELÉFONOS</b>
ING. RENÀN LARA	0984795339
ING. JENNY TAGUADA	0998170075
ING. CHRISTIAN TUBÒN	0967858670

Anexo 32. Hoja de vida de autora: Coro Álvarez Maricela Elizabeth

## CURRICULUM VITAE

### 1. DATOS PERSONALES:

	NOMBRES:	MARICELA ELIZABETH
	APELLIDOS:	CORO ÁLVAREZ
	CÉDULA DE IDENTIDAD:	050368266-8
	FECHA DE NACIMIENTO:	05/04/1993
	EDAD:	26 AÑOS
	ESTADO CIVIL:	SOLTERA
	NACIONALIDAD:	ECUATORIANA
	DOMICILIO:	LATACUNGA, SAN JUAN DE CRISTO REY
	CELULAR:	0984265301
CORREO ELECTRÓNICO:	maricela.coro8@utc.edu.ec	

### 2. FORMACIÓN ACADÉMICA:

- **NIVEL PRIMARIO:**

INSTITUCIÓN
ESCUELA FISCAL MIXTA "DR. CAMILO GALLEGOS DOMÍNGUEZ"

- **NIVEL SECUNDARIO:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
COLEGIO EXPERIMENTAL "PROVINCIA DE COTOPAXI"	FÍSICO MATEMÁTICO

- **NIVEL SUPERIOR:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"	INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

- **NIVEL SUPERIOR EN INGLÉS:**

INSTITUCIÓN	ESPECIALIDAD
"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"	B1 LEVEL ENGLISH



### 3. SEMINARIOS – CURSOS REALIZADOS:

TEMA	INSTITUCIÓN	FECHAS
CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.	CECATERE & UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	LATACUNGA, FEBRERO DEL 2017.
SEMINARIO DE CAPACITACIÓN EN CALIDAD AMBIENTAL.	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL.	LATACUNGA, SEPTIEMBRE, 2016.
SEMINARIO “COMPUTACIÓN “POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO.	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	LATACUNGA, MARZO, 2003.
ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL CÒNDOR ANDINO EN ECUADOR Y EL OSO DE ANTEOJOS.	MINISTERIO DEL AMBIENTE, ILITIO CENTRO DE RESCATE Y UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.	LATACUNGA, MARZO DEL 2018.
CAPACITACIÓN A LOS SUJETOS DE CONTROL EN PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, PLANES DE ACCIÓN, PLANES DE EMERGENCIA, INFORMES DE CUMPLIMIENTO Y AUDITORIAS EN EL CANTÓN LATACUNGA ENFOCADO EN LA EDUCACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO.	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE COTOPAXI.	LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2018.

### 4. REFERENCIAS PERSONALES:

NOMBRE	TELÉFONOS
ING. RENÀN LARA	0984795339
ING. JENNY TAGUADA	0998170075
ING. ERLINDA CHALUISA	0987158577


## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del Resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por las Señoritas Egresadas de la Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: CANDO ZAPATA ANDREA MICHAEL Y CORO ÁLVAREZ MARICELA ELIZABETH**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE Y PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN EN LA LOMA DE ALCOCERES DEL BARRIO SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO OCTUBRE 2018-AGOSTO 2019”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Julio del 2019

Atentamente,



Msc. Alison Mena Barthelotty  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 0501801252

