

Mariela Díaz Ponce  
Aileen Muñoz Casanova  
Juan Pablo Urdánigo  
Julio Pazmiño Rodríguez  
Carolina Tay-Hing Cajas  
Carlos Sánchez Fonseca

# Gestión del agua *potable en la provincia de los ríos y su área de influencia*







## **Gestión del agua potable en la provincia de los ríos y su área de influencia**

---

*Autores:*

Mariela Díaz Ponce  
Ailleen Muñoz Casanova  
Juan Pablo Urdánigo  
Julio Pazmiño Rodríguez  
Carolina Tay-Hing Cajas  
Carlos Sánchez Fonseca

# Gestión del agua potable en la provincia de los ríos y su área de influencia

Autores

Mariela Díaz Ponce  
Aileen Muñoz Casanova  
Juan Pablo Urdánigo  
Julio Pazmiño Rodríguez  
Carolina Tay-Hing Cajas  
Carlos Sánchez Fonseca



Primera edición: noviembre 2018

© Universidad Técnica Estatal de Quevedo 2018

© Ediciones Grupo Compás 2018

ISBN: **978-9942-33-078-9**

Diseño de portada y diagramación: Grupo Compás

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa del editorial.

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Guayaquil-Ecuador 2018

Cita.

Díaz, M, Muñoz (2018) Gestión del agua potable en la provincia de los ríos y su área de influencia, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 102 pag

## FICHA TÉCNICA

**Proyecto FOCICYT:** Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la Provincia de Los Ríos y su área de influencia.

**Directora del Proyecto:** Ing. Carolina Tay-Hing Cajas.

**Técnicos Responsables:** Ing. (s) Mariela Díaz Ponce, Aileen Muñoz Casanova, Julio Pazmiño Rodríguez, Carolina Tay-Hing Cajas, Carlos Sánchez Fonseca, Blgo. Juan Pablo Urdánigo Zambrano.

**Colaboradores:** Ing. (s) Mariela Díaz, Rosa Vera, Wilber Zambrano, Richard Pilalumbo, Gema Vera, Geomayra Ledezma, Abigail Quinchuela.

**Diseño:** Ing. (s) Mariela Díaz Ponce y Aileen Muñoz Casanova.

### **Empresas Públicas Municipales:**

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal El Empalme.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal La Maná.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pujilí.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Mocache.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Quinsaloma.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Pueblo Viejo.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Valencia.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Quevedo.

## PREFACIO

Los múltiples inconvenientes que sobresalen en noticiarios y quejas constantes de la ciudadanía sobre el servicio de agua de consumo humano, fueron la principal motivación para ejecutar la investigación titulada “Análisis de la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Quevedo. Propuesta de un Plan de Seguridad de Agua 2014”. Los resultados evidenciaron la deficiencia en el control de la calidad del servicio básico que se brinda a la ciudadanía; así como, el requerimiento urgente de la aplicación del instrumento Plan de Seguridad de Agua, difundido por la Organización Mundial de la Salud (2004). En función de estos resultados en el año 2016, se ejecutó el proyecto FOCICYT “Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la Provincia de Los Ríos y su área de influencia”, con la finalidad de evidenciar la realidad en los cantones aledaños sobre la gestión del agua para el consumo humano.

Una vez obtenido los resultados del estudio llevado a cabo en siete cantones diferentes, tales como, Valencia, Mocache, Quinsaloma, Puebloviejo, El Empalme, La Maná, Pujilí y Quevedo, se plantean medidas que aporten mejoras en la gestión de los sistemas de agua potable en las fases de captación, tratamiento, distribución y consumo. Al considerar las cuatro fases, la lectura de este libro va dirigida a directivos y técnicos involucrados en el manejo del agua de consumo humano, estudiantes y profesionales interesados en proponer mejoras alternativas para optimizar el proceso, pero también incluye la participación activa de los consumidores por la importancia del manejo del agua de consumo humano en el interior de los hogares, por las buenas prácticas que permitirán aportar a la disminución de la alteración y así disminuir las afectaciones a la salud.

Difundir los resultados de este proyecto FOCICYT a través de este libro, es la oportunidad de aportar con mejoras a la gestión del agua en los gobiernos autónomos descentralizados las que tendrán un impacto social, económico y ecológico. Por ello se incluyeron los siguientes capítulos:

CAPITULO 1: Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, se identificó la línea base de las áreas de estudio, para identificar las fases con las que cuentan y su respectiva ubicación.

CAPITULO 2: Diagnóstico del funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de cada cantón involucrado, que incluye conocer la

cobertura del servicio básico y la percepción ciudadana sobre la calidad que le atribuyen al mismo.

CAPITULO 3: Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la calidad del agua para consumo humano, se analizan los resultados comparados con la normativa ambiental para determinar su cumplimiento de acuerdo a los límites máximos establecidos.

CAPÍTULO 4: Se presentan los resultados del análisis de riesgo en las cuatro fases de los sistemas de abastecimientos estudiados, procedimiento que destaca los eventos peligrosos, tipos de peligros, probabilidad de ocurrencia, la gravedad, puntuación establecida según los fundamentos y la calificación final obtenida por cada riesgo.

CAPÍTULO 5: Como aporte significativo, es la presentación de las Medidas de mejoras, para cada uno de los cantones en estudio. Las mismas que señalan de acuerdo a la etapa que correspondan, el punto crítico de control, la medida de control, el evento peligroso identificado y la acción correctiva propuesta.

CAPÍTULO 6: La educación ambiental, es una de las herramientas más efectivas para aportar al cambio positivo de la actitud ambiental de los ciudadanos. Por esta razón; la elaboración del manual de buenas prácticas en el uso del agua, es el instrumento que se debe difundir para aportar desde cada uno de los hogares con un manejo idóneo del agua de consumo humano.

Tras la necesidad de aplicar las medidas necesarias de resiliencia en las ciudades, donde la gestión del agua de consumo humano es uno de las áreas importantes para la subsistencia, así como; con la conservación del entorno, el desarrollo económico y social que permitan el aporte al objetivo 6 Agua limpia y saneamiento del desarrollo sostenible.

# CONTENIDO

PORTADA .....	i
FICHA TÉCNICA .....	ii
PREFACIO .....	iv
CONTENIDO .....	vi
INTRODUCCIÓN.....	viii
Capítulo 1 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Suministro de agua .....	2
1.3. Calidad de agua .....	2
1.4. Plan de Seguridad del Agua .....	3
1.5. Área de estudio .....	4
Capítulo 2 DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO.....	6
2.1. Categorización del estado actual de los sistemas de abastecimientos de agua para consumo humano de la provincia de Los Ríos y sus áreas de influencia .....	6
2.2. Descripción del funcionamiento de los suministros de agua en la provincia de Los Ríos y su área de influencia.....	8
2.2.1. Cantón El Empalme .....	9
2.2.2. Cantón La Maná.....	12
2.2.3. Cantón Pujilí.....	14
2.2.4. Cantón Mocache .....	16
2.2.5. Cantón Quinsaloma .....	18
2.2.6. Cantón Puebloviejo.....	20
2.2.7. Cantón Valencia .....	21
2.2.8. Cantón Quevedo .....	23
Capítulo 3 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONUSMO HUMANO.....	26
3.1. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano	26
3.2. Evaluación del cumplimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas.....	42
3.3. Aplicación de los índices de calidad del agua NSF, DINIUS, GWQI .....	44
3.3.1. Cantón El Empalme .....	46
3.3.2. Cantón La Maná.....	47
3.3.3. Cantón Pujilí.....	48
3.3.4. Cantón Mocache .....	49
3.3.5. Cantón Quinsaloma .....	50
3.3.6. Cantón Puebloviejo.....	51

3.3.7. Cantón Valencia .....	51
3.3.8. Cantón Quevedo .....	52
Capítulo 4.EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONUSMO HUMANO .....	54
4.1. Identificación de los riesgos en las fases de los sistemas de abastecimiento .....	54
4.2. Evaluación de los peligros y clasificación de los riesgos .....	57
4.3. Metodología para la evaluación de riesgos.....	61
4.3.1. Cantón El Empalme .....	61
4.3.2. Cantón La Maná.....	62
4.3.3. Cantón Pujilí.....	64
4.3.4. Cantón Mocache.....	65
4.3.5. Cantón Quinsaloma .....	66
4.3.6. Cantón Pueblviejo.....	67
4.3.7. Cantón Valencia .....	69
4.3.8. Cantón Quevedo .....	70
Capítulo 5 MEDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO .....	72
5.1. Cantón El Empalme .....	72
5.2. Cantón La Maná.....	73
5.3. Cantón Pujilí.....	74
5.4. Cantón Mocache.....	75
5.5. Cantón Quinsaloma .....	75
5.6. Cantón Pueblviejo.....	76
5.7. Cantón Valencia .....	77
5.8. Cantón Quevedo .....	78
Capítulo 6. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE USO DE AGUA .....	80
6.1. Uso sanitario.....	80
6.2. Limpieza .....	81
6.3. Lavandería.....	82
6.4. Cocina.....	83
6.5. Jardinería .....	84
6.6. Ocio y tiempo libre .....	85
Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	87
7.1. Conclusiones .....	87
7.2. Recomendaciones .....	88
Capítulo 8. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	90
Capítulo 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91
4. Bibliografía .....	91

## INTRODUCCIÓN

El agua es la fuente de toda forma de vida, es cada vez insuficiente debido a numerosos factores, tales como sequías o contaminación; que no sólo afectan la cantidad y calidad del agua. Al referirse a la calidad del agua, se consideran las condiciones que posee, es decir; las características físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas por actividades antrópicas. Estos acontecimientos, hacen necesario el tratamiento de las aguas para ser utilizadas, tanto para su uso industrial como para el uso potable (Romero, 2015).

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano de calidad, es fundamental para prevenir y evitar la trasmisión de enfermedades (diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea y poliomielitis); lo que requiere establecer y cumplir límites permisibles en las características (Ramos Olmos , Sepulveda Marqués, & Villalobos Moreto, 2003).

La gestión del agua potable en la Provincia de Los Ríos y su área de influencia, ha alcanzado una importante mejora y logrado resultados notables en cuanto a la calidad del servicio que se proporciona a la población a través de valiosas investigaciones que aportan conocimientos eficaces y eficientes para lograr estrategias que mejoren la calidad del agua que consumimos.

El presente texto muestra la perspectiva y el contexto de la investigación lograda en el agua potable, donde uno de los desafíos es mejorar y conservar los estándares de calidad del servicio básico necesarios para la vida. Además de fortalecer la sustentabilidad del sistema y optimizar el uso integrado del recurso hídrico.

El profundo proceso de cambio, aplicado a las empresas de aguas potables en cada cantón; ha generado numerosos resultados en la mejor prestación del servicio del líquido vital. Para ello, es relevante identificar

cuáles son los problemas pendientes aún no resueltos, cuáles son los nuevos problemas y el propio desarrollo económico que creó los desafíos del uso integrado del recurso hídrico (Stranger Rodríguez & Chechilnitzky Zwincky, 2008).

La elaboración de un plan de gestión del agua potable en la Provincia de Los Ríos y su área de influencia, requiere un análisis certero de la situación actual de los sistemas de abastecimiento de cada uno de los cantones. Los objetivos establecidos, permitieron un enfoque integral de las diferentes necesidades, requerimientos e intereses de los diferentes sectores relacionados.

En Ecuador, existen 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD'S); de los cuales 6 de cada 10 gestionan la prestación del servicio del agua potable a través de los municipios y 3 de ellos mediante una empresa pública municipal. El 90.23% de los GAD's Municipales, cuentan con sistemas de tratamiento de agua para consumo humano el 1.86% comprar agua tratada y el 7.91% no cuenta con un sistema de tratamiento. El 74.42% de los GAD's cumple con la Norma INEN 1108 que establece los requisitos de calidad de agua para consumo humano (INEC, 2015) .

# Capítulo 1

# Capítulo 1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

## 1.1. Antecedentes

La descripción del funcionamiento de los suministros de agua de los cantones estudiados y la evaluación de los riesgos permitió establecer medidas que consideran mejoras en los ámbitos operacionales de las plantas de tratamiento de agua potable, capacitación del personal técnico responsable; así como, la participación ciudadana de la población abastecida por este servicio básico. Se analizó y sintetizó la información por cada cantón, con la finalidad de determinar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable, resaltando las características principales encontradas en la metodología que se aplicó.

El diseño de la guía metodológica está basado en los resultados obtenidos del proyecto FOCICYT de la carrera Ingeniería en Gestión Ambiental "Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la Provincia de Los Ríos y su área de influencia"; considerando como área de estudio a los cantones: El Empalme, La Maná, Pujilí, Mocache, Pueblo Viejo, Quinsaloma, Valencia, Quevedo que fueron considerados aleatoriamente y por la facilidad al acceso de la información por el apoyo que brindaron los GAD municipales para la ejecución de los subproyectos.

Los resultados de esta investigación son expuestos a través de este ejemplar, con la finalidad de presentar las directrices a cada uno de los GAD's de la provincia de Los Ríos y su área de influencia, que con su participación y apoyo a la metodología aplicada para evaluar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano se lograron plantear como resultado.

## **1.2. Suministro de agua**

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) menciona que un 70.1 % de los ecuatorianos utiliza como suministro para beber agua una fuente como tubería, pozo o manantial protegido, o agua embotellada en la vivienda o cerca de ella, de manera suficiente y libre de contaminación fecal, el 23.49% de ecuatorianos no les llega el suministro de agua Potable.

El servicio básico ha entrado ya al 76.51% los hogares, de este 76.51%, en el que solo un 27.94% realiza un ahorro en el consumo de agua potable, el agua llega al 92.7% de la población urbana, y al 49.3% de la población; es decir, a menos del 50% de los habitantes. Con un promedio de 778.115 habitantes al 2010, Los Ríos es la provincia que registra un mayor consumo de agua, de 54.52 metros cúbicos (INEC, 2010).

Las fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano en la provincia los Ríos, presentan un constante deterioro, debido a la escasa preocupación de autoridades y ciudadanos, además de actividades que influyen en impactos negativos al ambiente; la pesca artesanal con dinamita, los desechos sólidos, químicos por industrias locales, residuos tóxicos de clínicas y hospitales (Secretaría Nacional del Agua, 2011). Es importante realizar esfuerzos para optimizar los sistemas de abastecimiento, y lograr que el agua distribuida a los consumidores sea apta para el agua de consumo humano.

## **1.3. Calidad de agua**

Uno de los recursos que antes se lo consideraba inagotable es el agua, a pesar de que ahí gran cantidad esta no es apta para el consumo. La calidad del agua para consumo humano, se puede evaluar mediante técnicas de protección de las fuentes de agua de captación, control en las fases de tratamiento y la gestión adecuada en la distribución y

manipulación (Má, 2006). La determinación de los riesgos permitirá realizar mejoras en función de los resultados que serán enfocados a mejorar la infraestructura, realizar correctamente los monitoreos para proyectar efectivamente las actividades de control y garantizar la calidad del agua (Díaz, 2014)

En Ecuador, los problemas de contaminación ocasionados por la calidad del agua de consumo son palpables, la enteritis y enfermedades de la piel, son la causa principal de mortalidad infantil (Reascos, 2010). La contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas asociados a ellos, representan dos de los más grandes problemas; que afectan al desarrollo sostenible. Incide en esta situación, el crecimiento poblacional y su creciente demanda de agua, el escaso cumplimiento de normas, la ausencia de aplicación de sanciones rigurosas a los causantes de impactos ambientales adversos; así como, la inexistencia de incentivos a quienes cumplen con las medidas adecuadas en el manejo del agua y campañas permanentes de educación ambiental. La calidad del agua se ve alterada por: el vertimiento de aguas residuales, la disposición final de residuos sólidos, agroquímicos y nutrientes que por escorrentía se desplazan hacia los cuerpos de agua. Como potenciales agentes de contaminación están los asentamientos poblacionales, las actividades industriales y agropecuarias (CEPAL, 2012).

#### **1.4. Plan de Seguridad del Agua**

Los planes de seguridad del agua (PSA), tienen el objetivo de salvaguardar la salud pública y desarrollar metodologías para la identificación, evaluación y gestión de los peligros y el nivel de riesgos existentes en el sistema de abastecimiento desde la fuente donde se capta el agua (superficial y subterránea), en la forma que es tratada (planta potabilizadora, dosis de cloro), almacenada (reservorios y

tanques) y distribuida (redes); además de los lugares donde es consumida por la población (grifos, botellas) (Segurado & Lima, 2013).

La guía metodológica para la elaboración de Planes de Seguridad del Agua (PSA), es considerada un instrumento esencial para aportar al control de la calidad del agua en las comunidades, esto involucra a las empresas de agua potable que deben certificar la calidad del agua que distribuyen; sin embargo, para los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) se dificulta alcanzar este objetivo ya que el crecimiento población es acelerado (Díaz, 2014). Esta guía es importante ya que permite “Mejorar la Calidad de vida de la población” según el Plan Nacional del Buen Vivir (2013), dentro del tercer objetivo, además de funda políticas para favorecer la elaboración y ejecución de planes de seguridad de agua, para así garantizar agua salubre de consumo y acceso sostenible; fortalecer las capacidades de regulación, evaluación y generar un marco normativo e independiente de los servicios de agua y saneamiento a nivel territorial (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013-2017).

### 1.5. Área de estudio

El estudio se situó mayormente en la provincia de los Ríos (Quevedo, Valencia, Quinsaloma, Pueblo Viejo y Mocache), ubicada en el centro del país, su capital es la ciudad de Babahoyo, mientras la urbe más grande y poblada es el cantón Quevedo, tiene una superficie de 6.254 km<sup>2</sup>. En el territorio habitan 778.115 personas, según el último censo nacional (2010) (INEC, 2010). El área de influencia del estudio está delimitada por las provincias de Guayas (El Empalme) y Cotopaxi (Pujilí y La Maná).

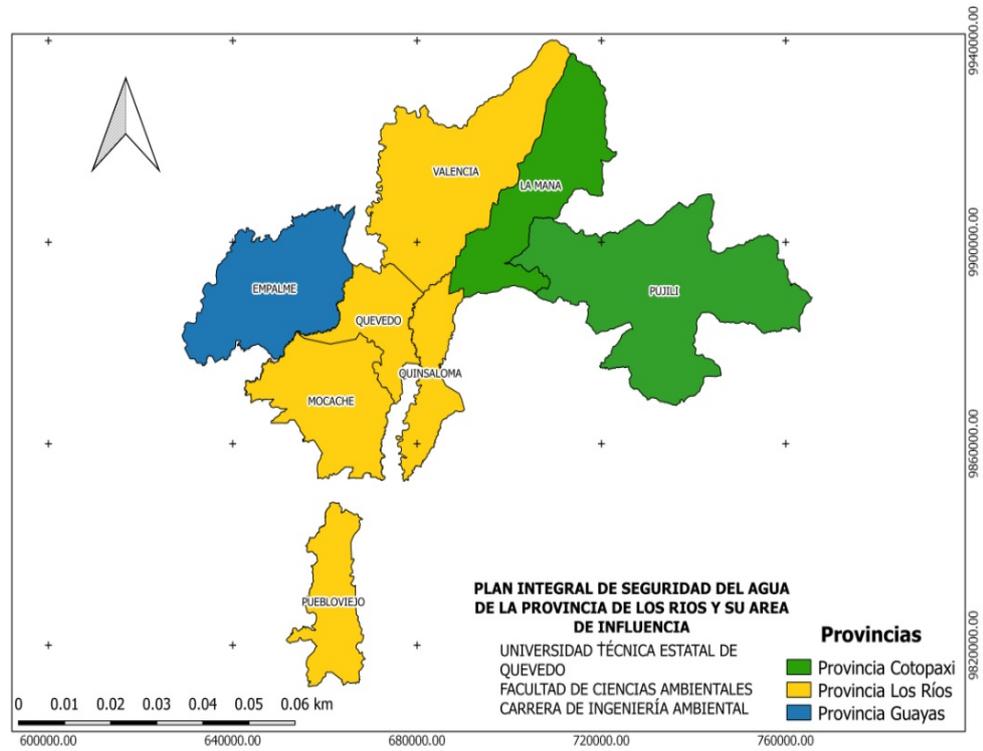
**Tabla 1.-** Condiciones edafoclimáticas de los ocho cantones estudiados

Provincia	Cantones	Condiciones Edafoclimáticas
Los Ríos	Quevedo, Mocache, Valencia; Pueblo Viejo, Quinsaloma	Temperatura: 12 a 22 °C Altitud: 500 a 6 msnm Clima: Tropical Megatérmico Húmedo

<b>Guayas</b>	El Empalme	Temperatura: 18 a 38°C Altitud: 115 a 27 msnm Clima: Húmedo
<b>Cotopaxi</b>	La Maná, Pujilí	Temperatura: 28 a 30°C Altitud: 1150 a 200 msnm Clima: Subtropical

**Fuente:** Red de estaciones meteorológicas. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2016)

**Figura 1.-** Ubicación



**Fuente:** Muñoz A (Muñoz, 2017).

# Capítulo 2

## **Capítulo 2. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO**

### **2.1. Categorización del estado actual de los sistemas de abastecimientos de agua para consumo humano de la provincia de Los Ríos y sus áreas de influencia**

La categorización del estado actual de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano en el área de estudio, se lo realizó mediante un diagnóstico de los sistemas de abastecimiento y la interpretación de los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano en los sistemas de abastecimiento de los cantones de estudio. A continuación, se detalla la descripción de cada actividad:

Para el diagnóstico se tomaron en cuenta las preguntas realizadas a los usuarios de los diferentes cantones pertinentes al proyecto de Calidad de Agua de Consumo Humano. Para su valoración, se utilizó la escala descrita por OMS, en el que el estado deseable de los sistemas de abastecimiento es (<6 - Bajo) y el estado indeseable a partir de las escalas (6-9 Medio alto); (10 – 15 Alto); (> 15 Muy alto) (OMS, 2009) . El tratamiento estadístico que se utilizó para contrastar el estado deseable teórico del sistema de abastecimiento con las repuestas de la población encuestada, fue la prueba de comparación de muestras independientes no paramétrica de Chi-cuadrado (Manzano Arrondo, 2014).

De acuerdo a las encuestas se realizó una prueba t no paramétrica para una muestra que indico las diferencias significativas en el valor de los cantones de riesgo con una  $p=0,47$ , la distribución promedio fue de  $6,40 \pm 1,32$ .

**Tabla 2.-** Promedios de la escala de calidad de agua en los sistemas de abastecimiento por cantón

<b>Cantón</b>	<b>Sector</b>	<b>Promedio</b>
El Empalme	Carlie y Las Tecas	5,99
El Empalme	Coromoto y la Ercilia	6,91
El Empalme	La Chiquita	6,92
El Empalme	La Guayas	4,62
<b>La Maná</b>	<b>La Maná</b>	<b>3,85</b>
<b>Pujilí</b>	<b>Zumbahua</b>	<b>8,64</b>
Mocache	Mocache	7,36
Puebloviejo	Puebloviejo	6,84
Quinsaloma	Quinsaloma	6,56
Valencia	El Vergel	6,25
<b>Valencia</b>	<b>La Unión</b>	<b>4,32</b>
Valencia	Valencia	5,01
Quevedo	24 de Mayo	6,75
Quevedo	Baldramina	6,63
<b>Quevedo</b>	<b>El Guayacán</b>	<b>8,23</b>
Quevedo	La Esperanza	5,60
Quevedo	San Camilo	5,70
<b>Quevedo</b>	<b>Venus</b>	<b>8,41</b>
Quevedo	Salvador Allende	6,98

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La tabla 2 muestra que el total de estudio se encuentra en el rango de 6 a 9 que significa medio alto. No obstante, se puede apreciar que los cantones con el menor promedio son (3,85; La Maná y 4,32; Valencia sector La Unión) con el nivel bajo de riesgo; mientras que, en Quevedo y Pujilí se registraron los promedios más altos de riesgo (8,64; Pujilí Zumbahua, 8,41; Venus del Río Quevedo y 8,23; El Guayacán).

Mediante resultados de encuestas, los panelistas de los diferentes sectores indicaron que los principales problemas en el cantón La Maná y

Valencia sector La Unión; es la eliminación de aguas servidas, los cortes de agua y el uso inadecuado de este recurso. En el cantón Quevedo se identificaron dos sectores en la Venus del Río Quevedo los problemas que se evidenciaron son los cortes de agua, color extraño y los encuestados no están de acuerdo con el valor de pago. En el sector El Guayacán los cortes de agua, posee un color extraño y no controlan el uso de la misma estos son los principales problemas que se presentan, en el cantón Pujilí sector Zumbahua uno de los principales problemas es la demanda de agua para otros usos y los escasos insumos para la desinfección.

## **2.2. Descripción del funcionamiento de los suministros de agua en la provincia de Los Ríos y su área de influencia**

El diagnóstico del estado actual de los sistema de abastecimientos de agua potable de cada cantón, se realizó mediante la observación directa de los proceso de potabilización del agua, desde la captación hasta el consumo, posteriormente se aplicaron entrevistas a los responsables de cada una de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable, con 38 preguntas, para obtener mayor información sobre los procesos de tratamiento que se aplican en la planta, conocer los barrios y recintos que reciben el servicio básico del agua para consumo humano, además los materiales utilizados dentro de las plantas.

La información obtenida del proceso de potabilización se complementó con la percepción ciudadana con la finalidad de conocer la calidad de agua que llega a los puntos de consumo a través de la aplicación de una encuesta cerrada a una muestra representativa de la población de cada cantón de estudio. La referida muestra se calculó estadísticamente según el siguiente planteamiento:

**Ecuación 1.-** Tamaño de la muestra.

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

**Por consiguiente:**

**n**= Numero de encuestas;

**e**= Margen de error;

**k**= Nivel de confianza;

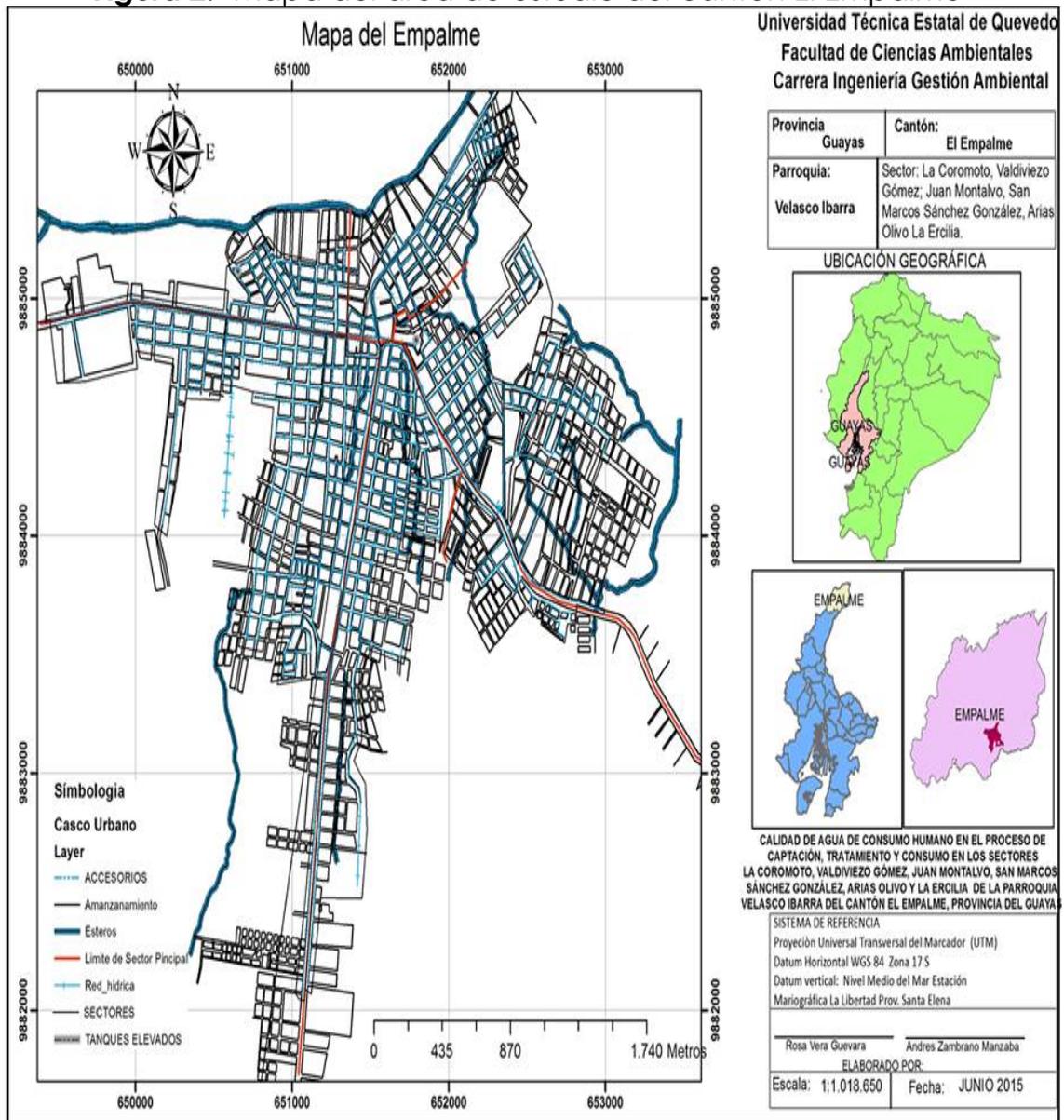
**N**= Universo Objetivo;

**pq** = constante de varianza =0,25

### **2.2.1. Cantón El Empalme**

El cantón El Empalme; perteneciente a la Provincia del Guayas, cuenta aproximadamente con 74.451 hab. Sus condiciones meteorológicas corresponden a una altitud de 80 msnm, precipitación media anual de 1222 mm, temperatura promedio de 26,0 °C, humedad relativa 72,9% y una topografía irregular. Este cantón cuenta con 3 parroquias una urbana (Velasco Ibarra) y dos rurales (El Rosario y La Guayas); además, se consideraron los sectores: Las Tecas, Charlie, Coromoto, La Ercilia, La Chiquita y la parroquia La Guayas.

**Figura 2.-** Mapa del área de estudio del cantón El Empalme



**Fuente:** Rosa Vera y Wilber Zambrano 2015 (Vera & Zambrano, 2015).

El diagnóstico de los sistemas de abastecimiento se lo realizó en los sectores mencionados a continuación (tabla 3), con un tamaño de la muestra diferente para cada sector. Se estableció el diagnóstico por cada fase del sistema de abastecimiento y mostrar la información de la percepción ciudadana.

**Tabla 3.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón El Empalme

Fases	Diagnóstico	Tamaño de la muestra	Sectores	Percepción ciudadana
Captación	El 65% de fuente subterránea y 35% de fuentes superficiales, además existen 8 pozos profundos situados en las Cdlas. Laureles, Atilio Vélez Aray, Charlie, Ercilia, Manabí Coromoto, Chiquita, Independencia con una producción diaria de 5.125 m <sup>3</sup> . La parroquia La Guayas la captación es de pozo se extraen 2100 m <sup>3</sup> .	Sector Las Tecas se encuestó a 160 personas, mientras que el sector Charlie a 200 habitantes.	-Av. Manabí -Av. Guayaquil -Av. Quevedo -2 de Mayo -Las Tecas -Los Laureles -Atilio Vélez.	Clase media, la eliminación de aguas servidas es por pozo séptico, existe cortes por daño de la bomba en la noche dura menos de un día, esto es informado al municipio. El agua a veces llega con olor.
		Se encuestó a 368 habitantes de los sectores Coromoto y La Ercilia.	-La Coromoto -Valdivieso Gómez -San Marcos -Juan Montalvo -Sánchez Gonzales -Arias Olivo -La Ercilia.	
Tratamiento	La planta de tratamiento no trabaja con normalidad. El agua de los pozos es entregada directamente hasta los hogares sin tratamiento. En condiciones normales la planta se realiza el monitoreo cada hora de turbiedad, color, cloro residual; mientras que para el resto de parámetros el control es mensual; el mantenimiento de los equipos de laboratorio, es anualmente.	En el sector La Chiquita se encuestó a 338 habitantes.	-La Chiquita -Santa Isabel -Vaca Carbo -El Guayabo.	En el sector La Chiquita los usuarios son de clase popular, la eliminación de aguas servidas es por pozo séptico el agua a veces presenta un olor extraño, cuando existen cortes dura alrededor de un día o menos y llaman al municipio para cualquier tipo de reparación.
Almacenamiento	Se almacena agua en tanques plásticos, los mismos que se sitúan dentro de los hogares, además también se emplean cisternas de concreto y tanques elevado.			

---

**Distribución  
Consumo**

La extensión de la red es de 110 m primaria y 63 m secundaria abastece el 70% de la población por tuberías de asbesto cemento y PVC; el agua presenta una notable turbidez y coloración amarillenta debido a la ausencia de tratamiento. Extensión de la red de la parroquia La Guayas es de 5 Km

En la Parroquia La Guayas se encuestaron a 83 habitantes.

El agua tiene un color extraño, existen cortes de agua en la mañana y duran alrededor de menos de un día, ausencia del control en el uso de agua.

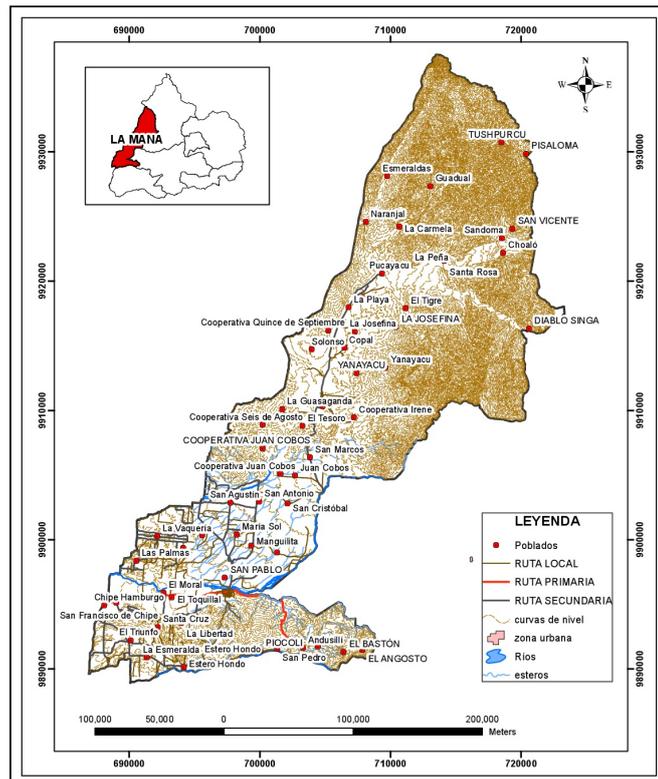
---

**Fuente:** Muñoz A (Muñoz, 2017).

### **2.2.2. Cantón La Maná**

La Maná perteneciente a la provincia de Cotopaxi, tiene un promedio de 42.216 habitantes según el censo 2010, se localiza en las coordenadas 00°57'16" latitud sur y 79° 13'48" longitud oeste, con una altura promedio de 200 msnm su temperatura media anual es de 23° Centígrados, observando que los meses con mayor temperatura son marzo y abril con 28 a 30° y la temperatura más baja se registra en el mes de julio y es de 24 °C. (Duarte, 2016).

Figura 3.- Mapa del área de estudio del cantón La Maná



Fuente: Muñoz A (Muñoz, 2017).

Para el diagnóstico de los sistemas de abastecimiento, se realizó la encuesta a 89 habitantes del cantón La Maná escogidos aleatoriamente en los 15 sectores escogidos, se evidenció la inconformidad ante el servicio en cada una de las preguntas.

**Tabla 4.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón La Maná

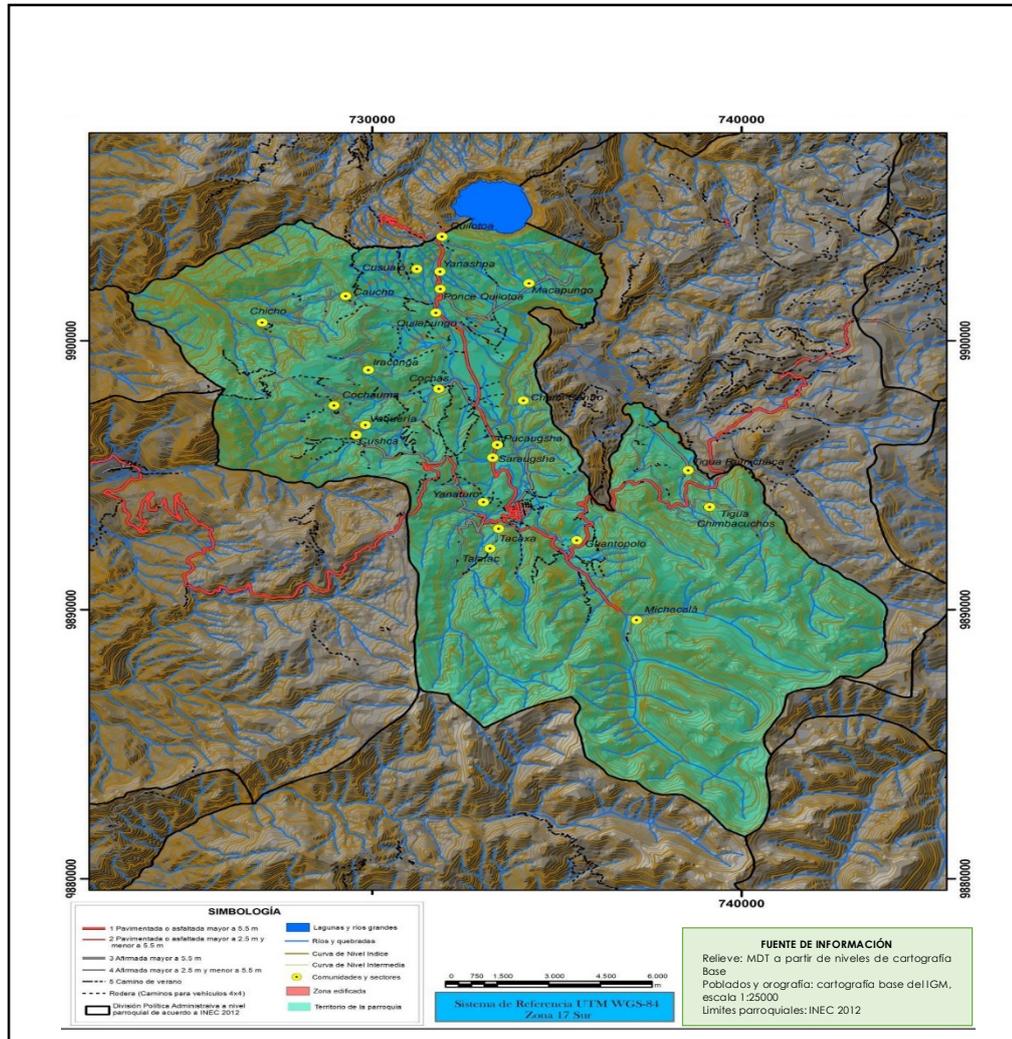
Fases	Diagnóstico	Percepción ciudadana
<b>Captación</b>	Superficial viene del rio Calope 3600 m3 de reservas de agua en la zona donde se halla ubicada la captación aun no existen asentamientos.	La eliminación de aguas servidas es por pozo séptico, existe cortes de agua se da en horas de la mañana y dura alrededor de dos días, los usuarios informan a la Planta de tratamiento.
<b>Tratamiento</b>	La desinfección se la realiza con Hipoclorito de calcio para el consumo humano. El monitoreo se realiza diariamente, con análisis físicos, químicos, y microbiológicos. El agua superficial, se trata en la planta de tratamiento pasando por los floculadores, sedimentadores, filtros y de allí los tanques de reservas y luego es la distribución.	El almacenamiento es en cisterna plástica, la mayor parte de los usuarios tiene medidor, no controlan el uso de agua y no están de acuerdo con el valor de pago.
<b>Distribución Consumo</b>	Longitud de 18 a 20 Km cubre el 75%de la población, toda la red de distribución es de PVC.	

**Fuente:** Muñoz A (Muñoz, 2017)

### 2.2.3. Cantón Pujilí

Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, parroquia Zumbahua su rango altitudinal oscila entre los 2080 - 4480 msnm. En el territorio cotopaxense habitan 458.581 personas, según el último censo nacional (2010), siendo la novena provincia más poblada del país. La temperatura en esta zona fluctúa entre 6°C a 14°C, la Parroquia limita norte Chugchilán al este Guangaje al sur con Angamarca al oeste con Pílalo y Tingo (Pilalumbo, 2016).

**Figura 4.-** Mapa del área de estudio del cantón Pujilí



**Fuente:** Pilalumbo R (Pilalumbo, 2016)

El diagnóstico en el cantón Pujilí únicamente se ejecutó en la parroquia Zumbahua donde se encuestaron a 144 habitantes en diferentes puntos de muestreo.

**Tabla 5.- Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Pujilí**

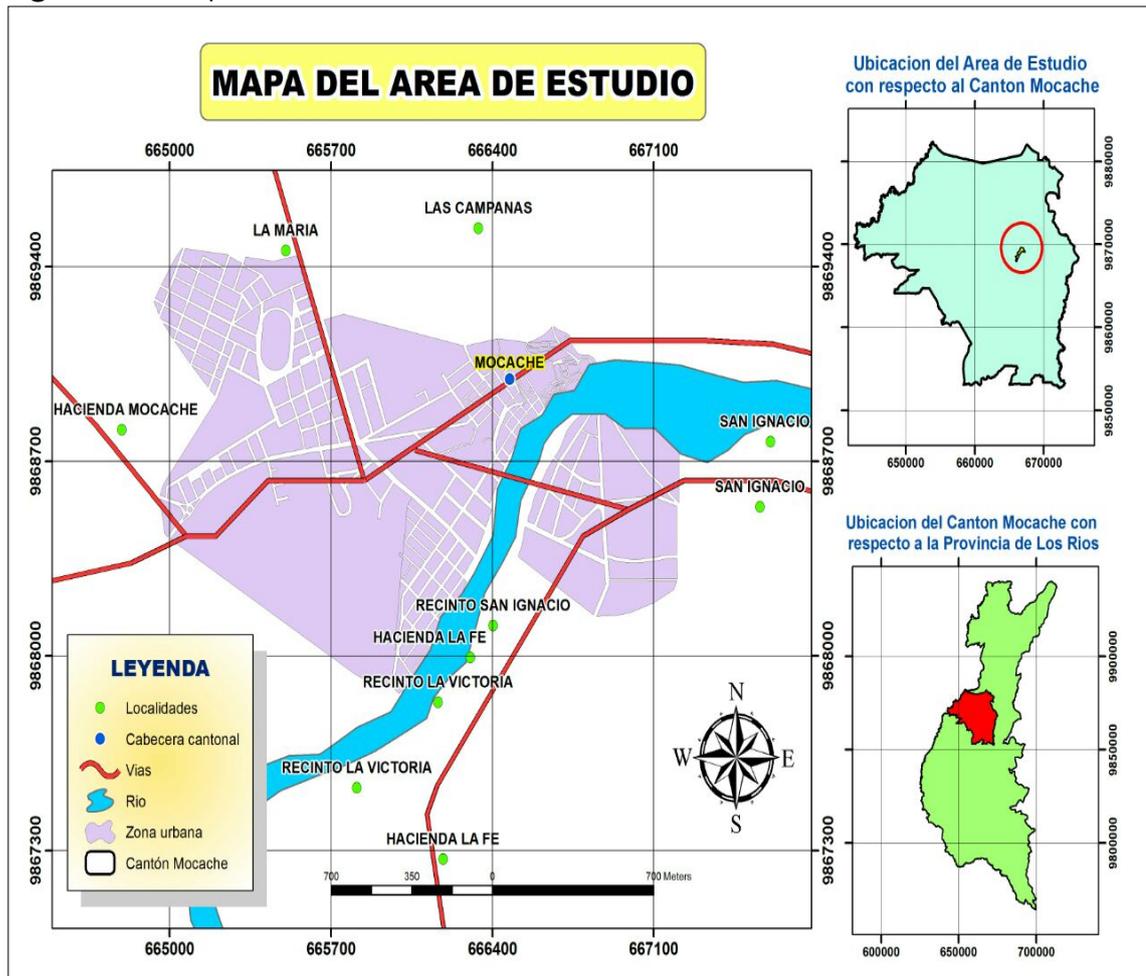
Fases	Diagnóstico	Sectores	Percepción ciudadana
Captación	La captación se la realiza en la zona alta del páramo Tingo 1, desde ese punto el agua es captada y guiado a través de canales, luego llega hasta un tanque cisterna para ser trasladada hacia la planta de tratamiento.	-Familia Gallardo -Familia Hidalgo -Familia Guamán -GAD -Familia Guanotuña -Hospital -Familia Chaluisa -Familia Hususchcu -Hotel Oro Verde -Panadería Noemí	El 56% del tipo de usuarios es de clase media, el 52% de la eliminación de aguas servidas es por alcantarillado, existe cortes de agua se da en horas de la mañana y dura alrededor de dos días. Los usuarios informan a la Planta de tratamiento. El 52% posee medidor, no controlan el uso de agua y no están de acuerdo con el valor de pago.
Tratamiento	La planta de tratamiento se encuentra ubicado a 2 Km de la parroquia Talata, se realiza el tratamiento convencional, filtración por grava, carbón activado y cloración luego almacenamiento en dos tanques cisternas. No existe personal calificado para el manejo de planta de agua potable. Inexistencia de materiales para el mantenimiento e insumos como el cloro.		
Distribución Consumo	Cubre el 27,89% de la población.  Los habitantes explican que hay días que existe problemas en el sabor por el exceso de cloro.		

Fuente: Richard Pilalumbo (Pilalumbo, 2016).

## 2.2.4. Cantón Mocache

El cantón Mocache perteneciente a la provincia de Los Ríos, su ubicación geográfica es 01°11'2.87" de latitud Sur y 79° 30'21.99" longitud Oeste, su población es de 38.392 habitantes limita al norte con el cantón Quevedo y la provincia de Guayas; al sur con los cantones Palenque, Vinces y Ventanas; al este con los cantones Quevedo y Ventanas y al oeste con la provincia de Guayas y el cantón Palenque (Vera G. , 2016)

**Figura 5.-** Mapa del área de estudio del cantón Mocache



**Fuente:** Gema Vera (Vera G. , 2016).

El diagnóstico del cantón Mocache, en 7 sectores al azar y se encuestó a 380 personas del cantón para adquirir conocimientos de los sistemas de abastecimiento y la eficiencia de los mismos.

**Tabla 6.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Mocache

Fases	Diagnóstico	Sectores	Percepción ciudadana
Captación	Existen tres pozos profundos con un caudal de 2822,4 m3/d. los que abastecen a la población.	-San Ignacio -Lotización -Luís Fernando -San Antonio 1	El tipo de usuarios es popular, la eliminación de aguas servidas es mediante pozo séptico. Se presentan cortes de agua en las horas de la mañana y dura
Tratamiento	No lleva un tratamiento de potabilización, la persona encargada no tiene conocimiento sobre un tratamiento de potabilización	-San Antonio 2 - Vía Jauneche -Barrio Lindo/Camal	



**Tabla 7.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Quinsaloma

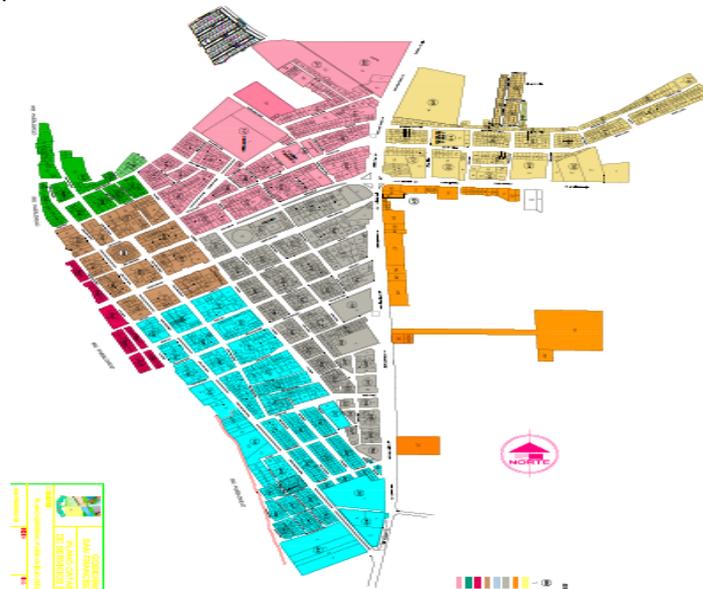
<b>Fases</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Sectores</b>	<b>Percepción ciudadana</b>
<b>Captación</b>	Existen dos puntos de captación, el primer punto un canal de agua que llega del río Umbe, ubicado en la Hidroeléctrica Catazacón, el segundo a 6 km existe una lubricadora "Chelo" cercana al punto de captación. Además, se observa presencia de hidrocarburos (pavimentación del tramo Catazacón – Moraspungo) que por lluvias arrastra el material hasta el canal de donde se capta el agua para planta.	-San José -Cruzitas -Nueva esperanza -Palmitas -Casco Central -El Mirador -Santa Rosa 1 -Santa Rosa 2 -Guayacanes -12 de Octubre	El 66% del tipo de usuarios es de clase media, el 64,12% de la eliminación de aguas servidas es mediante pozo séptico, el carro recolector lleva la basura del 88,2% de los usuarios, existe un 81,2% de cortes de agua se da en horas de la mañana y dura alrededor de un día los usuarios informan al municipio para la reparación. A veces el agua llega con mal olor, sabor y color.
<b>Tratamiento</b>	La planta de tratamiento se encuentra ubicada en el barrio Las Crucitas, tiene una capacidad de 975m <sup>3</sup> /s. El tratamiento es convencional, aplica los procesos: sedimentación-coagulación, filtración y cloración. Tienen escasos de sulfato de aluminio, no realizan monitoreo, ni el proceso de filtración, no existe un laboratorio.		
<b>Distribución Consumo</b>	Cubre el 85% (2000 usuarios) de la población la tubería utilizada es de material PVC, el agua presenta un alto grado de turbiedad y con olores desagradables 70% de la población solo usa el agua distribuida para limpieza, riego de jardín menos para consumo.		

**Fuente:** Geomayra Ledezma (Ledezma, 2016)

## 2.2.6. Cantón Puebloviejo

Puebloviejo es un cantón de la Provincia de Los Ríos, comprende la parroquia urbana de Puebloviejo (13.376 hab.) y las parroquias rurales de Puerto Pechiche (4.674 hab.) y San Juan (18.427 hab.), esta última la más poblada del cantón. Se encuentra a 8 m.s.n.m. Limita al Norte el Cantón Ventanas, al Sur con Babahoyo y Baba, al Este con Urdaneta y al Oeste Ventanas, Vinces, Baba y Palenque.

**Figura 7.-** Mapa del área de estudio del cantón Puebloviejo



**Fuente:** GADM de Puebloviejo.

Las encuestas se realizaron a 90 personas de los ocho diferentes puntos de muestreo en los sectores, los resultados permitió conocer el estado de los sistemas de abastecimiento seg la percepción ciudadana.

**Tabla 8.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Puebloviejo

Fases	Diagnóstico	Percepción ciudadana
Captación	El 100% del agua obtenida es de fuentes subterráneas a razón de 200 m <sup>3</sup> / seg.	La eliminación de aguas servidas es mediante pozo séptico, existen enfermedades de piel y el agua llega con

<b>Tratamiento</b>	El monitoreo de la calidad del agua se realiza semanal en el laboratorio. El tratamiento del agua captada consiste en Ionización- Filtración por aireación-cloración frecuencia alta y baja. El mantenimiento de equipos es cada 6 meses.	olores extraños sabor a cloro el carro recolector lleva la basura existen cortes de agua se da en horas de la mañana y dura alrededor de un día los usuarios informan al municipio para la reparación.
<b>Distribución Consumo</b>	La red de abastecimiento de agua es de PVC, cubre una longitud de 37 Km. Cubren el 98% de la población.	

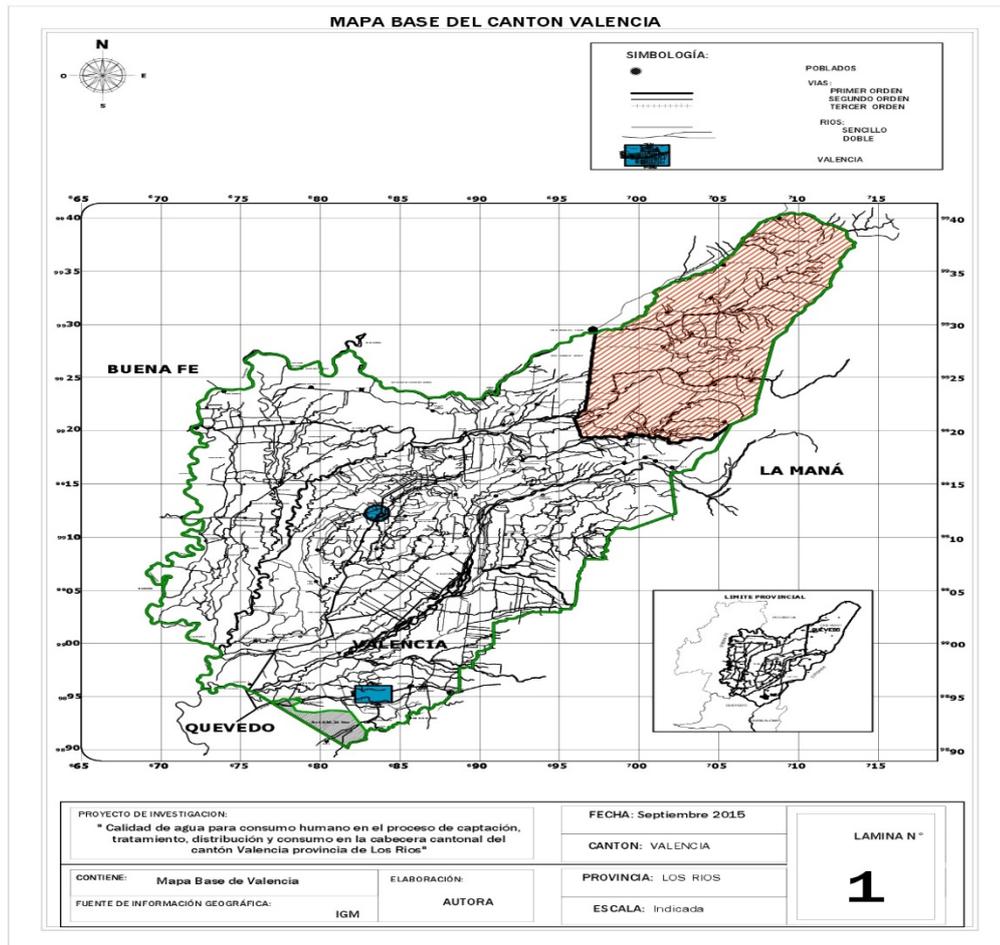
---

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017)

### **2.2.7. Cantón Valencia**

Cantón Valencia, provincia de los Ríos, se encuentra ubicada al norte de la provincia de Los Ríos está limitada al norte con la provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas, al oeste con el cantón Buena Fe, al sur con el cantón Quevedo y al este con los cantones La Maná y Sigchos de la provincia de Cotopaxi su población en 2010 era de 32.870 habitantes (Quinchuela, 2015)

**Figura 8.-** Mapa del área de estudio del cantón Valencia



**Fuente:** Quinchuela A. (Quinchuela, 2015)

El diagnóstico de los sistemas de abastecimiento se realizó por cada fase, se observó el análisis de las encuestas realizadas a 381 personas al azar de 12 sectores del cantón Valencia.

**Tabla 9.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Valencia

Fases	Diagnóstico	Sectores	Percepción ciudadana
<b>Captación</b>	Las fuentes de captación de agua corresponden en su gran mayoría a fuentes subterráneas (pozos profundos).	-Jorge Heredia Cruz -Calle 12 y 14 -Lotización General Enrique	El tipo de usuario es clase media, eliminan la basura por el recolector, tiene olor y sabor a cloro, tiene un color

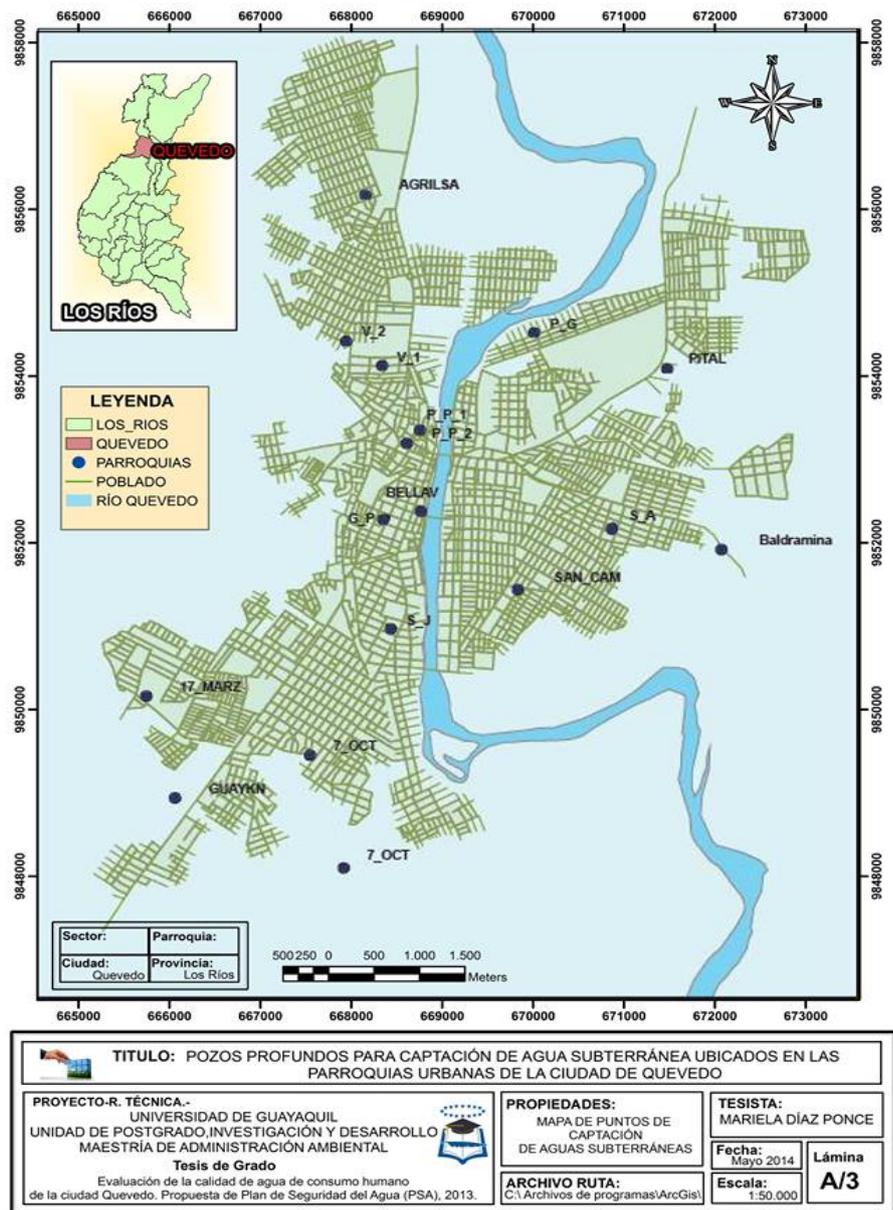
<b>Tratamiento</b>	Se dispone de un sistema de dosificación de cloro gas. El mantenimiento del sistema de cloración es frecuente.	-Callejón y calle publica -Av. 25 y 30 de julio -Escuela Víctor Rendón -Av. Páez Y María Salguero	café. Los cortes de agua se dan en la noche y duran alrededor de un día o menos asisten a la empresa para la reparación, poseen
<b>Distribución</b>	La red principal de tuberías posee una extensión aproximada de 14100 m longitud. Las conexiones domiciliarias son de PVC.	-Colegio Nacional -Lotización Martínez -Lotización Camilo Arévalo -Lotización Altamirano -Cura Ramos y Miguel Cobo	medidor, no controlan el uso de agua y no están de acuerdo con los valores de pago.
<b>Consumo</b>	El agua distribuida hasta los hogares presenta coloración y sabor extraño. Los usuarios del servicio de agua potable muestran inconformidad por la poca cobertura de agua potable. Existe despilfarro de agua.		

**Fuente:** Quinchuela A. (Quinchuela, 2015)

## 2.2.8. Cantón Quevedo

El cantón Quevedo perteneciente a la provincia de Los Ríos, es la décima segunda ciudad más poblada de Ecuador, con 173.585 habitantes es uno de los cantones que tiene el mayor número de habitantes. Tiene una altitud de 74msnm entre los 1° 20' 30" de Latitud Sur y los 79° 28' 30" de Longitud occidental, dentro de una zona del trópico húmedo. Presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media de 25 grados centígrados (Plúas, 2016).

**Figura 9.-** Mapa del área de estudio del cantón Quevedo



**Fuente:** Díaz Mariela. (Díaz, 2014)

Se encuestó a 1398 ciudadanos, distribuidos por cada punto de muestro en la ciudad, con el fin de conocer las falencias de los sistemas de abastecimiento y la percepción ciudadana.

**Tabla 10.-** Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento del cantón Quevedo

Fases	Diagnóstico	Tamaño de la muestra	Sectores	Percepción ciudadana
Captación	Fuentes subterráneas 14 pozos 58,49%; fuentes superficiales río Calope 41,5%.	La encuesta se aplicó a 1398 habitantes de cada sector	-24 de Mayo -Baldramina -El Guayacán -Salvador Allende, 15 de Noviembre, El Pantano	En la mayor parte de los sectores el tipo de usuario es clase media, eliminan la basura por el recolector, el agua llega con olor y sabor a cloro, tiene un color café. Los cortes de agua se dan en la noche y duran alrededor de un día o menos asisten a la empresa para la reparación, tiene medidor, no controlan el uso de agua y no están de acuerdos con los valores de pago.
Tratamiento	Coagulación (sulfato de aluminio líquido), floculación, sedimentación, filtración y desinfección de las aguas mediante el hipoclorito de sodio.	-24 de Mayo (156) -Baldramina (322) -El Guayacán (260)	-San Camilo -Venus del Río Quevedo -La Esperanza	
Distribución	Cubre el 80% de la zona alta 100% de la zona central 90% San Camilo 30% tuberías de asbesto cemento 70% PVC.	-Salvador Allende, 15 de noviembre, El Pantano (360) -San Camilo (100)		
Consumo	9 parroquias urbanas (Venus, Nicolás, San Cristóbal, San Camilo, Centro, 24 de Mayo, 7 de Octubre, Guayacán, Viva Alfaro) 2 parroquias rurales (San Carlos, La Esperanza)	-Venus del Río (100) Quevedo -La Esperanza (100)		

**Fuente:** Franco, Arias, Román, Moreira, Ordoñez, Armijos y Plúas 2016.

# Capítulo 3

## Capítulo 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### 3.1. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano

Por cantones y por fases del sistema de abastecimiento (captación superficial o subterránea, tratamiento, distribución, almacenamiento domiciliario, consumo), se realizó una comparación por cada uno de los ocho cantones estudiados. Se contrastó los parámetros de calidad de agua, con la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 1108, Acuerdo Ministerial 097 anexo 1 y los Estándares de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

**Tabla 11.-** Contraste de los parámetros vs la normativa

Fase	Parámetro	Promedio	Normativa			P valor
			Acuerdo Ministerial 097	OMS	EPA INEN 1108	
Captación Superficial	pH	7,64	6,5-8,5			0,776
	<b>Color</b>	<b>81,99</b>	<b>75</b>			<b>0,000</b>
	<b>Cadmio</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>			<b>0,000</b>
	Nitratos	1,94	500			0,000
	<b>Plomo</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>			<b>0,000</b>
	Fluoruros	0,014	1,5			0,113
	Coliformes Fecales	146,61	1000			0,000
Captación Subterránea	<b>Turbidez</b>	<b>3035</b>	<b>100</b>			<b>0,000</b>
	Color	21,94	75			0,000
	pH	7,17	6,5-8,5			0,999
	Nitratos	5,21	50			0,000
	Hierro	0,2	1			0,436
	Fluoruros	0,32	1,5			0,488
	Sulfuros	3,04	500			0,000
	Coliformes Fecales	3,54	1000			0,000
Consumo	<b>Color</b>	<b>24,03</b>			<b>15</b>	<b>0,000</b>
	Turbidez	3,96			5	0,000

	<b>pH</b>	<b>7,2</b>		<b>7</b>	<b>1,000</b>
	Dureza	88,04	500		0,000
	Nitratos	3,96		50	0,000
	<b>Manganeso</b>	<b>0,16</b>		<b>0,0</b>	<b>0,000</b>
				<b>5</b>	
	<b>Hierro</b>	<b>12,1</b>		<b>0,0</b>	<b>0,000</b>
				<b>3</b>	
	Cloruros	6,18	250		0,000
	<b>Coliformes</b>	<b>21,31</b>		<b>1,1</b>	<b>0,000</b>
	<b>Fecales</b>				
Almacena miento	Color	14,42		15	0,000
	Turbidez	1,58		5	0,000
	<b>pH</b>	<b>7,34</b>		<b>7</b>	<b>1,000</b>
	Dureza	90,52	500		0,000
	Nitratos	3,71		10	0,000
	<b>Manganeso</b>	<b>0,09</b>		<b>0,0</b>	<b>0,643</b>
				<b>5</b>	
	<b>Hierro</b>	<b>0,14</b>		<b>0,0</b>	<b>1,000</b>
				<b>3</b>	
	Cloruros	7,99	250		0,000
	<b>Coliformes</b>	<b>51,41</b>		<b>1,1</b>	<b>0,000</b>
	<b>Fecales</b>				
Distribución	Color	13,21		15	0,000
	Turbidez	1,45		5	0,000
	<b>pH</b>	<b>7,16</b>		<b>7</b>	<b>1,000</b>
	Dureza	76,36	500		0,000
	Nitratos	3,78		10	0,000
	<b>Manganeso</b>	<b>0,14</b>		<b>0,0</b>	<b>0,934</b>
				<b>5</b>	
	<b>Hierro</b>	<b>0,24</b>		<b>0,0</b>	<b>0,999</b>
				<b>3</b>	
	Cloruros	5,84	250		0,000
	<b>Coliformes</b>	<b>6,85</b>		<b>1,1</b>	<b>0,000</b>
	<b>Fecales</b>				

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En la fase de captación superficial los parámetros color, cadmio y plomo, superan los límites permisibles con referencia al acuerdo ministerial 097. En la captación subterránea, la turbidez supera los límites con referencia al acuerdo ministerial 097. EN la fase de consumo el color, pH y los coliformes fecales; supera los límites según la norma INEN 1108, el hierro con referencia a la EPA. En la fase de almacenamiento y distribución el pH y los coliformes fecales, superan los límites en contraste con la norma

INEN 1108, mientras que el manganeso, hierro supera los límites con referencia a la EPA.

Para los datos de las características fisicoquímicas y microbiológicas, se aplicó el análisis multivariante para cada fase de los sistemas de abastecimiento del área de estudio.

### **Análisis multivariante**

#### **Análisis de componentes principales de la fase de captación subterránea.**

El test KMO indicó una relación de las variables de 0,61, la prueba de esfericidad de Bartlett señaló que el modelo factorial es significativo ( $p=0,017$ ).

**Tabla 12.-** Varianza Total Explicada de la fase de captación subterránea

Componente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada
1	3,24	40,56	40,565	3,24	40,56	40,56	3,23	40,37	40,37
5	5	5		5	5	5	0	6	6
2	1,58	19,76	60,328	1,58	19,76	60,32	1,46	18,26	58,64
1	1	2		1	2	8	1	5	1
3	1,05	13,13	<b>73,460</b>	1,05	13,13	73,46	1,18	14,81	73,46
1	1	2		1	2	0	5	8	0
4	0,76	9,611	83,071						
9									
5	0,61	7,682	90,753						
5									
6	0,36	4,499	95,252						
0									
7	0,20	2,592	97,844						
7									
8	0,17	2,156	100,00						
2			0						

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

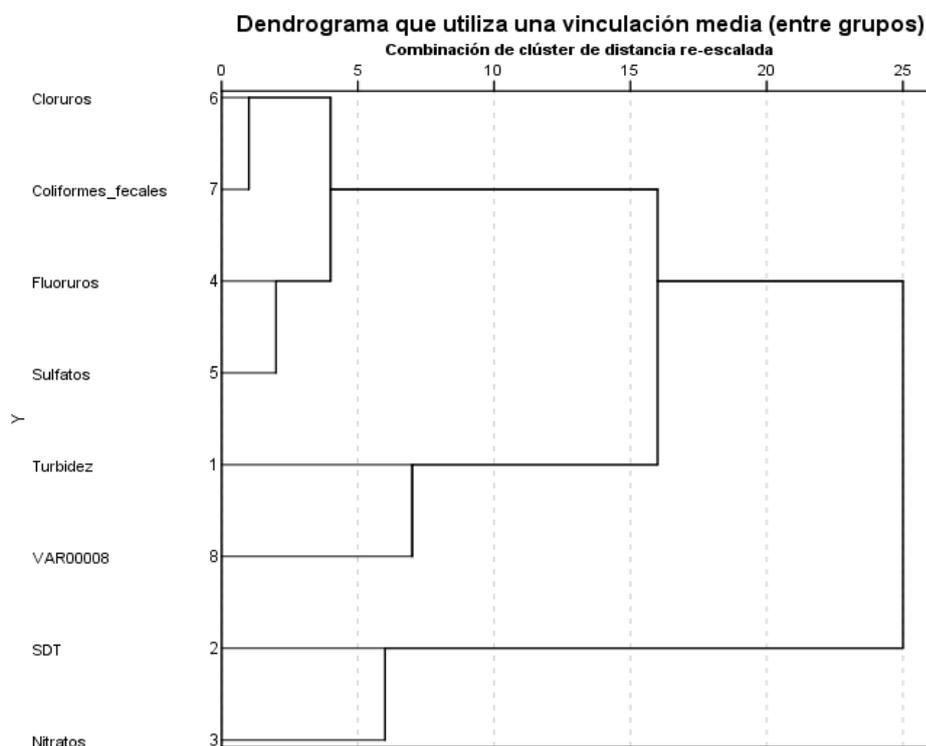
La tabla 12, muestra la formación 3 componentes por encima del Valor Propio 1. La varianza total explicada fue de 73,46%; el primer componente obtuvo un porcentaje de 40,56% del total de la varianza, mientras el segundo y tercer componente obtuvieron un 19,76% y 13,13% respectivamente.

**Tabla 13.-** Matriz de componente rotado

	<b>Matriz de componente rotado<sup>a</sup></b>		
	Componente		
	1	2	3
Turbidez	<b>-0,740</b>	0,093	0,075
Sólidos Disueltos Totales	-0,265	<b>0,728</b>	-0,413
Temperatura	0,149	<b>0,876</b>	0,129
Nitratos	<b>0,801</b>	-0,249	0,226
Fluoruros	<b>0,763</b>	-0,152	-0,344
Sulfatos	<b>0,782</b>	0,132	-0,051
Cloruros	<b>0,864</b>	0,226	0,040
Coliformes fecales	-0,099	-0,044	<b>0,905</b>

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

El primer componente, obtuvo correlaciones positivas entre los parámetros nitratos, fluoruros, sulfuros, cloruros; mientras el parámetro turbidez, presentó una correlación negativa. Lo que representa que un aumento en nitratos, fluoruros, sulfuros, cloruros podría verse involucrado en una disminución en turbidez. El segundo componente estuvo representado por las correlaciones positivas entre las variables sólidos disueltos totales y temperatura. Lo que significaría que a mayor temperatura mayor serán los sólidos disueltos totales.



**Figura 10.-** Dendrograma de la fase de captación subterránea  
**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La figura 10, indica la correlación que existe entre los parámetros de calidad de agua en la fase de captación subterránea, en el que se puede denotar que existe una fuerte correlación entre los parámetros cloruros y Coliformes fecales.

### ***Análisis de componentes principales de la fase de Consumo.***

El test KMO indicó una relación de las variables de 0,51, la prueba de esfericidad de Bartlett señaló que el modelo factorial es significativo ( $p=0,000$ ).

**Tabla 14.- Varianza Total Explicada de la fase de consumo**

Componente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada
1	2,32	23,27	23,274	2,32	23,27	23,27	1,82	18,25	18,25
	7	4		7	4	4	5	0	0
2	1,90	19,05	42,328	1,90	19,05	42,32	1,77	17,73	35,98
	5	4		5	4	8	3	2	2
3	1,61	16,12	58,457	1,61	16,12	58,45	1,74	17,46	53,45
	3	9		3	9	7	7	9	1
4	1,37	13,71	72,171	1,37	13,71	72,17	1,64	16,47	69,92
	1	4		1	4	1	7	1	2
5	1,26	12,65	<b>84,826</b>	1,26	12,65	84,82	1,49	14,90	84,82
	6	5		6	5	6	0	4	6
6	0,51	5,175	90,001						
	7								
7	0,36	3,612	93,612						
	1								
8	0,23	2,379	95,991						
	8								
9	0,20	2,071	98,062						
	7								
1	0,19	1,938	100,00						
0	4		0						

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En la tabla 14, se denota la formación 5 componentes por encima del Valor Propio 1. La varianza total explicada fue de 84,82%, el primer componente obtuvo un porcentaje de 23,27% del total de la varianza, mientras el segundo, tercero, cuarto y quinto componente obtuvieron un 19,05%; 16,12%; 13,71% y 12,65% respectivamente.

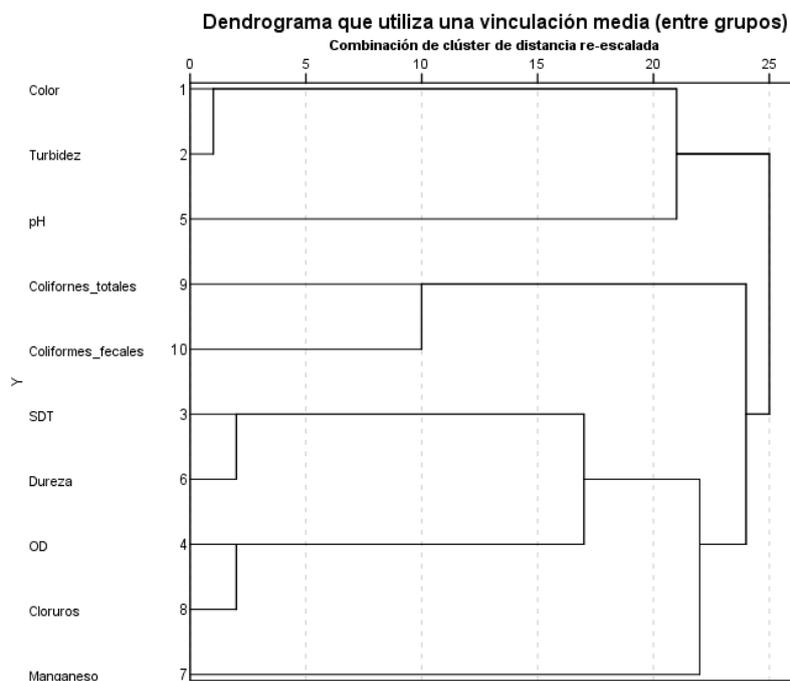
**Tabla 15.-** Matriz de componente rotado

	Matriz de componente rotado <sup>a</sup>				
	Componente				
	1	2	3	4	5
Color	<b>0,943</b>	-0,060	-0,025	-0,051	-0,001
Turbidez	<b>0,944</b>	0,004	0,046	0,034	-0,066
SDT	-0,025	0,261	<b>0,881</b>	0,146	-0,023
OD	0,068	<b>0,912</b>	0,170	-0,026	-0,025
pH	0,096	-0,091	-0,081	<b>-0,897</b>	-0,096
Dureza	0,042	0,011	<b>0,946</b>	0,014	0,009
Manganeso	0,079	-0,045	0,061	<b>0,884</b>	-0,166
Cloruros	-0,126	<b>0,925</b>	0,064	0,071	0,044
Coliformes totales	-0,079	-0,033	0,118	-0,152	<b>0,838</b>
Coliformes fecales	0,013	0,049	-0,125	0,082	<b>0,862</b>

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La tabla 15, se observa que el primer componente obtuvo correlaciones positivas entre color y turbidez mientras el parámetro pH, presentó una correlación negativa en el cuarto componente y en el quinto se presentan correlaciones positivas entre Coliformes totales y fecales.

**Figura 11.-** Dendrograma de la fase de consumo



**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La figura 11, muestra la asociación estadística de los parámetros de calidad de agua de consumo humano para la fase de consumo, en el que se pudo evidenciar el agrupamiento de las variables color y turbidez 79%.

### **Análisis de componentes principales de la fase de almacenamiento**

El test KMO indicó una relación de las variables de 0,51, la prueba de esfericidad de Bartlett señaló que el modelo factorial es significativo ( $p=0,000$ ).

**Tabla 16.- Varianza Total Explicada de la fase de almacenamiento**

Componente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada	Total	% de varianza	% acumulada
1	2,78	39,71	39,713	2,78	39,71	39,71	2,62	37,52	37,52
	0	3		0	3	3	7	9	9
2	1,92	27,47	67,187	1,92	27,47	67,18	1,66	23,74	61,27
	3	4		3	4	7	2	1	0
3	1,22	17,52	<b>84,708</b>	1,22	17,52	84,70	1,64	23,43	84,70
	6	1		6	1	8	1	8	8
4	0,48	6,977	91,685						
	8								
5	0,30	4,393	96,078						
	8								
6	0,24	3,512	99,590						
	6								
7	0,02	0,410	100,00						
	9		0						

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La tabla 16 de la Varianza Total Explicada, se formaron 3 componentes por encima del Valor Propio 1. La varianza total explicada fue de 84,70%, el primer componente obtuvo un porcentaje de 39,71% del total de la

varianza, mientras el segundo y tercero componente obtuvieron un 27,47% y 17,52% respectivamente.

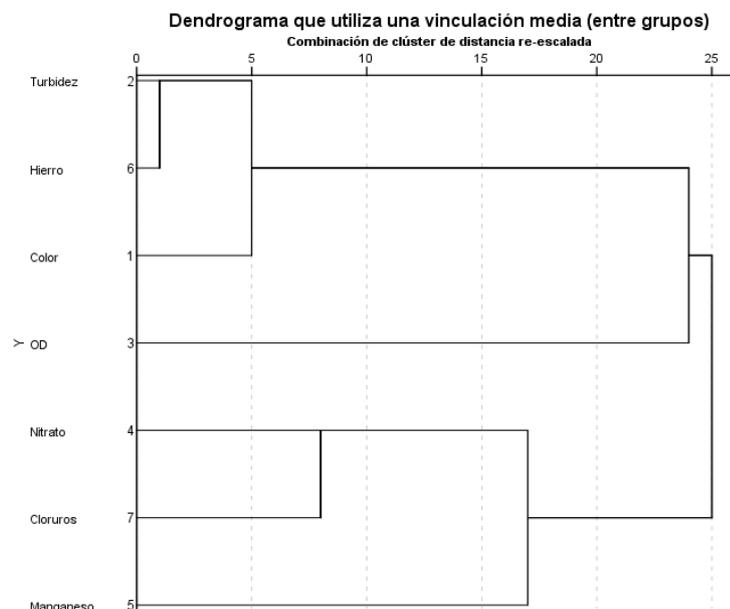
**Tabla 17.-** Matriz de componente rotado

	Matriz de componente rotado <sup>a</sup>		
	Componente		
	1	2	3
Color	<b>0,883</b>	-0,097	-0,093
Turbidez	<b>0,978</b>	-0,057	0,054
OD	-0,006	0,051	<b>-0,899</b>
Nitrato	-0,136	<b>0,875</b>	0,228
Manganeso	0,085	0,232	<b>0,859</b>
Hierro	<b>0,928</b>	-0,111	0,168
Cloruros	-0,071	<b>0,903</b>	-0,044

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En la matriz de componente rotado (tabla 17), el primer componente obtuvo correlaciones positivas entre color y turbidez. Se interpreta que a mayor color mayor será la turbidez mientras el parámetro oxígeno disuelto (OD), presentó una correlación negativa en el tercer componente.

**Figura 12.-** Dendrograma de la fase de almacenamiento



**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La figura 12, indica la agrupación de las variables físico químicas de calidad del agua de consumo humano en la fase de almacenamiento, en donde los parámetros hierro y turbidez se correlacionaron con un 94,8%.

### **Análisis de componentes principales de la fase de distribución**

El test KMO indicó una relación de las variables de 0,59 la prueba de esfericidad de Bartlett señaló que el modelo factorial es significativo ( $p=0,000$ ).

**Tabla 18.-** Varianza Total Explicada de la fase de distribución

Componente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulad	Total	% de varianza	% acumulad	Total	% de varianza	% acumulad
1	3,48	34,82	34,820	3,48	34,82	34,82	3,30	33,06	33,06
2	0	0	0	2	0	0	6	1	1
2	2,72	27,28	62,102	2,72	27,28	62,10	2,65	26,50	59,56
3	8	2	76,863	8	2	76,86	1	5	75,86
3	1,47	14,76	76,863	1,47	14,76	76,86	1,63	16,30	75,86
4	6	1	87,021	6	1	87,02	0	1	87,02
4	1,01	10,15	87,021	1,01	10,15	87,02	1,11	11,15	87,02
5	6	8	91,677	6	8	91,677	5	4	91,677
5	,466	4,655	91,677						
6	,351	3,513	95,190						
7	,190	1,900	97,089						
8	,182	1,816	98,905						
9	,063	0,625	99,531						
10	,047	0,469	100,00						
0			0						

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En la tabla 18 de la Varianza Total Explicada, se formaron 4 componentes por encima del Valor Propio 1. La varianza total explicada fue de 87,02%, el primer componente obtuvo un porcentaje de 34,82% del total de la

varianza, mientras el segundo, tercero y cuarto componente obtuvieron un 27,28%; 14,76% y 10,15% respectivamente.

**Tabla 19.-** Matriz de componente rotado

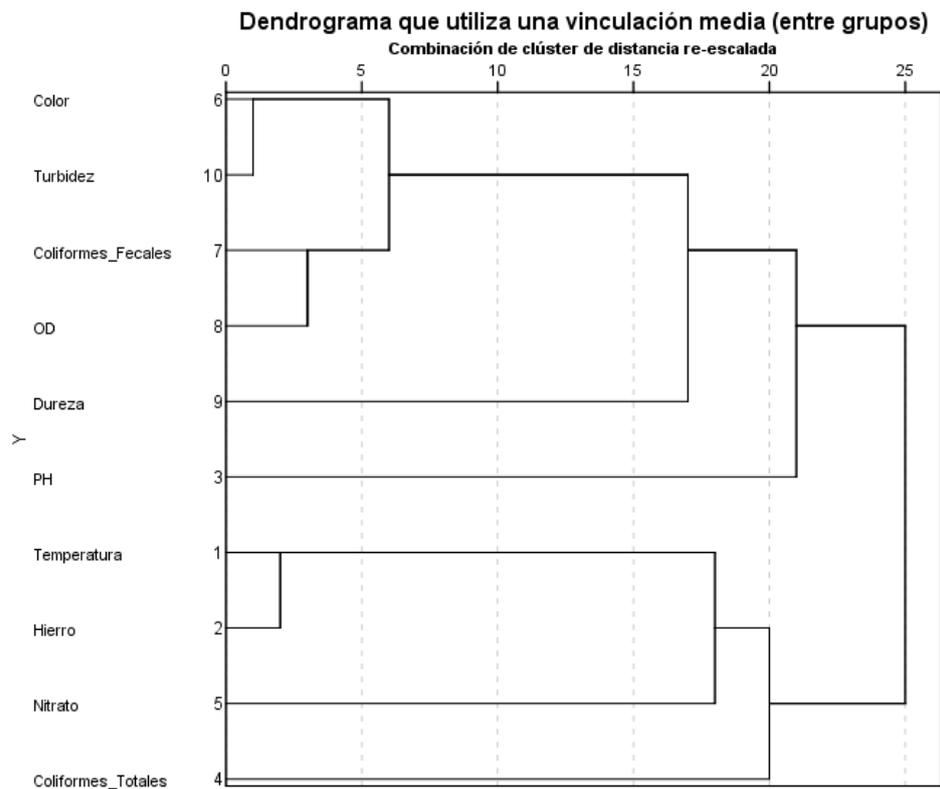
	<b>Matriz de componente rotado<sup>a</sup></b>			
	Componente			
	1	2	3	4
Temperatura	0,019	<b>0,908</b>	-0,124	0,076
Color	<b>0,870</b>	0,047	0,049	-0,211
Turbidez	<b>0,899</b>	0,258	0,132	-0,215
OD	<b>0,906</b>	-0,114	0,136	0,069
PH	-0,026	0,065	<b>0,937</b>	0,070
Dureza	0,262	-0,885	0,044	-0,217
Nitrato	-0,286	0,239	-0,834	0,038
Hierro	0,249	<b>0,932</b>	0,015	-0,070
Coliformes Totales	-0,029	0,146	0,042	<b>0,952</b>
Coliformes Fecales	<b>0,840</b>	-0,097	0,014	0,221

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En la matriz de componente rotado (tabla 19), se observa al primer componente con correlaciones positivas entre color, turbidez y oxígeno disuelto. Se expresa que a mayor color mayor será la turbidez y oxígeno (OD).

En el siguiente dendograma se observa la relación que tiene el color con la turbidez; así mismo, los coliformes fecales con el oxígeno disuelto y la temperatura con hierro.

**Figura 13.-** Dendrograma de la fase de distribución

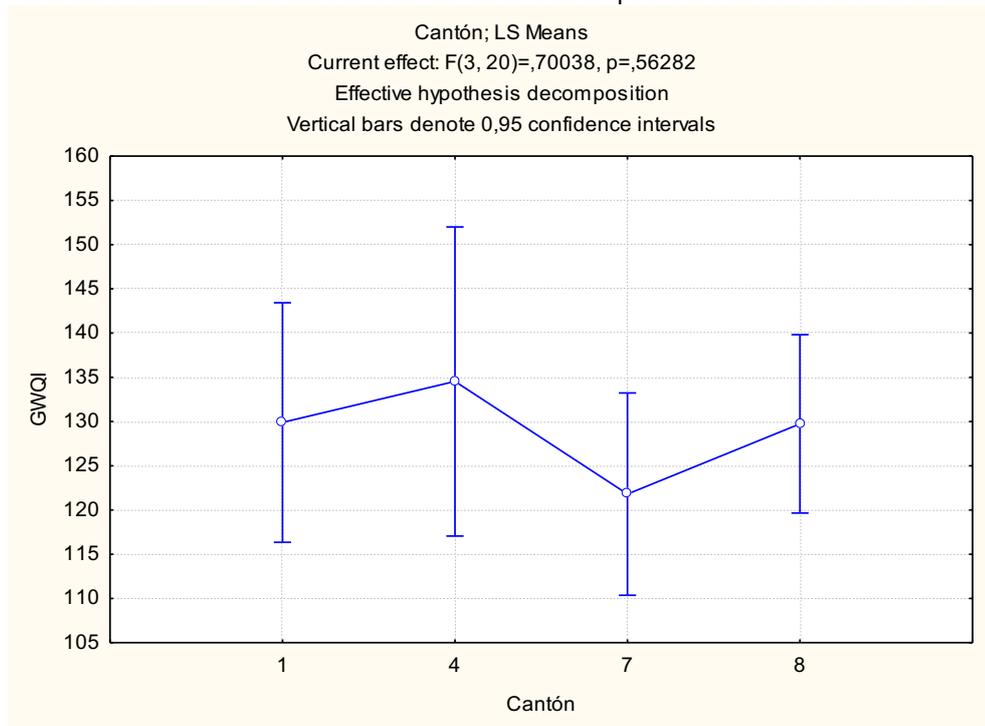


**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### **Análisis de la fase de captación subterránea**

El resultado del estudio mediante el índice de calidad de agua GWQI, mostró una media de 128,06 con una desviación estándar de 14,22. En el que no existen diferencias significativas  $F=0,70038$ ;  $p=0,56282$ . El análisis ANOVA como lo muestra en la Fig.14 indicó, que la calidad del agua en los cantones de estudio El Empalme, Mocache, Valencia y Quevedo; tiene una media de +121,81, lo que significa que el agua es "**inadecuada para el consumo humano**". En este análisis se excluyeron los cantones La Maná, Pujilí, Pueblo Viejo y Quinsaloma ya que solo tienen una muestra y no existen diferencias significativas.

**Figura 14.-** Análisis ANOVA de la fase de Captación Subterránea



**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### **Análisis de la fase de captación superficial**

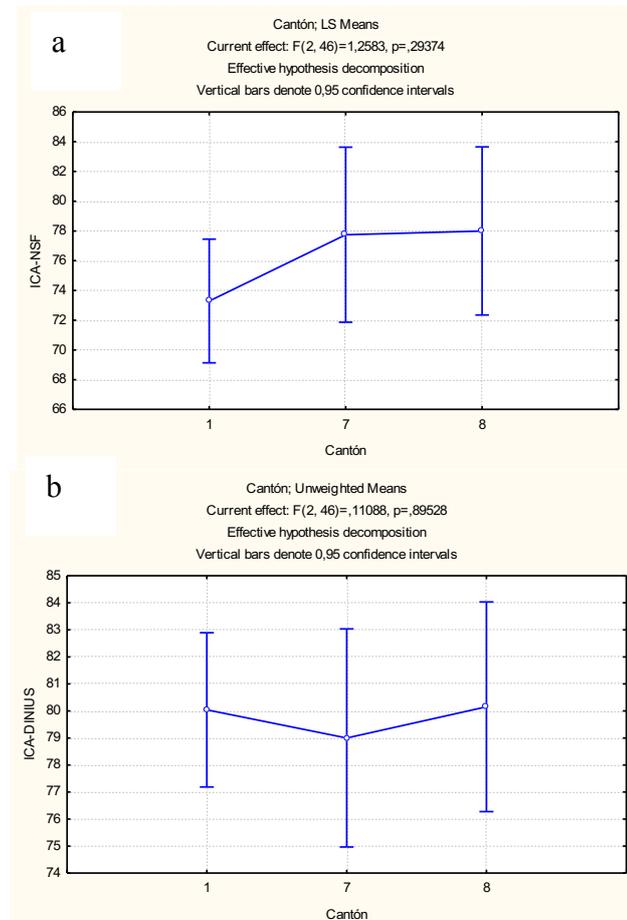
En la fase de captación superficial, mediante el índice NSF se realizó una T-Student de una muestra, evidenciando el contraste con un valor de 90 "Buena calidad". El estudio realizado, mostró una media de 68,68; con una desviación estándar de 14,86, donde se reconoce que el agua es de **"mediana calidad"** en los cantones El Empalme, La Maná, Pujilí, Pueblo Viejo, Quinsaloma y Quevedo, existen diferencias significativas  $T = -4,758; p = 0,001$ .

Con el índice DINIUS, se tuvo una media de 66,55 con una desviación estándar de 12,20. Esto manifiesta que en los cantones estudiados, el agua requiere un "tratamiento de potabilización necesario". Existen diferencias significativas  $T = -6,376; p = ,000$ .

### Análisis de la fase de almacenamiento

En el estudio realizado con el índice NSF fue  $75,63 \pm 10,18$  (Buena calidad) (Fig. 15a). El análisis ANOVA indicó que la calidad del agua (NSF) en los cantones de estudio (El Empalme, Valencia y Quevedo) son estadísticamente iguales ( $F=1,258$ ;  $p=0,294$ ). Mientras que con el índice DINIUS la media es de  $79,82$  y la variación estándar es de  $6,82$ . La calidad de agua (DINIUS) en los cantones estadísticamente igual  $F=0,11$ ;  $p=0,895$ . El valor de la calidad del agua es **“dudoso consumo sin tratamiento”** ( $79,81 \pm 6,81$ ) (Fig. 15b).

Figura 15.- Análisis ANOVA de la fase de almacenamiento



Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### **Análisis de la fase de consumo**

Los resultados del estudio realizado mediante el índice NSF, mostró una media de 75,57 con una desviación estándar de 11,35; esto nos da a conocer que el agua es de **buena calidad**. El análisis de calidad de agua de este índice presentó que existen diferencias significativas ( $F=8,4202$ ;  $p=0,00$ ). En la tabla 20, podemos observar que mediante la prueba HSD Tukey; indicó la formación de 3 grupos homogéneos la mejor calidad del agua la tiene el cantón La Maná con 91,25 **“Excelente calidad”** y la baja calidad de agua la tiene el cantón Quinsaloma con una media de 66,2 **“Mediana Calidad”**.

**Tabla 20.-** Análisis de la calidad de agua en la fase consumo (NSF)

<b>Cantones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Sta</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Quinsaloma</b>	<b>10</b>	<b>66,2</b>	<b>4,64</b>	<b>C</b>	<b>Mediana calidad</b>
Mocache	12	70,5833	8,81	CB	Buena calidad
Quevedo	80	72,9875	11,39	C	Buena calidad
Valencia	25	73,56	10	CB	Buena calidad
Puebloviejo	8	75,375	3,5	CB	Buena calidad
Pujilí	10	78,0	6,16	CB	Buena calidad
El Empalme	47	78,8298	11,48	B	Buena calidad
<b>La Maná</b>	<b>15</b>	<b>91,2527</b>	<b>4,47</b>	<b>A</b>	<b>Excelente calidad</b>

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

En el estudio realizado se observó que el agua para consumo humano según el índice DINIUS necesita un **“tratamiento menor requerido”** con una media de 81,95, con una desviación estándar de 7,53. Existen diferencias estadísticas significativas en la calidad del agua de consumo humano en la fase de consumo en los cantones de estudio ( $F=7,199$ ;  $p=0,00$ ). La prueba HSD Tukey, indicó la formación de 3 grupos homogéneos. La mayor calidad del agua la tiene el cantón La Maná, con una media de 90,26 **“No requiere tratamiento para consumo”** y la peor calidad del agua la tienen el cantón Quinsaloma con un 70,8 y es de **“dudoso consumo sin tratamiento”** (tabla 21).

**Tabla 21.-** Análisis de la calidad de agua en la fase de consumo (DINIUS)

Cantones	Casos	Media	Desv. Sta.	Grupos Homogéneos	Clasificación
<b>Quinsaloma</b>	<b>10</b>	<b>70,8</b>	<b>8,148620</b>	<b>C</b>	<b>Dudoso consumo sin tratamiento</b>
Mocache	12	78,6667	5,087120	CB	Dudoso consumo sin tratamiento
Pujilí	10	79,1	4,840799	CB	Dudoso consumo sin tratamiento
Quevedo	80	81,2125	6,476235	B	Tratamiento requerido menor
Puebloviejo	8	82,375	6,476235	BA	Tratamiento requerido menor
El Empalme	47	83,2128	8,363836	B	Tratamiento requerido menor
Valencia	25	83,96	6,044833	BA	Tratamiento requerido menor
<b>La Maná</b>	<b>15</b>	<b>90,2667</b>	<b>5,243590</b>	<b>A</b>	<b>No requiere tratamiento para consumo</b>

Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### **Análisis de la fase de distribución**

En la fase de distribución del área de estudio, según el índice NSF reveló una media de 81,47; con una desviación estándar de 11,58, lo que muestra que el agua es de **buena calidad** en los cantones estudiados (Puebloviejo, Quevedo y El Empalme). En esta fase no se tomaron en cuenta los cantones La Maná, Mocache y Valencia porque solamente existía una muestra y no representaba variación significativa. Existen diferencias significativas en la calidad del agua  $F=5,4629$ ;  $p=0,00928$ . La prueba HSD Tukey indicó la formación de 3 grupos homogéneos. Donde la mejor calidad la tiene el cantón El Empalme con una media de 85,33 "**Buena Calidad**" y la más baja el cantón Puebloviejo con una media de 69,33 "**Mediana Calidad**" (tabla 22).

**Tabla 22.-** Análisis de la calidad de agua en la fase de distribución (NSF)

Cantón	Casos	Media	Desv. Sta.	Grupos Homogéneos	Clasificación
<b>Puebloviejo</b>	<b>6</b>	<b>69,3333</b>	<b>2,34</b>	<b>B</b>	<b>Mediana Calidad</b>
Quevedo	10	81,8	12,93	BA	Buena Calidad
El Empalme	18	85,3333	11,12	A	Buena Calidad

Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017).

Con el índice DINIUS el área de estudio; en la fase de distribución, se expone una media de 87,09. Una desviación estándar de 8,54, lo que significa que necesita un tratamiento menor requerido. Así mismo no se tomaron en cuenta los cantones La Maná, Mocache y Valencia, porque solamente existía una muestra y no representaba variación significativa. Existen diferencias significativas en la calidad del agua  $F=4,1214$ ;  $p=0,02587$ . La prueba HSD Tukey indicó la formación de 3 grupos homogéneos. El cantón El Empalme “No requiere tratamiento para consumo” con una media de 90,61 mientras que el Cantón Pueblo Viejo “Tratamiento menor requerido” con una media de 81,33 como lo muestra en la tabla 23.

**Tabla 23.-** Análisis de la calidad de agua en la fase de distribución (DINIUS)

Cantón	Casos	Media	Desv. Sta.	Grupos Homogéneos	Clasificación
Pueblo Viejo	6	81,3333	4,37	B	Tratamiento menor requerido
Quevedo	10	84,2	9,41	BA	Tratamiento menor requerido
El Empalme	18	90,6111	7,70	A	No requiere tratamiento para consumo

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### 3.2. Evaluación del cumplimiento de las características físicoquímicas y microbiológicas

Se estableció un plan de monitoreo para cada cantón, donde se identificaron las fases de los sistemas de abastecimiento existentes; entre las cuales se consideraron los siguientes aspectos:

- Tipo de captación (superficial o subterránea)
- Tratamiento operaciones unitarias aplicadas
- Distribución tipo de material de tuberías
- Consumo parroquias urbanas y rurales, sectores o comunidades a las que se distribuye.

Además, se consideró la Norma INEN 1108 (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1108), 2014) en la que estipula que se debe monitorear 12 puntos de muestreo por cada 5000 habitantes. Una vez establecidos los puntos de muestro según las características encontradas en cada lugar de estudio se determinaron los puntos de monitoreo considerando los siguientes parámetros fisicoquímico y microbiológico.

**Tabla 24.-** Parámetros a considerar en las etapas de captación, tratamiento y consumo

	Captación	Tratamiento	Consumo
<b>Parámetros físicos</b>			
Temperatura	X	X	X
Color	X	X	X
Turbidez	X	X	X
Sólidos Disueltos	X	X	X
<b>Parámetros químicos</b>			
Oxígeno Disuelto	X	X	X
pH	X	X	X
Dureza		X	X
Nitratos	X		
Fósforo total	X		
Magnesio		X	X
Manganeso		X	X
Hierro		X	X
Plomo/cadmio	X		
Cloro residual		X	X
<b>Parámetros microbiológicos</b>			
Coliformes totales	X	X	X
Coliformes fecales	X	X	X

**Fuente:** Ledezma Geomayra (Ledezma, 2016).

Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímico y microbiológico se compararon con el Acuerdo Ministerial 097 A anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua (Ministerio del Ambiente, 2016) .

### 3.3. Aplicación de los índices de calidad del agua NSF, DINIUS, GWQI

Se determinó la calidad del agua aplicando índices de calidad del agua para consumo humano. Para tal efecto, se utilizaron los índices norteamericanos NSF y DINIUS, y el índice colombiano ICAUCA, los cuales emplean una ecuación del promedio geométrico ponderado según el siguiente arreglo:

**Ecuación 2.-** Índice de calidad del agua NSF, DINIUS, ICAUCA.

$$ICA (NSF, Dinius, ICAUCA) = \left( \prod_{i=1}^n I_i \right) W_i$$

Donde,  $I_i$  es el subíndice del parámetro  $i$ , y  $W_i$  es el peso relativo o porcentaje asignado al parámetro  $i$ .

El índice de calidad de agua subterránea (GWQI) para la fase de captación en pozos profundos, basado en la propuesta de Vasanthavigar et al. (2010), pero con la adaptación empleada por Deepak y Singh (2013), el cual utiliza una ecuación de la forma:

**Ecuación 3.-** Índice GWQI.

$$GWQI = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Donde,  $Q_i$  es el valor o índice de calidad para cada parámetro, y  $W_i$  es el peso de uno de los parámetros considerados.

A continuación se detallan los parámetros, los pesos relativos y la clasificación que considera cada índice:

**Tabla 25.-** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos empleados por diferentes ICA

País	Estados Unidos		Colombia		
	Índice	ICA NSF (1970)	ICA DINIUS (1987)	ICAUCA (2004)	GWQI Vasanthavigar (2010) Deepak y Singh (2013)
Parámetro					
Oxígeno Disuelto	X	X	X		
pH	X	X	X		X
DBO	X	X	X		
Nitratos	X	X			X
Coliformes Fecales	X	X	X		
Temperatura	X	X			
Turbiedad	X			X	X
Sólidos Disueltos Totales	X			X	X
Fosforo Total				X	
Conductividad			X		
Sólidos Suspendidos				X	
Color			X	X	
Nitrógeno Total			X	X	
Cloruros					X
Coliformes Totales			X		
Alcalinidad			X		X
Dureza			X		X
Fosfatos	X				X

**Fuente:** Torres P., Cruz H., Patiño P. (Torres P, 2009).

**Tabla 26.-** Pesos relativos asignados a los parámetros que conforman los ICA

Parámetro	GWQI Vasanthavigar (2010) Deepak y Singh (2013)	ICA NSF (1970)	Dinius (1987)	ICAUCA 2004
Oxígeno Disuelto		0,17	0,109	0,21
pH	0,133		0,077	0,08
DBO			0,097	0,15
Nitratos	0,020		0,090	0,08
Coliformes Fecales			0,16	0,16
Temperatura			0,10	0,077
Turbiedad	0,010		0,08	
SDT	0,002		0,07	0,07
Sulfatos	0,004			
Fluoruros	0,667			
Conductividad			0,079	
Color			0,063	0,05
Cloruros	0,004		0,074	
Coliformes Totales			0,090	
Alcalinidad			0,063	
Dureza			0,065	
Fosfatos			0,10	0,08

**Fuente:** Torres P., Cruz H., Patiño P. (Torres P, 2009).

El valor obtenido se los comparó para determinar la calidad del agua con los rangos establecidos para cada ICA.

### 3.3.1. Cantón El Empalme

Se establecieron las características fisicoquímicas y microbiológicas de los sistemas de abastecimiento de agua, en las cuales, se evidencia que los parámetros sobrepasaban los límites permisibles, según el Acuerdo Ministerial 097 y los índices de calidad de agua para cada sector.

**Tabla 27.-** Características de la calidad del agua del cantón El Empalme

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM acuerdo 097 A	Índice de Calidad del Agua			
			NSF	DINIUS	ICAUCA	GWQI
Captación	Las tecas Charlie 2 puntos pozo Las Tecas y Pozo Charlie	-	-	-	-	
	Coromoto La Ercilia La Chiquita	Turbidez y color excede los límites	-	-	-	Inadecuada para el consumo humano
	La Guayas	Turbidez supera los límites	-	-	-	
		Color aparente excede los límites	-	-	-	
	Charlie Las Tecas	Incremento del pH	Buena calidad	Dudoso consumo sin tratamiento	-	Inadecuada para el consumo humano
	Almacenamiento	Coromoto La Ercilia La Chiquita	Turbidez y color real supera los límites	Mediana calidad	Levemente contaminada	Aceptable
		Manganeso, hierro y Coliformes fecales	pobre	Dudoso consumo sin tratamiento	-	Excelente
La Guayas		-	-	-	-	-
Charlie Las Tecas		Incremento del pH	Mediana calidad	Tratamiento menor requerido	Buena	-

Coromoto La Ercilia	Coliformes fecales	Mediana calidad	Levemente contaminada	Aceptable	-
La Chiquita	Manganeso, Coliformes fecales y hierro	Muy pobre	Dudoso consumo sin tratamiento	-	excelente
La Guayas	Color aparente y Coliformes fecales supera los limites	Buena calidad	Tratamiento menor requerido	-	-

Fuente: Muñoz A (Muñoz, 2017).

### 3.3.2. Cantón La Maná

La siguiente tabla 28, muestra la calidad del agua por cada una de sus fases, en este cantón no se excede los límites máximos permisibles según el Acuerdo Ministerial 097 en cada una de sus fases en los 15 diferentes puntos monitoreados.

**Tabla 28.-** Características de la calidad del agua del cantón La Maná

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM acuerdo 097 A	Índice de Calidad del Agua		
			NSF	DINIUS	ICAUCA
Captación	1 punto río Calope	-	Mala calidad	Contaminada	Inadecuada para el consumo humano
Tratamiento	1 punto salida de la planta	-	Muy mala	Fuertemente contaminada	Aceptable calidad
Distribución	1 punto	-	Buena calidad	Excelente calidad	Óptima calidad
Consumo	15 puntos en los diferentes sectores	-	Mala calidad	Excelente calidad y levemente contaminada.	Inadecuada calidad

Fuente: Muñoz A (Muñoz, 2017).

### 3.3.3. Cantón Pujilí

Las características fisicoquímicas y microbiológicas son las más destacadas porque superan los límites del Acuerdo 097, en todas las fases, se presentan coliformes fecales, por la deficiencia de alcantarillo sanitario, conexiones clandestinas y tuberías en mal estado.

**Tabla 29.-** Características de la calidad del agua del cantón Pujilí

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM acuerdo 097	Índice de Calidad del Agua		
			NSF	DINIUS	ICAUCA
Captación	2 puntos de captación El Tingo y Michacala	Punto de captación Michacala la turbidez y Coliformes fecales supera los límites	Buena calidad	Tratamiento menor requerido	Aceptable calidad
	2 puntos cuando llega el agua bruta y el otro cuando sale después de su tratamiento	Nitratos (entrada), color real (entrada y salida), Coliformes totales (salida)	Buena calidad	Tratamiento de potabilización necesaria punto 2 tratamiento no requerido	Inadecuada punto 2 Aceptable calidad
Tratamiento	Familia Gallardo		Buena calidad	Tratamiento menor requerido.	
	Familia Hidalgo		Mediana calidad	Dudoso consumo sin tratamiento	
Consumo	10 puntos en los diferentes sectores	Color, Coliformes fecales excede los límites permisibles en todos los puntos y los Coliformes totales menos en el punto 1,4,9.		Tratamiento menor requerido.	Aceptable calidad
	Familia Guanotuña			Dudoso consumo sin tratamiento	
	Hospital Familia Chaluisa		Buena calidad	Tratamiento menor requerido.	
	Familia Hususchcu Hotel Oro Verde Panadería Noemí			Dudoso consumo sin tratamiento	

Fuente: Pilalumbo R (Pilalumbo, 2016).

### 3.3.4. Cantón Mocache

En la calidad de agua del cantón; se presentó en todas las fases, que el hierro excede los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial 097.

**Tabla 30.-** Características de la calidad del agua del cantón Mocache

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM	Índice de Calidad del Agua			
			NSF	DINIUS	GWQI	
Captación	3 puntos ya que existen 3 pozos distintos de donde se capta el agua	-	-	-	Inadecuado para el consumo humano	
	1 punto	Hierro excede los límites permisibles.	Mediana calidad	Dudoso consumo sin tratamiento	Inadecuada para el consumo humano	
Distribución	San Ignacio	Hierro excede los límites	Mediana calidad	Tratamiento menor requerido	Inadecuada para el consumo humano pobre	
	Barrio Lindo	-	Mediana calidad		Excelente	
Consumo	12 puntos en los diferentes sectores	Luis Fernando	-	Buena calidad	Dudoso consumo sin tratamiento	Muy pobre
		Vía Jauneche	Hierro excede los límites	Mediana calidad		Excelente
		San Antonio 1				
		San Antonio 2	-	Buena calidad	Tratamiento menor requerido	Buena

Fuente: Vera G (Vera G. , 2016).

### 3.3.5. Cantón Quinsaloma

Las características de la calidad de agua para consumo humano en Quinsaloma, denota que los parámetros color, turbidez y Coliformes fecales son los más predominantes que alteran el límite máximo permisible según el Acuerdo Ministerial 097.

**Tabla 31.-** Características de la calidad del agua del cantón Quinsaloma

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM	Índice de Calidad del Agua			
			NSF	DINIUS	ICAUCA	
Captación	2 puntos ya que existen dos sitios distintos de donde se capta el agua	Color, turbidez y Coliformes fecales	Mediana calidad	Contaminada	Aceptable calidad	
	2 puntos cuando llega el agua bruta y el otro cuando sale después de su tratamiento	Color, turbidez, hierro, manganeso y Coliformes fecales superan los límites	Mediana calidad	Contaminada punto 2 levemente contaminada	Aceptable calidad punto 2 buena calidad	
Consumo	San José		Mediana calidad	Contaminada		
	Las Cruzitas		Buena Calidad	Levemente contaminada		
	10 puntos en los diferentes sectores	Nueva Esperanza Las palmitas	Color, turbidez, hierro y Coliformes fecales superan los límites	Mediana calidad	Contaminada Levemente contaminada	Buena Calidad
		Casco central El mirador		Buena calidad	Aceptable	
		Santa rosa 1 Santa Rosa 2 Guayacanes 12 de Octubre		Mediana calidad	Contaminada	

**Fuente:** Ledezma Geomayra (Ledezma, 2016).

### 3.3.6. Cantón Puebloviejo

Los parámetros hierro y coliformes fecales, son los que exceden los límites permisibles en las fases de los sistemas de abastecimiento. El índice GWQI, muestra que el agua es inadecuada para el consumo humano en la fase de captación.

**Tabla 32.-** Características de la calidad del agua del cantón Puebloviejo

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM	Índice de Calidad del Agua		
			NSF	DINIUS	GWQI
Captación	1 punto	Coliformes fecales	-	-	Inadecuada para el consumo humano
Tratamiento	1 punto	Hierro	Mediana calidad	Tratamiento menor requerido	-
Distribución	6 puntos	Hierro en todos los puntos Coliformes fecales en el punto 2 y 3	Mediana calidad y buena calidad	Tratamiento menor requerido y en el punto 2 y 3 dudoso consumo sin tratamiento	-
Consumo	8 puntos en los diferentes sectores	pH y Coliformes fecales en todos los puntos, hierro en los puntos 2,3,4,7,8.	Buena calidad y mediana calidad	Tratamiento menor requerido y en el punto 3 y 8 dudoso consumo sin tratamiento	-

Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017)

### 3.3.7. Cantón Valencia

En las características fisicoquímicas y microbiológicas; se encontró que los parámetros nitratos y manganeso, superan los límites máximos es en la etapa de almacenamiento y consumo. Además, el agua que es

captada de los pozos profundos según el índice GWQI es inadecuada para el consumo humano.

**Tabla 33.-** Características de la calidad del agua del cantón Valencia

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM	Índice de Calidad del Agua		
			NSF	DINIUS	GWQI
Captación	3 puntos pozo profundo	Elevadas concentraciones de Nitratos en el pozo 3	-	-	Inadecuada para el consumo humano
	1 puntos	-	Buena calidad	Tratamiento menor requerido	-
Almacenamiento y	12 puntos en los diferentes sectores	Altos concentraciones de nitrato y manganeso pero no superan los límites permisibles	Lotización Camilo Arévalo mala calidad los demás sectores buena calidad	Tratamiento menor requerido	-

Fuente: Quinchuela Abigail

### 3.3.8. Cantón Quevedo

El magnesio supera los límites máximos permisibles en la fase de tratamiento; esto continua en el almacenamiento. Además, de no existir insumos el proceso de tratamiento es el más costoso de todas las fases.

**Tabla 34.-** Características de la calidad del agua del cantón Quevedo

Fases	Número de puntos de monitoreo	Características FQM	Índice de Calidad del Agua		
			NSF	DINIUS	GWQI
Captación	Superficial Calope	Color y Coliformes fecales muestran altos niveles	-	-	Inadecuada para el consumo humano

	Subterránea( pozo)	Hierro		
<b>Tratamiento</b>	Entrada	Coliformes fecales	Mediana calidad	Levemente contaminada
	Salida	-		-
<b>Almacenamiento y Consumo</b>	24 de Mayo Baldramina		Buena calidad Excelente calidad	Tratamiento menor requerido
	7 sectores El Guayacán La Esperanza	Altas concentraciones Coliformes fecales y magnesio	Mediana calidad Buena calidad	Dudoso consumo sin tratamiento Tratamiento menor requerido
	San camilo Salvador ayende			Levemente contaminada
	Venus del Río Quevedo		Mediana calidad	

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

# Capítulo 4

## Capítulo 4. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### 4.1. Identificación de los riesgos en las fases de los sistemas de abastecimiento

Se diseñó una tabla de riesgos por sistema de abastecimiento (cantón) de la provincia de Los Ríos y su área de influencia. Para la identificar los riesgos de los sistemas de abastecimiento, se utilizó la metodología establecida por la OMS (**Guerrero Icaza, 2010**). Para determinar las diferencias estadísticas significativas entre las fases de los sistemas de abastecimiento y sus puntuaciones, se aplicó una prueba de bondad de ajuste Chi<sup>2</sup>; en donde, el factor de estudio estuvo representado por las fases del sistema de abastecimiento (captación, tratamiento, distribución, consumo y almacenamiento) y la variable de respuesta fue por la puntuación de las matrices de riesgo.

Existen múltiples peligros y eventos peligrosos que pueden suceder, pero que no están bajo el control del operador. Los peligros que no pueden ser intervenidos deben ser vigilados, y estar preparados para predecir y reaccionar ante el evento. Los peligros son usualmente aspectos biológicos, químicos, físicos o radiológicos. Los riesgos potenciales o eventos peligrosos pueden afectar las fases de tratamiento del agua y el sistema de distribución influyendo a la calidad del producto (Torres Ruiz & Pardón Ojeda, 2009).

Los riesgos identificados en las diferentes fases de los sistemas de abastecimiento, son indispensables ya que permiten identificar los agentes que afectan la calidad y a los diversos procesos. Esto conlleva al incumplimiento de las leyes y normativas; así como, la afectación a la salud de los ciudadanos que se abastecen del agua distribuida por la Empresa

de Agua Potable de cada cantón. Para evaluar los peligros se realizó una identificación de los riesgos por cada una de sus fases.

En la siguiente tabla se expresan los riesgos identificados por cantones en cada una de las fases del sistema de abastecimiento:

**Tabla 35.-** Riesgos de las fases de los sistemas de abastecimiento

<b>Fases de los sistemas de abastecimiento</b>				
<b>Cantones</b>	<b>Captación</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Distribución</b>	<b>Consumo</b>
<b>El Empalme</b>	-Cultivos agrícolas -Estiércol de ganado -Migración de productos químicos	-Ineficiencia en los procesos por costos - Operadores no capacitados -Deficiente mantenimiento	-Tuberías en mal estado - Conexiones clandestinas -Inexistencia de medidor -Fugas	-Inadecuado almacenamiento -Cortes de agua - Almacenamientos plásticos
<b>La Maná</b>	-Agua destinada para otros usos -Agricultura -Altos niveles de turbidez en época lluviosa	-Inexistencia de equipos de laboratorio -Personal no capacitado -Elevados costos en la potabilización	-Fugas -Tuberías viejas	-Cortes de agua -Condiciones de insalubridad en el almacenamiento
<b>Pujilí</b>	-Agricultura -Demanda de agua para otros usos -Falta de insumos para desinfección	- Sobredosificación de cloro -No se efectúan los tratamientos necesarios	-Rotura de tubería -Material corrosivo en tuberías -Tuberías de plástico	- Almacenamiento doméstico inadecuado
<b>Mocache</b>	-Inundación durante época lluviosa -Elevada turbidez del agua -Infiltración de aguas residuales	-Línea aductora en mal estado (oxidada) -Imperfectos en la bomba de succión -Mala dosificación de Cloro	-Mal estado de las tuberías -Existencia de conexiones clandestinas -Fugas	-Mal estado de las bases de los tanques -Deficiente presión en tuberías -Condiciones de insalubridad de los grifos

<b>Pueblviejo</b>	-Cercanía a cultivos agrícolas -Actividades agrícolas -Depósito de aguas residuales -Infiltraciones de pozos sépticos	-Incumplimiento de normativas y leyes -Elevados costos -Personal no capacitado -Falta de químicos -Insuficiente eliminación de partículas	-Fugas -Tuberías obsoletas -Inexistencia de redes de distribución	-Altos niveles de turbidez -Presencia de sedimentos -Reservorios inadecuados
<b>Quinsaloma</b>	-Canal descubierto -Actividades ganaderas -Actividades Agrícolas -Presencia de aceites y grasas	-Falta de personal técnico capacitado -Escases de sulfato de aluminio -No existe laboratorio	-Solo al 85% de la zona urbana. -Fuentes Clandestinas	-Presencia de agua turbia -Olor y sabor desagradable -Cortes de agua -No existe almacenamiento
<b>Valencia</b>	-Inundaciones en época de lluvias -Vertedero de residuos urbanos -Presencia de turbidez -Infiltración de aguas residuales	-Red en mal estado -Deficiente dosificación de Cloro -Infracción de los estándares de calidad	-Escapes de agua -Fisuras en las tuberías -Deficiente presión	-Insalubridad en los grifos de agua -Mal estado de las tuberías -Conexiones clandestinas -Fugas -Deficiencias en el alcantarillado
<b>Quevedo</b>	-Cuencas desprotegidas -Actividades ganaderas -Estiércol de ganado -Cultivos agrícolas -Represa ENERMAX	-Operarios no capacitados	-Inexistencia de medidores -Fugas -Tomas clandestinas	-Limpieza de abastecimiento poco frecuentes -Almacenamiento sin cubiertas

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

Al identificar los riesgos de los sistemas de abastecimiento en los ocho cantones, se determina que el riesgo puede variar en la magnitud dependiendo de la distancia de las plantas de tratamiento de agua y las

actividades productivas de la zona; tales como, las agrícolas, ganaderas y la inexistencia de un sistema de saneamiento que principalmente afecta a la fase de captación.

En el tratamiento, al no haber personal capacitado existe una gran deficiencia de los procesos. Además, una infraestructura adecuada posee costos muy elevados, y al no contar los GAD's cantonales y parroquiales con un presupuesto que cubra esta inversión, la infraestructura es deficiente si existe no se brinda el debido mantenimiento. La distribución se da normalmente, pero las tuberías están en mal estado por los que se producen fugas, además de las conexiones clandestinas y al no existir medidores en los hogares y en lo que si poseen no están funcionando en la mayor parte de los cantones. Evidenciando un escaso control en el consumo adecuado de agua, para evitar despilfarros.

Al presentarse diariamente los cortes de agua, los consumidores no tienen un debido almacenamiento ya que la manipulación y los contenedores inadecuados son la principal fuente para desarrollar un sinnúmero de enfermedades que afecta la salud de la población.

## **4.2. Evaluación de los peligros y clasificación de los riesgos**

Una vez identificados los riesgos se dio puntuaciones según aspectos encontrados con la metodología aplicada se realizó según la OMS 2009 **(Guerrero Icaza, 2010)**.

Puntuaciones asignadas.

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Puntuación</b>
Bajo	1-5
Medio	6-9
Moderado	10-15
Alto	16-20
Muy alto	21-25

**Fuente:** OMS (2009).

**Tabla 36.-** Matriz de riesgos para cada fase del sistema de abastecimiento de agua potable

Fases	Riesgos	El Empalme		La Maná		Pujilí		Mocache		Quinsaloma		Puebloviejo		Valencia		Quevedo		% Presentado
		SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	SI (√)	Nivel de riesgo	
	<b>Estiércol de ganado</b>	√	<b>16 alto</b>							√	<b>8 medio</b>					√	<b>15 moderado</b>	<b>37,5 %</b>
	<b>Actividades agrícolas</b>	√	<b>8 medio</b>			√	<b>4 bajo</b>	√	<b>9 medio</b>	√	<b>20 muy alto</b>	√	<b>20 muy alto</b>			√	<b>8 medio</b>	<b>75%</b>
Captación	Inundaciones			√	3 bajo			√	3 bajo					√	3 bajo			37%
	Infiltración de aguas residuales							√	5 bajo			√	7 medio	√	10 moderado			37%
	Demanda de agua para otros usos			√	8 medio	√	8 medio											25%
Tratamiento	Elevadas concentraciones de magnesio															√	15 moderado	12,5 %

	<b>Ineficiencia en los procesos</b>	√	<b>8 medio</b>		√	<b>16 alto</b>			√	<b>16 alto</b>	√	<b>5 bajo</b>		<b>50%</b>				
	<b>Personal no capacitado</b>			√	<b>16 alto</b>			√	<b>10 moderado</b>	√	<b>16 alto</b>	√	<b>8 medio</b>	<b>50%</b>				
	Sobredosificación de cloro					√	8 medio	√	10 moderado	√	25 muy alto			37,5 %				
Distribución	<b>Fugas</b>	√	<b>8 medio</b>	√	<b>5 bajo</b>	√	<b>5 bajo</b>	√	<b>6 medio</b>			√	<b>16 alto</b>	√	<b>6 medio</b>	√	<b>12 moderado</b>	<b>87,5 %</b>
	<b>Tuberías en mal estado</b>	√	<b>16 alto</b>	√	<b>10 moderado</b>	√	<b>12 moderado</b>	√	<b>9 medio</b>	√	<b>8 medio</b>	√	<b>10 moderado</b>			√	<b>25 muy alto</b>	<b>87,5 %</b>
	Conexiones clandestinas	√	10 moderado					√	10 moderado	√	6 medio			√	4 bajo			50%
	Incorrecta limpieza del almacenamiento															√	9 medio	12,5 %
	<b>Almacenamiento inadecuado</b>	√	<b>8 medio</b>			√	<b>12 moderado</b>					√	<b>16 alto</b>			√	<b>16 alto</b>	<b>50%</b>
Consumo	<b>Insalubridad en los grifos</b>			√	<b>8 medio</b>			√	<b>8 medio</b>				√	<b>8 medio</b>				<b>37,5 %</b>
	Agua con turbidez									√	8 medio	√	8 medio					25%

Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017).

La tabla 24 muestra las puntuaciones según las fases de los sistemas de abastecimiento, en la captación el riesgo más predominante es la contaminación del agua por actividades agrícolas con un 75%. Se incluye el uso de plaguicidas, herbicidas y cualquier tipo de agroquímico que afecte de calidad de suelos y el agua, que es captada para abastecer a la población y en menor porcentaje la demanda de agua para otros usos con un 25%. En la fase de tratamiento, el mayor riesgo con un 50% son la ineficiencia en esta fase y al personal no está capacitado para realizar los procesos. El 12,5% corresponde a las elevadas concentraciones de magnesio que fueron identificadas en el cantón Quevedo.

Para la etapa de distribución, el 87,5% corresponde a las tuberías en mal estado, siendo el principal problema por las tuberías viejas de asbesto cemento, material corrosivo y de plástico que después de varios años de uso se producen roturas y por consecuente las fugas de agua. Las conexiones clandestinas se presentan con un 50%, no siempre son registradas. El almacenamiento inadecuado con un 50%, se presentan en la fase de consumo, por la manipulación y el material del reservorio utilizado pueden afectar la calidad del agua así mismo el inadecuado almacenamiento 12,5%.

En el análisis de riesgos, se comprobó que la fase de captación obtuvo un promedio de  $9,26 \pm 5,87$  (riesgo medio) presentando diferencias significativas al valor de referencia 5 ( $p=0,000$ ). La fase de tratamiento presentó un promedio  $12,75 \pm 5,56$  (riesgo Moderado) mostrando diferencias significativas al valor ideal 5 ( $p=0,000$ ). La distribución de agua de consumo humano, mostró un promedio de  $9,88 \pm 5,13$  (riesgo medio) mostrando diferencias significativas al valor adecuado 5 ( $p=0,000$ ). La fase de consumo obtuvo un promedio de  $10,1 \pm 3,35$  (riesgo moderado) expresando diferencias significativas al valor ideal 5 ( $p=0,000$ ).

### 4.3. Metodología para la evaluación de riesgos

Se determinó todos los posibles peligros de tipo biológico, físico y químico asociados con cada etapa del sistema de abastecimiento de agua que pueden afectar a la seguridad del agua.

Se estableció todos los peligros y eventos peligrosos que pueden contaminar el agua, comprometer su seguridad o interrumpir el abastecimiento;

Se evaluó los riesgos señalados en cada punto del diagrama de flujo evaluado previamente (OMS, Manual para la elaboración de planes de seguridad del agua, 2009).

#### 4.3.1. Cantón El Empalme

En la siguiente matriz se identificaron y evaluaron los riesgos en las diferentes fases de los sistemas de abastecimiento con la metodología de valoración de la OMS 2009.

**Tabla 37.-** Tabla de riesgo del cantón El Empalme

Etapa	Evento peligroso	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Calificación del riesgo	Fundamentos
Captación	Estiércol de ganado	Microbiológico	2	4	9	Medio	Afectación a la salud producida por agentes patógenos del ganado.
	Cultivos agrícolas	Químico	4	5	25	Muy Alto	Ingreso de sustancias químicas tóxicas al agua elevando los límites establecidos.
Tratamiento	Ineficiencia en los procesos	Físico, Químico	3	4	18	Alto	Deficiencia en la potabilización del agua.
	Falta de operadores para el mantenimiento.	Físico, Químico	5	5	25	Muy alto	No existe personal capacitado para la dosificación de cloro, puede producir algún tipo de reacción

							perjudicial para la salud.
Distribución	Conexiones clandestina	Físico Microbiológico	2	3	6	Medio	Fuente potencial de ingreso de sustancias contaminantes patógenas.
	Tuberías en mal estado	Físico	2	4	8	Medio	La acumulación de hierro y magnesio en tuberías provocan daños a la salud.
	Cortes de agua	Físico	2	4	8	Medio	Existe gran incidencia en los cortes de agua y el almacenamiento del Agua no es apta para consumo humano que puede generar afectaciones a la salud.
Consumo	Almacenamiento inadecuado	Físico - Químico	2	3	6	Medio	Existe gran incidencia en los cortes de agua y el almacenamiento del Agua no es apta para consumo humano que puede generar afectaciones a la salud.

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### 4.3.2. Cantón La Maná

Uno de los principales problemas encontrados en este cantón, es el personal no capacitado para realizar la fase de tratamiento en la Empresa Municipal de Agua Potable en el cantón La Maná, así mismo el mal estado de las tuberías es un problema constante para el GADM.

**Tabla 38.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del cantón La Maná

Fase	Evento Peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Calificación del Riesgo	Fundamentos
Captación	Agricultura	Químico y Microbiológica	2	2	5	Bajo	La agricultura avanza y destruye las especies y disminuye del caudal.
	Demanda de agua para otros usos	Físico	4	2	9	Medio	El agua de riego aumenta debido a la incremento de cultivos de ciclo

							corto, el agua es insuficiente verano.
Tratamiento	Falta de insumos para desinfección	Químico	3	2	6	Bajo	Elevados costos en los insumos para la suministro de agua potable no es suficiente para cubrir con los gastos que demanda.
	Personal no capacitado	Físico	4	4	16	Alto	El personal no está capacitado para realizar monitoreos y evaluar si el agua que sale de la planta cumple con los estándares de calidad para consumo humano.
Distribución	Rotura de tubería	Físico	2	3	6	Bajo	Posibles deterioro de las líneas de distribución por los animales que transitan en toda la Parroquia
	Tuberías en mal estado	Físico y Químico	3	4	12	Alto	La acumulación de hierro y magnesio en tuberías provocan daños a la salud
Consumo	Cortes de agua	Físico y Químico	2	2	4	Bajo	Mal funcionamiento de las bombas succionadoras que provocan cortes de agua.
	Condiciones de insalubridad en el almacenamiento	Físico y Químico y microbiológico	4	3	12	Alto	Tanques de almacenamiento de agua descubiertos en su mayoría

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### 4.3.3. Cantón Pujilí

Esta matriz permitió identificar que, en la fase de tratamiento no se realizan los procesos adecuados. La presencia de técnicos no capacitados para esta labor y las tuberías en mal estado continúan siendo uno de los problemas primordiales en este sector.

**Tabla 39.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del cantón Pujilí

Fase	Evento Peligroso	Tipo de Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Calificación del Riesgo	Fundamentos
	Fauna	Microbiológico	4	3	12	Alto	Debido a que las fuentes de captación se encuentran descubiertas, están propensas a que los animales contaminen el agua.
Captación	Agricultura	Químico y Microbiológico	2	2	4	Bajo	El avance de la frontera agrícola está destruyendo las especies retenedoras de agua.
	Demanda de agua para otros usos	Físico	4	2	8	Medio	El agua destinada para riego va en aumento, debido a la incremento de cultivos de ciclo corto.
Tratamiento	Falta de insumos para desinfección	Químico	3	2	6	Bajo	Los recursos que se destina para la suministro de agua potable no es suficiente para cubrir con los gastos que demanda.
	Sobredosificación de cloro	Químico	4	2	8	Medio	La falta de personal apto para el cargo en los procesos de potabilización

	No se efectúan los tratamientos necesarios	Químico y físico	4	4	16	Alto	Realizar un monitoreo semestral para evaluar si el agua que sale de la planta cumple con los estándares de calidad para consumo humano
Distribución	Rotura de tubería	Físico	2	3	6	Bajo	Posibles deterioro de las líneas de distribución
	Material corrosivo en tuberías	Químico	3	4	12	Alto	La acumulación de hierro y magnesio en tuberías provocan daños a la salud
Consumo	Tuberías de plástico	Físico – Químico	2	2	4	Bajo	Deterioro de las líneas de distribución.
	Almacenamiento doméstico o inadecuado	Fisicoquímico y microbiológico	4	3	12	Alto	Tanques de almacenamiento de agua descubiertos en su mayoría

**Fuente:** Pilalumbo Richard (Pilalumbo, 2016).

#### 4.3.4. Cantón Mocache

En este cantón uno de los riesgos más significativos es la existencia de conexiones clandestinas con un nivel muy alto de riesgo.

**Tabla 40.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del cantón Mocache

fase	Origen/causa	Peligro	Gravedad	Probabilidad de frecuencia	Riesgo
Captación	Inundación durante época lluviosa	F,Q	3	3	Medio o bajo
	Presencia de residuos urbanos	F,Q,B	4	5	Alto
	Elevada turbidez del agua	F,Q	4	5	Alto
	Infiltración de aguas residuales	F,Q,B	5	5	Muy alto
	Presencia de iones metálicos	F,Q	5	4	Alto
			F,Q	5	4

Cercanía a cultivos agrícolas						
Tratamiento	Línea aductora en mal estado (oxidada)	F,Q	3	5	Moderado	
	Imperfectos en la bomba de succión	F	3	3	Medio o bajo	
	Mala dosificación de Cloro	Q,B	5	4	Alto	
	Incumplimiento de normativas y leyes	F,Q,B	5	5	Muy alto	
Almacenamiento	Sedimento en el fondo de los tanques	F,Q,B	5	5	Muy alto	
	Mal estado de las bases de los tanques	F,Q	4	4	Alto	
	Fugas en válvulas de paso	F	3	1	Muy Bajo	
	Fisuras en la parte superior de tanques	F	3	3	Medio o bajo	
	Falta de presión	F	3	3	Medio o bajo	
Distribución y consumo	Condiciones de insalubridad de los grifos	Q,B	4	4	Alto	
	Mal estado de las tuberías domiciliarias	F,Q,B	5	4	Alto	
	Existencia de conexiones clandestinas	F	4	3	Moderado	
	Fugas de agua en las conexiones	F	3	3	Medio o bajo	
	Inexistencia de alcantarillado sanitario	F,Q,B	5	5	Muy alto	
	Deslizamientos de tierra	F,B	4	4	Alto	

**Fuente:** Vera Gema (Vera G. , 2016).

### 4.3.5. Cantón Quinsaloma

Las fumigaciones de los cultivos agrícolas y la dosificación inadecuada de hipoclorito de sodio, son los riesgos con mayor puntuación dentro de la matriz de evaluación de riesgos del cantón.

**Tabla 41.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del cantón Quinsaloma

Etapa	Evento peligroso	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Calificación del riesgo	Fundamentos
Captación	Estiércol de ganado	Microbiológico	2	4	8	Medio	Posible afectación a la salud producida por agentes patógenos del ganado, como Cryptosporidium
	Fumigación de	Químico	4	5	20	Muy Alto	Posible ingreso de sustancias

Tratamiento	plaguicidas Presencia de aceites y grasas	Químico	1	5	5	Bajo	químicas tóxicas al agua Probable afectación a la salud por consumo de agua contaminada por derivados de hidrocarburos.
	Escasez de sulfato de aluminio	Químico	3	4	12	Alto	Deficiencia en la potabilización del agua por elevada presencia de sedimentación.
	Inadecuada dosificación de Hipoclorito de cloro	Químico	5	5	25	Muy alto	Si no se respetan los valores recomendados para la dosificación de cloro, puede producir algún tipo de reacción perjudicial para la salud.
Distribución	Viveros conectados clandestinamente	Físico	2	3	6	Medio	Las fugas causan una gran pérdida de agua, además son una fuente potencial de ingreso de microorganismos patógenos.
	Material corrosivo en tuberías antiguas en ciertos sectores	Químico	2	4	8	Medio	La acumulación de hierro y magnesio en tuberías provocan daños a la salud.
Consumo	Agua con turbidez	Físico	2	4	8	Medio	Agua no apta para consumo humano que puede generar afectaciones a la salud.
	Olor y sabor desagradable	Físico - Químico	2	3	6	Medio	

**Fuente:** Ledezma Geomayra (Ledezma, 2016).

#### 4.3.6. Cantón Pueblo Viejo

La matriz de identificación, mostró que los riesgos más significativos son las fumigaciones de los cultivos agrícolas y el personal no capacitado para la fase de tratamiento.

**Tabla 42.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del Cantón Puebloviejo

Etapa	Evento peligroso	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Calificación del riesgo	Fundamentos
Captación	Depósito de aguas residuales	Microbiológico	2	4	15	Moderado	Afectación a la salud producida por agentes patógenos
	Fumigación de plaguicidas	Químico	4	5	25	Muy Alto	Ingreso de sustancias químicas en la fuente de captación.
	Costos alto de insumos	Físico	3	4	16	Alto	Deficiencia en la potabilización del agua por elevados costos.
Tratamiento	Personal no capacitado	Físico	5	5	25	Muy alto	Si no se respetan los valores recomendados para la dosificación de cloro porque el personal no está calificado.
Distribución	Fugas	Físico	2	3	8	Medio	Las fugas causan una gran pérdida de agua, además son una fuente potencial de ingreso de microorganismos patógenos.
	Tuberías obsoletas	Químico	2	4	16	Alto	La acumulación de hierro y magnesio en tuberías provocan daños a la salud.
Consumo	Agua con turbidez, color y sabor	Físico	2	4	8	Medio	Agua no apta para consumo humano que puede generar

Fuente: Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### 4.3.7. Cantón Valencia

Se identificó que los problemas con el mayor nivel de riesgos, son las infiltraciones de aguas residuales en las fases de los sistemas de abastecimiento esto se debe a la inexistencia del alcantarillado sanitario en el cantón.

**Tabla 43.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del Cantón Valencia

Etapa	Origen/causa	Peligro	Gravedad	Probabilidad	Riesgo
Captación	Inundaciones en época de lluvias	F,Q	3	3	Medio
	Vertedero de residuos urbanos	F,Q,B	4	5	Alto
	Presencia de turbidez	F,Q	4	5	Alto
Tratamiento	Infiltración de aguas residuales	F,Q,B	5	5	Muy alto
	Red en mal estado	F,Q	3	5	Moderado
	Deficiente dosificación de Cloro	Q,B	5	4	Alto
Almacenamiento	Infracción de los estándares de calidad	F,Q,B	5	5	Muy alto
	Sedimentación de los reservorios	F,Q,B	5	5	Muy alto
	Escapes de agua en válvulas de paso	F	3	1	Muy Bajo
	Fisuras en los reservorios	F	3	3	Medio
	Deficiente presión	F	3	3	Medio
Consumo	Insalubridad en los grifos de agua	Q,B	4	4	Alto
	Mal estado de las tuberías domiciliarias	F,Q,B	5	4	Alto
	Presencia de conexiones clandestinas	F	4	3	Moderado
	Fugas de agua en las conexiones	F	3	3	Medio
	Deficiencias en el alcantarillado	F,Q,B	5	5	Muy alto

Fuente: Quinchuela Abigail

### 4.3.8. Cantón Quevedo

Se identificó que el estiércol de ganado, las elevadas concentraciones de magnesio en los pozos donde se capta el agua y las tuberías de asbesto cemento, son los riesgos más importantes del cantón de estudio.

**Tabla 44.-** Evaluación de peligros y caracterización de riesgos del Cantón Quevedo

Etapa	Evento Peligroso	Tipo De Peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación Del Riesgo	Fundamento
Captación	Estiércol de ganado	Microbiológico	3	5	15	Alto	Posible afectación a la salud
	Cultivos agrícolas	Químico	2	4	8	Medio	Probable elevación de concentración de sustancias químicas tóxicas
Tratamiento	Elevada concentración de Magnesio en pozos profundos	Químico	5	3	15	Alto	Factible afectación a la salud
	Intermitencias e el suministro	Químico, físico	3	4	12	Alto	Favorable para la contaminación del agua por cambio de presión
Distribución	Tuberías de asbesto cemento (desde 1965)	Químico	5	5	25	Muy Alto	Representa un riesgo para la salud por su composición química.
Consumo	Limpieza de Almacena miento poco frecuente	Físico, Microbiológico	3	3	9	Alto	Oportuno para la agregación de sedimentos y

Almacena miento sin cubiertas	Microbioló gico	5	3	15	Alto	microorgan ismos
-------------------------------------	--------------------	---	---	----	------	---------------------

---

**Fuente:** Díaz Mariela (Díaz, 2014)

# Capítulo 6

## Capítulo 5. MEDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

En conocimiento de los riesgos presenten es cada fase, se propuso las medidas de control y acciones correctivas, estas se desarrollaron para cada uno de los puntos críticos de los suministros de agua. La finalidad es aportar a la disminución de los riesgos y mejoren la calidad de agua de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

### 5.1. Cantón El Empalme

Para cada fase del sistema se mencionaron medidas de control y acciones correctivas con el fin de mejorar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

**Tabla 45.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón El Empalme

Etapa	Punto Crítico de Control	Medida de Control	Evento peligroso	Acción correctiva
Captación	Zona de ubicación de la captación	Charla a los agricultores y monitoreo de la calidad del agua.	Alteración de la calidad del aguay suelo.	Buenas prácticas ambientales en el uso de agroquímicos.
Planta de tratamiento de agua potable	Personal no capacitado en el área de la planta.	Renovación personal.	Mala dosificación de cloro y problemas en el mantenimiento.	Mantenimiento (renovación, reparación y limpieza)
Distribución	Tuberías en mal estado, rotura y fugas.	Mantener en buen estado las tuberías domiciliarias de distribución de agua.	Conexiones clandestinas y presencia de contaminantes en el agua.	Aplicación de ordenanzas y leyes municipales
Puntos de Consumo	Presencia de olor, sabor y sedimentos en el agua.	Hogares de los consumidores	Enfermedades por agua no apta para el consumo humano	Mantener hábitos de aseo.

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

## 5.2. Cantón La Maná

La identificación de las medidas de control y acciones correctivas, son fundamentales en este cantón con el fin de mejorar las condiciones de vida y salvaguardar la salud de la población.

**Tabla 46.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón La Maná

<b>Etapa</b>	<b>Punto crítico de control o evento peligroso</b>	<b>Medida de control</b>	<b>Acción correctiva o preventiva</b>
Captación	Avance de frontera agrícola	Monitoreo de los parámetros nitrato y fosfatos	Implantar un radio y las zonas altas, donde se prohíba realizar cualquier tipo de sembrío y reforestación de las zonas altas con especies nativas.
	Disminución del caudal	Variación del caudal en verano	Fuentes alternativas para mayor captación
Tratamiento	Falta de insumos	Inventario de los insumos requeridos	Los insumos deben de ser abastecidos semanalmente.
	Proceso de potabilización y personal capacitado	Evaluar la calidad del agua periódicamente	Monitorear de manera anual la calidad del agua con organismos reguladores estatales
Distribución	Falta de mantenimiento en los sistemas de distribución	Realizar chequeos en los sistemas de distribución	identificar zonas frágiles a roturas de la tubería
	Tuberías en mal estado	Mejorar de las tuberías	Socializar los posibles efectos de las tuberías
Consumo	Sistema de distribución	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución	Identificar las zonas frágiles a roturas de la tubería , realizar chequeos de manera mensual para su verificar su estado
	Tanques de almacenamiento de la Parroquia	Socializar posibles contaminación al agua	Realizar exposiciones sobre buenas prácticas y cuidado del agua

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

### 5.3. Cantón Pujilí

Una de las medidas de control y acciones correctivas más necesarias es realizar periódicamente inspecciones de tuberías de distribución con el fin de evitar que no se distribuya adecuadamente el líquido vital.

**Tabla 47.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Pujilí

<b>Etapa</b>	<b>Punto crítico de control o evento peligroso</b>	<b>Medida de control</b>	<b>Acción correctiva o preventiva</b>
Captación de agua	Posible contaminación microbiológica en la fuente	Monitoreo del parámetros coliformes fecales	Implementar cercas vivas alrededor de las fuentes de captación
	Avance de frontera agrícola	Monitoreo de los parámetros nitrato y fosfatos	Implantar un radio en área de captación y las zonas altas, donde se prohíba realizar cualquier tipo de sembrío. La reforestación de las zonas altas con especies nativas para detener la pérdida de especies retenedoras de agua.
Planta de tratamiento	Disminución del caudal	Medición periódica del caudal en verano e invierno	Búsqueda de fuentes alternativas para cubrir la demanda población futura
	Falta de insumos en el proceso de potabilización	Realizar un inventario de las necesidades de la planta	Los insumos deben ser adquiridos de manera semestral para la potabilización del agua
	Etapa de clarificación	Monitoreo de hipoclorito de sodio al agua	Capacitación al responsable sobre la dosificación adecuada de los insumos
Distribución	Proceso de potabilización	Evaluar la calidad del agua de manera anual	Monitorear de manera anual la calidad del agua con organismos reguladores estatales
	Falta de mantenimiento en los sistemas de distribución	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución	Identificar las zonas frágiles a roturas de la tubería , realizar chequeos de manera mensual para su verificar su estado
Consumo	Tuberías de hierro en los domicilios	Socializar nuevas materiales para el sistemas de agua	Socializar los posibles efectos de las tuberías de hierro a largo plazo,
	Sistema de distribución	Realizar de manera periódica chequeos a los sistemas de distribución	Identificar las zonas frágiles a roturas de la tubería , realizar chequeos de

Tanques de almacenamiento de la Parroquia	Socializar posibles contaminación al agua	manera mensual para su verificar su estado	Realizar exposiciones sobre buenas prácticas y cuidado del agua
---	---	--	---

**Fuente:** Pilalumbo Richard (Pilalumbo, 2016).

## 5.4. Cantón Mocache

Las medidas de control y acciones correctivas, que se debe implementar son las inspecciones y mantenimiento en cada una de las fases de tratamiento de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

**Tabla 48.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Mocache

Etapa	Punto Crítico de Control	Medida de Control	Evento peligroso	Acción correctiva
Captación	Zona de ubicación de la captación	Construcción de una plataforma de concreto y zanjas de evacuación.	Alteración de la calidad del agua por el canal que se encuentra al aire libre.	Inspecciones del estado de la plataforma y limpieza de zanjas.
Planta de tratamiento de agua potable	Sistema de tuberías y calibradores de presión	Renovación de la línea aductora y la bomba de succión	Infiltración de pozos sépticos.	Mantenimiento (renovación, reparación y limpieza)
Distribución	Presencia de color, olor y sabor en el agua.	Monitorias las conexiones domiciliarias.	Conexiones clandestinas y presencia de contaminantes en el agua.	Aplicación de ordenanzas y leyes municipales
Puntos de Consumo	Presencia de partículas y sedimentos en el agua que consume la población.	Hogares de los consumidores	Enfermedades por agua no apta para el consumo humano	Mantener hábitos de aseo.

**Fuente:** Vera Gema (Vera G. , 2016).

## 5.5. Cantón Quinsaloma

La acción correctiva más significativa, es la capacitación al personal que labora en la planta de tratamiento de agua potable, por el inadecuado uso de hipoclorito de sodio.

**Tabla 49.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Quinsaloma

<b>Etapa</b>	<b>Punto Crítico de Control</b>	<b>Medida de Control</b>	<b>Evento Peligroso</b>	<b>Acción Correctiva</b>
Captación del agua superficial del río Umbe	Contenido de plaguicidas en el río Umbe.	Monitoreo de parámetros Carbofuran, Oxitane, en la calidad del agua del río.	Alteración de la calidad del agua por el canal que se encuentra al aire libre.	Implementar cercas vivas en las orillas del canal de agua donde se realiza la captación para evitar la alteración de la calidad del agua por las actividades antropogénicas.
Planta de tratamiento de agua potable	Elevado contenido de hipoclorito de sodio en el agua que se distribuye a la población.	Monitoreo de hipoclorito de sodio en la calidad del agua que se distribuye a la población.	Inadecuado uso de productos químicos para potabilizar el agua como la dosificación de cloro gas.	Capacitar a los empleados de la planta de agua potable sobre el debido proceso de potabilización y productos químicos aplicables.
Distribución	Presencia de mg, Fe en el agua que se distribuye a la población.	Monitoreo de mg, Fe en la calidad del agua que se distribuye a la población.	Viveros conectados clandestinamente.	Regularizar todas las conexiones clandestinas.
Puntos de Consumo	Presencia de partículas y sedimentos en el agua que consume la población.	Monitoreo de SDT, color, turbidez en la calidad del agua que consume la población.	Sabor, olor o aspectos desagradables al agua.	Aplicar el Manual de Buenas Prácticas Domésticas en el uso de agua de consumo.

**Fuente:** Ledezma Geomayra (Ledezma, 2016).

## 5.6. Cantón Pueblo Viejo

Para los riesgos más significativos, las acciones correctivas a implementar son el manejo adecuado de los agroquímicos; así como, la capacitación de los empleados de la planta de tratamiento sobre el debido proceso de potabilización.

**Tabla 50.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Puebloviejo

<b>Etapa</b>	<b>Punto Crítico de Control</b>	<b>Medida de Control</b>	<b>Evento Peligroso</b>	<b>Acción Correctiva</b>
Captación de pozo	Contenido de plaguicidas en el río por arrastre y metales pesados.	Monitoreo de los parámetros de calidad.	Alteración de la calidad del agua por agroquímicos.	Implementar buenos hábitos en el manejo de los residuos químicos.
Planta de tratamiento de agua potable	Elevado contenido de hipoclorito de sodio en el agua que se distribuye a la población.	Monitoreo de hipoclorito de sodio en la calidad del agua que se distribuye a la población.	Inadecuado uso del cloro por el personal	Capacitar a los empleados de la planta de agua potable sobre el debido proceso de potabilización
Distribución	Presencia de metales pesados en el agua que se distribuye a la población	Monitoreos de la calidad del agua	Conexiones clandestinas que contaminan los pozos por infiltración	Regularizar todas las conexiones clandestinas.
Puntos de Consumo	Presencia de sedimentos en el agua, olor y sabor desagradable	Monitoreos de la calidad del agua para consumo humano	Sabor, olor o aspectos desagradables al agua.	Buenas prácticas domésticas para no afectar la salud de la población

**Fuente:** Muñoz A. (Muñoz, 2017).

## 5.7. Cantón Valencia

La acción correctiva para el riesgo más significativo, es regularizar los pozos sépticos e implementar un sistema de saneamiento.

**Tabla 51.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Valencia

<b>Etapa</b>	<b>Punto Crítico de Control</b>	<b>Medida de Control</b>	<b>Evento Peligroso</b>	<b>Acción Correctiva</b>
Captación de pozo	Contenido de metales pesados.	Inspecciones del estado de los pozos para captación de agua.	Alteración de la calidad del agua en la fase de captación.	Construcción de contrapiso y zanjas de evacuación.
Planta de tratamiento	Alto contenido de hipoclorito	Monitoreo de agua	Enfermedades a la población	Capacitar a los

de agua potable	de sodio en el agua que se distribuye a la población.	mantenimiento de los dosificadores.		empleados de la planta de agua potable. Reparación de dosificadores de cloro gas
Distribución	Reparación de averías en los reservorios de agua	Mantenimiento de las líneas conductoras domiciliarias	Infiltración de aguas residuales	Regularizar los pozos sépticos e implementar un sistema de saneamiento.
Puntos de Consumo	Presencia de sedimentos en el agua.	Inspecciones de los lugares de almacenamiento	Reservorios inadecuados para el almacenamiento.	Mantener hábitos de aseo y regularizar ordenanzas.

**Fuente:** Quinchuela A, 2015.

## 5.8. Cantón Quevedo

La acción más importante a tomar sería implementar un sistema de ablandamiento de agua, con el fin de disminuir las elevadas concentraciones de metales pesados.

**Tabla 52.-** Clasificación de los riesgos identificación y evaluación de medidas de control del cantón Quevedo

<b>Etapa</b>	<b>Punto Crítico De Control</b>	<b>Medida De Control</b>	<b>Evento Peligroso</b>	<b>Acción Correctiva</b>
Captación de agua superficial río Calope	Nitritos, Bacteriología del agua cruda	Monitoreo de parámetros (Nitritos y coliformes totales y fecales)	Alteración de la calidad del agua por el incremento poblacional aledaño al río Calope	Implementar cercas vivas en las orillas del río Calope para evitar la alteración de la calidad del agua por las actividades antropogénicas.
Distribución	Color, Magnesio	Monitoreo de Color y magnesio en las líneas de distribución (pvc y asbesto cemento)	Concentración elevada de magnesio en el agua subterránea	Implementar un sistema de ablandamiento de agua, con el fin de disminuir el contenido de magnesio en el agua subterránea captada de los pozos profundos.

Puntos de consumo	Color, Magnesio y turbiedad	Monitoreo de color (Color, Magnesio y turbiedad) en los hogares de los ciudadanos que consumen el agua distribuida por la empresa de agua potable.	Viejas tuberías de asbesto y cemento y si mantenimiento de la red de distribución	Cambiar red de distribución.
			Filtraciones en la red de distribución del agua	Identificar las instalaciones clandestinas para evitar contaminación del agua de consumo humano

---

**Fuente:** Díaz Mariela (Díaz, 2014)

# Capítulo 6

## Capítulo 6. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE USO DE AGUA

### 6.1. Uso sanitario

**Objetivo.** - Reducción del gasto o despilfarro del agua en el uso sanitario

Duchas diarias	Cepillado de dientes	Descargas del inodoro
Una ducha de cinco minutos consume 95 litros de agua y una ducha de diez minutos consume 200 litros de agua (OMS 2013). Esta cantidad equivale a la cantidad de agua que bebe una persona en un total de 50 días	Al lavarse los dientes se gastan de 7 a 10 litros aproximadamente de agua (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2016).	En cada descarga del inodoro se desperdician entre 8 a 10 litros de agua, por lo que anualmente se estaría despilfarrando 10.000 litros por año.

**Tabla 53.-** Buenas prácticas ambientales para uso sanitario

Procedimiento	
Utilice inodoros con tanques de bajo consumo en su hogar. En los inodoros tradicionales puede ahorrar agua utilizando un contrapeso en la cisterna o tanque; puede utilizarse un ladrillo o una botella de plástico llena de agua o arena.	<b>AHORRO:</b> Un litro por descarga
Si va a instalar un nuevo sanitario, elija los de tipo reductor de caudales o de mecanismos que reducen la cantidad de agua y mantienen su presión.	<b>AHORRO:</b> Cinco litros por descarga
El baño es el lugar donde más consumo doméstico de agua se produce, por lo cual intente ducharse y no bañarse. Cuando se bañe cierre la llave al enjabonarse.	<b>AHORRO:</b> 60 litros por cada vez que se bañe
Realice revisiones, preparaciones y regulaciones mensuales de los niveles de los tanques de descarga en los inodoros, los grifos, las duchas y las tuberías, esto evitara las fugas y desperdicios de agua.	<b>AHORRO:</b> si se evitan las fugas de agua se ahorra alrededor de 40 litros por día.
Mantenga el grifo cerrado mientras te cepillas los dientes y utiliza un vaso con agua de este modo realizaras un gran ahorro de agua.	<b>AHORRO:</b> Diecinueve litros por cada ve que se cepille los dientes.

Cierre el grifo cuando no sea imprescindible, es decir mientras se enjabona y seca las manos.

**AHORRO:** 5 litros por cada lavado de manos.

**TOTAL DE AHORRO EN ESTA AREA CON 4 HABITANTES POR CASA.**

Colocando la botella en el tanque de asbesto del inodoro: 321 litros diarios  
Instalando sanitarios con reductor de caudales: 401 litros diarios

## 6.2. Limpieza

**Objetivo.-** Manejo adecuado del agua utilizada para la limpieza del hogar

### Limpieza de pisos y actividades diarias

El uso de aguas de limpieza al ser expulsadas al patio causa contaminación, por la utilización de productos químicos.

Lavar el piso frecuentemente puede desperdiciar hasta 500 litros de agua.

Nunca use la manguera para limpiar la calle o la terraza. Para eso ocupe la escoba.

Evitará gastar alrededor de 300 litros de agua.

**Tabla 54.-** Buenas prácticas ambientales para la limpieza.

### PROCEDIMIENTO

Controlar el agua de limpieza, reutilizándola cuando sea posible. Puede usar para este proceso el agua del lavado de ropa o el agua que queda al enjuagar los platos.

**AHORRO:** 30 litros por limpieza.

No utilizar agua en la limpieza de la terraza, la calle o del patio del jardín siempre que sea posible, sustitúyalo por escoba-recogedor.

**AHORRO:** 60 litros por limpieza.

**Cantidad de ahorro de agua en el área de la limpieza**

En total se ahorran alrededor de 90 litros por cada vez que se realice la limpieza del piso, patio y terraza

### PREVENCIÓN

Utilice recetas naturales menos agresivas y tóxicas. Con agua, vinagre y jabón suave se limpia perfectamente toda la casa.

**Tipo de contaminación a prevenir**

Utilizar productos de limpieza que no sean agresivos con el medio ambiente, y detergentes sin fosfato, ni productos corrosivos.

Se reduce el grado de contaminación química

### 6.3. Lavandería

**Objetivo.-** Reducción del agua que se usa en la lavandería

#### Lavado de Ropa

El lavado de ropa lo realizan en cisternas provocando esparcimientos de detergente, contaminando el agua que es distribuida para las otras áreas del hogar.

El agua del lavado de ropa de las últimas enjuagadas sirve para limpiar el piso de la vivienda.

Use la lavadora a carga completa y desmugre la ropa antes del lavado. Cada vez que este artefacto se usa, ocupa del orden de los 285 litros.

**Tabla 55.-** Buenas prácticas ambientales para la lavandería

### Procedimiento

<p>Cuando lave la ropa reutilice el agua de enjuague ya sea para realizar otro lavado o para la limpieza de los pisos</p> <p>Llene agua en una tina hasta la mitad y enjabone y friegue la ropa en esa agua, luego para el enjuague realice el mismo proceso. Evite tener el grifo abierto todo el tiempo.</p> <p>Cantidad de ahorro de agua en el área de lavandería</p>	<p><b>AHORRO:</b> Si se reutiliza el agua de un proceso se ahorran 40 litros por lavado.</p> <p><b>AHORRO:</b> 30 litros por lavado</p> <p>En el lavado mecánico se ahorran 200 litros por lavado, en el lavado manual se ahorran 30 litros por lavado</p>
---	--

### Reducción de la contaminación

<p>Separe la ropa por color antes de meterla en la lavadora.</p> <p>Utilice solo la dosis necesaria de detergente.</p> <p><b>TIPO DE CONTAMINACIÓN A REDUCIR</b></p>	<p>La mejor alternativa sería el uso de detergentes biodegradables esto permite usar menos detergente para lavar la ropa. También se pueden usar métodos alternativos como el uso de limón, vinagre blanco o el bicarbonato de sodio.</p> <p>Se reduce el grado de contaminación química</p>
--	--

## 6.4. Cocina

**Objetivo.-** Reducción del consumo de agua en la cocina

<b>Lavado de Platos</b>	<b>Lavado de utensilios de cocina</b>	<b>Actividades a la hora de la cocinar de los alimentos</b>
<p>Exceso de grasa e utensilios de cocina mayor gasto de productos químicos utilizados para el lavado de platos. Se mantiene el grifo abierto para lavar y descongelar productos.</p> <p>Concentración de olores de alimentos en los fregaderos.</p> <p>Obstrucción de tuberías.</p> <p>Su limpieza requiere mucha agua además la descongelación de los alimentos.</p> <p>Descongele los alimentos dejándolos en una fuente, nunca bajo una llave abierta. De esta forma evita gastar del orden de 24 litros de agua.</p>		

**Tabla 56.-** Buenas prácticas ambientales para la cocina.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<p>Ponga el tapón para lavar las verduras, las frutas y otros productos que vaya a utilizar en la cocina.</p> <p>Para descongelar no es necesario tener abierta la llave del agua; basta con introducir el producto congelado en un recipiente con agua tibia. Así se evita el malgasto de agua.</p> <p>Para lavar los platos pon el tapón y con poca agua enjabónalos y luego haz lo mismo para enjuagarlos. Mantén el grifo cerrado mientras haces todo esto.</p> <p><b>Cantidad de ahorro de agua en el área de la cocina cuatro habitantes por casa</b></p>	<p><b>AHORRO:</b> Se ahorran alrededor de 23 litros de agua.</p> <p><b>AHORRO:</b> 24 litros</p> <p><b>AHORRO:</b> 13 litros por cada lavado asumiendo que se tarde 5 minutos lavando los platos.</p> <p>En total en esta área se ahorran 720 litros diarios, teniendo en cuenta que se preparen los tres alimentos principales.</p>

### **REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

El aceite sobrante de la cocina no debe ser enviado por los sifones, ni a las zonas verdes. Una vez utilizado, empáquelo en una botella plástica y déjelo a la vista del recolector de basura.

**Tipo de contaminación a reducir**

Se reduce el grado de contaminación por grasas

## **6.5. Jardinería**

**Objetivo.-** Verificación los horarios de riego

### **Riego del Jardín**

Restos de fertilizantes utilizados en las plantas.

Riegue sólo cuando sea necesario y hágalo temprano o después que se ponga el sol. Nunca use la manguera para limpiar la calle o la terraza. Para eso ocupe la escoba. Evitará gastar alrededor de 300 litros de agua.

**Tabla 57.-** Buenas prácticas ambientales para la jardinería

### **PROCEDIMIENTO**



## PROCEDIMIENTO

Limpia el auto utilizando un balde y esponja reduciendo el volumen de agua utilizado y, como mucho, una vez al mes.

Cuando nadie esté en casa cierre la llave paso; de este modo evitara el gasto del agua por la presencia de alguna fuga o grifos mal cerrados.

**AHORRO:** Este sistema permite ahorrar agua con un consumo medio de 50 litros por limpieza aproximadamente.

**AHORRO:** No se estima u valor exacto de ahorro.

### CONSEJOS PARA EL AHORRO DE AGUA

Revise su planilla de consumo y de acuerdo a ello trate de reducir en lo posible su consumo mensual de agua.

El agua para consumo siempre se debe hervir para evitar enfermedades.

**Cantidad de ahorro de agua en el área de ocio y tiempo libre**

Esta frase es importante "no es más limpio quien más limpia, sino quien menos ensucia". Recuerde cada gota de agua cuenta.

50 litros por cada vez que lave el auto.

# Capítulo 7

## Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

El análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico, a través de la aplicación de las entrevistas a los técnicos encargados de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los GADM; evidencia las falencias en los procesos, por la inadecuada aplicación de operaciones unitarias en las fases de captación, tratamiento y distribución. Al considerar la percepción ciudadana sobre la calidad del servicio, se denota el incumplimiento en la distribución del servicio básico durante 24 horas y sin alteración de las características organolépticas del agua de acuerdo a lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud.

En la caracterización físico-química y microbiológica se reflejó la deficiente aplicación de tratamientos adecuados, para evitar sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y Descarga de los Efluentes al Recurso Agua; en la captación (cadmio, plomo y turbidez), tratamiento, distribución y consumo (color, pH, manganeso, hierro y coliformes fecales) (ver anexo 1). Lo que corresponde a los resultados de los índices de calidad del agua “mediana calidad” según NSF para captación superficial; “inadecuada para el consumo humano” de acuerdo con GWQI en las fases de captación subterránea, almacenamiento, consumo y en la fase de distribución “Buena Calidad” según NSF.

En la evaluación de peligros y riesgos del PSA, en la mayoría de los cantones en la fase de captación; se identificó un riesgo muy alto por los cultivos agrícolas con un 75% y el estiércol de ganado 37,5%. Esta realidad influye negativamente en la calidad del agua para consumo humano,

porque se emplean agroquímicos, los mismos que se transportan por escorrentía perjudicando la calidad del agua en las fuentes. De igual manera; los pozos sépticos, contaminan por infiltración el agua que es captada de fuentes subterráneas. En el tratamiento del agua potable, los riesgos más predominantes se presentan por la ineficiencia en los procesos y el personal no capacitado con un 50%, acentuando la falencia, por la falta de insumos y los costos elevados en las etapas de tratamiento son las causas del alto riesgo en la matriz de identificación y evaluación de riesgos del PSA. Las fugas y las tuberías en mal estado tienen el riesgo más alto 87,5%; debido que las tuberías se encuentran en mal estado por sobrepeso o por construcciones. En la fase de consumo en todos los cantones y los sectores, se realiza un almacenamiento inadecuado con un 50%, ya que los usuarios almacenan el agua potable en reservorios de plásticos y sin cubierta lo que incrementa las posibilidades de la contaminación por las partículas en el ambiente y la inadecuada manipulación por los usuarios.

## **7.2. Recomendaciones**

- Todos los usuarios deben contar con medidores de agua para el control de su uso.
- Se regulen las tarifas de acuerdo a los usos y el tipo de usuario según el acuerdo 097-A, basado en un diagnóstico actualizado del cantón con cada uno de sus sectores.
- Generar convenios con instituciones de educación superior con la finalidad de desarrollar investigaciones, que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento.
- Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, deben hacer proyecciones de consumo de agua; según los habitantes existentes dentro de 20 años. De esta forma, se puede fortalecer la infraestructura para cada uno de los procesos y el mejoramiento en cada una de sus fases desde la captación, tratamiento, distribución y

consumo. Teniendo en consideración un plan de ordenamiento territorial que asegure un crecimiento organizado de la población urbana para evitar las deficiencias en este servicio básico.

- Es necesario implementar PSA como lo establece la OMS, con el fin de salvaguardar la salud de la población y considerar las actividades que mayor impacto causan en las diferentes fases de los sistemas de abastecimiento.

## Capítulo 8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANOVA: Análisis de Varianza con un Factor

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

EPA: Estándares de la Agencia de Protección Ambiental

FQM: Físico, químico y microbiológico

GADM: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

GAD's: Gobiernos Autónomos Descentralizados

GWQI: Water Quality Index for Ground Water

ICA: Índices de calidad del agua

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

KMO: Kaiser, Meyer y Olkin

NSF: National Sanitation Foundation

pH: Potencial de hidrógeno

PSA: Plan de Seguridad del Agua

OD: Oxígeno Disuelto

OMS: Organización Mundial de la Salud

# Capítulo 9

## Capítulo 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAL. (2012). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*. Ecuador.
- Díaz, M. (2014). *Análisis de la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Quevedo. Propuesta de un plan de seguridad de agua 2014*. Quevedo-Los Ríos.
- Duarte, F. (2016). *CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO EN EL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA COTOPAXI*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, La Maná - Cotopaxi.
- Guerrero Icaza, P. (2010). *La contaminación de las cuencas hidrográficas de la provincia de los Ríos*. Universidad Técnica de Babahoyo, Sección de Ingeniería y Ciencias Exactas, Babahoyo.
- INEC. (2010). *Censo poblacional*. Ecuador.
- INEC. (2015). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Agua y Alcantarillado*. Ecuador.
- Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015 AGUA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE*. WWAP | Alice Franek, Engin Koncagul, Richard Connor y Diwata Hunziker.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1108). (2014). *Agua Potable, Requisitos*. Quito - Ecuador.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2016). *Red de Estaciones Meteorológicas*. Ecuador.
- Ledezma, G. (2016). *CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CANTÓN QUINSALOMA, PROVINCIA DE LOS RÍOS, AÑO 2015*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Quinsaloma - Los Ríos.

- Má, M. (2006). *Propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Pachalúm, Quiché*. Guatemala.
- Manzano Arrondo, V. (2014). *Chi cuadrado de Pearson para dos variables nominales*.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Acuerdo Ministerial 097 A anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua*.
- Muñoz, A. (2017). *Plan Integral de Seguridad del agua de la provincia de Los Ríos y su area de influencia*. Quevedo.
- OMS. (2006). *Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad de agua potable*.
- OMS. (2009). *Manual para el desarrollo de planes. Metodología pormenorizada de gestión de riesgos*. Ginebra.
- OMS. (2009). *Manual para el desarrollo de planes. Metodología pormenorizada de gestión de riesgos*. Ginebra.
- OMS. (2009). *Manual para la elaboracion de planes de seguridad del agua*.
- Pilalumbo, R. (2016). *CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y CONSUMO EN LA PARROQUIA ZUMBAHUA DEL CANTÓN PUJILI, PROVINCIA DE COTOPAXI*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, La Maná.
- Plan Nacional para el Buen Vivir. (2013-2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV)*.
- Plúas, M. (2016). *CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO EN LA PARROQUIA VENUS DEL RÍO QUEVEDO DEL CANTÓN QUEVEDO, PROVINCIA DE LOS RÍOS*. Quevedo-Los Ríos.
- Ramos Olmos , R., Sepulveda Marqués, R., & Villalobos Moreto, F. (2003). *El agua en el medio ambiente. Muestreo y Análisis*. Mexico: Plaza y Valdes.
- Reascos, B. (2010). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano*. Ibarra.
- Reascos, B. (2010). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano* . Ibarra.

- Romero, J. (2015). *En Calidad del Agua*. Colombia: 2da ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Secretaría Nacional del Agua. (2011). *Calidad del agua en el Ecuador*.
- Segurado, P., & Lima, R. (2013). *Guía Metodológica para la elaboración de Planes de Seguridad del Agua*. Gobernabilidad en Agua y Saneamiento del Gobierno paraguayo, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS),, Paraguay.
- Stranger Rodriguez, S., & Chechilnitzky Zwincky, A. (2008). *Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los recursos Hídricos*. Santiago-Chile: AIDIS Chile.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2016). Obtenido de Gobierno de Chile: [http://www.siss.gob.cl/577/articles-9103\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/577/articles-9103_recurso_1.pdf)
- Torres P, C. C. (Colombia de 2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. . *Revista Ingenierías Universidad de Medellin*.
- Torres Ruiz, R., & Pardón Ojeda, M. (2009). *Planes de Seguridad del Agua de Consumo Humano en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos Transfronterizos*. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud Área de Medio Ambiente y Desarrollo.
- Vera, G. (2016). *Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la cabecera cantonal del cantón Mocache provincia de Los Ríos*. Mocache- Los Ríos.
- Vera, G. (2016). *Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la cabecera cantonal del cantón Mocache provincia de Los Ríos*. Mocache- Los Ríos.
- Vera, R., & Zambrano, W. (2015). *CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO EN LOS SECTORES LA COROMOTO Y LA ERCILIA DE LA PARROQUIA VELASCO IBARRA DEL CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, El Empalme.

### **Mariela Díaz Ponce**

Ingeniera en Gestión Ambiental y un masterado en Administración Ambiental en el que obtuvo el título mediante la ejecución del proyecto de Investigación Análisis de la calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Quevedo, 2014. A partir de los importantes resultados, propone la ejecución del proyecto a nivel provincial al equipo de investigación, con la finalidad de aportar con la ejecución de la metodología de los Planes de seguridad del Agua, establecido por la OMS.

### **Ailleen Muñoz Casanova**

Ingeniera en Gestión Ambiental graduada con la ejecución de la consolidación y amplio análisis de todos los resultados obtenidos a través del proyecto de investigación para titulación " Plan Integral de seguridad del Agua de la provincia Los Ríos y su área de Influencia; siendo este parte de productos relevantes del proyecto ejecutado para la gestión de las empresas públicas de agua potable de los ocho gobiernos autónomos cantonales que formaron parte del estudio.

### **Juan Pablo Urdánigo**

Biólogo pesquero, master en medio ambiente y desarrollo ambiental, docente con experiencia de 3 años en las asignaturas de auditoría ambiental y gestión ambiental de las empresas, Usos del agua y normativa de su calidad, Estadística descriptiva e inferencial, Toxicología ambiental. Participante en el proyecto de Calidad del agua de consumo humano.

### **Julio Pazmiño Rodríguez**

Ingeniero en gestión ambiental, especialista en metodología de Modelización de calidad de ambiental, graduado de máster en Administración Ambiental con el proyecto de investigación "Modelización de la calidad del agua del río Quevedo" del cual generó la publicación en la revista y autor del libro de Modelización de la calidad del aire en el 2015.

### **Carolina Tay-Hing Cajas**

Carolina Tay Hing, ing. química con un Máster en Auditoría ambiental. Docente de la UTEQ con más de 10 años de experiencia docente. Con varias publicaciones en el área ambiental como resultado de la participación en dos importantes proyectos de investigación FOCICYT sobre Calidad de Agua.

### **Carlos Sánchez Fonseca**

Carlos Sánchez, investigador de la UTEQ, con varias publicaciones en el área forestal, se relaciona en el ámbito ambiental por el dominio de metodologías de manejo de cuencas hídricas, y ser de gran aporte en el análisis de las zonas de captación de agua potable, brindó su gran aporte en el proyecto Focicyt "Análisis de la calidad de agua de consumo humano de la provincia Los Ríos y su área de influencia".

ISBN: 978-9942-33-078-9



**compAs**  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica