



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE GEOGRAFIA

**PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL PLAN DE MONITOREO,
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO
HUMANO DEL CANTON ESMERALDAS**

Disertación escrita presentada como requisito para obtener el Título de Grado de:

**INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE CON MENCIÓN
EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Presentado por:

Michelle González Narváez

Profesor directora:

Magdalena López Ulloa

Quito, Ecuador 2010

AGRADECIMIENTOS

La disertación fue elaborada con apoyo de las siguientes personas e instituciones:

Agradezco a mi Directora de Tesis Dra. Magdalena López Ulloa, y profesoras que conforman el tribunal; Dra. Svetlana Zovgoroniaya y Dra. Olga Mayorga, por el tiempo y dedicación en el desarrollo y culminación de mi tesis.

Funcionarios del Ilustre Municipio de Esmeraldas que trabajaron en la elaboración del proyecto “Sistema de Control de Calidad para consumo humano en el cantón Esmeraldas”. Equipo de trabajo que formaba parte del Programa de Salud y Medio Ambiente Esmeraldas-**SYMAE**, dicho programa fue el responsable del financiamiento y ejecución de este proyecto. Funcionarios del Instituto Nacional de Higiene y Dirección Provincial de Salud que forman parte del equipo de trabajo para la ejecución del presente proyecto, Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EAPA San Mateo), Presidente de las Juntas Parroquiales del cantón Esmeraldas.

Municipio de Esmeraldas:

Ing. Lennin Prado – Responsable del proyecto Sistema de Control de calidad del agua del cantón Esmeraldas.

Lcdo. Manuel Sánchez – Responsable del proyecto Sistema de Control de calidad del agua del cantón Esmeraldas.

Dr. Gregorio Montalvo – Director del Programa de Salud y Medio Ambiente Esmeraldas-SYMAE.

INH – Instituto Nacional de Higiene del cantón Esmeraldas:

Dr. David Tenorio – Director del Instituto Nacional de Higiene.

EAPA San Mateo:

Ing. Omar Estupiñan - Presidente ejecutivo de EAPA – San Mateo.

Ing. José Muñoz – Jefe del Departamento Técnico de redes y alcantarillado.

Personal del departamento técnico de redes y alcantarillado de la empresa de agua potable de Esmeraldas.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis abuelos; por su apoyo incondicional y ayuda en cada momento. Quienes me motivaron a seguir adelante para obtener este logro importante en mi vida. Mi triunfo es de ustedes. Los amo.

Para mis padres; por su amor y comprensión, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en el transcurso de mi vida.

A mi hermano; por su cariño, paciencia, comprensión y ayuda incondicional.

A mi esposo e hija, por ser mi motivación e inspiración para superarme cada día y luchar contra la adversidad.

A todos ustedes les dedico este triunfo.

Muchas Gracias de todo corazón.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	IV
CAPITULO I.....	3
1. JUSTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
1.1. TEMA.....	3
1.2. DATOS DE LAS ORGANIZACIONES EN ESMERALDAS.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.5. OBJETIVOS GENERALES ESPECIFICOS.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. PARTICULARIDADES CONCEPTUALES.....	9
2.1.1. Calidad del agua para consumo humano.....	9
2.1.2. Estándares internacionales de calidad del agua.....	9
2.2. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE AGUA	11
2.2.1. Método de toma de muestra	12
2.2.2. Frecuencia de muestreo.....	12
2.3. PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA	13
2.3.1. Evaluación y diseño del sistema	14
2.3.2. Medidas de control	16
2.3.3. Planes de Gestión	16
2.3.4. Vigilancia de la calidad del agua	17
2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	17
2.5. FORMAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL SERVICIO.....	18
2.6. REVISION DE NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	20
CAPÍTULO III.....	25
3. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTÓN ESMERALDAS.....	25
3.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	25
3.1.1. Área de Estudio.....	25
3.1.2. Sistemas de abastecimiento de agua potable	26
3.1.3. Propuesta de Control de calidad del agua potable en el cantón Esmeraldas elaborada y realizada por el programa de Salud y Medio Ambiente Esmeraldas (SYMAE) y el Instituto Nacional de Higiene (INH).	38
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE DISTRIBUYE EN EL CANTÓN ESMERALDAS.....	47
3.2.1. Empresa de agua potable (EAPA SAN MATEO).....	47
3.2.2. Envasadoras.....	55
3.2.3. Juntas Administradoras de agua potable.....	62
3.3. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN ESMERALDAS.....	65
3.3.1. Sistema Empresa de agua potable y alcantarillado San Mateo.	66
3.3.2. Sistema Envasadoras del cantón Esmeraldas.....	73
3.3.3. Sistema de Juntas Administradoras de Agua Potable	75
CAPITULO IV.....	77
4. PROPUESTA DE PLAN DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CANTÓN ESMERALDAS.....	77

4.1.	. PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EAPA SAN MATEO.	78
4.1.1.	Programación de toma de muestras	78
4.1.2.	Ejecución de toma de muestras	78
4.1.3.	Análisis de muestras	80
4.1.4.	Procesamiento de los resultados	84
4.1.5.	Evaluación y control	84
4.2.	. PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE.	85
4.2.1.	Programación de toma de muestras	85
4.2.2.	Toma de muestras y análisis.....	86
4.2.3.	Procesamiento de resultados.....	87
4.2.4.	Evaluación y control	88
4.3.	PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA ENVASADA EN EL CANTÓN.	88
4.3.1.	Programación de toma de muestras	88
4.3.2.	Ejecución de toma de muestras	89
4.3.3.	Evaluación y control	90
CAPÍTULO IV		91
5. PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN INTERINSTITUCIONAL PARA EL MONITOREO, EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTON ESMERALDAS		91
5.1.	ROLES Y COMPETENCIAS DE ACTORES INVOLUCRADOS	91
5.2.	ESTRUCTURA DEL COMITÉ REGULADOR DEL SCCA EN EL CANTÓN ESMERALDAS	92
5.3.	FUNCIONES DE LOS INVOLUCRADOS DENTRO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.....	98
CAPÍTULO V		103
6. DETERMINACION DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA		103
6.1.	RECOMENDACIONES DE REAJUSTE DEL SISTEMA DE CALIDAD DE AGUA QUE SE DISTRIBUYE EN EL CANTÓN ESMERALDAS.	103
CONCLUSIONES.....		112
RECOMENDACIONES		114
BIBLIOGRAFIA.....		116
SIGLAS Y ABREVIATURAS		121
ANEXOS.....		112

TABLAS

Tabla 1. Comparativa de estándares de calidad de agua establecidos por la Unión Europea y OMS	9
Tabla 2. Programa de frecuencia mínima de muestreo	12
Tabla 3. Metas de Salud	14
Tabla 4. Prioridad simple del riesgo: Descripción	15
Tabla 5. Ejemplo de Matriz Factor del riesgo	15
Tabla 6. Población Urbana y Rural del cantón Esmeraldas, provincia Esmeraldas.....	25
Tabla 7. Organigrama Estructural de la Empresa de Agua Potable San Mateo	27
Tabla 8. Tanques de almacenamiento distribuidos en el cantón Esmeraldas (EAPA San Mateo) ..	28

Tabla 9. Categorías de pago según EAPA San Mateo.....	31
Tabla 10. Ciclos de medición correspondientes a los diferentes sectores urbanos y cobertura.	33
Tabla 11. Tanque de reserva y sectores abastecidos por EAPA San Mateo en el cantón Esmeraldas.....	34
Tabla 12. Sectores de muestreo de calidad del agua.....	41
Tabla 13. Frecuencia de muestreo para las JAAP.....	44
Tabla 14. Número de muestras a tomar para agua envasada	45
Tabla 15. Esquema de muestreo de una envasadora de agua por semestre.....	45
Tabla 16. Parámetros para el análisis de Agua Potable y Juntas Administradoras de Agua Parroquiales.....	46
Tabla 17. Parámetros para el análisis de agua envasadas.	46
Tabla 18. Resultados microbiológicos de muestras de agua potable: Primer muestreo enero y febrero del 2010	48
Tabla 19. Resultados fisicoquímico de muestras de agua potable: Primer muestreo enero y febrero del 2010.....	49
Tabla 20. Resultados microbiológicos de muestras de agua potable: Segundo muestreo mayo del 2010.....	51
Tabla 21. Resultados microbiológico de muestras de agua potable. Segundo muestreo junio del 2010.....	51
Tabla 22. Sólidos Totales disueltos. Segundo muestreo Mayo-Junio 2010	52
Tabla 23. Resultados fisicoquímicos de muestras de agua potable en la ciudad de Esmeraldas, mayo 2010.....	53
Tabla 24. Resultados fisicoquímico de muestras de agua potable en la ciudad de Esmeraldas, junio 2010	53
Tabla 25. Resultado microbiológico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas. Primer muestreo enero-febrero 2010.....	57
Tabla 26. Resultado fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas: Primer muestreo enero-febrero 2010.....	57
Tabla 27. Resultado fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas: Segundo muestreo mayo-junio 2010.	59
Tabla 28. Resultado microbiológico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas: Segundo muestreo mayo-junio 2010.	59
Tabla 29. Resultados microbiológico de muestras tomadas a envasadoras que se comercializan en el cantón Esmeraldas, junio del 2010	60
Tabla 30. Resultados fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras que se comercializan en el cantón Esmeraldas. Junio del 2010	61
Tabla 31. Contenido de cloro residual en las muestras de agua tomadas de las JAAP	62
Tabla 32. PH en las muestras de agua tomadas de las JAAP.	63
Tabla 33. Contenido de coliformes fecales en las muestras de agua tomadas de las JAAP.....	63
Tabla 34. Turbiedad en las muestras de agua tomadas de las JAAP.....	64
Tabla 35. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de las juntas parroquiales del cantón Esmeraldas.....	65

Tabla 36. Categoría de Probabilidad y Gravedad de riesgos	66
Tabla 37. Matriz de riesgo	66
Tabla 38. Análisis de peligro en el sistema de agua potable en la ciudad de Esmeraldas	66
Tabla 39. Análisis de peligro para los sistemas de agua envasada en la ciudad de Esmeraldas ...	73
Tabla 40. Sectores de muestre de agua potable	79
Tabla 41. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas de los diferentes sistemas de agua en el cantón Esmeraldas	83
Tabla 42. Población con acceso al servicio de sistema descentralizado de agua potable.	85
Tabla 43. Número de muestras a tomarse en viviendas y JAAP.....	86
Tabla 44. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas del sistema de juntas parroquiales de agua.....	87
Tabla 45. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas del sistema de aguas envasadas.....	89
Tabla 46. Personal mínimo propuesto requerido para implementar el Plan de Control de Calidad del agua en el cantón Esmeraldas	93
Tabla 47. Actores involucrados en el proyecto	95
Tabla 48. Presupuesto para el departamento de control de calidad del agua para consumo humano en el cantón	95
Tabla 49. Presupuesto Anual Laboratorio de referencia para control de la calidad del agua potable	96
Tabla 50. Costo de análisis de muestras tomadas de envasadoras, Juntas Administradoras de Agua Parroquiales y Agua Potable	97
Tabla 51. Medidas de control para el sistema de agua potable en la ciudad Esmeraldas.....	104
Tabla 52. Medidas de control para los sistemas de agua envasada de la ciudad de Esmeraldas	108
Tabla 53. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas de los diferentes sistemas de agua en el cantón Esmeraldas	110

FIGURAS

Figura 1. Ubicación y límites del cantón Esmeraldas.....	25
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso del sistema de abastecimiento de agua cantón Esmeraldas	29
Figura 3. Organigrama de Juntas Administradoras de Agua Potable	35
Figura 4. Acceso a los diferentes sistemas de agua en las comunidades de las 8 parroquias rurales del cantón Esmeraldas	37
Figura 5. Proceso de producción del agua envasada.....	37
Figura 6. Porcentaje de muestras de agua potable que cumplen con la norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas. Enero-Febrero 2010	48
Figura 7. Porcentaje de muestras de agua potable que cumplen con la Norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas. Mayo-Junio 2010	50
Figura 8. Porcentaje de total de muestras de agua potable tomadas en los dos muestreos, que cumplen con la norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas	55
Figura 9. Número total aerobios mesófilos encontrados en las muestras tomadas a las envasadoras de la ciudad de Esmeraldas	56
Figura 10. Número total de coliformes encontrados en las muestras tomadas a las envasadoras de la ciudad de Esmeraldas	56
Figura 11. Contenido de aerobios mesófilos en muestras tomadas en el mes de Junio de envasadoras de agua del cantón Esmeraldas	58
Figura 12. Flujograma control de calidad del agua potable	77
Figura 13. Estructura del sistema de control de calidad del agua para consumo humano del cantón Esmeraldas.....	94

INTRODUCCIÓN

El agua es un insumo esencial (bebida, limpieza e irrigación) en el consumo de la población a nivel mundial. En el caso del agua potable, la calidad es de suma importancia; el agua contaminada es una fuente de enfermedad y muerte especialmente en niños menores de 5 años. En los países en desarrollo la gente pobre no tiene más opción que tomar el agua disponible, a menudo sin tratamiento, lo que ocasiona riesgos en la salud.

La problemática en los países en vías de desarrollo es el deficiente abastecimiento de agua y saneamiento por parte de los gobiernos locales y empresas públicas y privadas abastecedoras de agua, provocando así enfermedades a causa de la contaminación ya sea debido al deterioro de los sistemas de distribución o al no cumplimiento de la normas de calidad de agua potable. Ante esto surge la necesidad de tomar acciones que mejoren el servicio y aseguren una calidad de agua óptima para la población, para prevenir posibles enfermedades a la salud y asegurar una mejor distribución y calidad del servicio.

A nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS¹) ha elaborado guías metodológicas para control de calidad del agua, las cuales proporcionan una base científica para la elaboración de normas nacionales, regionales o locales, garantizando así un agua segura, al controlar el cumplimiento de estas normas en los sistemas de abastecimiento de agua de consumo (OMS, 1997). Además la OMS, OPS² (Organización Panamericana de Salud), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y como ente responsable el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS³), han elaborado una guía metodológica para vigilancia y

¹Es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas. Es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales

² La Organización Panamericana de la Salud (OPS) es la Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud y es el organismo especializado en salud, dentro del Sistema Interamericano. Tiene más de 100 años de experiencia, dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas.

³ El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, es la Unidad de Saneamiento Básico del Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (SDE) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Su trabajo se centra en el fortalecimiento de las capacidades de los países con metodologías y tecnologías de manejo de riesgos ambientales para la salud, con énfasis en la gestión de información especializada, el fortalecimiento de la regulación sanitaria y la gestión de intervenciones directas.

control de la calidad del agua apta para consumo humano, resultado de un acuerdo entre estas organizaciones, para ser aplicada en América Latina y el Caribe. Este documento (Control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano), se elaboró con la colaboración de un grupo multidisciplinario de expertos en el tema realizando talleres participativos (Rojas R., 2002).

A pesar de existir normas nacionales para garantizar la calidad de agua de consumo humano en el Ecuador, más de 60 mil personas de la población de Tumbaco y Guayllabamba fueron contaminadas por varios años, por el abastecimiento diario de agua con arsénico; creyendo que se les distribuía agua potable no contaminada.

El arsénico en el agua, es un componente muy peligroso, que causa graves daños para la salud desde alteraciones de la piel, hasta cáncer a diferentes órganos internos. Las concentraciones de arsénico en el agua suministrada bordeaba niveles hasta 14 veces más de lo que señala el máximo de contaminación permitido actualmente (0,01 mg/l) (Endara, K. 2007).

Dentro de este contexto, en Ecuador se ha reconocido la necesidad de tomar medidas preventivas y de control acerca de la calidad del agua, por lo que se ha elaborado un Plan Nacional de Monitoreo y Control de la Calidad del Agua (SENAGUA-Plan Nacional del 2009). Este proyecto es parte del Plan Nacional del Agua y busca establecer zonas críticas en relación a la calidad del agua, proponiendo así, medidas de control de la contaminación que posteriormente permitirán obtener una metodología con aplicabilidad a nivel nacional. Además, los consejos provinciales, municipios y entidades privadas nacionales y extranjeras han desarrollado programas específicos de vigilancia y control de la calidad de agua a nivel provincial y cantonal, y en el caso de la ciudad de Cuenca ha desarrollado, además, mecanismos para el tratamiento de aguas servidas. Pero muchos de estos programas no tienen procesos de coordinación interinstitucionales con otros entes de control, lo que ha ocasionado que los municipios sean juez y parte en el aseguramiento de la calidad del agua. Por lo tanto la presente disertación tiene como finalidad proponer lineamientos metodológicos para que pueda ser aplicados por gobiernos locales, en este caso la Ilustre Municipalidad de Esmeraldas, el Instituto Nacional de Higiene y la Dirección Provincial de Salud, empresas privadas abastecedoras del líquido vital, públicas y usuarios en general para controlar la calidad del agua que se consume en el cantón.

CAPITULO I

1. JUSTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. TEMA

Propuesta metodológica para el Plan de monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua de consumo humano del cantón Esmeraldas.

1.2. DATOS DE LAS ORGANIZACIONES EN ESMERALDAS

Para el desarrollo e implementación de un sistema de control de calidad del agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas, se debe crear alianzas entre las instituciones competentes, a fin de asegurar la calidad del servicio y del agua que se suministre a la población. A continuación se describe el marco legal de acción de:

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE ESMERALDAS (IME).- Es una sociedad política autónoma subordinada al orden jurídico constitucional del Estado, cuya finalidad es el bien común local y, dentro de éste y en forma primordial la atención de las necesidades de la ciudad, del área metropolitana y de las parroquias rurales de la respectiva jurisdicción” (Art. 1 Ley Orgánica de Régimen Municipal 2005).

Cada municipio constituye una persona jurídica de derecho público, con patrimonio propio y con capacidad para realizar los actos jurídicos que son necesarios para el cumplimiento de sus fines, en la forma y condiciones que determinan la Constitución y la ley (Art. 2 Ley Orgánica de Régimen Municipal 2005).

DIRECCION PROVINCIAL DE SALUD - DPS.- La DPS es una entidad que representa al Ministerio de Salud Pública (MSP) en la provincia, tiene jurisdicción provincial y ejerce la rectoría del sector salud y cumple con su papel de autoridad sanitaria provincial. Articula acciones de salud con otras entidades prestadoras de servicio de salud en la provincia de Esmeraldas, además planifica, programa, ejecuta, supervisa, evalúa toda las acciones y los servicios de salud para garantizar la salud pública de la población.

EI INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL “LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ” – ESMERALDAS (INH).- Es el laboratorio de referencia provincial

del MSP, su función es la de realizar análisis de diagnóstico, control de calidad de medicamentos, registro sanitario, producción de biológicos, realiza capacitaciones a los actores públicos y privados.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los países en general, han tenido como prioridad el abastecimiento del recurso agua para su población antes que la calidad de la misma, dando mayor énfasis a proyectos relacionados con la cobertura de agua y abastecimiento del servicio, sin lograr asegurar la composición del agua para consumo humano.

Hoy en día autoridades de diversos países han demostrado interés y prioridad en resolver problemas relacionados a la calidad del recurso agua, financiando grandes proyectos destinados al control de la calidad del agua para mejorar la salud de la población y asegurar su bienestar. Además, es deber de las fuentes abastecedoras de agua el asegurar su calidad a la población servida, además de una cobertura y servicio óptimo y continuo, contribuyendo así con el mejoramiento de los niveles de vida de la comunidad. Dichas empresas deben tener un control interno tanto de su infraestructura y operatividad, desde la captación de la fuente, planta de tratamiento, sistema de distribución, hasta llegar a su destino final que es el usuario (Rojas R., 2002).

El cantón Esmeraldas actualmente enfrenta varios problemas, con respecto a calidad del agua potable. La empresa de agua potable EAPA San Mateo, principal abastecedor de agua a la ciudad de Esmeraldas, presenta problemas operacionales, de mantenimiento y administrativos dentro de su institución. Constantes fugas y roturas de las tuberías que se han presentado en algunos sectores de la ciudad, conlleva a un riesgo de contaminación del agua potable que llega a las viviendas. Además problemas con el cobro de las planillas y la cultura de pago por el servicio hacen que la empresa no recupere los gastos que implica la potabilización del agua, distribución y mantenimiento de las tuberías.

Las envasadoras son otro sistema de abastecimiento de agua para consumo humano dentro del cantón, muchas de estas empresas no cumplen con los requisitos para su funcionamiento, lo que ha ocasionado que operen sin un permiso otorgado por la Dirección Provincial de Salud.

Las zonas rurales del cantón Esmeraldas son abastecidas de agua por las juntas administradoras de agua potable, las cuales presentan problemas en cuanto a operación de los sistemas de potabilización de agua y su distribución a las comunidades, y por consiguiente no garantizan que el agua cumpla con los estándares de calidad.

En el cantón Esmeraldas la implementación de proyectos y programas relacionados a este tema de calidad de agua no han sido prioridad de parte de la municipalidad. En este sentido, el disponer de un servicio confiable que monitoree y determine la calidad de agua que se consume es de suma importancia para mejorar la calidad de vida de la población (IME, 2004).

Para impulsar dicho sistema se proponen lineamientos para la elaboración de un plan de monitoreo, evaluación y seguimiento de la calidad del agua, contribuyendo a determinar los cambios en el tiempo a fin de proteger la salud de la población y la identificación de las zonas de abastecimiento más vulnerables a la variación de la calidad del agua. Además comunicar a los administradores y responsables de los servicios, sobre la calidad del agua que están distribuyendo a la población y el riesgo sanitario que conlleva. Este trabajo creará alianzas y la participación continua del Ilustre Municipio de Esmeraldas, el Instituto Nacional de Higiene (INH) y la Dirección Provincial de Salud. Además contribuirá al fortalecimiento de las capacidades de los técnicos de las tres instituciones involucradas en el proceso y asesoría puntual en el manejo y administración del laboratorio INH que actuará como laboratorio certificado encargado de los análisis de agua de las diferentes fuentes abastecedoras.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- a) El Cantón Esmeraldas se aprovisiona de agua para el consumo humano, a través de la planta de tratamiento localizada en la parroquia rural San Mateo, que es a su vez obtenida del río Esmeraldas. La distribución del líquido vital se realiza desde los diferentes tanques de almacenamiento que se encuentran localizados en varios sitios de la ciudad y mediante la red administrada por la empresa regional pública EAPA San Mateo (Empresa de Agua Potable y Alcantarillado) y los sistemas de agua potable autónomos de las parroquias del cantón (CETI S.A., 2001).

La red de distribución de EAPA San Mateo se inicia en el tanque de agua tratada y termina en la última vivienda, la misma que abastece de agua potable a los

cantones de Esmeraldas, Atacames y Río Verde. El agua es transportada a la planta de tratamiento y bombeada a los tanques de carga, a través de una tubería de acero de 1,2 m de diámetro, produciéndose actualmente 880 litros/segundo que equivalen a una producción diaria de 3.168 metros cúbicos por hora para ser distribuida a la población de los cantones: Esmeraldas (822 l/s), Río Verde (28 l/s) y Atacames (30 l/s).

La calidad del agua distribuida por parte de la empresa de agua potable es controlada en la fuente de abastecimiento, sistema de potabilización y redes de distribución, generándose un control interno para asegurar que la misma cumpla las normas de calidad antes de la entrega a los ciudadanos usuarios del servicio. EAPA San Mateo presenta problemas en cuanto al tratamiento del agua y el deterioro de la maquinaria requerida para estos procesos; debido a la cantidad de sedimentos que contiene el agua del río al momento de su captación lo que dificulta el tratamiento y requiere de mucho más insumos para su clarificación, y desinfección para asegurar un agua de calidad. En la zona céntrica de la ciudad se producen pérdidas de agua en las tuberías y conexiones domiciliarias, debido a que la tubería existente ha cumplido con su periodo de vida útil (CETI S.A., 2001).

Es importante resaltar como problema que tiene la empresa con el servicio de abastecimiento de agua es que solo el 30% de los clientes activos son los que mantienen una cultura de pago permanente, los demás utilizan conexiones clandestinas u otros medios para abastecerse de agua potable. Los clientes que si pagan por el servicio, entre 5 mil a 6 mil clientes son concurrentes mes a mes con el pago del servicio, los demás abonados pagan el mínimo de lo facturado mensual para evitar cortes.

En la provincia de Esmeraldas la empresa de agua potable cubre aproximadamente un total de 42 mil abonados en los tres cantones (Río verde, Atacames y Esmeraldas), y en el cantón Esmeraldas aproximadamente 21.241 abonados teniendo una cobertura aproximada del 95 % en la ciudad. Además EAPA San Mateo cubre aproximadamente 33,82% de las familias (18 comunidades) de las parroquias de Vuelta Larga, San Mateo y Tachina (Diagnóstico rural participativo del cantón Esmeraldas, 2009).

- b) Por otro lado en el cantón existen 6 envasadoras de agua registradas, las cuales utilizan como materia prima, el agua potable, para la producción de agua de mesa de marcas Que Rica, Agua Fina, Agua Esmeraldas, Agua Capri, Buen agua, Agua

Crisol. Este tipo de agua es comercializada por una serie de empresas privadas de diferentes características, unas más grandes y mejor organizadas y otras pequeñas con una mínima organización, lo importante en este caso es que todas ellas garanticen una calidad de agua de buena calidad. Los procesos técnicos que utilizan deben cumplir requisitos mínimos establecidos en las normas INEN 2200 Agua purificada envasada y 1077 Bebidas Gaseosas. Al igual, se estima 5 marcas de agua de mesa producidas fuera del cantón Esmeraldas y que se comercializan en diferentes tiendas, las cuales deben ser registradas, muestreadas y analizadas la calidad previo a su comercialización en el cantón. El INH ha recopilado muestras de las diferentes aguas envasadas en el cantón y ha evidenciado anomalías en la calidad del agua de ciertas embotelladoras que prestan el servicio y las ha calificado como no aptas para consumo por no cumplir con los estándares establecidos por normas INEN, presentando altos contenidos de cloro y coliformes, lo que ocasiona un gran riesgo a la población que consume estos productos (SYMAE, 2010).

- c) En las parroquias rurales el 8,57 % de las familias (10 comunidades) son abastecidas por el sistema descentralizado de agua potable que son administrados por Juntas administradoras de agua potable. Estos sistemas lamentablemente adolecen de un asesoramiento técnico constante, por lo que la mayor parte del tiempo se pasa tratando de resolver los problemas técnicos de operación de dichos sistemas (Diagnóstico rural participativo del cantón Esmeraldas, 2009). Cabe recalcar que la calidad del agua no siempre es el aspecto más importante para las comunidades rurales, tener un suficiente suministro de agua, independientemente de su calidad, puede ser el hecho más significativo para la población. No obstante, existen normas de higiene y calidad del agua que deben cumplirse, para evitar enfermedades, mejorar la salud de la población rural al mantener una buena calidad del agua de consumo.

- d) Es evidente la falta de atención por parte de autoridades municipales de elaborar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano dentro del Plan de Desarrollo Cantonal de Esmeraldas. Siendo así, la propuesta metodológica para la implementación de un sistema de control de la calidad del agua, principal objetivo en esta disertación, es una herramienta de planificación, que asegure que el agua que se consume sea de buena calidad y certificada por un laboratorio debidamente equipado y calificado. Siguiendo con la metodología

que se detallará posteriormente en el plan, se espera incrementar el aseguramiento de una provisión de agua que no afecte a la salud de la población, además de concienciar e informar de la importancia del recurso agua y de su uso adecuado.

1.5. OBJETIVOS GENERALES ESPECIFICOS

1.5.1. Objetivo General

- Proponer un sistema de control de la calidad de agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas, que permita mejorar la calidad de vida de la población.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la calidad de agua para consumo humano de fuentes abastecedoras en el cantón.
- Proponer un sistema integrado de control de la calidad de agua coordinado entre Municipio de Esmeraldas, el Instituto Nacional de Higiene y la Dirección Provincial de Salud, en el cual se definan las responsabilidades y competencias de cada institución.
- Establecer lineamientos, de acuerdo con criterios internacionales para toma de muestras, análisis en laboratorios y registro de información.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PARTICULARIDADES CONCEPTUALES

2.1.1. Calidad del agua para consumo humano

La calidad del agua es un término referido a la composición del agua o características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua; que hacen que sea adecuada para consumo. Este término puede ser clasificado como bueno o malo de acuerdo a la composición del agua. Es así como los criterios o estándares de calidad del agua varían según el uso que se le dé a la misma, ya sea para consumo humano (agua potable), uso agrícola, industrial, comercial, para recreación, etc. (OMS, 1997).

El agua para que sea apta para consumo humano debe cumplir con los parámetros que estipulen las normas de cada país y del nivel de riesgo para la salud. Los parámetros permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua. Para esto se realizan constantes mediciones y tomas de muestras del agua para saber si esta cumple con los estándares de calidad (Larry W. Mays, 2002).

2.1.2. Estándares internacionales de calidad del agua

La siguiente tabla presenta los estándares permisibles establecidos por la OMS y estándares europeos, que deben cumplir el agua para asegurar su calidad y su consumo. Estos estándares son la base para la creación de normativas de calidad de agua en diferentes países de Latinoamérica.

Tabla 1. Comparativa de estándares de calidad de agua establecidos por La Unión Europea y OMS

PARAMETROS	Estándares de la OMS	Estándares europeos
	1993	1998
Sólidos suspendidos	No hay directriz	No se menciona
DQO	No hay directriz	No se menciona
DBO	No hay directriz	No se menciona
Oxidabilidad		5,0 mg/l O ₂
Grasas/aceites	No hay directriz	No se menciona
Turbidez	No hay directriz ⁽¹⁾	No se menciona
pH	No hay directriz ⁽²⁾	No se menciona
Conductividad	250 microS/cm	250 microS/cm
Color	No hay directriz ⁽³⁾	No se menciona
Oxígeno disuelto	No hay directriz ⁽⁴⁾	No se menciona
Dureza	No hay directriz ⁽⁵⁾	No se menciona
SDT	No hay directriz	No se menciona

Aluminio (Al)	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Amonio (NH ₄)	No hay directriz	0,50 mg/l
Antimonio (Sb)	0,005 mg/l	0,005 mg/l
Arsénico (As)	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Bario (Ba)	0,3 mg/l	No se menciona
Berilio (Be)	No hay directriz	No se menciona
Boro (B)	0,3 mg/l	0,001 mg/l
Bromato (Br)	No se menciona	0,01 mg/l
Cadmio (Cd)	0,003 mg/l	0,005 mg/l
Cromo (Cr)	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Cobre (Cu)	2 mg/l	2,0 mg/l
Hierro (Fe)	No hay directriz ⁽⁶⁾	0,2
Plomo (Pb)	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Manganeso (Mn)	0,5 mg/l	0,05 mg/l
Mercurio (Hg)	0,001 mg/l	0,001 mg/l
Molibdeno (Mo)	0,07 mg/l	No se menciona
Níquel (Ni)	0,02 mg/l	0,02 mg/l
Nitrógeno total (N total)	50 mg/l	No se menciona
Selenio (Se)	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plata (Ag)	No hay directriz	No se menciona
Sodio (Na)	200 mg/l	200 mg/l
Estaño (Sn) inorgánico	No hay directriz	No se menciona
Uranio (U)	1,4 mg/l	No se menciona
Zinc (Zn)	3 mg/l	No se menciona
Cloruro (Cl)	250 mg/l	250 mg/l
Cianuro (CN)	0,07 mg/l	0,05 mg/l
Fluor (F)	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Sulfato (SO ₄)	500 mg/l	250 mg/l
Nitrato (NO ₃)	(Ver Nitrógeno)	50 mg/l
Nitrito (NO ₂)	(Ver Nitrógeno)	0,50 mg/l
Parámetros microbiológicos		
<i>Escherichiacoli</i>	No se menciona	0 en 250 ml
Enterococci	No se menciona	0 en 250 ml
<i>Pseudomonas</i>		
<i>aeruginosa</i>	No se menciona	0 en 250 ml
<i>Clostridium</i>		
<i>perfringens</i>	No se menciona	0 en 100 ml
Bacterias coliformes	No se menciona	0 en 100 ml
Conteo de colonias a 22°C	No se menciona	100/ml
Conteo de colonias a 37°C	No se menciona	20/ml
Otros parámetros		
Acrilamida	No se menciona	0,0001 mg/l
Benceno (C ₆ H ₆)	No se menciona	0,001 mg/l
Benzo(a)pireno	No se menciona	0,00001 mg/l
Dióxido de cloro (ClO ₂)	0,4 mg/l	
1,2-dicloroetano	No se menciona	0,003 mg/l
Epiclorohidrin	No se menciona	0,0001 mg/l
Pesticidas	No se menciona	0,0001 mg/l
Pesticidas - Total	No se menciona	0,0005 mg/l
PAHs	No se menciona	0,0001 mg/l
Tetracloroetano	No se menciona	0,01 mg/l
Tricloroetano	No se menciona	0,01 mg/l
Trihalometanos	No se menciona	0,1 mg/l
Tritio (H3)	No se menciona	100 Bq/l
Cloruro de vinilo	No se menciona	0,0005 mg/l

Fuente: OMS Guías para la Calidad del Agua Potable, 1997.

Es importante mencionar que los países Europeos han establecidos sus parámetros y estándares para calidad del agua (1998), que son más recientes, y estrictos a diferencia de los estándares de la OMS (1993). Los estándares y parámetros que toma en cuenta la

Unión Europea son más completos, es evidente que la OMS no menciona alguno de ellos. Esto es así porque no existen suficientes estudios relativos a los efectos de esta sustancia en el organismo, y por tanto no es posible definir un valor límite. Además, algunos de los parámetros discrepan entre sí, en ciertos casos la OMS es mucho más exigente en cuanto a los límites permisibles a comparación de la Unión Europea y viceversa. Por ejemplo la Unión Europea es más exigente en cuanto a límites permisibles para el Boro, Magnesio, Cianuro, Sulfato, los que deberían presentarse en el agua en menor cantidad en comparación a lo que exige la OMS.

2.2. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE AGUA

El muestreo de la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento de agua, se debe realizar tanto en la fuente de captación, salida de la planta, sistemas de redes o distribución cisternas y a la altura del grifo del usuario o de algún otro punto de salida de agua destinado al consumo humano (Rojas R., 2002).

Debe ser realizado por expertos calificados de modo que las muestras sean representativas, por lo que debe tomarse las precauciones posibles para su conservación sin ninguna modificación, previo al análisis de laboratorio. El tiempo entre la obtención de la muestra y el análisis, que no exceda en muchos casos las 6 horas y bajo circunstancias especiales las 24 horas. Además las muestras tienen que ser almacenadas y enviadas en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar (Rojas R., 2002). Es necesario determinar los puntos a ser muestreados en la red, los más representativos y tener en cuenta la población servida por el sistema de abastecimiento de agua. Además es necesario considerar puntos críticos de la red como zonas representativas para muestreo, zonas con antecedentes de roturas en la red, áreas de alta densidad demográfica, zonas de industrias alimenticias, zonas de emergencia, de recreación etc. (Ramírez F., 2003). En general, los procedimientos al momento de la toma de muestras van a variar según el caso, lo más importante es su determinación en el laboratorio y los resultados.

- *Muestras simples o de sondeo*: Son muestras recolectadas en un mismo sitio, durante un periodo corto de segundo o minutos (Castillo G., 2004). Por lo general una masa de agua que es bastante constante en su composición en el tiempo o espacio, se la considera una muestra simple de sondeo representativa (Ramírez F., 2003).

- *Muestras compuestas*: Son muestras recogidas en el mismo punto, pero en distintos momentos, ya que pueden variar su composición en el espacio y tiempo (Castillo G., 2004).
- *Muestras integradas*: Son mezclas de muestras individuales que se recogen en distintos puntos al mismo tiempo. Estas muestras se recogen en ríos, lagos, embalses, ya que su composición puede variar tanto a lo largo como en profundidad. Para esto se necesita de un equipo especial para recoger muestras a la profundidad requerida y a lo largo del perfil (Ramírez F., 2003).

2.2.1. Método de toma de muestra

- *Toma manual*: Este método de recolección no necesita equipo alguno, sin embargo puede resultar costoso y laborioso en un programa de muestreo para toma de muestras a gran escala (OMS, 1998).
- *Toma automática*: Existe un equipo especial para la extracción de muestras (Castillo G., 2004). Estos equipos almacenan muestras temporalmente de un determinado punto a través de un sistema de bombeo y tubos temporizado por un equipo programador de acuerdo con las necesidades (Ramírez F., 2003).

2.2.2. Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo y análisis del agua está determinado por la reglamentación vigente en cada país donde se establecen el número y tipo de análisis a realizar según la población servida, complejidad del sistema de cada zona delimitada y riesgos de contaminación (Vargas C. et al., 2002). Las muestras se tomarán cada mes y según sea el caso se determinará el número de muestras por puntos fijos como estaciones de bombeo, redes primarias, reservorios, y puntos aleatorios a lo largo del sistema de distribución al igual que las muestras dentro de los domicilios.

Tabla 2. Programa de frecuencia mínima de muestreo.

Puntos de muestreo	Población servida	Numero de muestras por mes
Fuente y componentes red de distribución	< 2500 hab	1 m/unid/mes o 2 m/mes
Red de distribución	2500 a 20000 hab.	1 m/5000 hab./mes
Red de distribución	20000 a 50000 hab.	1 m/10000 hab./mes

Fuente: OMS, 2004.

En cuanto a normativa europea, los países miembros deberán tomar las muestras para aguas suministradas a través de la red de distribución, en el punto de distribución, en el grifo dentro de los locales o establecimientos, en las aguas de cisternas, embotelladoras y aguas utilizadas en industrias alimentarias. Además menciona que para calcular la frecuencia mínima de muestreo se puede utilizar el número de población abastecida, en lugar del volumen de agua, considerando una dotación media de 200 litros por habitante y día.

La normativa española en la toma de muestra de agua potable ha determinado que los puntos de muestreo serán representativos del abastecimiento y se fijaran por el gestor con la supervisión de la autoridad sanitaria (Ramírez F., 2003). Para el agua potable y las redes de distribución se tomaran muestras en los siguientes puntos: 1 muestra a la salida de la planta o depósito de cabecera, 1 a la salida del depósito de regulación, 1 en cada uno de los puntos de entrega, 1 en la red de distribución. Esta normativa detalla que en los abastecimientos que suministren 20000 m³/día, el número de puntos de muestreo será de 1 por cada 20000 m³ distribuido por día como medida anual (Ramírez F. 2003).

Por lo general la mayoría de procedimientos para los ensayos y pruebas de laboratorio que se siguen constan en el libro titulado "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water" preparado y publicado por la American Water Works Association, los análisis que por lo general se realizan son universales y regidos por Standard Methods.

El número de muestras que deben realizarse mensualmente se lo determinara en base a la tabla de Análisis Bacteriológicos en la red de distribución de agua potable de la Norma (INEN) Instituto Ecuatoriano de Normalización 1108 Agua Potable, en lo que respecta al Ecuador y normas vigentes dentro del país. En cuanto análisis de las muestras se rigen de acuerdo a "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water" (American Water Work Association, 2002).

2.3. PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA

La OMS considera la implementación de los Planes de seguridad del agua como una herramienta de gestión integral usada para la identificación de posibles riesgos en las diferentes etapas del sistema de abastecimiento: fuente, tanque y red de distribución, permitiendo así al proveedor verificar si el agua que se está suministrando cumpla con los valores límite que dictan normas vigentes en cada país y ejecutar acciones correctivas o de mitigación necesarias según el caso (OMS, 2004).

Los planes de seguridad del agua integran conceptos de la evaluación y gestión de riesgos en los sistemas de abastecimiento de agua, detectando así, los posibles riesgos desde la captación hasta el usuario (Vidal A., Torres P., Hernan C., 2009).

Según la OMS las metas basadas en salud es un componente principal del marco de los planes de seguridad del agua. Estas metas de salud están basadas en decisiones políticas; establecidas por la autoridad de salud pública, en conjunto con los abastecedores y consumidores, y supervisado por la autoridad de vigilancia (OMS, 2004). Dichas metas deben incluir la situación general de la salud pública y como puede contribuir la calidad del agua de consumo a contraer enfermedades por agentes patógenos o exposición prolongada a sustancias químicas perjudiciales para la salud. Además deben tener en cuenta la cobertura y acceso al agua a la población y sobre todo a los que no cuentan con este servicio. Las metas de la salud se clasifican en cuatro tipos principales que se exponen a continuación.

Tabla 3. Metas de Salud.

METAS DE SALUD			
Metas sanitarias	Metas relativas a la calidad del agua	Metas relativas a la eficacia	Metas relativas a técnicas especificadas

Fuente: OMS, 2004.

Por consiguiente el Plan de seguridad del agua debe comprende tres etapas fundamentales: a) evaluación del sistema, b) monitoreo operacional, y c) gestión (documentación y comunicación) (Rojas R., 2006).

2.3.1. Evaluación y diseño del sistema

La evaluación y diseño del sistema de abastecimiento de agua, permitirá determinar si la calidad final del agua es adecuada para consumo y cumple con los objetivos de salud ya establecidos por la autoridad pública; tomando en consideración la situación de salud pública del país. La evaluación de sistema debe ser periódica y es preciso contar con asesoría técnica de expertos (Rojas R. 2006).

Es fundamental para esta etapa la implementación de un equipo de trabajo, que será responsable por el desarrollo, ejecución y mantenimiento de plan de seguridad del agua. En esta etapa se describirá al sistema de abastecimiento de agua, donde se tendrán las siguientes consideraciones:

- Agua almacenada o tratada en un lugar.
- Tratamiento del envasado del agua.
- Como es distribuida el agua.
- Calidad del agua, para cada tipo de agua producida.

La realización de un diagrama de flujo del sistema de abastecimiento de agua, facilita la evaluación exacta de los riesgos e identificación de las medidas de control. Con esto se podrá entender fácilmente el proceso de abastecimiento de agua potable, además se identificará los peligros y riesgos dentro del sistema (Davison A., Deere D., 2007).

Es importante decidir si cualquiera de estos eventos presenta un riesgo significativo para así poder tomar las acciones pertinentes de control y mitigación (Davison A., Dr. Deere D., 2007). Es fundamental que una vez identificados los peligros potenciales, se deberán compararse los riesgos asociados a cada factor de peligro o suceso peligroso, clasificarlos y darle una ponderación a cada uno de ellos según el nivel de riesgo y probabilidad de ocurrencia (OMS, 2004). La tabla 4 señala la prioridad de los riesgos que pueden encontrarse dentro de los Sistemas de agua potable.

Tabla 4. Prioridad simple del riesgo: Descripción

Riesgo	Significado
Significativo	Claramente una prioridad
Incierto	Requiere de consideración adicional por parte del equipo
Insignificante	Claramente no es una prioridad

Fuente: Davison A., Deere D., 2007.

La Tabla 5 presenta la probabilidad de ocurrencia y gravedad de los riesgos que pueden presentar los sistemas de abastecimiento de agua potable, dándole una ponderación a cada uno los riesgos identificados. Considerando la siguiente clasificación:

Tabla 5. Ejemplo de Matriz Factor del riesgo

Evento Peligroso		Gravedad de la consecuencia			
		Efecto nulo o insignificante Clasificación: 1	Efecto leve Clasificación: 2	Efecto moderado Clasificación: 3	Efecto grave Clasificación: 4
probabilidad de ocurrencia	Casi seguro Una vez al día Valoración: 5	5	10	15	20
	Probable Una vez a la semana Valoración: 4	4	8	12	16

Moderada Una vez al mes Valoración: 3	3	6	9	12
Poco probable Una vez al año Valoración: 2	2	4	6	8
Rara vez Una vez cada cinco años Valoración 1	1	2	3	4

Fuente: Material de trabajo para "Planes de Seguridad del Agua" para consumo humano.
Davison A., Deere D., 2007.

2.3.2. Medidas de control

Posteriormente se determinarán las medidas de control según el caso que se presente. Según la OMS las medidas de control son disposiciones que se aplicaran al sistema de abastecimiento de agua, para reducir, prevenir o eliminar los riesgos presentes en la evaluación del sistema o puedan llegar a producirse. Estas medidas serán tomadas en cuenta desde el momento de la captación (fuente), planta de tratamiento, sistemas de distribución del agua por tuberías, sistemas comunitarios y domésticos sin distribución por tuberías. Se realizará el monitoreo operativo a cada medida de control existente en el sistema de abastecimiento, basado en observaciones o pruebas sencillas y rápidas o revisión estructural de las instalaciones del sistema; con la finalidad de determinar si dichas medidas funcionan correctamente (OMS, 1993). Las acciones correctivas deben ser específicas y pre-determinadas, donde sea posible, para permitir una acción rápida (OPS, 2006).

La verificación de la calidad físico-química y microbiológica del agua para consumo humano, en adición al monitoreo operacional, es de suma importancia para conocer si el sistema de abastecimiento de agua es eficiente y funciona correctamente, además de asegurar que la entrega de su producto final a los consumidores sea de calidad. Es así como la verificación se convierte en una actividad investigativa cuya finalidad es identificar la eficiencia de las medidas de control y asegurar que dichas medidas contribuyan al control de los peligros, además de optimización de los procesos de tratamiento y distribución del agua (Rojas R., 2006).

2.3.3. Planes de Gestión

Los planes de gestión contienen toda la documentación acerca de la evaluación del sistema (incluyendo diagrama de flujo, peligros y riesgos potenciales, resultado de la

validación), medidas de control del monitoreo operacional, procedimientos de respuestas a emergencias, medidas de apoyo y verificación de la calidad del agua, etc. (Rojas R., 2006). Es importante definir las funciones y responsabilidades de los diferentes actores del sistema de abastecimiento de agua, coordinando así su planificación y gestión (OPS, 2006). Además de documentar todos los aspectos con respecto a la gestión de la calidad del agua, detallar las actividades realizadas y procedimientos. La comunicación es un mecanismo que involucra al consumidor y al proveedor del servicio de agua de bebida, por el cual este último comunica al consumidor la calidad del agua suministrada, aceptando sugerencias y la participación de la comunidad (Torres R., 2006).

2.3.4. Vigilancia de la calidad del agua

Generalmente, la vigilancia de la calidad del agua es efectuada por las autoridades de salud, y está definida como “la continua y vigilante evaluación de la salud pública y la revisión de la inocuidad y aceptabilidad del suministro de agua de bebida”⁴ (Rojas R., 2006). Valorando así el servicio que prestan a la población estos sistemas de abastecimiento de agua, asegurando su calidad según el cumplimiento de la legislación o normativas que deberá cumplir el agua para su distribución y consumo. Mientras que el proveedor del agua es el encargado del control del agua periódico, que suministra a la población, además del monitoreo operativo y que se realicen las practicas adecuadas para garantizar la calidad del agua. La vigilancia de la calidad del agua permite analizar los cambios que pueda presenciar el agua a causa de algún contaminante, identificación de zonas de abastecimiento de riesgo, determinación de calidad del servicio, identificación de medidas correctivas etc. (Rojas R., 2006). Es importante mencionar la diferencia en los conceptos tanto de control de la calidad del agua y vigilancia, conceptos similares y relacionados, pero diferentes en cuanto a la responsabilidad institucional, las áreas geográficas de intervención, frecuencia de muestreo, implementación y aplicación de resultados (Rojas R., 2006). Por lo tanto es importante definir las responsabilidades de cada uno de las instituciones involucradas con el sistema de abastecimiento y control de la calidad del agua.

2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El análisis del agua es una de las herramientas más importantes para monitorear la calidad del agua y garantizar su cumplimiento. Para saber el tipo de tratamiento y la

⁴ Término mencionado en el documento “Marco de seguridad para la calidad del agua de bebida. Lima-Perú 2006.

correcta tecnología de tratamiento que debe utilizarse, deben de ser identificados los contaminantes del agua. Estos pueden dividirse en dos grupos: contaminantes disueltos y sólidos suspendidos.

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y arcilla, son responsables de impurezas visibles. La materia suspendida son partículas muy pequeñas, y pueden ser identificadas turbidez, gusto, color y olor. Los contaminantes disueltos en el agua pueden identificarse y cuantificarse por medio de métodos específicos de laboratorios, según el contaminante presente en el agua (Lenntech Water treatment & purification Holding B.V., 2009).

En lo que respecta a métodos de análisis estandarizados, existen varios métodos internacionales como nacionales. Los métodos más usados son los de la *Serie de calidad del agua* de la ISO; los *Métodos estandarizados para el examen de agua y aguas residuales* de la American Public Health Association de los Estados Unidos; el *Reporte 71* del British Public Health Service y los *Métodos para el análisis químico de agua y residuos* de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Estos métodos determinan los análisis físico-químicos y microbiológicos que debe realizarse al agua, además presentan los parámetros de calidad del agua, la cantidad de muestras de agua a tomarse de acuerdo a la población servida. Algunos de ellos constan en las normas INEN, normas nacionales, 1108 Agua Potable. Los procedimientos operativos para los equipos, su mantenimiento y calibración se basan en los manuales técnicos respectivos.

2.5. FORMAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL SERVICIO

La evaluación de la calidad, cantidad, accesibilidad, cobertura y continuidad del servicio de abastecimiento de agua, es recomendada como parte de la vigilancia y control de la calidad del agua (Rojas R., 2006).

Cantidad

Una de los parámetros para evaluar el servicio es la cantidad de agua distribuida para la población, y se define así como la cantidad de agua recogida en los hogares para uso doméstico y consumo (OPS, 2006). Según la OMS el consumo de agua para bebida es de 2 litros diarios por persona adulta, aunque siempre se consideran factores adicionales como el clima, dieta, actividad, para el determinar el volumen necesario por persona al día (OMS, 2004). Actualmente se ha determinado que se necesita 7,5 litros de agua por

persona día para cubrir con las necesidad en el hogar tanto alimenticias, hidratación, higiene personal, lavado de ropa, etc. Un problema creciente es la disponibilidad de este recurso, a través del tiempo la población va aumentando y el consumo de este recurso igual, y su escasez podría representar un serio problema para el desarrollo de los países.

Calidad

Este término hace referencia a las características y parámetros que debe cumplir el agua para que sea apta para consumo humano. El agua debe encontrarse libre de contaminantes para ser consumida y no sea posible transmisión de enfermedades por esta vía. A pesar de los avances investigativos en este tema, además de la formulación de políticas que controlen la calidad del agua, la mayoría de los países de América Latina presentan problemas referentes a este tema. Sea por las deficientes técnicas de operación y mantenimiento que se les dan a los servicios de abastecimiento de agua, o al poco interés de las autoridades de gobierno por formular planes de seguridad del agua y vigilancia de la autoridad competente (Giraldo B., 2004).

Cobertura

La cobertura del agua identifica cuanta población tiene acceso al agua potable y en qué condiciones llega está a su hogar. Nadie tiene que ser excluido de este servicio, sin embargo gran porcentaje de la población rural no cuenta con este servicio y viven en condiciones de pobreza e insalubridad por tener que consumir agua de pésima calidad (Giraldo B., 2004).

Continuidad

Este término hace referencia a la forma continua y permanente en la que debería llegar el servicio de agua hacia la población. Da a conocer si hay agua a disposición todo el tiempo o conocer el número de horas con y sin provisión de agua. Se debería contar con un suministro de agua las 24 horas del día, es lo más recomendado puesto que si el servicio es intermitente puede ocasionar inconvenientes en la calidad del agua generando problemas de contaminación de las redes de distribución etc. (Giraldo B., 2004).

Costo

El costo que representa el consumir un agua de buena calidad está determinado por el tratamiento, mantenimiento, reparaciones de las instalaciones, redes de distribución, así como, gastos administrativos que exige este servicio. Cabe mencionar que el agua es un bien que no tienen precio, más si el servicio que nos proporcionan las empresas al

entregarnos agua de buena calidad ya sea para uso doméstico, higiene personal, aguas embotelladas etc. (Giraldo B., 2004).

Cultura Hídrica

La cultura hídrica representa las costumbres, valores y actitudes que tienen los habitantes con respecto al agua, su conservación, importancia del recurso, y las acciones necesarias para obtenerla, tratarla, distribuirla, cuidarla y reutilizarla. Estos parámetros definen un agua segura de buena calidad; libre de contaminantes; y aseguran la calidad del servicio de parte de los abastecedores de agua (Giraldo B., 2004).

2.6. REVISION DE NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El asegurar un agua para consumo humano de buena calidad es un requisito para toda la población y prioridad para evitar posibles enfermedades; siendo el caso de no cumplir con los límites permisibles de calidad (características microbiológicas, físicas y químicas) y los tratamientos de potabilización del agua. Una norma es “una regla o principio que una autoridad considera, por consentimiento general, como una base de comparación en cuanto a calidad” (Solsona F., 2002). Por lo tanto una norma señala los niveles máximos de sustancias que la ley permita para garantizar que el agua no sea perjudicial para la salud de la población.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha realizado una serie de publicaciones “Guías para la calidad del agua de consumo humano 1984 primera edición”, que remplazará las normas internacionales de Agua potable de 1971. La primera publicación de la OMS sobre calidad del agua potable se realizó en 1958 como normas internacionales para el agua potable. Debido a investigaciones cada vez más continua en la calidad del agua, se publicaron volúmenes que describen criterios y métodos para la elaboración de análisis microbiológicos, químicos y contaminantes radiológicos considerados. El volumen 2 de guías hace referencia a criterios de salud y riesgo para la salud en caso de presentar las aguas contaminantes. El volumen 3 sobre vigilancia y control de la comunidad se ocupa específicamente de las pequeñas fuentes en comunidades, sobre todo los de las zonas rurales de los países en desarrollo. Es así como la OMS ha determinado los niveles mínimos y los métodos de análisis recomendados, exenta de organismos, de tóxicos y de actividad radiológica (OMS, 2004) Así mismos las guías para la calidad del agua potable sirven de base para la elaboración de la normativa para las aguas envasadas.

A nivel internacional la Comisión del Codex Alimentarius⁵ (CAC) de la OMS y la (FAO)⁶ han determinado el marco para la regulación del agua envasada, elaborando normativas para el agua envasada minerales y naturales:

- *Norma Codex para las aguas minerales naturales 1 CODEX STAN 108-1981.*
- Norma General para las aguas potables embotelladas/envasadas CODEX STAN 227-2001.
- Código de prácticas de higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas 13 CAC/RCP 48-2001. Las normas describen el producto y sus parámetros de composición y calidad, establece límites para determinadas sustancias químicas, envasado y el etiquetado.

La Unión Europea ha elaborado normas o directivas relativas a la calidad del agua destinadas al consumo con el objeto de proteger la salud de las personas de enfermedades provenientes de una posible contaminación del agua, garantizando así su salubridad y limpieza (Directiva 98/83/CE del Consejo de la Unión Europea, 1998). Se han venido creando nuevas directivas conforme al agua potable, la primera directiva de Aguas de Superficie se elaboró en 1975 y en base a esta se han creado directivas con respecto a la calidad de agua y su uso (Truque P., 2005).

- En 1980 la directiva Agua Potable con respecto a su uso y tipo.
- En 1991 sobre tratamiento de aguas residuales y nitratos
- En 1998 directiva sobre *Calidad de Agua para el Consumo Humano*, la cual integra tanto los valores límites de emisión, como los objetivos de la calidad del agua. Esta directiva es aplicada a las aguas suministradas a través de una red de distribución hacia la población, cisternas, aguas embotelladas, y aguas utilizadas por industrias alimentarias.

Los Estados miembros deberán establecer medias de control para garantizar la calidad de agua destinada al consumo humano según los estándares europeos de calidad del

⁵La Comisión del Codex Alimentarius es un órgano intergubernamental con más de 170 miembros en el marco del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias establecido por la Organización de las Naciones Unidas, que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

⁶La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación conduce las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Además, la FAO trabaja para garantizar la inocuidad de los alimentos, y para que todos tengan una alimentación equilibrada que ofrezca una nutrición correcta. La Organización ayuda a los países en desarrollo y a los países en transición a modernizar y mejorar sus actividades agrícolas, forestales y pesqueras, con el fin de asegurar una buena nutrición para todos.

agua, lo que verificara la eficacia de los tratamientos que se les da al agua para que esta sea de una excelente calidad. Velarán además, por que se tomen medidas correctivas para restablecer su calidad, sea el caso de alguna contaminación del agua y no se cumplan con los parámetros establecidos. Cada Estado miembro podrá establecer directrices para orientar a las autoridades competentes el cumplimiento de sus obligaciones. (Directiva 98/83/CE del Consejo de la Unión Europea, 1998).

En cuanto a la normativa y legislación con respecto a la calidad del agua para consumo humano; los países de Latinoamérica han establecido normas nacionales utilizando como lineamientos metodológicos las Guías de la OMS para la Calidad del Agua Potable. La OMS se ha encargado de concentrar y establecer las pautas para creación de políticas y normas con respecto a los parámetros que debe cumplir el agua, las mismas que han sido adoptadas por algunos países de Latinoamérica, voluntariamente, para establecer normas que pueden ser iguales o no que las recomendadas por la OMS (Truque P., 2005). Los países cuya normativa de calidad de agua está vigente en cada país y tomaron como referencia los lineamientos y estándares recomendados por la OMS son: Republica Dominicana, Uruguay, México, Argentina, Venezuela, Costa Rica, Bolivia, El Salvador, Brasil, Canadá, Panamá, Perú, Estados Unidos , Guatemala, Chile, Honduras, Ecuador, Nicaragua, Paraguay.

El objetivo de las normativas que rigen en el Ecuador referente a calidad del agua para ser bebida es el de garantizar al consumidor un agua óptima que cumpla los estándares establecidos de calidad, y llevar cierto control sobre los sistemas de agua públicos y privados a nivel nacional. Con frecuencia, las normas sobre calidad del agua no han sido adaptadas a las condiciones y limitaciones locales, y en algunos casos no existen normativas a nivel local sobre este tema ni control alguno de los sistemas de abastecimiento de agua. En el Ecuador la primera reglamentación sobre gestión del agua, entró en vigencia en el año 1992. Las presentes normas de calidad de agua potable para consumo humano hacen referencia a la normativa nacional vigente por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); contenida en:

- La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1-108:2006 "Agua Potable", esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable de consumo humano y para los respectivos sistemas de abastecimientos de agua públicos y privados (envasadoras, Juntas Administradoras de Agua Potable, empresa de agua potable, tanqueros, etc.). Hace referencia exclusivamente a todas las aguas, para

beber, cocinar, preparar alimentos, en general usos domésticos, independiente de su distribución por la red, y botellas envasadas. No toma en cuenta las aguas utilizadas por empresas alimentarias, para fines de comercialización, tratamientos conservación de productos destinados al consumo humano, a pesar de que la calidad del agua puede afectar el producto final alimenticio.

- La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1882:92 "Agua de mesa". Es importante mencionar que esta normativa no distingue las aguas minerales de las aguas sin gas, pero si hacen esta diferenciación las normas internacionales como la CAC, OMS.
- La Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial No. 245 de 30 Julio de 1999), establece los principios básicos y directrices de la política ambiental.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), (Registro Oficial No 623. 22 de julio del 2002) en el Libro VI de la Calidad Ambiental, establece el alcance de los estudios de impacto ambiental y normas de calidad ambiental (descarga de efluentes, recurso agua). Esta normativa hace una diferenciación por los usos que se le da al agua, y clasifica así, al agua para consumo humano y uso doméstico como aquella que se emplea en actividades como bebida, doméstica, uso personal de higiene, limpieza, fabricación o procesamientos alimenticios en general. Esta legislación está muy acorde con la directivas planteadas por la Unión Europea y sus lineamientos han servido de referencia para la creación de legislación en países como Ecuador y otros de Latinoamérica.
- Ley la Codificación de la Ley de Aguas regula el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.
- La Ley Orgánica de Salud señala que es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y, promocionar espacios y ambientes saludables, en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes. El Ministerio de Salud Pública cumple el rol de autoridad para la vigilancia de la calidad del agua.

Es importante mencionar que por lo general los países de Latinoamérica se han regido a guías y normativas creadas por organismos pertenecientes a los Estados Unidos, OMS,

FAO etc. Estos lineamientos han servido de referencia para la elaboración de legislación relativos a la calidad del agua para consumo humano.

En el cantón Esmeraldas no existe una ordenanza o normativa que regule y controle a los distintos abastecedores de agua para consumo, es así como, la Ilustre Municipalidad de Esmeraldas ha determinado como prioridad generar una ordenanza para el control de la calidad del agua que se consume y distribuye en el cantón. Una vez que se establezcan las normas, es esencial controlar su aplicabilidad para asegurar la calidad del agua para consumo humano.

CAPÍTULO III.

3. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTÓN ESMERALDAS.

3.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1.1. Área de Estudio

El estudio se realizó en el cantón Esmeraldas área urbana y las comunidades del sector rural de las 8 parroquias pertenecientes a dicho cantón. El cantón está ubicado en la desembocadura del río Esmeraldas, limita al Norte, con el Océano Pacífico; al Sur, con el cantón Quininde; al Este, con el cantón Atacames y al Oeste, con el cantón Río Verde. La ciudad de Esmeraldas está conformada por 5 parroquias urbanas: Bartolomé Ruiz, 5 de Agosto, Esmeraldas, Luis Tello y Simón Plata Torres; y ocho parroquias rurales: Camarones, Carlos Concha, Chinca, Majua, San Mateo, Tabiazo, Tachina y Vuelta Larga (Ver mapa 1 y mapa 2).

La temperatura media anual fluctúa entre 26 y 27 ° y la precipitación media anual que va entre los 700 y 1000 milímetros (GEO Esmeraldas Perspectivas del Medio Ambiente Urbano, 2005).

Figura 1. Ubicación y Límites del Cantón Esmeraldas



Elaboración Propia

La población total en el cantón Esmeraldas según datos del censo Nacional de Población y vivienda 2001 es de 157.792 habitantes, lo que significa el 41% de la población total de la provincia. La población urbana es mayor a la rural y llega a 95.567 habitantes, y la población rural en las ocho parroquias es de 61.225 habitantes, el resto de cantones de la provincia de Esmeraldas tienen una población en su mayoría rural (INEC, Censo 2001).

Tabla 6. Población Urbana y Rural del cantón Esmeraldas, provincia Esmeraldas.

País, Provincia, Cantón	Población
Cantón Esmeraldas	157.792 habitantes
Esmeraldas	95.567 habitantes
Parroquias rurales	61.225 habitantes
Camarones	2.577 habitantes
Carlos Concha	1.894 habitantes
Chinca	4.416 habitantes
Majua	1.939 habitantes
San Mateo	4.194 habitantes
Tabiazo	2.699 habitantes
Tachina	3.119 habitantes
Vuelta Larga	40.187 habitantes

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), 2001.

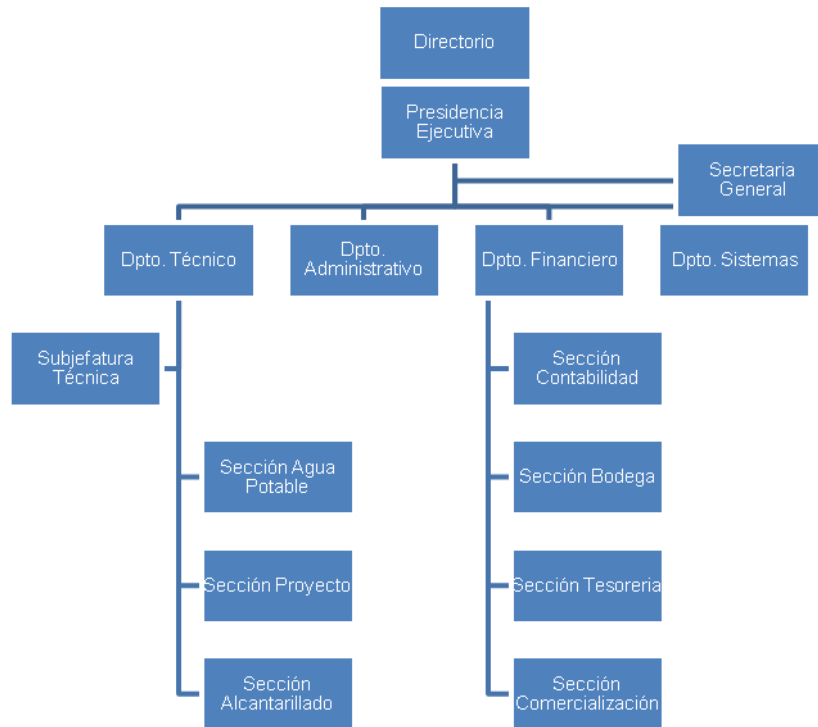
3.1.2. Sistemas de abastecimiento de agua potable

3.1.2.1. Empresa de Agua Potable y Alcantarillado San Mateo

El Cantón cuenta con varios mecanismos que le proveen de agua a la población, el principal mecanismo de abastecimiento de agua por la amplitud de la cobertura es el sistema de agua potable manejado por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EAPA) San Mateo, teniendo a su cargo la administración del sistema de abastecimiento del agua en forma descentralizada. Su cobertura incluye varios cantones y ciudades aledañas como Tonsupa, Tonchigue, Atacames y Río Verde (EAPA San Mateo, 2003).

La empresa se encuentra estructurada institucionalmente por un Directorio coordinado por el Presidente Ejecutivo y sus 4 departamentos: Técnico, Administrativo, Financiero y de Sistema.

Tabla 7. Organigrama Estructural de la Empresa de Agua Potable San Mateo.



Fuente: EAPA San Mateo, 2003.

Captación y Tratamiento del agua cruda

EAPA San Mateo se abastece de agua cruda que proviene del río Esmeraldas mediante obras de captación que se realizan en el mismo lecho del río, en la cota 0.0 m.s.n.m. y se caracteriza por tener una superficie de cemento con una inclinación a la entrada para que se queden ciertos sedimentos que contiene el agua del río al momento de su captación. Pasa posteriormente por un sistema de rejillas, cámaras y pozos de bombeo para detener basura y helechos para finalmente trasportar el agua por una tubería de acero hasta llegar a las lagunas de reserva o pre sedimentación; situadas a 1 km aproximadamente de la captación. Aquí el agua en reposo permite el asentamiento del sedimento, para a continuación aplicar al agua cloro gaseoso en la etapa de clorificación. Para eliminar del agua del río el exceso de color y turbidez se aplica una dosificación de sulfato de aluminio de acuerdo a los niveles de color que presente el agua del río. El agua con la dosificación de químicos es llevada a 3 piscinas, cada una, provistas de 4 floculadores que se encargan de mezclar los químicos aplicados junto con el agua. La floculación, es la acumulación de impurezas en el agua por acción del sulfato de aluminio, el cual aumenta el volumen, peso y cohesión de tales impurezas, y es conducida a la unidad de sedimentación. Existen 6 filtros que se encargan de atrapar los sólidos que no han sido removidos en las etapas anteriores, estos filtros se componen de arena, carbón activado

y gravas. Finalmente la post cloración es la última etapa de desinfección a la que es sometida el agua del río, para ello el agua filtrada es llevada a los cárcamos o reservorios de paso donde se le aplica una última dosis de cloro gaseoso dejando el agua totalmente desinfectada y apta para consumo humano, produciéndose actualmente 880 litros/segundos para ser distribuida a la población (EAPA, 1987).

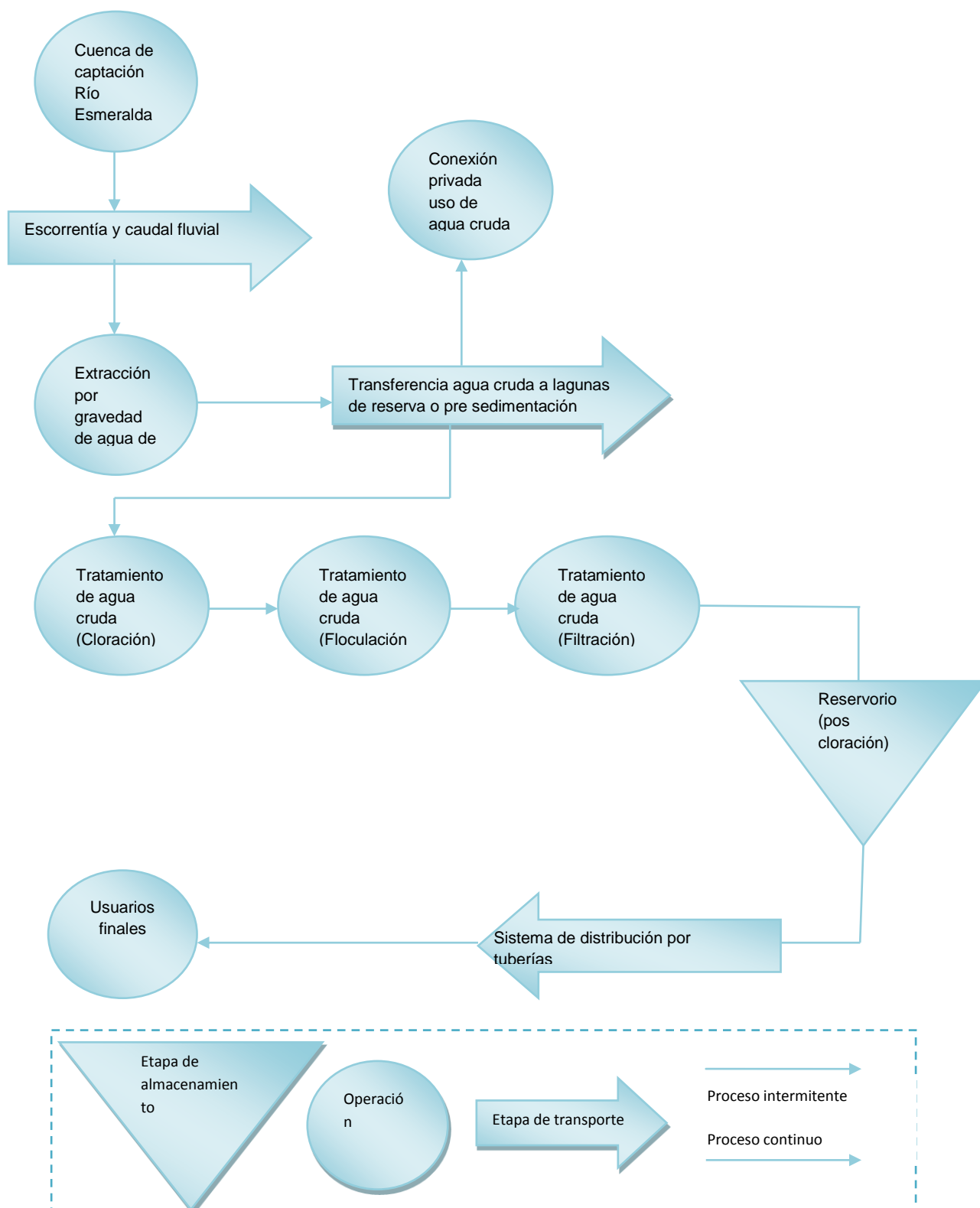
El agua tratada se dirige a un tanque situado en las lomas cercanas a la planta y cae por gravedad hacia los distintos reservorios que se encuentran ubicados estratégicamente en toda la ciudad, 11 tanques en la ciudad de Esmeraldas ver tabla 8, por la tubería de 1,2 m (Figura 2). Cada tanque de reserva se encarga de abastecer de agua potable a varios sectores de la ciudad. EAPA San Mateo ha identificado 12 sectores dentro del área urbana, los cuales son abastecidos por los diferentes reservorios de agua potable a través de un sistema de redes, ver mapa 3. (CETI S.A., 2001).

Tabla 8. Tanques de almacenamiento distribuidos en el cantón Esmeraldas (EAPA San Mateo).

No	Ubicación del tanque	Capacidad (m3)
1	Aire Libre	2500
2	Santa Cruz	2500
3	Guacharaca	1000
4	Barrio Chone 2 tanques (uno actualmente fuera de servicio)	500
5	Barrio Obrero (15 de Marzo)	2500
6	Los Marginados	2500
8	Buen Pastor	300
9	Betania	2500
10	Tolita 2 tanques	600

Fuente: CETI S.A. 2001.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso del sistema de abastecimiento de agua cantón Esmeraldas



Fuente: Diagrama de flujo, adaptado del Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo (Bartram J., et. Al. 2009).

3.1.2.1.1. Control de calidad de producción de agua potable

EAPA San Mateo cuenta en sus instalaciones con un laboratorio de control de calidad donde se realizan los análisis del agua en todos sus procesos. La empresa posee personal capacitado para los análisis del agua. Cada 2 horas se toman muestra de agua cruda, sedimentada y filtrada, con la finalidad de determinar turbiedad, temperatura, pH, color, alcalinidad, y se encuentra dentro de los límites permisibles, además se controla la dosificación de sulfato de cobre, sulfato de aluminio, cal, cloro en la pre y poscloración, y también se monitorea el caudal de entrada de agua a la planta. Diariamente se realizan análisis de agua fisicoquímico y bacteriológico al agua cruda y tratada (EAPA, 2003). Los ensayos que se le realizan al agua, están dados por los requisitos que tiene que cumplir el agua para considerársela como potable, y que constan en la norma INEN 1108 Agua Potable.

Los ensayos y pruebas de laboratorio que se realizan constan en el libro titulado "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water" preparado y publicado por la "American Water Works Association", así como también algunos de ellos constan en las normas INEN (EAPA, 2003).

3.1.2.1.2. Costo del agua potable

La empresa de agua potable San Mateo cubre aproximadamente un total de 42.000 abonados en los tres cantones (Atacames, Esmeraldas y Rioverde), de los cuales 35.000 son clientes activos, es decir, son clientes que actualmente la empresa factura por el servicio (Departamento Financiero, 2010). El pago del servicio de agua es diferenciado, la empresa ha establecido las siguientes categorías de consumo:

- Categoría residencial corresponde aquellos clientes que utilizan agua a fin de satisfacer sus necesidades domésticas dentro de sus viviendas individuales o colectivas. El valor que ha sido asignado a esta categoría por metro cúbico es de 36 centavos de dólar con un consumo mínimo de 0 a 15 m³.
- Categoría Comercial (pensiones, bares, fuentes de soda, salas de espectáculos, estaciones de servicios, piscinas públicas y privadas, frigoríficos, salas de belleza, oficinas, centros educativos particulares etc. El valor que ha sido asignado a esta categoría por metro cúbico es de 50 centavos de dólar con un consumo mínimo de 0 a 30 m³.

- Categoría industrial corresponde edificios o locales destinados a industrias que utilicen o no el agua como materia prima. El valor correspondiente al metro cúbico designado por la EAPA San Mateo es de 65 centavos de dólar.
- La categoría de beneficencia cantonal donde están consideradas las instituciones con finalidad social y pública, establecimientos educacionales, pre primario, primario gratuito. Los abonados que pertenecen a esta categoría deberán el valor de 18 centavos de dólar.
- La categoría fija que corresponde a los domicilios y sectores de uso común donde no se instale medidor, quienes pagarán un valor de 36 centavos de dólar mensualmente por cada llave instalada, consumo mínimo dentro de esta categoría 20 m3. EAPA San Mateo tiene una tarifa de alcantarillado sanitario que corresponde al 15% de la tarifa de agua.

Tabla 9. Categorías de pago según EAPA San Mateo.

CATEGORIA	PROMEDIO	TARIFA
Categoría Residencial	De 0 a 15 m3	36 centavos de dólar
Categoría Comercial	De 0 a 30 m3	50 centavos de dólar
Categoría Industrial	45 m3	65 centavos de dólar
Categoría Beneficencia	45 m3 mínimo	18 centavos de dólar
Tarifa Fija	20 m3	36 centavos de dólar

Fuente: EAPA San Mateo, 2003

3.1.2.1.3. Cobertura de agua potable

La empresa ha dividido a sus clientes en tres categorías: clientes factibles, potenciales y reales.

- Los clientes factibles están registrados dentro del sistema de facturación de la empresa, contando con el servicio de agua potable y su predio está registrado legalmente.
- Los clientes potenciales son aquellos a los que se les ha asignado un predio y cuentan con el servicio de abastecimiento de agua pero no están registrados dentro del sistema (conexiones ilegales).
- Los clientes reales son aquellos cuyos predios están registrados en el Municipio pero no cuentan con conexión de agua potable.

Para el proceso de medición del consumo de agua potable se consideran solo los clientes que disponen de conexiones de agua potable y alcantarillado en sus viviendas y han sido registrados como clientes de la empresa.

La toma de lectura de los medidores se hace de forma mensual, y de acuerdo al sistema cíclico que ha implementado la empresa con la finalidad de administrar los procesos comerciales de medición y facturación. Los ciclos de facturación es la división de sectores, rutas y manzanas, en las cuales el personal de campo tomara las lecturas de los medidores de dichos sectores en un tiempo determinado y son remitidas al Departamento de Comercialización para su revisión y procesamiento de las planillas de consumo correspondiente al mes. Las parroquias urbanas corresponden a los ciclos de facturación del 1 al 7 con sus respectivos sectores: (Ver mapa 4).

El primer ciclo cubre el sector norte que comprende las calles Las Palmas, Av. Guayaquil, calle Espejo, incluye el tanque N° 5 y Santa Cruz. La población a la que se factura es de aproximadamente 5.228 abonados de los cuales 3.475 son conexiones a través de medidores y 1.753 conexiones directas. El segundo ciclo comprende desde el tanque Betania, calle Santas Vainas, calle Ramírez, calle Octava, calle San José Obrero. La población a la que se factura es 3.444 abonados de los cuales 2.448 son conexiones a través de medidores y 996 conexiones directas. El tercer ciclo cubre el sector que comprende la Av. Guayaquil, calle Espejo, calle Mejía, calle Río Santiago (Santas Vainas). La población a la que se factura es 2.527 abonados de los cuales 2.225 son conexiones a través de medidores y 302 conexiones directas. El cuarto ciclo comprende la calle Mejía, Pedro Vicente Maldonado, calle El Oro, calle Ramírez, calle Octava, calle San José Obrero, Lomas. La población a la que se factura es 2.692 abonados de los cuales 2.379 son conexiones a través de medidores y 313 conexiones directas. El quinto ciclo comprende los límites de la Av. Guayaquil (Pedro Vicente Maldonado), riveras del Río Esmeraldas. La población a la que se factura es 1.941 abonados de los cuales 488 son conexiones a través de medidores y 1.453 conexiones directas. En este sector las tarifas son fijas. El sexto ciclo comprende la Av. Simón Plata Torres, Av. Jaime Hurtado, Barrios Codesa, Propicias, 24 de Mayo, 15 de Marzo, La Concordia, Los Tulipanes, La Victoria, Urb. Julio Estupiñan Tello, Lucha de los Pobres, la cárcel de varones, antigua vía Atacames. La población a la que se factura es 4.946 abonados de los cuales 3.160 son conexiones a través de medidores y 3.222 conexiones directas. Por último el séptimo ciclo incluye desde la Tolita 1 Y 2, todo San Rafael, Vuelta Larga y Parroquia Simón Plata Torres, hasta el límite con Atacames. La población a la que se factura es 463 abonados

de los cuales 157 son conexiones a través de medidores y 306 conexiones directas (Departamento de comercialización EAPA San Mateo, 2010).

Tabla 10. Ciclos de medición correspondientes a los diferentes sectores urbanos y cobertura.

N.-	DESCRIPCION	SECTORES	AREA TOTAL Has	AREA SIN CUBERTURA (Has)	% SIN COBERTURA	% CON COBERTURA PONDERADO
1	ZONA NORTE .- LIMITES.- LAS PALMAS, AV. GUAYAQUIL (MALECON), CALLE SPEJO Y LOMAS).- INCLUYE EL TANQUE No.- 5', Y SANTA CRUZ	4,6,8,	274,77	0,56	0,20%	12,99%
2	LIMITES.- TANQUE BETHANIA , CALLE RIO SANTIAGO (SANTAS VAINAS), CALLE RAMIREZ, CALLE OCTAVA, CALLE SAN JOSE OBRERO, LOMAS.	16,20,22	192,15	3,70	1,93%	8,93%
3	LIMITES.- AV. GUAYAQUIL, CALLE ESPEJO, CALLE MEJIA, CALLE RIO SANTIAGO (SANTAS VAINAS).	14	81,04	3,60	4,44%	3,60%
4	LIMITES.-, CALLE MEJIA, PEDRO VICENTE MALDONADO, CALLE EL ORO, CALLE RAMIREZ, CALLE OCTAVA, CALLE SAN JOSE OBRERO, LOMAS	18	87,62	0,64	0,73%	4,12%
5	LIMITES.- AV. GUAYAQUIL(PEDRO VICENTE MALDONADO), RIBERAS DEL RIO ESMERALDAS,	2,10,12	166,51	1,36	0,82%	7,82%
6	COMPRENDE.- AV. SIMON PLATA TORRES, AV. JAIME HURATADO, BARRIOS CODESA, PROPICIAS, 24 DE MAYO, 15 DE MARZO, LA CONCORDIA, LOR TULIPLANES, LA VICTORIA, URB. JULIO ESTUPIÑAN TELLO, LUCHA D E LOS POBRES, LA CARCEL DE VARONES, ANTIGUA VIA A ATACAMES.	24,26,28,30	650,92	13,30	2,04%	30,21%
7	INCLUYE .- DESDE LA TOLITA 1 Y 2, TODO SAN RAFAEL, VUELTA LARGA Y PARROQUIA SIMON PLATA TORRES, HASTA EL LIMITE CON ATACAMES.	32,34,36	657,88	67,92	10,32%	27,95%
			2110,89	91,08	20,49%	95,69%

Fuente: EAPA San Mateo - Departamento de redes y alcantarillado, 2010.

3.1.2.1.4. Frecuencia

En cuanto a la frecuencia de abastecimiento de agua potable por la empresa, los sectores que tienen agua potable todos los días las 24 horas son los sectores Centro Alto y Centro Bajo, sector 15 de Marzo y La Tolita. Los demás sectores son abastecidos de agua con una frecuencia intermitente, no todos los días de la semana y en el día pocas horas (Departamento de redes y alcantarillado, 2010). La tabla N° 11 presenta la frecuencia con la que son abastecidos los diferentes sectores del área urbana. Es importante señalar que para determinar la frecuencia se ha tomado en consideración los tanques de reserva de agua y los diferentes sectores, que cada uno de los reservorios abastece (Ver mapa 5).

Tabla 11. Tanque de reserva y sectores abastecidos por EAPA San Mateo del cantón Esmeraldas.

Nombre de la red	Reserva que alimenta la red	Descripción del sector servido	Descripción del sector servido
Sector sur Alto de Esmeraldas	La Guacharaca	Barrio de Santas Vainas, hasta la calle del Centro de Rehabilitación	Lunes, miércoles y viernes. De 7a.m. -6 p.m.
Sector sur Bajo de Esmeraldas	Aire Libre o Minas de Gatazo	Zona sur (baja) de la ciudad desde el Cabezón hasta la calle Juan Montalvo	Todos los días. De 6 a.m. -8 p.m.
Sector centro Alto de Esmeraldas	Tanque Betania	Barrios de Santas Vainas Alto, Santa Cruz Alto, 26 de Junio, Barrio Chone, Nuevos Horizontes, Calle 24 de Mayo.	Todos los días. Las 24 horas
Sector centro Baja de Esmeraldas	Sector Santa Cruz	Calle Juan Montalvo hasta la calle 24 de Mayo, incluye el sector de la isla piedad-El Pampillon.	Todos los días. Las 24 horas
Sector Norte de Esmeraldas	Tanque 4 prima o Barrio Chone (uno actualmente fuera de servicio).	Calle 24 de Mayo hasta las Palmas.	Lunes, miércoles, jueves, viernes y domingo. De 8 a.m. - 6 p.m.
Sector Zona de Expansión de Esmeraldas	Tanque 15 de marzo o número 5	Barrios 15 de Marzo, CODESA, Rivera Rio Esmeraldas, La Victoria, Estupiñan, San Rafael, La Florida.	Todos los días. Las 24 horas
Sector La Tolita	Dos Tanques	Tolita 1 y Tolita 2	Todos los días. Las 24 horas
Sector Los Marginados	Tanques los Marginados	San Rafael.	Jueves y sábado De 6 a.m. - 6 p.m.
Sector Buen Pastor	Tanque Buen Pastor		Jueves y sábado De 6 a.m. - 6 p.m.

Fuente: Departamento de redes y alcantarillado, 2010.

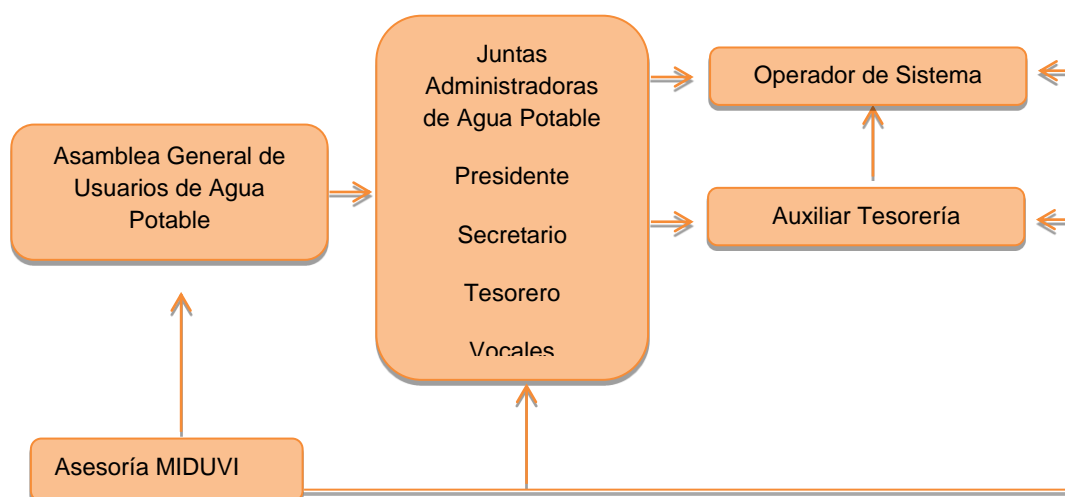
3.1.2.2. Juntas Administradoras de Agua Potable

El agua en las comunidades es un factor determinante para la transmisión de enfermedades de origen hídrico, por este motivo es importante asegurar un agua de buena calidad para asegurar la salud de la población y crear ambientes saludables en general.

Las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP) juegan un papel importante en lo que respecta al servicio de agua a nivel rural/comunitario, velan por el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento descentralizados de agua potable que funcionan en las comunidades, siendo los responsables de coordinar el mantenimiento del sistema y cobro de la tasa de consumo por familia (Ley Reglamento de Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado, 1979).

El siguiente organigrama presenta la estructura institucional que presentan las JAAP.

Figura 3. Organigrama de Juntas Administradoras de Agua Potable.



Fuente: Diagnóstico participativo del cantón Esmeraldas, 2009.

A nivel parroquial; en el cantón Esmeraldas existen 16 Juntas Administradoras de Agua Potable en las comunidades de Carlos Concha, Bellavista, Chafllu, Chigue, Chinca, Cotopaxi, Taquigue, Tabiazo, Tigre, Tachina, Bolivar, Majua, Isla San Juan, Las Minas, Tatica y Zapallo (Ver mapa 6).

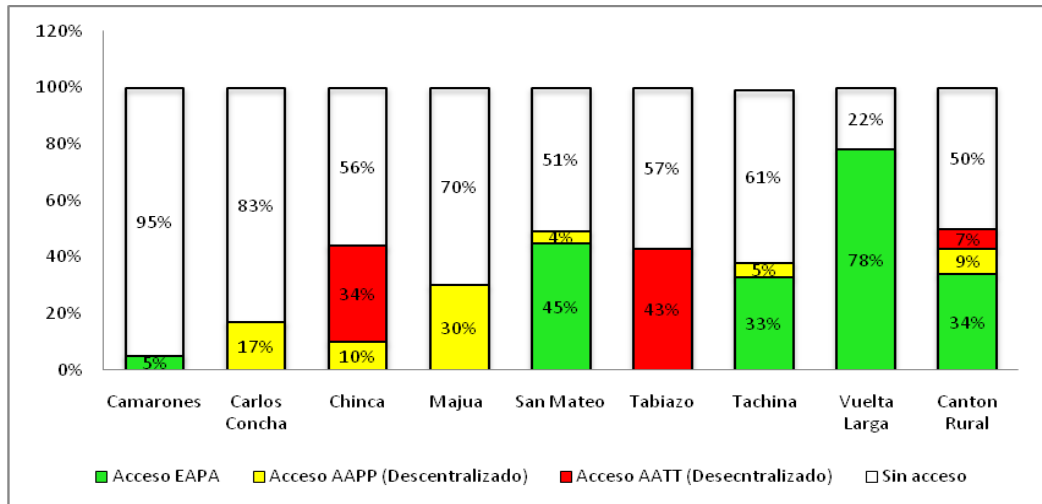
En total 10 comunidades (8,57% de las familias) poseen un sistema descentralizado de agua potable, la parroquia Chinca posee 6 JAAP en las comunidades de Taquigua, Chafllu, Bellavista, Chinca, Chigue, Cotopaxi. La parroquia Carlos Concha en su cabecera parroquial posee 1 junta de agua. En la parroquia San Mateo las comunidades de Timbre,

Minas y Zapallo poseen cada una juntas administradoras de agua. Estos sistemas cuentan con un pozo comunitario; una estación de bombeo; una planta potabilizadora (tratamiento físico-químico y bacteriológico); un tanque reservorio y una red de distribución o llave comunitaria. El pago de la tasa es generalmente de 1 dólar mensual para sistemas con llave comunitaria y de 2 hasta 5 dólares mensuales para sistemas con red de distribución final, cobrando una tasa mínima por familia sin considerar la cantidad de consumo por la falta de medidores. El mantenimiento de estos sistemas es costoso y requieren de personal capacitado para su administración.

Las comunidades rurales generalmente pueden presentar varios sistemas de abastecimiento de agua, que funcionan en su mayoría a través de sistema de red domiciliaria, aunque en ciertas ocasiones pueden funcionar por conexiones de llave comunitaria. Estos sistemas están divididos en: servicio centralizado de agua potable, servicio descentralizado de agua potable, servicio descentralizado de agua entubada, otro tipo de servicio (tanqueros, fuentes naturales), y no contar con el servicio.

Estudios realizados por parte del programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas (SYMAE), el 33,82% de las familias (18 comunidades) rurales cuentan con el servicio centralizado de EAPA San Mateo (principalmente las parroquias Vuelta Larga, Tachina, Camarones-cabecera parroquial y San Mateo. El pago de este servicio se lo hace directamente a la empresa de agua potable. Por último, el 50,23% de las familias correspondiente a 96 comunidades no cuentan con servicio de agua. Para alimentación y consumo humano, estas familias se ven obligadas a comprar galones de agua para satisfacer necesidades básicas, además de depender de pozos domiciliarios, ríos, esteros o vertientes corriendo un gran riesgo de contraer enfermedades perjudiciales a la salud, por el grado de contaminación que presentan dichas fuentes. Las parroquias con menor acceso a servicio de agua potable son: Carlos Concha, Camarones y Tachina (Diagnóstico participativo del cantón Esmeraldas, 2009).

Figura 4. Acceso a los diferentes sistemas de agua en las comunidades de las 8 parroquias rurales del cantón Esmeraldas.



Fuente Diagnostico Participativo del cantón Esmeraldas, 2009.

3.1.2.3. Aguas envasadas

Este tipo de agua es comercializada por una serie de empresas privadas, las mismas que cuentan con diferentes características en cuanto a su capacidad de envasado, infraestructura y organización. Actualmente el cantón presenta registrada 6 envasadoras de agua que son certificadas por la Dirección Provincial de Salud: Que Rica, Agua Fina, Agua Esmeraldas, Agua Capri, Buen agua, Agua Crisol. En su mayoría los procesos de tratamiento de agua de las envasadoras son los mismos y están divididos en las siguientes etapas: etapa de captación del agua, en este caso las envasadoras; toman la materia prima del grifo, se procede al almacenamiento temporal del agua en un tanque con el propósito de regular las necesidades del proceso industrial de envasado. Los tratamientos físico-químicos necesarios para su potabilidad final, tales como: decantación, filtración, cloración, ozonización. Y por último el envasado con el propósito de que llegue al consumidor.

Figura 5. Proceso de producción del agua envasada.



Elaboración propia

En el cantón también se comercializa agua envasada por empresas establecidas en otros cantones y provincias, estas aguas también deberán someterse y aprobar el proceso de control de calidad, en equidad con las que se expenden y son producidas a nivel local, para lo cual se realizará un levantamiento de información referente a las comercializadoras de este tipo de aguas, como herramienta para el diseño de un plan de muestreo, en relación al volumen/cantidad de botellas de agua que serán introducidas dentro del Cantón.

3.1.3. Propuesta de Control de calidad del agua potable en el cantón Esmeraldas elaborada y realizada por el programa de Salud y Medio Ambiente Esmeraldas (SYMAE) y el Instituto Nacional de Higiene (INH).

El objetivo general del Programa temporal de Salud y Medio Ambiente Esmeraldas (SYMAE) fue el de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población del Cantón, a través del control de las enfermedades tropicales, de transmisión sexual especialmente VIH SIDA y enfermedades conexas a las condiciones sanitario ambiental de la población del Cantón Esmeraldas.

Las estrategias del programa se basan en una visión integral de la salud, la participación social, la interculturalidad, la equidad social, el enfoque de género y transparencia. El programa provee también mecanismos de cooperación triangular con un país de la región con peritaje específico en los temas de intervención.

En este marco el programa pretende lograr los siguientes resultados:

- Fortalecimiento de la capacidad de gestión de los actores locales.
- Organización de la Red Interinstitucional de Servicios de Salud pública-privada.
- Mejoramiento del Medio Ambiente mediante la optimización de la gestión de desechos sólidos y hospitalarios, obras de agua y alcantarillado, fortalecimiento de la participación social en la problemática de la salud y del medio ambiente.

Dentro estas políticas de trabajo el SYMAE, priorizó trabajar y fortalecer a las instituciones encargadas del aseguramiento de la calidad de agua, que se distribuye en el cantón Esmeraldas. Para lo cual inicio con las siguientes actividades, en coordinación con el Municipio de Esmeraldas y el Instituto Nacional de Higiene (INH).

3.1.3.1. Planificación de toma de muestras.

Tamaño y frecuencias de la muestra

Para definir el tamaño de la muestra el SYMAE considero tres ámbitos de análisis. El primero corresponde al análisis antes del proceso, es decir, se analizará la fuente de donde se toma el agua para potabilizarla, esto significa muestrear el río en las zonas circundantes a la toma. El segundo corresponde al análisis después del proceso de potabilización, es decir, en los tanques de almacenamiento. El tercer ámbito es en su distribución, lo que significa que se muestreará aleatoriamente en cada domicilio siguiendo los procedimientos establecidos por el INH (Ver Anexo 1).

La asignación del número de muestras toma en cuenta las características de la planta de tratamiento, población abastecida, riesgos de contaminación y complejidad del sistema.

Se estableció 4 sitios de muestreo a lo largo del río Esmeraldas y 2 sitios de muestreo en el río Teaone, a dos profundidades de 1 y de 3 m de la superficie del río con un total de 12 muestras mensuales. Pero esta propuesta no se realizó.

El número de muestras mensuales en la red de distribución de agua potable se lo determinó en base a la tabla de Análisis Bacteriológicos de la Norma INEN 1108 Agua Potable (Ver Anexo 2). Además de acuerdo a esta normativa, el sistema de control de calidad se determinará de acuerdo a la problemática de la calidad del agua y dependiendo a cada sistema de proveedor de agua, los parámetros y frecuencias respectivas con que deben ser controlados. El cálculo del tamaño de la muestra para 40 mil abonados lo que significaría aproximadamente 200 mil personas, es de 130 por mes, este número de muestras será manejado de acuerdo a los ámbitos previstos y a la disponibilidad de tiempo para análisis que tiene el laboratorio. Siendo así los técnicos encargados de la recolección de las muestras tendrán que recolectar por día entre 9 y 10 muestras de agua potable.

Para las envasadoras y aguas envasadas fuera del cantón Esmeraldas, el SYMAE utilizó la norma INEN 1077 Agua purificada envasada, para determinar el número y frecuencia de muestreo. Los técnicos deberán tomar 144 análisis de muestra de agua por año para cada envasadora y 12 muestras al mes de aguas envasadas fuera del cantón. Los técnicos tendrán que tomar diario 1 muestra de una envasadora.

El número y frecuencia de muestreo para las Juntas administradoras de agua potable en las parroquias rurales, son de 16 muestras cada mes, y tomo como referencia el número de población servida de agua potable según la Norma INEN 1-108-2006 Agua Potable.

- Técnicas para la toma de muestra análisis físico-químico

La toma de las muestras se deberá hacer siguiendo los procedimientos recomendados por el órgano de control de salud y en los méritos estándar nacionales o internacionales. En general, es prácticamente imposible aplicar un procedimiento único para hacer la toma de muestras, debido a la variedad de condiciones que pueden presentarse. Sin embargo siempre se debe tener en cuenta el tipo de análisis a los que se van a someter las muestras.

- Los análisis que se realizarán in situ serán el pH, temperatura y cloro residual, el resto de los parámetros a medir se recogerá en recipientes (botellas) y serán transportados de inmediato al laboratorio.
- El envase respectivo donde se almacenará la muestra debe ser lavado dos o tres veces con la misma agua que va ser tomada.
- Se debe tener un registro de las muestras recogidas e identificar cada envase con el nombre de quien hace la toma, la hora y fecha, la ubicación, la temperatura etc.
- Se registraran en una libreta de campo las medidas tomadas del pH, temperatura, cloro residual, coordenadas del punto de muestreo, así como características organolépticas del agua como: color, sabor, olor etc.
- El volumen de la muestra oscila entre 100 ml a 1000 ml evitando llenar el frasco totalmente.

Al momento de realizar toma de muestras de un río se debe tomar según la profundidad, velocidad del corriente, ancho del río, y distancia de la orilla, por lo que se recomienda una toma integral de varios puntos del río para que dicha muestra sea representativa. Se pueden realizar diferentes técnicas de muestreo, en este caso el INH realiza la extracción de muestreo manualmente, cada analista sale al campo con los equipos necesarios para la recolección, envasado y transporte del mismo.

Para la recolección de muestras de agua en la planta de potabilización, tanques de reservorios y en viviendas, el técnico encargado deberá llenar una hoja de registro o acta de muestreo (Ver Anexo 3); donde se indican los datos que deben especificarse en el momento del muestreo tales como: Número de muestra, zona, Ubicación, Tipo de fuente, etc. Se empleará este formato de registro de datos para el muestreo de agua potable y juntas parroquiales de agua. En el caso de las envasadoras de agua la información que será registrada por los técnicos esta detallada en el Anexo 4.

Se debe tener cuidado de que los envases estén perfectamente cerrados para evitar la alteración de las muestras, ser embalados adecuadamente en cajas donde se mantenga la muestra a una temperatura 4° C, es necesario mantenerlas con hielo para conservarlas a esta temperatura, hasta su entrega en el laboratorio (INH).

- Técnicas de muestreo para análisis microbiológicos
- Los recipientes para este tipo de análisis serán frascos estériles que proporcionará el laboratorio, y se tomara inmediatamente sea destapado el frasco y no enjuagar antes de la toma de muestras, siendo muy cuidadosos de no contaminar la muestra.
- Para la muestra de grifos, antes de tomar la muestra se debe dejar correr el agua y esterilizar el grifo con un mechero o encendedor.
- El volumen de la muestra debe de ser mayor a 100 ml.
- La muestra debe ser trasportada en una hielera a temperatura 4° C, y su análisis en el laboratorio no debe ser mayor a 24 horas de ser tomada la muestra.

3.1.3.2. Ejecución del plan de muestreo

- Control del sistema de Empresa de Agua Potable y Alcantarillado San Mateo

El programa SYMAE para la determinación de puntos de muestreo tomó como referencia el plan de muestreo elaborado por la empresa de agua potable y alcantarillado EAPA San Mateo. Dicho plan considera ocho lugares de muestreo, conjuntamente con los tanques de almacenamiento del cantón: Sector La Guacharaca, Sector Aire Libre, Sector Betania, Sector Santa Cruz, Sector 4 Prima, Sector 15 de Marzo, Sector La Tolita, Sector Los Marginados. El plan de muestreo de la EAPA San Mateo no toma en cuenta el sector Buen Pastor, por lo que solo considera 8 sectores de muestreo y 9 tanques de almacenamiento de agua, sin contar el tanque Buen Pastor ni el de las Villas de Petroecuador.

Tabla 12. Sectores de muestreo de calidad del agua.

SECTORES	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	DIA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE	HORARIO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE
Sector La Guacharaca	Tanque La Guacharaca	Lunes, Miércoles y Viernes	De 7a.m. -6 p.m.
Sector Aire Libre	Tanque Aire Libre	Todos los días	De 6 a.m. -8 p.m.
Sector Betania	Tanque Betania	Todos los días	De 6 a.m. - 6 p.m.
Sector Santa Cruz	Tanque Santa Cruz	Todos los días	las 24 horas
Sector 4 Prima	Tanque 4 prima	Lunes, Miércoles, Jueves, Viernes y Domingo	De 8 a.m. -6 p.m.

Sector 15 de Marzo	Tanque 15 de Marzo	Todos los días	las 24 horas
Sector La Tolita	Dos Tanques	Todos los días	las 24 horas
Sector Los Marginados	Tanques los Marginados	Jueves y Sábado	De 6 a.m. - 6 p.m.

Fuente: CETI S.A., 2001.

El cuadro adjunto presenta los sectores a ser muestreadas y los días de operaciones de la red de distribución en la ciudad. Es importante conocer el horario de servicio de agua potable a estos sectores, esto evitará que las muestras no se puedan extraer por la falta de agua en un sector.

Para tomar las muestras en la ciudad, el programa SYMAE tomó en consideración el sistema de rutas que plantea EAPA San Mateo. Este sistema se basa en sitios definidos de la red pública dentro de estas 8 sectores, los cuales van a ser rutinariamente muestreados. Las rutas número 1 y 2 se realizaron el día lunes de cada semana y se eligieron al azar la viviendas donde se tomaron las muestras siempre y cuando estén dentro de los límites que se determinaron en las rutas. Las rutas 3 y 4 se muestrearon los días martes. El día miércoles los técnicos a la salida de la planta de tratamiento de agua San Mateo. La ruta número 4 se realizó el día jueves. Cada día se extraerán 12 muestras de agua potable. Los técnicos el día viernes debían dirigirse al río en la zona de captación del agua cruda, pero por falta de presupuesto e insumo no lo pudieron hacer. En este sitio tomarán muestras de río para su análisis en laboratorio (12 muestras al mes).

Siguiendo este sistema de rutas se tomaran muestras de las envasadoras (3 muestras cada día de diferentes envasadoras).

Ruta No. 1

Muestreo No.1: Calle Simón Plata 2 entre calles Manabí y Velasco Ibarra.

Muestreo No.2: Calle Manabí y Jorge Jalil Zambrano

Muestreo No.3: Av. Colón y calle Homero López

Muestreo No.4: Av. Olmedo y calle Ramón Chiriboga

Muestreo No.5: Av. Luis Tello y calle R. Valdez

Muestreo No.6: A la salida del Tanque elevado 4 Prima

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado 15 de Marzo (A partir de la segunda semana, con la finalidad de muestrear todos los tanques de reserva de la ciudad de Esmeraldas)

Ruta No. 2

Muestreo No.1: Av. Luis Tello y calle H. Padilla

Muestreo No.2: Calle Bastidas y Av. Luis Tello

Muestreo No.3: Calle Guayaquil y calle Homero López

Muestreo No.4: Calle M. Cortez entre calles segunda y tercera

Muestreo No.5: Av. Sucre entre calles Juan Montalvo y Eugenio Espejo

Muestreo No.6: A la salida del Tanque elevado Santa Cruz

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado La Tolita (primer tanque). A partir de la segunda semana, con la finalidad de muestrear todos los tanques de reserva de la ciudad de Esmeraldas.

Ruta No. 3

Muestreo No.1: Av. Colón entre 9 de Octubre y 10 de Agosto

Muestreo No.2: Calle Piedrahita entre Av. Bolívar y Av. Pedro Vicente Maldonado

Muestreo No.3: Av. Sucre entre calles Ricaurte y Salinas

Muestreo No.4: Calle Eloy Alfaro entre calles Calderón y Quito

Muestreo No.5: Calle Río Blanco entre calles Río Tabiazo y Río Teaone.

Muestreo No.6: A la salida del Tanque elevado Betania

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado La Tolita (segundo tanque), A partir de la segunda semana, con la finalidad de muestrear todos los tanques de reserva de la ciudad de Esmeraldas.

Ruta No. 4

Muestreo No.1: Barrio Codesa. Calle H entre calles 6 y 7.

Muestreo No.2: Barrio 24 de Mayo. Calle 13 de abril entre calles Los Vergeles y Francisco Mejía

Muestreo No.3: Barrio La Tolita 1. Calle D entre calles A y B

Muestreo No.4: Barrio Tiwintza. Calle Mariscal y San Jorge Obrero

Muestreo No.5: Barrio Voluntad de Dios. Calle León Febres Cordero y Leandro Meza.

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado Aire Libre

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado Los Marginados. A partir de la segunda semana, con la finalidad de muestrear todos los tanques de reserva de la ciudad de Esmeraldas.

Ruta No. 5

Muestreo No.1: Calle Galápagos entre calles Cañar y Chimborazo

Muestreo No.2: Av. Simón Plata Torres entre calles Venezuela y Estados Unidos.

Muestreo No.3: Calle Honduras entre calles Estados Unidos y México.

Muestreo No.4: Calles 21 de Septiembre y Napo.

Muestreo No.5: Calles Pasaje Lara y Los Ríos.

Muestreo No.6: A la salida del tanque elevado La Guacharaca

Muestreo No. 6: A la salida del Tanque elevado 4 Prima. Se vuelve a muestrear este tanque e inicia la toma de muestras de los tanques de reservorio.

- Control del sistema de Juntas Parroquiales de Agua

El Análisis del agua en estos sistemas requiere un esquema similar al de la EAPA San Mateo, con la diferencia que el número de muestras que se deberán tomar va en relación al número de personas que se benefician de este servicio, en este caso las 16 juntas de agua, prestan servicio a 3600 familias aproximadamente, lo que significa que 1000 personas por cada junta consumen el agua. Por lo tanto se deberá tomar una muestra por mes de cada JAAP. Los técnicos tendrán 12 días del mes para recepción de muestras distribuida de la siguiente manera:

Tabla 13. Frecuencia de muestreo para las JAAP

MES											
1ra. SEMANA			2da. SEMANA			3ra. SEMANA			4ta. SEMANA		
DIAS											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NUMERO DE MUESTRAS POR DIA											
1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
NUMERO DE DIAS / 12						TOTAL MUESTRAS/16					

Fuente: SCCA: Ilustre Municipalidad de Esmeraldas – Cooperación Técnica Belga – Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas SYMAE – Febrero 2010.

- Control del sistema de Envasadoras

El sistema de control de calidad en aguas envasadas, se apegará estrictamente a la norma INEN 1-077 Agua Envasada. El análisis de las aguas envasadas requiere de varios criterios técnicos que las envasadoras del cantón no cumplen, pero en la medida que las empresas de envasado vayan tecnificando los procesos de producción, se aplicarán. El envasado por lotes es primordial y de acuerdo a ello se hará el cálculo de muestras por envasadora; mientras esa actividad no se ejecute (producción por lotes) se utilizará como único criterio técnico comparable al criterio de lote, el cambio de los filtros de purificación que tienen una vida media de 6 meses aproximadamente. El filtro será

sellado por los técnicos de muestreo y registrada la fecha para en el futuro establecer la vida útil exacta del filtro. Mientras tanto se tomarán las muestras en relación a la producción semestral de acuerdo al número de metros cúbicos que se filtra y al tipo de envase utilizado. El agua envasada fuera del cantón Esmeraldas seguirá el mismo esquema de muestreo antes descrito para las envasadoras del Cantón. El distribuidor informará al Coordinador del SCCA: El lote de agua que ha comprado, número de lote y cantidad de unidades. La fecha y hora de llegada. Lugar de almacenamiento (características de luminosidad, humedad, temperatura). Los responsables del muestreo acudirán al sitio de almacenamiento indicado, en la fecha y hora para proceder al muestreo correspondiente.

Tabla 14. Número de muestras a tomar para agua envasada

TAMAÑO DEL LOTE	UNIDADES DE MUESTREO/LOTE	UNIDADES MENSUALES
2 a 15	2 Botellas	0
16 a 50	3 botellas	0
51 a 150	5 botellas	1
151 a 500	8 botellas	2
501 a 3200	13 botellas	3
3201 a 35 000	20 botellas	5
35 001 a 500 000	32 botellas	8
500 001 y mas	50 botellas	12

Fuente: SCCA: Ilustre Municipalidad de Esmeraldas – Cooperación Técnica Belga – Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas SYMAE – Febrero 2010.

Tabla 15. Esquema de muestreo de una envasadora de agua por semestre.

TIPO DE ENVASE	TAMANO DE LOTE	NUMERO DE MUESTRAS
20 LITROS	12.000 botellas	20 botellas
4 LITROS	24.000 botellas	20 botellas
500 MILILITROS	432.000 botellas	32 botellas

Fuente: SCCA: Ilustre Municipalidad de Esmeraldas – Cooperación Técnica Belga – Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas SYMAE – Febrero 2010.

3.1.3.3. Análisis de muestras

La determinación de los parámetros que realizarán los técnicos del INH para determinar las características del agua distribuida a la población toma en consideración los parámetros establecidos en la norma INEN 1108 agua potable. Sin embargo el INH

realizó 12 parámetros de los 42 parámetros físico-químicos y microbiológicos exigidos por la norma INEN, ya que el laboratorio no cuenta con los insumos, equipos y personal suficiente.

Para el sistema de agua potable, juntas parroquiales y envasadoras, se consideran realizar los siguientes parámetros expuestos en las tablas 16 y 17:

Tabla 16. Parámetros para el análisis de Agua Potable y Juntas Administradoras de Agua Parroquiales.

Físico	Color, Turbiedad, Olor, Sabor, pH, Sólidos Totales disueltos
Químico	Cloro libre residual, Dureza total
Microbiológico	Coliformes totales NMP/100ml., Coniformes fecales, Aerobios mesófilos.

Fuente: SCCA: Ilustre Municipalidad de Esmeraldas – Cooperación Técnica Belga – Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas SYMAE – Febrero 2010.

Tabla 17. Parámetros para el análisis de agua envasadas.

Físicos	Color, Turbiedad, Olor, Sabor, pH, Sólidos Totales disueltos
Químicos	Cloro libre residual, Dureza total,
Microbiológicos	Aerobios mesófilos, Coliformes NMP, Coliformes UFC

Fuente: SCCA: Ilustre Municipalidad de Esmeraldas – Cooperación Técnica Belga – Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas SYMAE – Febrero 2010.

3.1.3.4. Procesamiento y análisis de información

El diagnóstico de la calidad del agua potable en el cantón Esmeraldas se realizó en base a los resultados de los análisis de las muestras tomadas de los diferentes sistemas de abastecimiento de agua y a la elaboración de mapas para identificar espacialmente los puntos de muestreo de agua y la identificación de los que no cumplen con los requerimientos nacionales de la calidad del agua (Ver Anexo 5).

Con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y bacteriológicos se elaboran cuadros gerenciales sobre distribución porcentual de indicadores de calidad en la red de distribución y posteriormente se determinan los factores de riesgo y defectos sanitarios de cada componente por zona.

Se usó la norma INEN 1108 agua potable para determinar valores máximos permisibles que debe cumplir cada parámetro, pero el número de muestras y frecuencia de muestreo de agua potable no se cumplió, considerando el número de habitantes servidos. Además no realizaron la toma y análisis de muestras de agua cruda (previo a tratamiento), a la salida de la planta de tratamiento y en los nueve tanques de almacenamiento de la ciudad.

La toma real de muestras fue: en la red de distribución de agua potable el SYMAE y el INH tomaron solamente 50 muestras en las dos campañas realizadas en enero-febrero y mayo-junio del 2010; en las envasadoras y aguas envasadas fuera del cantón Esmeraldas se consideraron 12 muestras de cada envasadora en las mismas fechas de la campaña anterior; con respecto a las aguas envasadas fuera del cantón se tomó 1 muestra de cada presentación, en una campaña realizada en junio del 2010 y en las juntas parroquiales SYAME y el INH únicamente tomaron muestras de 6 JAAP de las comunidades de Tabiázo, Majua, Chigue, Carlos Concha, Isla San Juan y Chafllu, y se realizó en dos campañas en los meses de febrero-marzo y junio-julio.

3.2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE DISTRIBUYE EN EL CANTÓN ESMERALDAS.

3.2.1. Empresa de agua potable (EAPA SAN MATEO)

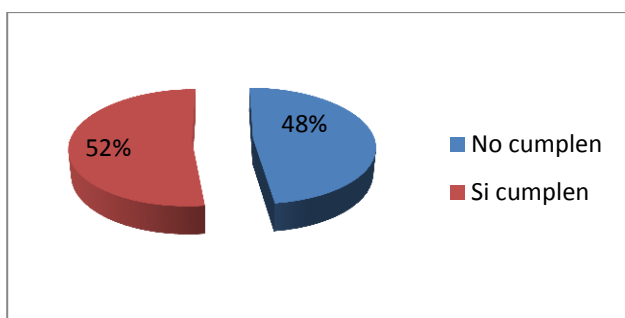
Para el diagnóstico de la calidad del agua en el cantón se recogieron muestras en distintos barrios de la ciudad de Esmeraldas por técnicos del INH, para conocer su calidad. Una vez obtenidos los datos de los diferentes análisis, fueron elaboradas las bases de datos en Excel para luego ser procesadas. Se realizaron análisis descriptivos, y se compararon los valores obtenidos con los valores permisibles que estipulan la norma Ecuatoriana INEN 1108 Agua Potable.

El primer muestreo de agua en la ciudad se realizó desde el 26 de enero hasta el 22 de febrero del 2010. En la zona norte del perímetro urbano se recogieron muestras de agua en los barrios: 3er Piso, Panecillo, Modelo, Simón Bolívar, Barrio Chone, Calle Simón Plata Torres, Villas del Seguro, Urbanización IESS, Barrio Caliente, San José Obrero, Potos (Ver mapa 7). En la zona sur o barrios periféricos, se recogieron muestras de los barrios La Tolita 1 y la Propicia 4 (Ver mapa 8).

De las 15 muestras analizadas el 13% (2) de las muestras no cumplen con los requisitos establecidos en las normas INEN, y el 87% (13 muestras) cumplen con los todos

parámetros que analizó el laboratorio. Teniendo en cuenta los resultados en este periodo; se reduce a 3 el número de muestras de agua que no cumplen los requisitos establecidos en las normas INEN; El Barrio Panecillo, el Barrio Simón Bolívar.

Figura 6. Porcentaje de muestras de agua potable que cumplen con la norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas. Enero-Febrero 2010.



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Las muestras que no cumplieron con la norma presentaron rango de concentración de cloro residual inferior a lo indicado en la norma INEN (**0.3-1.5ppm**), altos contenidos de coliformes totales cada una de 3.6 nmp/100ml respectivamente (**máx.<1.8 nmp/100ml**), contenidos de aerobios mesófilos en el barrio Simón Bolívar 2.500 ufc/ml y en el Barrio Panecillo 2.800 ufc/ml (**Max. 100 ufc/ml**). Se determinó que el cloro residual es nulo debido a la ubicación geográfica de los puntos de muestreo y lejanía de la planta de tratamiento EAPA San Mateo; ubicados en la zona norte del perímetro urbano.

Las demás muestras tomadas en el mes de enero y febrero en cuanto al parámetro de cloro residual cumplieron con la norma de calidad del agua, con excepción de 2 barrios que presentaron contaminación, obteniendo una media de 0.48 ppm. Esto quiere decir que la mayoría de los valores estuvieron en los rangos entre 0.3 y 1.5 ppm, que recomienda la norma.

Tabla 18. Resultados microbiológicos de muestras de agua potable. Primer muestreo enero y febrero del 2010

Procedencia	FECHA	CLORO 0.3- 1.5ppm	AEROBIOS MESOFILOS Max. 100 ufc/ml	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
Barrio San José Obrero	26/01/10	1	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Tolita 1	27/01/10	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Propicia IV	27/01/10	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN

Propicia IV	27/01/10	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Panecillo	2/2/2010	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
3er piso	2/2/2010	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Barrio Modelo	2/2/2010	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Calle Simón Plata	3/2/2010	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
B. IESS	3/2/2010	0.4	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Barrio Chone	3/2/2010	0.4	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Barrio Potosí	9/2/2010	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Villas del Seguro	9/2/2010	0.7	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Barrio Caliente	9/2/2010	0.7	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
Calle Panecillo	22/02/10	0	2 800	3.6	<1.8	NO CUMPLEN
Barrio Simón Bolívar	22/02/10	0	2 500	3.6	<1.8	NO CUMPLEN

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

De los diferentes parámetros físico-químicos analizados, el 100% de las muestras para el primer muestreo presentaron valores de pH, turbiedad, sólidos totales, dureza total, olor y sabor dentro de los niveles admisibles para cada parámetro.

Tabla 19. Resultados físicoquímico de muestras de agua potable. Primer muestreo enero y febrero del 2010

Procedencia	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 100 MG/L	PH A 20°C DE 6.5- 8.5	DUREZA TOTAL MAX. 300 MG/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
Barrio San José Obrero	1.45	99	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Tolita 1	4	85	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Propicia IV	5	67	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Propicia IV	3.6	75	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Panecillo	0.5	24	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
3er piso	1.9	71	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Modelo	3.2	72	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Calle Simón Plata	0.3	55	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
B. IESS	0.4	55	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Chone	0.3	49	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Potosí	2	86	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Villas del Seguro	1.9	70	6.5	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Caliente	1.9	100	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Calle Panecillo	1	63	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Simón Bolívar	0.66	58	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable

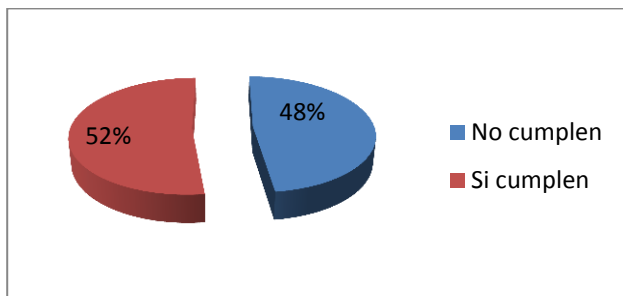
Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Las novedades que se presentaron al momento de realizar la toma de muestras, es que varios barrios no tenían agua al momento de la recepción. El Instituto Nacional de Higiene no posee un vehículo de uso exclusivo para el muestreo de la calidad del agua lo que en muchas ocasiones limita al equipo de técnicos dirigirse a los diferentes sectores de la ciudad a tomar muestras y extiende el periodo de muestreo fijado en el cronograma.

El segundo muestreo de agua se realizó desde el 4 de mayo hasta el 26 de junio del 2010. En la zona norte del perímetro urbano se recogieron muestras de agua en los barrios: 3er Piso, Panecillo, Las Palmas, Vista Mar, Simón Bolívar, Barrio Modelo, El Arenal, Barrio Chone, Villas del Seguro, Urbanización IESS, Calle Sucre y Ramón Tello, Los Almendros, Santas Vainas, San Martín, Barrio Caliente, Colón y Nueve de Octubre, Boca del Lobo, Esmeraldas Libre, Potosí, La Guacharaca, 20 de Noviembre, Mina de Piedra. En la zona sur se recogieron muestras de los barrios La Tolita 1 y 2, 15 de Marzo, Tiwinza, Voluntad de Dios, y la Propicia 4. (Ver mapa 9 y 10).

De las 35 muestras analizadas un 62% (22) de las muestras no cumplen con los requisitos establecidos en las normas INEN, y el 38% (13) cumplen estos requisitos. Se reduce a 20 el número de muestras de agua que no cumplen los requisitos establecidos en las normas INEN; Barrio Simón Bolívar, Barrio Chone, U del IESS, Barrio Caliente, Barrio Villas del Seguro, Barrio El Potosí, Barrio Tiwinza, Barrio Voluntad de Dios, Barrio Tolita 1, Barrio Tolita 2 realizados en el mes de mayo. Barrio El Panecillo, Barrio Tercer Piso, Barrio El Arenal, Barrio Esmeraldas Libre, Barrio Vista al Mar, Barrio Caliente, Barrio Cordero Crespo, Colón y nueve de octubre, Barrio Boca del lobo, Barrio Chone, Las Palmas, Barrio Modelo, muestreo realizado en el mes de junio.

Figura 7. Porcentaje de muestras de agua potable que cumplen con la Norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas. Mayo-Junio 2010.



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Las muestras tomadas para este periodo indicaron que en 11 de las 35 muestras el cloro residual presento valores menores al máximo permisible (**0.3-1.5ppm**). (Ver tabla 19).

En los parámetros de Unidades Formadoras de Colonias (aerobios mesofilos, Coliformes totales y fecales) no se encontraron novedades debido a que todos los barrios presentaban valores menores al máximo permisible, a excepción del barrio Colón y Nueve de octubre que presentó 130 ufc/ml de aerobios mesófilos siendo el máximo permisible 100 ufc/ml (Ver tabla 20 y 21).

Tabla 20. Resultados microbiológicos de muestras de agua potable. Segundo muestreo mayo del 2010

Procedencia	HORA	CLORO 0.3- 1.5ppm	AEROBIOS MESOFILOS	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
			Max. 100 ufc/ml			
Barrio Simón Bolívar	10:37	1.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Chone	10:52	1.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
U del IESS	11:00	1.2	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Caliente	10:29	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Villas del Seguro	10:36	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio El Potosí	10:46	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Tiwinza	10:20	1.0	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Voluntad de Dios	10:40	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Tolita 1	01:55	0.6	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Tolita 2	01:55	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 21. Resultados microbiológico de muestras de agua potable. Segundo muestreo junio del 2010

Procedencia	FECHA	CLORO 0.3- 1.5ppm	AEROBIOS MESOFILOS	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
			Max. 100 ufc/ml			
Barrio El Panecillo	9:10	0.1	80	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Tercer Piso	9:30	0.1	78	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio El Arenal	10:00	0.1	90	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Simón Bolívar	10:20	0.5	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Chone	8:55	0.1	50	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Las Palmas	9:32	0.1	50	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Colon y nueve de octubre	10:00	0	130	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Santos Vainas	9:30	0.4	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Los Almendros	9:44	0.4	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio San Martin de Porres	10:00	0.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Barrio Esmeraldas Libre	10:16	0.2	90	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Vista al Mar	10:30	0.2	70	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Caliente	9:00	0.1	80	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio Cordero Crespo	9:20	0.1	80	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio El Potosí	9:40	0.3	30	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Boca del Lobo	8:52	0.2	82	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Barrio 20 de Noviembre	9:14	0.3	58	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Guacharaca	9:33	0.3	50	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Mina de Piedra	9:56	0.3	70	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Nuevos Horizontes	8:52	0.3	20	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
U. del IESS	9:14	0.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Las Palmas	9:25	0.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio Modelo	9:40	0.3	10	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio 15 de Marzo	9:00	0.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Barrio La Propicia	10:00	0.3	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

De los diferentes parámetros físico-químicos analizados, 12 muestras presentaron valores de sólidos totales que sobrepasan los niveles admisibles (Sólidos totales disueltos máx. 100 mg/l). Para las muestras tomadas en el mes de julio-segundo muestreo, se hicieron análisis de compuestos químicos como: nitratos, nitritos, cloruros y arsénico. (Nitritos Max 0.0 Mg/, nitratos máx. 10 mg/l, cloruros máx. 250 mg/l, arsénico 0.01mg/l). En cuanto al arsénico, no hubo presencia de este elemento en el agua.

Tabla 22. Sólidos Totales disueltos. Segundo muestreo Mayo-Junio 2010

Procedencia	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 100 MG/L
Barrio Simón Bolívar	275
Barrio Chone	289
U del IESS	315
Barrio Caliente	219
Barrio Villas del Seguro	235
Barrio El Potosí	242
Barrio Tiwinza	217
Barrio Voluntad de Dios	211
Barrio Tolita 1	241
Barrio Tolita 2	215
Barrio El Panecillo	109
Barrio Modelo	101

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Para los otros parámetros fisicoquímicos (de pH, turbiedad, dureza total, olor y sabor), las muestras presentaron valores menores al máximo permisible según la normativa INEN 1108 de Agua Potable.

Tabla 23. Resultados fisicoquímicos de muestras de agua potable en la ciudad de Esmeraldas, mayo 2010.

Procedencia	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 100 MG/L	PH A 20°C DE 6.5-8.5	DUREZA TOTAL MAX. 300 MG/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
Barrio Simón Bolívar	0.53	275	6.2	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Chone	0.59	289	6.2	-	Inobjetable	Inobjetable
U del IESS	0.65	315	6.3	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Caliente	0.99	219	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Villas del Seguro	0.91	235	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio El Potosí	0.96	242	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Tiwinza	0.99	217	6	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Voluntad de Dios	0.91	211	6	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Tolita 1	0.96	241	6	-	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Tolita 2	0.96	215	6	-	Inobjetable	Inobjetable

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 24. Resultados fisicoquímico de muestras de agua potable en la ciudad de Esmeraldas, junio 2010

Procedencia	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 100 MG/L	PH A 20°C DE 6.5-8.5	DUREZA TOTAL MAX 300 MG/L	NITRATOS MAX 10 MG/L	Nitritos MAX 0.0 MG/L	CLORURO MAX 250 MG/L	ARSENICO MAX 0.01M G/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
Barrio El Panecillo	4.4	109	7	90	0	0	53	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Tercer Piso	4.27	93	7	86	0.2	0	42	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio El Arenal	1.18	78	6.8	87	0.1	0	35	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Simón Bolívar	1.15	89	6.8	80	0	0.1	35	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Chone	3.27	76	6.8	86	0.1	0	53	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Las Palmas	3.74	85	6.9	86	0.1	0	35	0	Inobjetable	Inobjetable
Colon y nueve de octubre	2.13	84	6.8	86	0	0	46	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Santas Vainas	1.85	75	6.8	104	0	0	127	0	Inobjetable	Inobjetable

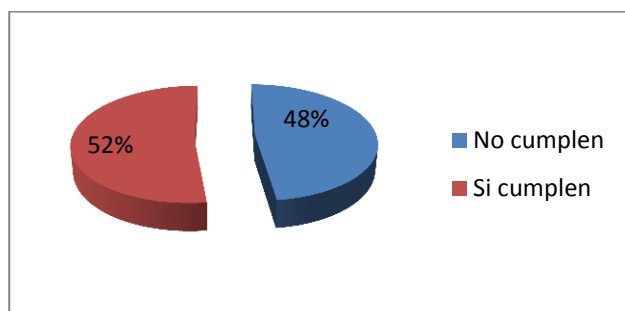
Barrio Los Almendros	1.85	81	6.8	102	0	0	77	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio San Martín de Porres	1.57	77	6.9	106	0	0	116.9	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Esmeraldas Libre	2.56	82	7.6	110	0	0	114.8	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Vista al Mar	2.65	96	6.8	83	0	0	126.1	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Caliente	2.48	79	6.5	104	0	0.1	0	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Cordero Crespo	2.72	86	6.5	99	0	0.1	0	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio El Potosí	0.54	79	6.5	101	0	0.3	0	0	Inobjetable	Inobjetable
Boca del Lobo	3.29	83	6.8	98	0	0	141.8	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio 20 de Noviembre	2.69	84	7	103	0	0	124.1	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Guacharaca	2.69	75	7	87	0	0	141.8	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Mina de Piedra	1.68	80	7	97	0	0	124	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Nuevos Horizontes	2.63	71	7	91	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable
U. del IESS	3.32	89	6.8	87	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Las Palmas	2.78	95	6.8	101	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio Modelo	3.41	101	6.8	82	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio 15 de Marzo	2.3	78	7.1	94	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable
Barrio La Propicia	2.29	74	6.8	98	0	0	0.3	0	Inobjetable	Inobjetable

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

El total de las muestras tomadas (50) en las 2 campañas realizadas a la ciudad de Esmeraldas en cuanto a agua potable, el 48% de las muestras (24 muestras) no cumplen con la normativa INEN. De las 24 muestras 3 de ellas, (Barrio Panecillo, Simón Bolívar y Colon y Nueve de Octubre), presentaron en sus resultados de análisis microbiológicos; altos contenidos de coliformes totales y una de ellas altos contenidos de aerobios mesófilos que sobrepasan el máximo permisible que exige la norma ecuatoriana vigente para calidad de agua potable. La presencia de coliformes fecales en el agua podría representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos. Las demás muestras no cumplieron con el mínimo de cloro residual que debe tener el agua y que exige la normativa, presentando valores menores a 0.3 mg/l de cloro.

En general los valores de los parámetros físico químicos estuvieron por debajo del máximo admisible. Se encontraron 12 muestras con niveles altos de solidos totales disueltos indicando así un alto índice de concentración de solutos y químicos que alteran la calidad del agua

Figura 8. Porcentaje de muestras de agua potable tomadas en los dos muestreos, que cumplen con la norma INEN para agua potable en la ciudad de Esmeraldas.



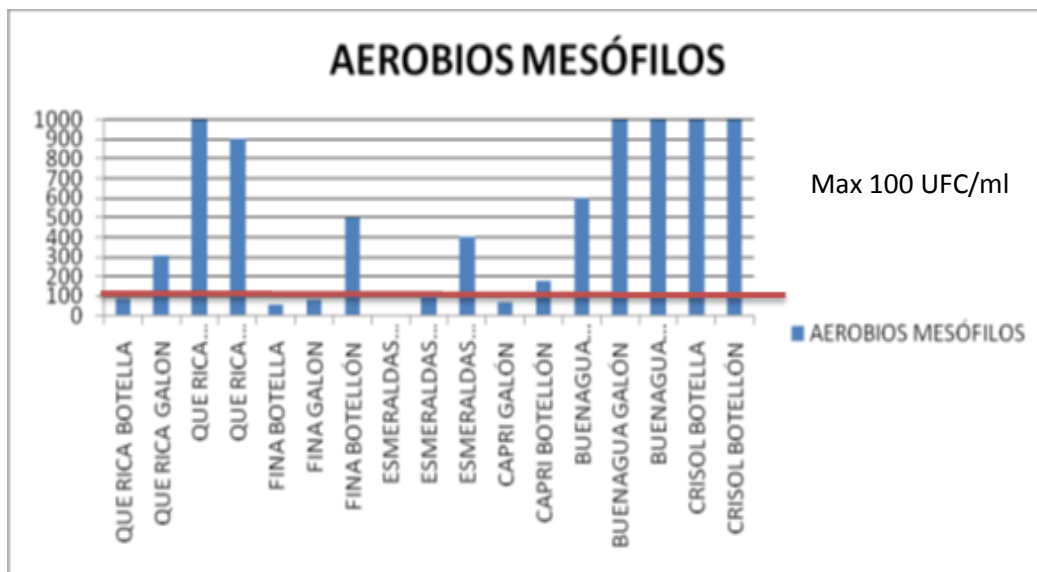
Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

3.2.2. Envasadoras

Con respecto a las embotelladoras de agua, se tomaron muestras de 6 envasadoras en total de las diferentes presentaciones que producen cada una de ellas, (botella, galón y botellón pequeño). Los resultados de los análisis, de las muestras recolectadas en campo el mes de enero-febrero, dieron como resultados que de las 17 muestras tomadas de las 6 embotelladoras, únicamente 5 muestras cumplen con los límites permisibles que exige normativa de calidad del agua.

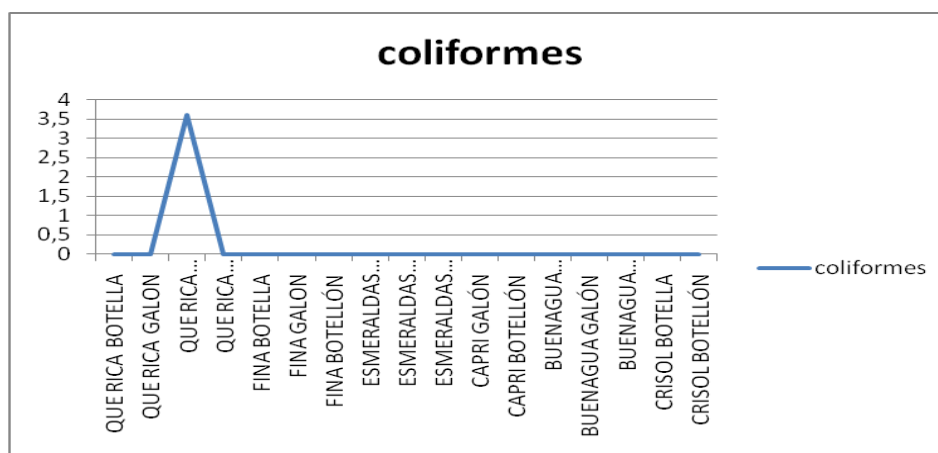
La envasadora Que Rica se tomó 4 muestras de las diferentes presentaciones de envasado: botella, galón, botellón pequeño, botellón de 20 litros. De las 4 presentaciones de envasado, únicamente una muestra (botella) cumple con la normativa, las demás presentaciones galón, botellón de 20 litros presentan altos contenidos de aerobios mesófilos y el botellón pequeño coliformes totales (Ver tabla 25). De la envasadora Agua Fina se tomó muestras de 3 presentaciones de envasado: botella, galón y botellón. Una muestra no cumple con los límites permisibles de la normativa INEN, presentando altos contenidos de aerobios mesófilos. La envasadora Agua Esmeraldas, de las 3 muestras tomadas una de ellas cumple con la normativa, mientras que 2 muestras (galón y botellón) presentan altos contenidos de aerobios mesofilos. La envasadora Agua Capri de las 2 muestras recogidas, una de las presentaciones (botellón) presentó en los resultados altos contenidos de aerobios mesofilos. Por último las embotelladoras Buen agua (3 muestras) y Agua Crisol (2 muestras), ninguna de las muestras cumple con la norma INEN 1077 Agua envasada, presentando valores superiores a 1000 ufc/ml de aerobios mesófilos que es el valor máximo permisible para su aceptabilidad.

Figura 9. Número total aerobios mesofilos encontrados en las muestras tomadas a las envasadoras de la ciudad de Esmeraldas.



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Figura 10. Número total de coliformes encontrados en las muestras tomadas a las envasadoras de la ciudad de Esmeraldas.



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 25. Resultado microbiológico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas. Primer muestreo enero-febrero 2010.

ENVASADORA	PRESENTACIÓN	LUGAR DE ORIGEN	AEROBIOS MESOFILOS Max. 100 ufc/ml	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
QUE RICA	BOTELLA	Esmeraldas	90	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
QUE RICA	GALÓN	Esmeraldas	310	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
QUE RICA	BOTELLÓN PEQUEÑO	Esmeraldas	20 000	3.6	<1.8	NO CUMPLEN
QUE RICA	BOTELLÓN 20 LITROS	Esmeraldas	900	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
AGUA FINA	BOTELLA	Esmeraldas	60	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
AGUA FINA	GALÓN	Esmeraldas	80	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
AGUA FINA	BOTELLÓN	Esmeraldas	500	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
AGUA ESMERALDA	BOTELLA	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
AGUA ESMERALDA	GALÓN	Esmeraldas	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
AGUA ESMERALDA	BOTELLÓN	Esmeraldas	400	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
AGUA CAPRI	GALÓN	Esmeraldas	70	<1.8	<1.8	SI CUMPLEN
AGUA CAPRI	BOTELLÓN	Esmeraldas	180	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
BUENAGUA	BOTELLA	Esmeraldas	600	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
BUENAGUA	GALÓN	Esmeraldas	200 000	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
BUENAGUA	BOTELLÓN	Esmeraldas	320 000	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
AGUA CRISOL	BOTELLA	Esmeraldas	1 500	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN
AGUA CRISOL	BOTELLÓN	Esmeraldas	3 500	<1.8	<1.8	NO CUMPLEN

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 26. Resultado fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas. Primer muestreo Enero-Febrero 2010.

ENVASADORA	PRESENTACIÓN	COLOR UTC UNIDADES DE COLOR VERDEADERO MAX 5	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 1000 MG/L	PH A 20°C DE 6.5-8.5	DUREZA TOTAL MAX. 300 MG/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
QUE RICA	BOTELLA	-	0.6	89	7	-	Inobjetable	Inobjetable
QUE RICA	GALÓN	-	1	88	6.7	-	Inobjetable	Inobjetable
QUE RICA	BOTELLÓN PEQUEÑO	-	1.5	78	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
QUE RICA	BOTELLÓN 20 LITROS	-	1.4	98	6.9	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA FINA	BOTELLA	-	0.21	89	6.6	-	Inobjetable	Inobjetable

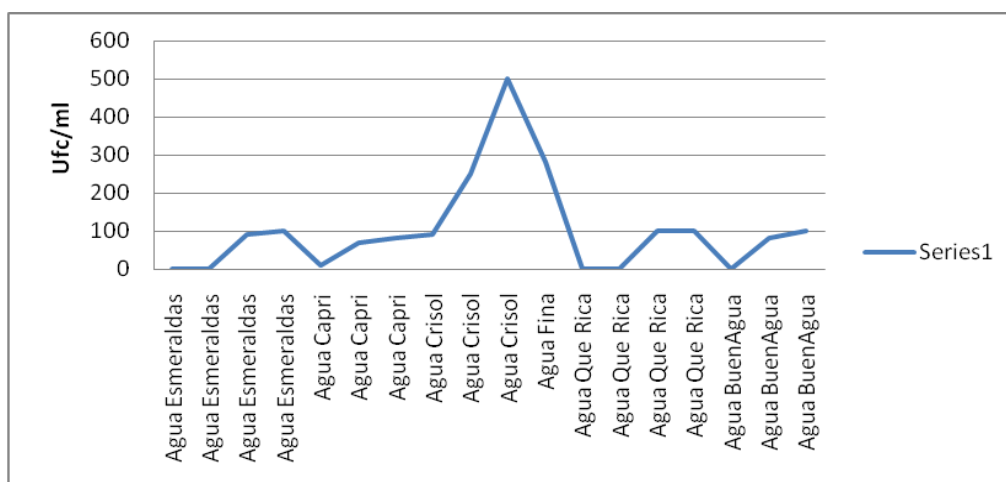
AGUA FINA	GALÓN	-	0.25	88	6.7	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA FINA	BOTELLÓN	-	0.2	60	6.6	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA ESMERALD A	BOTELLA	-	0.19	62	6.4	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA ESMERALD A	GALÓN	-	0.34	46	6.4	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA ESMERALD A	BOTELLÓN	-	0.3	46	6.4	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA CAPRI	GALÓN	-	0.3	62	6.5	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA CAPRI	BOTELLÓN	-	0.2	60	6.5	-	Inobjetable	Inobjetable
BUENAGU A	BOTELLA	-	0.2	62	6.9	-	Inobjetable	Inobjetable
BUENAGU A	GALÓN	-	0.25	53	6.9	-	Inobjetable	Inobjetable
BUENAGU A	BOTELLÓN	-	0.2	55	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA CRISOL	BOTELLA	-	0.19	46	6.7	-	Inobjetable	Inobjetable
AGUA CRISOL	BOTELLÓN	-	0.22	47	6.8	-	Inobjetable	Inobjetable

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

El **segundo muestreo** a las envasadoras se realizó en el mes de Junio del presente año, y los resultados fueron los siguientes:

Se tomaron en total 18 muestras de las 6 envasadoras registradas en el cantón, de las cuales 3 muestras no cumplen con la normativa y corresponde a las muestras tomadas de la envasadora Agua Crisol (poma de 4 litros y Botellón de 20 litros presentaron 250 y 500 ufc/ml contenido de aerobios mesófilos respectivamente) y la envasadora Agua Fina (botellón 280 ufc/ml contenido de aerobio mesófilos).

Figura 11. Contenido de aerobios mesófilos en muestras tomadas el mes de Junio de envasadoras de agua del cantón Esmeraldas.



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 27. Resultado fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas. Segundo muestreo Mayo-Junio 2010.

ENVASADORA	PRESENTACIÓN	LUGAR DE ORIGEN	AEROBIOS MESOFILOS	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
			Max. 100 ufc/ml			
Agua Esmeraldas	Botellas 500 cc	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Esmeraldas	Poma 4 litros	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Esmeraldas	Botellón 10 litros	Esmeraldas	90	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Esmeraldas	Botellón 20 litros	Esmeraldas	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Capri	Botella	Esmeraldas	10	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Capri	Galón	Esmeraldas	70	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Capri	Botellón	Esmeraldas	80	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Crisol	Botellas 500 cc	Esmeraldas	90	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Crisol	Poma 4 litros	Esmeraldas	250	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Crisol	Botellón 20 litros	Esmeraldas	500	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Fina	Botellón	Esmeraldas	280	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Que Rica	Botella 500cc	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Que Rica	Galón 4 litros	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Que Rica	Botellón 10 litros	Esmeraldas	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Que Rica	Botellón de 20 litros	Esmeraldas	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Buen Agua	Botellas 500 cc	Esmeraldas	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Buen Agua	Pomas	Esmeraldas	80	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Buen Agua	Botellones	Esmeraldas	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 28. Resultado microbiológico de muestras tomadas a envasadoras en la ciudad de Esmeraldas. Segundo muestreo Mayo-Junio 2010.

ENVASADORA	PRESENTACIÓN	COLOR UTC UNIDADES DE COLOR VERDADERO MAX 5	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	CLORO LIBRE RESIDUO AL MG/L 0.0	PH A 20° C DE 6.5 - 8.5	DUREZA TOTAL MAX. 300 MG/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
Agua Esmeraldas	Botellas 500 cc	0	0.41	0	7.1	99	Inobjetable	Inobjetable
Agua Esmeraldas	Poma 4 litros	0	0.65	0	7.2	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Esmeraldas	Botellón 10 litros	0	0.39	0	7.2	108	Inobjetable	Inobjetable
Agua Esmeraldas	Botellón 20 litros	0	0.43	0	7.3	110	Inobjetable	Inobjetable
Agua Capri	Botella	0	0.51	0	6.9	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Capri	Galón	0	0.34	0	7	108	Inobjetable	Inobjetable

Agua Capri	Botellón	0	0.6	0	7.1	110	Inobjetable	Inobjetable
Agua Crisol	Botellas 500 cc	0	0.41	0	6.9	120	Inobjetable	Inobjetable
Agua Crisol	Poma 4 litros	0	0.34	0	7	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Crisol	Botellón 20 litros	0	0.95	0	7	112	Inobjetable	Inobjetable
Agua Fina	Botellón	0	0.44	0	7	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Que Rica	Botella 500cc	0	0.81	0	7.4	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Que Rica	Galón 4 litros	0	0.79	0	7.4	105	Inobjetable	Inobjetable
Agua Que Rica	Botellón 10 litros	0	0.68	0	7.5	63	Inobjetable	Inobjetable
Agua Que Rica	Botellón de 20 litros	0	0.84	0	7.4	100	Inobjetable	Inobjetable
Agua Buen Agua	Botellas 500 cc	0	0.31	0	7.3	120	Inobjetable	Inobjetable
Agua Buen Agua	Pomas	0	0.38	0	7.4	104	Inobjetable	Inobjetable
Agua Buen Agua	Botellones	0	0.44	0	7.3	104	Inobjetable	Inobjetable

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Con respecto a las aguas envasadas fuera del cantón, pero que se comercializan en la ciudad se ha tomado 10 muestras en total de 6 embotelladoras diferentes, de las cuales 5 muestras no cumplen con los límites permisibles para su aceptabilidad. Agua Suprema Botellón, Agua Suprema Botella 500cc, Agua Casa Blanca, Agua Manar, Agua Vital Agua no cumplen con la norma de calidad del agua, presentando altos contenidos de aerobios mesófilos 3000, 2000, 1000, 500, 800 ufc/ml y 2.2 nmp/100ml de coliformes. Las demás muestras (5) cumplieron con la norma INEN.

Al momento de hacer el levantamiento de información de las muestras obtenidas en campo, se encontró que en algunas de las presentaciones de agua no se encontraba registrado el nombre del fabricante.

Tabla 29. Resultados microbiológico de muestras tomadas a envasadoras que se comercializan en el cantón Esmeraldas. Junio del 2010

ENVASADOR A	PRESENTACIÓN	FABRICANTE	LUGAR DE ORIGEN	AEROBIOS MESOFILOS	COLIFORMES TOTALES <1.8 NMP/100ML	COLIFORMES FECALES <1.8 NMP/100ML	NORMA INEN
				Max. 100 ufc/ml			
Agua Suprema	Botellón de 20 litros	No declarado	Tonsupa-Atacames	3000	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Suprema	Botellas 500cc	No declarado	No declarado	2000	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Purificada Dolphins	Botella 500cc	WaterPurification Point Blue	San Lorenzo-Ecuador	100	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Agua Casa Blanca	Botellón de 20 litros	No declarado	Same-Esmeraldas	1000	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Manar	Botellón de 20 litros	PROMIN	San Lorenzo-Ecuador	500	<1.8	<1.8	NO CUMPLE
Agua Vital Agua	Botellón de 20 litros	No declarado	No declarado	1800	2.2	<1.8	NO CUMPLE
Agua Purificada fuente El Bosque	Botellón de 20 litros	Agua El Bosque Caledro	La Concordia	75	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Purificada fuente El Bosque	Poma 4 litros	Agua El Bosque Caledro	La Concordia	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Purificada fuente El Bosque	Botellas 500cc	Agua El Bosque Caledro	La Concordia	0	<1.8	<1.8	SI CUMPLE
Agua Purificada fuente El Bosque	Fundas 500cc	Agua El Bosque Caledro	La Concordia	80	<1.8	<1.8	SI CUMPLE

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 30. Resultados fisicoquímico de muestras tomadas a envasadoras que se comercializan en el cantón Esmeraldas. Junio del 2010

PRESENTACIÓN	FABRICANTE	COLOR UTC UNIDADES DE COLOR VERDADERO MAX 5	TURBIEDAD NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD MAX. 5	CLORO LIBRE RESIDUAL MG/L 0.0	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS MAX 1000 MG/L	PH A 20°C DE 6.5 - 8.5	DUREZA TOTAL MAX. 300 MG/L	OLOR INOBJETABLE	SABOR INOBJETABLE
Botellón de 20 litros	No declarado	0	0.65	0	118	7.5	33	Inobjetable	Inobjetable
Botellas 500cc	No declarado	0	0.96	0	129	7.8	30	Inobjetable	Inobjetable
Botella 500cc	WaterPurification Point Blue	0	0.65	0	42	7	110	Inobjetable	Inobjetable
Botellón de 20 litros	No declarado	0	0.66	0	103	7.7	30	Inobjetable	Inobjetable
Botellón de 20 litros	PROMIN	0	0.4	0	242	7.7	135	Inobjetable	Inobjetable
Botellón de 20 litros	No declarado	0	0.91	0	204	7.4	136.5	Inobjetable	Inobjetable
Botellón de 20 litros	Agua El Bosque Caledro	0	0.89	0	109	7.1	108	Inobjetable	Inobjetable
Poma 4 litros	Agua El Bosque Caledro	0	0.72	0	115	7.5	110	Inobjetable	Inobjetable
Botellas 500cc	Agua El Bosque Caledro	0	0.72	0	131	6.8	90	Inobjetable	Inobjetable

Fundas 500cc	Agua El Bosque Caledro	0	0.55	0	83	7.3	86	Inobjetable	Inobjetable
--------------	------------------------	---	------	---	----	-----	----	-------------	-------------

Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

3.2.3. Juntas Administradoras de agua potable.

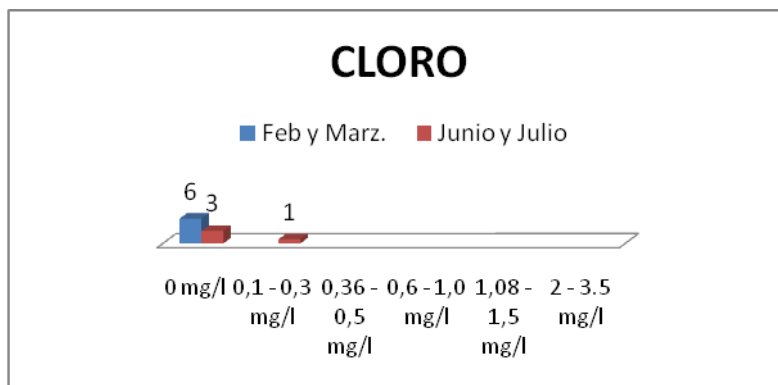
El INH no ha tomado muestras de todas las parroquias del cantón, por lo que no se ha cumplido con el cronograma previsto para toma de muestras y análisis por problemas de logística, y falta de personal. Las muestras fueron tomadas el mes de Marzo del 2010 y el segundo muestreo se efectuó en Junio del mismo año.

El primer muestreo de agua se realizó el mes de Marzo del presente año. Se recogieron muestras de agua en las parroquias: Carlos Concha, Tabiazo, Chigue, Chafllu, Majua, Isla San Juan. Los resultados de los análisis presentaron bajo cloro residual y altos índices de turbidez en el caso de la parroquia Chafllu presenta valores mayores de lo máximo permisible en turbiedad (menor a 5 UNT). Las demás JAAP presentaron bajo cloro residual. Las plantas potabilizadoras de agua en las parroquias, en su mayoría no tienen el adecuado funcionamiento ni cuentan con personal técnico capacitado para su manejo, por lo que muchas de ellas actualmente no funcionan o distribuyen a la población un agua de mala calidad que no cumple con los límites permisibles para su consumo.

El segundo muestreo de agua se realizó desde el mes de Junio del presente año. Se recogieron muestras de agua en las parroquias: Carlos Concha, Tabiazo, Chigue, Majua. Los resultados de los análisis presentaron bajo cloro residual y contenidos de coliformes fecales sobrepasan los máximos permisibles. De las 10 muestras tomadas en las dos campañas realizados a las JAAP, el 100% presento contaminación en el agua y ninguna cumple con la normativa vigente (Ver mapa 11).

Tabla 31. Contenido de cloro residual en las muestras de agua tomadas de las JAAP.

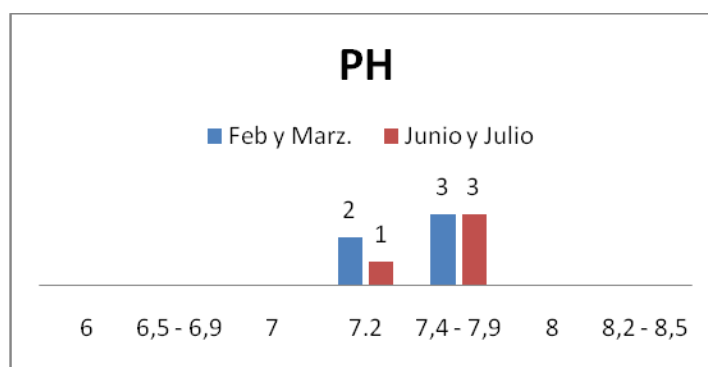
CLORO		
RANGO	Feb y Marz.	Junio y Julio
0 mg/l	6	3
0,1 - 0,3 mg/l	-	1
0,36 - 0,5 mg/l	-	-
0,6 - 1,0 mg/l	-	-
1,08 -1,5 mg/l	-	-
2 - 3.5 mg/l	-	-



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 32. pH en las muestras de agua tomadas de las JAAP.

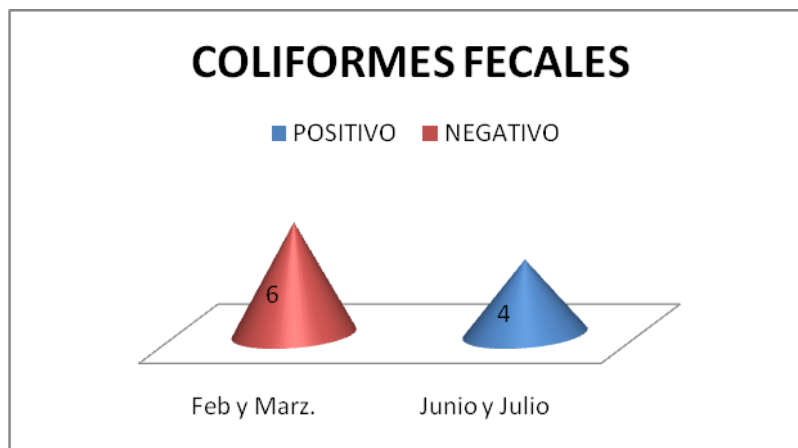
Ph		
Rango	Feb y Marz.	Junio y Julio
6	-	-
6,5 - 6,9	-	-
7	-	-
7.2	2	1
7,4 - 7,9	3	3
8	-	-
8,2 - 8,5	-	-



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 33. Contenido de coliformes fecales en las muestras de agua tomadas de las JAAP.

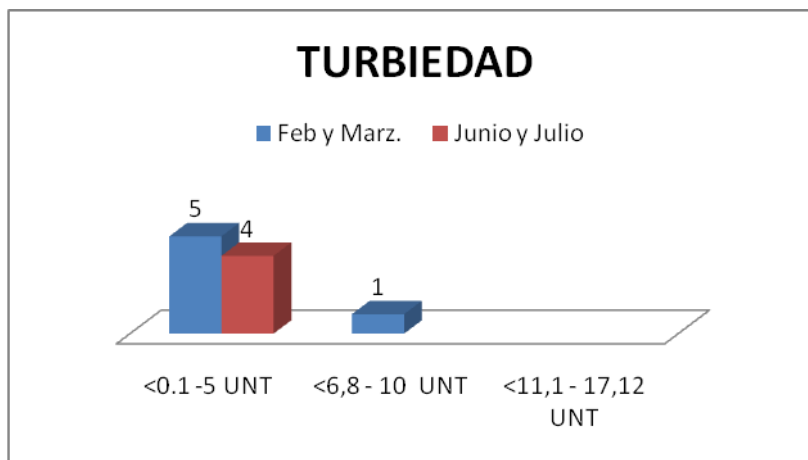
COLIFORME FECALES		
	Feb y Marz.	Junio y Julio
POSITIVO	0	4
NEGATIVO	6	0



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 34. Turbiedad en las muestras de agua tomadas de las JAAP.

TURBIEDAD		
RANGO	Feb y Marz.	Junio y Julio
<0,1 - 5 UNT	5	4
<6,8 - 10 UNT	1	-
<11,1 - 17,12 UNT	-	-



Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

Tabla 35. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de las juntas parroquiales del cantón Esmeraldas.

LOCALIDAD	# HABITANTES	SISTEMAS DE AGUA		VOLUM.	PH		TURBIEDAD		CLORO RESIDUAL		COLI. FECALES	
		ESTADO	CAPTACION		6,5 - 8.5		<5 UNT		0 mg/l		0	
					1	2	1	2	1	2	1	2
TABIAZO	3,126	BUENO	POZO PROF	100CC	7,6	7,6	<0.6	<1.41	0	0	0	1.8
MAJUA	2,246	BUENO	POZO PROF	100CC	7,8	7,6	<1.5	<0.77	0	0	0	2,2
CHAFLU	1000	BUENO	POZO PROF	100CC	7,2	ND	<12	ND	0	ND	0	ND
ISLA SAN JUAN	735	BUENO	RIO	100CC	7,6	ND	<0.5	ND	0	ND	0	ND
CARLOS CONCHA	2,194	BUENO	POZO PROF	100CC	7,6	7,8	<0.4	<0.91	0	0.1	0	2,2
CHIGUE	3000	BUENO	POZO PROF	100CC	7,2	7,2	<0.6	<0.59	0	0	0	2,2

ND: no dato al no tomarse muestra. Fuente: SCCA en el Cantón Esmeraldas. INH, 2010.

3.3. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN ESMERALDAS.

El análisis de la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable permite determinar el posible grado de afectación a los que están expuestos los componentes del sistema (OPS, 2006). La caracterización del sistema y su funcionamiento, permitió determinar el estado de los componentes y el sistema identificando los peligros potenciales físico químico y microbiológico y eventos peligrosos, asociados con el abastecimiento del agua potable.

Los peligros identificados fueron clasificados según el riesgo que presentan, dando prioridad a los eventos peligrosos; utilizando el enfoque cuantitativo que toma en cuenta la probabilidad de ocurrencia y gravedad (frecuencia). El riesgo, para cada evento peligroso, se lo calculó multiplicando la "Probabilidad" por "Gravedad o frecuencia". Hay diferentes niveles de probabilidad de ocurrencia de un peligro: Casi seguro, Probable, Moderadamente probable, Improbable y Excepcional y diferentes categorías de gravedad estimadas: catastrófica, Importante, Moderada, Menor, Insignificante, cada una de las categorías tiene asignada una puntuación, ver tabla 33 (Davison A., Deere D., 2007).

Tabla 36. Categoría de Probabilidad y Gravedad de riesgos

Descriptor	Definición	Puntuación
Categorías de probabilidad		
Casi Seguro	Casi todo los días	5
Probable	De 2 a 4 veces por mes	4
Moderadamente probable	Una vez por mes	3
Improbable	Una o dos veces por año	2
Excepcional	Una vez cada 5 años	1
Categorías de gravedad		
Catastrófica	Potencialmente Mortal	5
Importante		4
Moderada	Potencialmente dañino	3
Menor		2
Insignificante	Sin impacto no detectable	1

Fuente: Davison Annette, Deere Dan, 2007.

Tabla 37. Referencia de interpretación de riesgo

BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	CATASTROFICO
1-4	5-12	15-16	17-10	21-25

3.3.1. Sistema Empresa de agua potable y alcantarillado San Mateo.

Tabla 38. Sistema Empresa de agua potable y alcantarillado San Mateo

Etapa del proceso	Peligro	Causa del Peligro	Gravedad	Probabilidad	Puntuación	Riesgo
Fuente	Físico	Disminución del caudal (arrastre de sedimentos). Fenómenos climatológicos.	3	4	12	Moderado
	Físico, Químico	Arrastre de materiales pétreos a causa de explotación de canteras aguas arriba.	3	4	12	Moderado
Tratamiento	Físico, Químico, Microbiológico	Falta de energía eléctrica de respaldo	3	2	6	Moderado
	Físico, Químico, Microbiológico	Sobrecarga de la instalación de tratamiento	2	2	4	Bajo
	Físico, Químico, Microbiológico	Agua no tratada	3	2	6	Moderado
Almacenamiento	Físico, Químico, Microbiológico	Ausencia de cerco perimétrico de seguridad	2	4	8	Moderado
	Químico, Microbiológico	Desinfección deficiente del reservorio	3	2	6	Moderado

Red de distribución	Físico, Químico, Microbiológico	Intermitencia del suministro de agua potable en varios sectores	3	5	15	Alto
	Físico, Químico, Microbiológico	Conexiones clandestinas	3	5	15	Alto
	Físico, Químico, Microbiológico	Fugas en la tubería principal y sistema de distribución, tuberías obsoletas, materiales de las tuberías asbesto cemento.	4	5	20	Muy alto
	Físico, Químico, Microbiológico	Inadecuada cobertura de abastecimiento, población no atendida por el servicio.	3	2	6	Moderado
Almacenamiento intradomiciliaria	Físico, Químico, Microbiológico	Almacenamiento en cisternas, sin mantenimiento,	3	2	6	Moderado

Elaboración Propia

- Captación

La principal fuente de agua dulce en el cantón es el río Esmeraldas, actualmente la cuenca hidrográfica de este río está desprotegida y amenazada principalmente por la tala indiscriminada de los bosques. Consecuencia de esto, ha disminuido el caudal y la pérdida de la altura del fondo del río por arrastre de sedimentos.

La cantidad de agua captada para ser potabilizada es de 1075 litros/seg. La misma que espera abastecer a 400.0000 habitantes de varios cantones y poblaciones como Esmeraldas, Tonsupa, Tonchigue. Desde el mes de julio hasta noviembre, el río, debido a la falta de lluvias, baja en forma considerable su nivel; impidiendo el normal ingreso de agua en la Planta de Captación, lo que obliga a realizar dragados permanentes, instalación de bombas paralelas a la captación y otras maniobras para alcanzar los metros cúbicos adecuados para abastecer la demanda, y dificulta el tratamiento de la misma ya que requiere de mucho más insumos para su clarificación y desinfección para así asegurar su calidad.

En el mes de noviembre del 2009, la empresa enfrentó problemas muy graves en cuanto a la captación del agua cruda, debido a la sequía que vivió la provincia de Esmeraldas y debido a explotación de material pétreo que realizan las empresas mineras. El nivel de sedimentos aumentó exageradamente alcanzando en la estación de captación de la EAPA San Mateo, un nivel de 0.50 cm, lo que obligó a la empresa a realizar dragados para alcanzar el volumen de agua adecuado. Este evento puede causar peligro de contaminación físico-químico del agua, por lo tanto requiere atención inmediata, que

ocasiona a la empresa costos altos de tratamiento y captación, y posibles consecuencias a la salud de la población si no es tratada y desinfectada.

- Proceso de tratamiento del agua

El agua cruda se capta en el margen derecho del río Esmeraldas, en el sitio conocido como “San Mateo” ubicada a la altura del km. 17 de la vía a Esmeraldas, donde es enviada por bombeo eléctrico; distribuidos en cuatro estaciones, los que impulsan el agua hasta la Planta Potabilizadora. Al momento de la evaluación en las instalaciones de la empresa no se encontró problemas con los procesos de potabilización del agua. La infraestructura, edificios de control y laboratorio, están debidamente equipadas con los sistemas para preparación y dosificación de reactivos, así como oficinas destinadas al personal de Operación y Distribución. Cuenta con bodega para almacenamiento de productos químicos, área de almacenamiento y dosificación de cloro gaseoso y talleres de mantenimiento debidamente equipados. Por lo tanto la infraestructura de tratamiento del sistema de abastecimiento tiene un riesgo de disfunción bajo.

En los meses de noviembre y diciembre del 2009, el suministro del líquido vital se lo suspendió en horarios establecidos por el Consejo Nacional de Electrificación, como parte del Plan de ahorro de energía eléctrica, durante 4 horas. La empresa no cuenta con un generador de energía como alternativa en caso de un corte de energía eléctrica, presentando una alta probabilidad de que el agua cruda no sea debidamente tratada y presente contaminación físico-química y biológica. Por lo tanto la falta de energía eléctrica de respaldo tiene un riesgo de disfunción moderado.

- Almacenamiento de agua potable en tanques o reservorios.

Los tanques de reserva son de hormigón armado ubicados en diferentes lugares del perímetro urbano, cada uno de ellos están ubicados a diferentes cotas de altura. Dichos tanques no están debidamente protegidos con cercos que eviten la entrada de personas que puedan contaminar el agua. Por lo tanto la ausencia de cerco perimétrico de seguridad en los tanques de almacenamiento tiene un riesgo de disfunción moderado.

- Proceso de Distribución, Red Pública e intra domiciliaria.

La red de distribución transporta el agua desde el lugar de tratamiento hasta el usuario final. El desarrollo de posibles organismos en la red, está influenciado por una variedad de condiciones ambientales que incluyen características físico químicas del agua, edad

del sistema, tipos de materiales de los tubos y disponibilidad de lugares adecuados para la colonización (por lo general en secciones de flujo lento, puntos de remanso, zonas muertas y áreas de actividad corrosiva (OMS 2004). Además la calidad bacteriológica puede empeorar durante la distribución si el agua contiene grandes cantidades de carbón orgánico o amoníaco asimilables, lo que incide en las concentraciones residuales de cloro, disminuyendo el efecto de los desinfectantes en el agua. Es importante tener en cuenta estas condiciones para la determinación de peligros que pueden afectar en la calidad del agua.

A partir del tanque de carga ubicado en la cota 150 msnm del 2000m³ de capacidad, se distribuye el agua a gravedad hacia la población de Esmeraldas por una conducción aproximadamente de 14 km hacia los tanques de reserva de los sectores de la ciudad. Conformada por dos tuberías de acero de 900 y 400 mm de diámetro. La tubería de acero o tubería madre viene desde la empresa de agua potable ubicada en la parroquia San Mateo, pasa por un túnel debido a la topografía del terreno muy accidentada, estando a una profundidad de 2-3 metros. Al entrar la tubería a la ciudad pasa por el río Teaone hasta el terminal terrestre de la ciudad desviándose por la carretera antigua donde se encuentra ubicado el basurero de la ciudad, y desde aquí se dirige a los distintos tanques de almacenamiento de agua.

La tubería de acero tiene aproximadamente 15 años desde su implementación, presenta continuamente problemas de fugas o roturas que pueden alterar la calidad del agua que se almacenan en los tanques: El tramo entre los barrios Julio Estupiñán y 31 de Mayo presenta problemas continuos de fugas de agua en la tubería de acero. En el sector del terminal terrestre ubicado a la altura del redondel de Codesa presento problemas de rotura de la tubería. El departamento técnico de la empresa tuvo que hacer cambio de un tramo de 4m aproximadamente de la tubería por PVC para poder solucionar el problema.

Se presentaron problemas en el tramo del río Teaone por donde pasa la tubería de acero (profundidad de 3,50m), hubo fugas por lo que tuvieron que reparar una porción de la tubería para parar la fuga. Algunos tramos de la tubería, presentan oxidación debido a la continua humedad que presenta la línea de conducción, pudiendo causar corrosión. La corrosión se caracteriza por la solubilización parcial de los materiales de lo que están hechos los sistemas de tratamiento, abastecimiento, válvulas, tuberías etc. Numerosos metales que son utilizados para la construcción de sistemas de abastecimiento son inestables en presencia de agua y tienen tendencia a transformarse o degradarse para

construir elementos más estables o solubles. El cemento se deteriora debido a la exposición prolongada a agua corrosiva, causada por la disolución de cal y otros compuestos solubles o por iones agresivos como el cloruro o el sulfato, lo que puede originar el colapso de la tubería (OMS, 1993).

La red de distribución secundaria y terciaria de la zona norte de Esmeraldas, presenta condiciones de funcionamiento deficientes, se estima que en la red se origina aproximadamente el 70% de las fugas del total del caudal producido. La red secundaria empieza a la salida de cada tanque de agua, esta red posteriormente se deriva en tuberías de menor diámetro que están ubicadas en las distintas calles de la ciudad. El diámetro varía entre 100-500 mm y es de Asbesto-Cemento (AC), con una longitud de 90 km. El año de instalación se efectuó en 1974-1982 y la profundidad de estas tuberías varía dependiendo del diámetro de cada una de ellas.



Foto 1. Reparación de un tramo de tubería principal en la ciudad de Esmeraldas.

Fuente: EAPA San Mateo 2010.

El principal problema que presenta la tubería es en el sector llamado Tripa de Pollo entre las calles 26 de Junio y Las Orquídeas, donde las fugas se presentan constantemente día tras día. La tubería en este sector es de asbesto cemento. Al igual el sector detrás de la iglesia La Catedral en las calles Simón Plata Torres entre Manabí y 24 de Mayo, presentaba problemas de fugas constantes y rotura de la tubería, por lo que la empresa procedió a cambiar en ese sector la tubería por PVC. El Barrio Cordero Crespo hace un mes atrás cambio las tuberías de asbesto por PVC ya que en este sector la tubería de agua potable sufría serios problemas de rotura junto con la red de alcantarillado que se encontraban al mismo nivel, puesto que el agua que llegaban a la vivienda estaba contaminada.

El costo de reparación en la tubería de asbesto es elevado, pues este material ya no se utiliza en las redes de tuberías y los accesorios requeridos para su compostura son escasos y costosos. Ante este problema la empresa ha optado por cambiar esos tramos que colapsan de esta tubería por material PVC. Por lo tanto las fugas en la tubería principal y sistema de distribución en general, tiene un riesgo de disfunción muy alto, por lo que necesita atención prioritaria.

Anteriormente la captación del agua se realizaba en pozos profundos, debido el tipo de minerales que contenía el agua y al reaccionar con el material de las tuberías de asbesto cemento, se acumulaba alrededor de ella una capa de manganeso que reduce el diámetro de la tubería. Este problema es grave y debe tener una atención inmediata de parte de la empresa ya que este compuesto puede causar graves problemas cancerígenos al igual que el asbesto.



Foto 2. Acumulación de manganeso alrededor de la tubería de asbesto cemento.

Fuente. EAPA 2010

En las áreas colindantes a las riveras del río Esmeraldas no se encuentran problemas con respecto a calidad del agua potable, pues en estas zonas las tuberías instaladas son de PVC y la frecuencia del servicio es diaria y durante todo el día.

Estas áreas son de expansión urbana descontrolada de los últimos años, no pertenecen al casco urbano, y están catalogadas como áreas de alta inseguridad; puesto que la empresa no ha implementado en todas los domicilios medidores y han tenido que instalar conexiones directas y facturar lo mínimo a la población, en muchos casos se presentan conexiones clandestinas. Estas últimas pueden tener problemas por contaminación del agua y administrativos dentro de la empresa. El número de familias que pagan por el servicio es de solamente 17000 abonados lo que representa el 42,5% de las viviendas con el servicio de agua de la red pública perjudicando a la empresa al no obtener los

recursos financieros suficientes para poder ejecutar proyectos de ampliación de redes, mantenimiento, entre otros.

La red de agua potable en la zona sur o barrios periféricos está construida de PVC-P tiene una longitud de 40 km y un diámetro que varía desde los 0.5-2 m. El año de instalación se efectuó en 1996-1998. Hasta el momento no se ha presentado problemas en el sistema de abastecimiento en estos barrios, lo que es importante señalar es que el sector los Marginados presenta un bajo porcentaje de cobertura del agua por lo que la empresa ha previsto la ampliación de redes.

Otro grave problema que puede alterar la calidad del agua en la red de distribución es la frecuencia con la que abastecen los tanques de reserva a ciertos sectores de la ciudad. Los sistemas de agua potable son vulnerables a la contaminación microbiana cuando baja la presión del agua y el abastecimiento de agua es intermitente. En el sector Norte, sector Sur bajo y sector Sur alto, situados en la zona norte de la ciudad, presentan una frecuencia de abastecimiento de agua intermitente, es decir solo ciertas horas durante el día y ciertos días de la semana. Estos sectores pueden presentar riesgos de contaminación en cuanto a calidad del agua y por ende a la salud de la población (OMS, 2004).

La conexión domiciliar está conformada de un collarín o accesorio de derivación, la tubería flexible (manguera) en la longitud que se requiera para conectar desde tubería de la red hasta la caja donde se instale el medidor, la válvula de paso y la de capuchón, el medidor y demás accesorios (Instituto Ecuatoriano de obra sanitarias ex – IEOS, Normas Técnicas de diseño para los sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos).

La empresa presenta múltiples problemas en cuanto a fugas de agua en las mangueras pertenecientes a la red domiciliar. Esta tubería debe estar a una profundidad adecuada y cubierto por una capa de arena pura. No se cumplen con las normas establecidas en cuanto a diseño de los sistemas de agua potable, las mangueras se encuentran muy cercanas a la superficie y en contacto con el asfalto y por ende altas temperaturas causan que se cristalice el material y la tubería se rompa. Esto ocasiona que los problemas de fugas en las conexiones domiciliarias se presentan continuamente.

En cuanto al uso de cisternas en los domicilios, un porcentaje bajo de la población cuenta con este sistema de almacenamiento, debido a la baja presión con la que llega el agua a

los domicilios y por la intermitencia del servicio. Es importante que se dé un mantenimiento adecuado de estos sistemas ya que puede presentar contaminación el agua que se almacena ya sea por no hacer limpiezas u otras fallas en las bombas de las cisternas etc.

3.3.2. Sistema Envasadoras del cantón Esmeraldas

Tabla 39. Sistema envasadora del cantón Esmeraldas						
Etapa de Proceso	Peligro	Causa del peligro	Gravedad	Probabilidad	Calificación	Riesgo
Captación del agua	Contaminación del agua	Agua potable del grifo no cumple con la normativa INEN 1108 y presenta índices de contaminación fisicoquímica y microbiológica.	3	3	9	Moderado
Deposito	Alteración de la calidad del agua	Por falta de higienización y mantenimiento periódico	3	2	6	Moderado
Tratamiento	Contaminación del agua	Características del agua no acordes con la finalidad del tratamiento, debido al funcionamiento incorrecto del proceso.	4	4	16	Alto
Envasado	Contaminación del agua	Efectuar manipulaciones indebidas durante el proceso de envasado, falta de hábitos de higiene.	4	4	16	Alto
Almacenamiento	Alteración de las características organolépticas del agua (olor y sabor) y del aspecto de los envases y embalajes	Las especiales características del agua altamente susceptible a agresiones externas provocadas por ambientes inadecuados.	4	4		Alto

Elaboración Propia

Para la determinación del diagnóstico de los componentes del sistema de agua envasada en el cantón Esmeraldas se realizó una investigación descriptiva relacionada con condiciones locativas y operativas de cada envasadora.

Tomando en cuanto los análisis de agua que se realizaron a las envasadoras dentro del cantón y sus diferentes presentaciones. Se elaboró una matriz para el equipo encargado del levantamiento de información en las envasadoras de agua dentro del cantón, y se establecieron requisitos que deben tener las instalaciones para su óptimo funcionamiento (SYMAE, 2010). Es importante que cada uno de los establecimientos dispongan de espacio suficiente para equipos y operaciones, áreas de higiene, área de envasado y etiquetado, almacenamiento y distribución de los productos.

Se evaluaron cada uno de estos parámetros y asignó una calificación según las exigencias que se iban cumpliendo en el proceso de evaluación. Dichos resultados se iban registrando en la matriz de supervisión. Lamentablemente de las seis envasadoras registradas que poseen permiso de funcionamiento de parte de la Dirección Provincial de Salud, tres de ellas no fueron evaluadas (Ver Anexo 6). Las envasadoras que si cumplieron con la evaluación fueron las embotelladoras Agua Fina, Buen agua y Agua Esmeraldas, las mismas que no presentaron altas calificaciones en la inspección. La materia prima en este caso el agua potable del grifo, debe tener el debido tratamiento mediante procesos químicos, físico o biológicos, para que sustancias que puedan ser perjudiciales para la salud puedan ser eliminadas obteniendo un producto que cumpla con la normativa de agua envasada en el Ecuador.

Se evaluó los métodos de desinfección y tratamiento del agua en las envasadoras. El proceso empleado con mayor frecuencia para la desinfección del agua usada como materia prima es la cloración (100%), que se realiza con hipoclorito de calcio o de sodio. El cloro es el principal agente desinfectante usado para potabilizar agua para el consumo humano, que actúa sobre microorganismos, mas no sobre contaminantes químicos. El hipoclorito de sodio se usa para la desinfección, pero esto va a depender entre otras cosas del pH del agua y el contenido de materia orgánica: (excretas de animales, restos de animales y plantas, desechos industriales, componentes de la tierra, etc.). En este caso si el agua potable tiene presencia de materia orgánica y esta se combina con cloro para su desinfección, el cloro disminuye su cantidad necesaria para la eliminación de microorganismos; lo que no hace eficaz al proceso de tratamiento, es importante entonces que el agua después de ser tratada pase por una etapa de filtros donde pueda quedar microorganismos que no han sido eliminados por completo en la etapa de desinfección. En el proceso de producción se evaluó el estado sanitario de equipos, producción por lotes, planificación de la producción. La identificación del agua envasada

para consumo humano según la norma INEN Agua Envasada debe ser mediante lotes y fechas de producción de acuerdo al cambio de filtro de carbón utilizado. Lamentablemente la producción de estas envasadoras no era por lote y no tomaban en cuenta la vida útil del filtro de carbón activado por lo que utilizaban el mayor tiempo posible para el tratamiento del agua.

Uno de los problemas que presentan mayor peligro se debe al funcionamiento incorrecto del proceso, donde las características del agua pueden presentar contaminación y por ende causar riesgo a la salud de la población si esta es ingerida. Ninguna envasadora local utiliza otras técnicas como la ozonificación y radiación U.V.

De las visitas realizadas a cada envasadora se pudo observar problemas puntuales en todas las envasadoras como malas prácticas de manufactura y disposición final del producto en bodega, que están influenciando la calidad bacteriológica del producto de manera general, no cuentan con espacios destinados al área de despacho, distribución y reclamos. Esto implica un riesgo alto, ya que la falta de hábitos de higiene y áreas destinadas para uso exclusivo de envasado y almacenamiento puede causar una contaminación del agua envasada que esta lista para su distribución.

3.3.3. Sistema de Juntas Administradoras de Agua Potable

La falta de cobertura en la distribución de agua potable por parte de la empresa EAPA San Mateo, origina que las comunidades sobre todo rurales, busquen mecanismos para poder abastecerse del líquido vital e implementar algún esquema de potabilización, estas fuentes alternativas de provisión de agua obligatoriamente deberán incluirse en el Sistema de Control de Calidad de Agua, lo que redundará en la salud comunitaria, ya que no cuentan con un manejo técnico y los encargados de mantener funcionando el mecanismo de aprovisionamiento de agua en la comunidad son personas de buena voluntad.

Las juntas parroquiales de agua cuentan con varios sistemas para potabilizar el agua; clasificados en relación a su capacidad de producción tales como sistemas de baja producción (4 litros por segundo) y sistema de mediana producción (5 litros por segundo). La diferencia entre los sistemas de potabilización está en su capacidad y tratamiento de purificación. Los sistemas de baja producción abastecen a poca población aproximadamente 200 personas menos de 40 familias, agua suficiente para cocinar y satisfacer sus propias necesidades. Los sistemas de mediana producción abastecen a

más de 40 familias a través de sistemas de distribución, lo que hace que la población reciba el agua por medio de acometidas domiciliarias. Son pocas comunidades las que cuentan con estos sistemas de bombeo y conducción y planta potabilizadora de agua, las demás se abastecen de agua que recogen del río o en muchos casos se vende a estas poblaciones garrafones de agua para que puedan utilizarlo para cocinar, lavar alimentos, uso personal etc.

Actualmente existen 16 Juntas Administradoras de Agua Potable, en varias parroquias rurales del cantón Esmeraldas. La parroquia Chinca tiene 6 JAAP, en las comunidades Taquique, Chafllu, Bellavista, Chinca, Chigue y Cotopaxi.

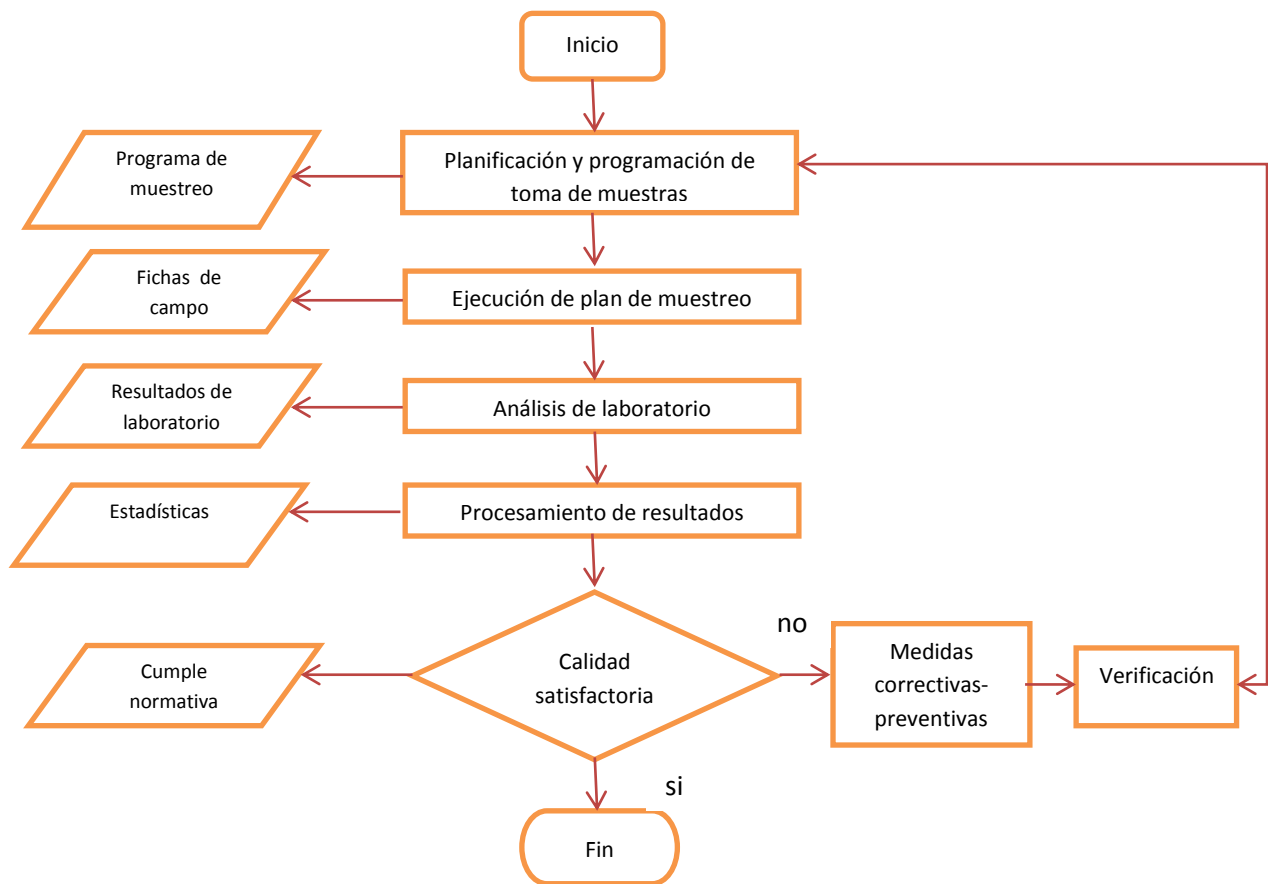
La parroquia San Mateo posee 3 JAAP en la comunidades de Las Minas, Taticay Zapallo, es importante mencionar que la cabecera parroquial de dicha parroquia es abastecida por le empresa de agua potable y cuentan con medidores. La parroquia Tabiazo cuenta con 1 JAAP, que actualmente ha dejado de funcionar por averías en el sistema. La parroquia Tachina cuenta con 2 JAAP, en las comunidades de Tigre y Tachina. La comunidad del Tigre solo vende agua en pomas de 6 galones a 0,25 centavos, para consumo humano. En cuanto a las demás necesidades como lavar ropa y bañarse, la población tiene que utilizar el agua del río para dicho fin. La parroquia Camarones no tiene JAAP, sin embargo su cabecera parroquial es abastecida por la EAPA San Mateo a través de medidores, y su pago se lo realiza directamente a la empresa. La parroquia Carlos Concha tiene 1 JAAP, en su cabecera parroquial. La parroquia Majua tiene 3 JAAP en las comunidades de Bolívar, Isla San Juan, y Majua. En cuanto a la parroquia de Vuelta Larga, es cubierta por la empresa EAPA San Mateo en su totalidad. Algunos de los sistemas de potabilización de agua de las parroquias presentan problemas asociados con la calidad del agua y continuidad del servicio. Los presidentes de las Juntas Administradoras de Agua Potable aseguran que se debe a la falta de personal técnico que ayude a la operación de las plantas de tratamiento.

CAPITULO IV.

4. PROPUESTA DE PLAN DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CANTÓN ESMERALDAS.

La propuesta de esta disertación de un plan de monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua para consumo en el cantón, se determinó en base a la identificación de las debilidades del proceso de control de calidad del agua realizado por el programa SYMAE. Esta propuesta incluye principalmente las siguientes etapas: planificación y programación de toma de muestras, ejecución de toma de muestras, procedimiento de análisis de laboratorio, procesamiento de resultados (cumple o no con la normativa de calidad del agua), determinación de medidas correctivas o preventivas (corrección de las irregularidades en el caso que las muestras no cumplan con los límites permisibles), verificación de las medidas a fin de asegurar si han sido ejecutadas.

Figura 12. Flujograma control de calidad del agua potable.



Elaboración Propia

4.1. PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EAPA SAN MATEO.

4.1.1. Programación de toma de muestras

Se propone tomar muestras en la planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y red de distribución (en las viviendas). El tamaño y frecuencia de los muestreos se detallan a continuación:

4.1.1.1. Tamaño y frecuencia de la muestra

Se definió el número de muestras considerando el número de abonados en la ciudad de Esmeraldas, 21.241 clientes lo que significa aproximadamente 107.000 habitantes (Departamento de comercialización, 2010). El número de muestras que deberán tomar los técnicos del INH, serán de 100 muestras al mes, según la norma INEN Agua Potable 1108 Número de unidades a tomarse según la población servida. Por lo tanto los técnicos encargados de la recolección de muestras deberán recoger diariamente entre 5 y 6 muestras correspondiente a este sistema, 1 muestra por mes en cada tanque de almacenamiento (10 muestras al mes) y entre 5 y 4 muestras diarias a la red de distribución.

4.1.2. Ejecución de toma de muestras

Se estableció para la toma de muestras una nueva sectorización a diferencia de la establecida por el SYMAE, en la cual se han seleccionado, dentro de cada sector, barrios según criterios de densidad; zonas críticas y barrios sumamente alejados de la ciudad. Al igual se consideró barrios que presentaron contaminación en el agua y zonas que fueron excluidas de las campañas de muestreo realizadas por el INH. En base a la sectorización de EAPA San Mateo según tanques de almacenamiento y frecuencia del servicio, se divide a la ciudad en 9 sectores.

La primera semana de muestreo, comenzando el lunes en el Sector Norte de la ciudad, los técnicos recogerán 5 muestras de los diferentes barrios de este sector y una muestra en el tanque de almacenamiento 4 Prima que abastece de agua potable a este sector. El martes tomarán muestras del Sector Centro Alto, 5 muestras en las viviendas de los diferentes barrios que se detallan en la tabla 40 para este sector y 1 muestra en el tanque de almacenamiento Betania. El miércoles se recogerán muestras del sector Centro bajo, 5 muestras en las viviendas de los diferentes barrios que se detallan en la tabla 40 y 1

muestra en el tanque de almacenamiento Santa Cruz. El jueves se recogerán muestras del sector Sur Bajo, 5 muestras en las viviendas de los diferentes barrios que se detallan en la tabla 40 y 1 muestra en el tanque de almacenamiento Aire Libre. El viernes se recogerán muestras del sector Sur Alto, 1 muestras en el tanque de almacenamiento La Guacharaca 5 muestras en las viviendas de los diferentes barrios que se detallan en la tabla 40.

La segunda semana se dirigirán a la parte sur de la ciudad empezando el lunes, donde se recogerán muestras del sector 15 de Marzo, 1 muestra en el tanque de almacenamiento 15 de Marzo y 5 muestras en las viviendas de los barrios que se detallan en la tabla 40. El martes se recogerán muestras del sector Los Marginados, 1 muestra en el tanque de almacenamiento Los Marginados y 5 muestras de los diferentes barrios que se detallan en la tabla 40. El miércoles recogerán muestras del Sector Tolita 1 y 2, 5 muestras distribuidas aleatoriamente en el sector y 1 muestra en cada tanque de almacenamiento Tolita 1 y 2. El jueves se recogerán muestras del sector Buen Pastor, 5 muestras aleatorias en los barrios: Casa Bonita, Cananga, La Floresta y 1 muestra en el tanque de almacenamiento Buen Pastor. El viernes se recogerán 2 muestras en la planta de tratamiento, ya que EAPA San Mateo realiza muestras diarias cada 2 horas del agua ya potabilizada llevando un control interno para asegurar la calidad del agua que distribuyen a la ciudad.

Tabla 40. Sectores de muestreo de agua potable

Sectores	Puntos de muestreo	Tipo de análisis
Sector Norte	Panecillo	10
	Tercer Piso	
	Modelo	
	Las Palmas	
	El Embudo	
	Simón Bolívar	
	El Regocijo	
	Parada 11	
Sector Centro alto	Urb. del IESS	10
	Nuevo Horizontes	
	Santa Cruz	
	Santas Vainas	
	Los Almendros	
	Villa del Seguro	
	Barrio Chone	
	Colinas del sol	

Sector Centro baja	El Arenal	10
	EL Pampón	
	Isla Piedad	
	Bellavista	
	Isla San Cruz	
Sector Sur bajo	El Potosí	10
	Centro	
	Caliente	
	San José Obrero	
	Aire Libre	
Sector Sur alto	Boca del Lobo	10
	La Guacharaca	
	Aire Libre	
	Mina de Piedra	
	Esmeraldas Libre	
	20 de Noviembre	
Sector 15 de Marzo	Propicia	10
	Codesa	
	15 de Marzo	
	Villa Petro Ecuador	
	La Concordia	
Sector Los Marginados	La Victoria	10
	Tiwinza	
	Vuelta Larga	
	Barrio Voluntad de Dios	
	San Rafael	
Buen Pastor	Casa Bonita	10
	Cananga	
	La floresta	
Sector Tolita 1 y 2	Tolita 1	10
	Tolita 2	

Elaboración Propia

4.1.3. Análisis de muestras

Se ha establecido una clasificación de parámetros en base a la importancia para la salud y el riesgo de aceptabilidad para el usuario. Se define con precisión la frecuencia para los análisis físicos químicos y bacteriológicos de cada parámetro, lo que permitirá asegurar la calidad del muestreo, ya que por el momento el INH realiza pocos análisis al agua, lo que ocasiona que las muestras no sean representativas y no reflejen la realidad del estado del agua que distribuyen los diferentes sistemas al cantón. Esto permitirá un ahorro de costos, realizando los parámetros más significativos al agua.

La calidad microbiológica del agua potable tiene particular importancia al momento de la desinfección del agua, al contrario con los parámetros físicos como el olor, sabor o pH, que no se relacionan directamente con la salud, pero se aplican para asegurar la calidad del agua y sus características organolépticas.

La OMS ha determinado parámetros que deben tomarse en consideración para análisis de la calidad del agua y han determinado valores guías que se toman como base para juzgar la aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua. A continuación se establecen los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los cuales debe cumplir un agua para ser considerada potable. (OMS 2004).

Aspectos Microbiológicos

La identificación de un grupo determinado de microorganismos patógenos en el agua, ayuda a la determinación de la calidad del agua y el nivel de contaminación que presente la misma, comparando los resultados de los análisis con los valores guías que detalla la norma de calidad INEN 1108 Agua Potable. Dicha norma contempla que *el agua potable* para asegurar su consumo no debe contener ningún microorganismo patógeno, ni indicadores bacterianos de residuos fecales (Norma INEN Agua Potable 1108:2006).

Los indicadores más importantes dentro de este grupo son los coliformes y especialmente los coliformes fecales. Los coliformes utilizados como el indicador más idóneo para evaluar la efectividad del tratamiento y la integridad del sistema de distribución. El agua después de ser sometida a procesos de potabilización y distribuida a la población no debe contener bacterias coliformes, sin importar si la fuente de suministro de agua es protegida o no, por lo que deberá ser menor a <1.8 nmp/100ml (Norma INEN Agua Potable 1108:2006).

Para el agua embotellada, se recomienda tener la misma calidad bacteriológica del agua potable sin embotellar, sin presencia de coliformes fecales, y los procesos de embotellamiento, traslado y almacenamiento deben ser ejecutados con las debidas precauciones de higiene para evitar posibles contaminaciones. El INH realiza los siguientes parámetros microbiológicos para agua potable, juntas de aguas parroquiales y aguas envasadas para los análisis de la calidad de agua: coliformes fecales, coliformes totales, aerobios mesófilos.

Las enfermedades más comunes relacionadas con el agua de consumo son las enfermedades infecciosas transmitidas por agentes patógenos: como bacterias, virus y parásitos. Estos microorganismos son transmitidos especialmente por las heces y orinas de personas infectadas. Las bacterias en el agua pueden causar enfermedades como la tifoidea, la paratifoidea, el cólera etc. Las enfermedades virales asociadas con el agua son la hepatitis A, poliomielitis, y aquellos casos de gastroenteritis retribuidos al virus de rotavirus, principalmente en niños siendo una de las causas principales de muerte infantil. Los protozoos como la *Giardia Lamblia*, *Criptosporidium* pueden producir gastroenteritis que se manifiesta con diarrea, fatiga y calambres. (American Water Work Association 2002). No existe una base teórica que argumente enfermedades de origen hídrico por la presencia de hongos en el agua, pero se le atribuye el olor y sabor que pueden causar en el agua (Larry W. Mays, 2002).

Análisis físico-químico

El cloro es el principal desinfectante con alto poder residual más utilizado en los sistemas de abastecimiento del agua para su desinfección.

El color y la turbiedad, están relacionados con la desinfección del agua, y nos pueden señalar además la presencia de concentraciones anormales de aluminio, hierro o manganeso o un desarrollo microbiano excesivo. Si el agua presenta alto grado de turbiedad es posible que proteja a los microorganismos de los efectos de la desinfección y propiciar el desarrollo de microorganismos patógenos. El valor guía de este parámetro esta en 5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN).

En cuanto al pH, debe fluctuar entre 6,5 y 8,5, para asegurar la eficacia del proceso de desinfección del cloro y evitar corrosión; consecuencia de complejas relaciones entre el pH y otros componentes o características, como el dióxido de carbono, la dureza, temperatura etc.

El total de sólidos disueltos en el agua están constituido principalmente por sustancias inorgánicas como el calcio, magnesio, sodio, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, los cuales no son perjudiciales para la salud, pero si se recomienda valores máximos permisibles teniendo en cuenta el sabor del agua. El TDS se utiliza más en el estudio de calidad del agua para corrientes, ríos y lagos, ya que no se considera como agente contaminador primario y no causa efectos en la salud, se utiliza como indicador de características estéticas del agua y advierte si hay presencia de químicos. De acuerdo con estas características de sabor, se ha establecido en 1000 mg/l el valor guía para el TDS en el agua potable.

El valor guía de la dureza se basa en consideraciones relacionadas con el sabor y la utilización doméstica, y está determinado a 500 mg/l y se expresa como la cantidad equivalente de carbonato de calcio (CaCO₃) (American Water Work Association, 2002).

El riesgo que representa a la salud humana la presencia de sustancias químicas en el agua para consumo humano es distinto al de los contaminantes microbiológicos. Los efectos sobre la salud por exposición a sustancias químicas pueden manifestarse tras un periodo largo de exposición a dichos químicos, pudiendo causar envenenamiento y cáncer (Larry W. Mays, 2002).

Tabla 41. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras de agua potable Esmeraldas.

Parámetros	Unidades	Frecuencia de análisis
Compuestos potencialmente significativos para la salud		
Arsénico	mg/l	Trimestral
Cadmio	mg/l	Trimestral
Cianuros	mg/l	Trimestral
Cobre	mg/l	Trimestral
Mercurio	mg/l	Trimestral
Plomo	mg/l	Trimestral
Selenio	mg/l	Trimestral
Manganeso	mg/l	Trimestral
Bario	mg/l	Trimestral
Fluoruros	mg/l	Trimestral
Nitratos	mg/l	Trimestral
Nitritos	mg/l	Trimestral
Cromo	mg/l	Trimestral
Parámetros físico químicos		
Sabor y Olor	N de umbral del sabor	Diario
Color	Unid PtCo	Diario
Turbidez	UNT	Diario
pH	mg/l	Diario
Dureza Total	mg/l como CaCO ₃	Diario
Cloro residual	mg/l	Diario
Parámetros Bacteriológicos		
Aerobios Mesófilos		Diario
Coliformes Fecales		Diario
Coliformes Totales		Diario

Fuente: Norma INEN 1108 Agua Potable, 2006.

4.1.4. Procesamiento de los resultados

Si los resultados de los análisis del agua realizados por el INH, presentan problemas de contaminación, se enfoca la atención para identificar las posibles causas, destinado a encontrar las medidas de remediación y correctivas.

La Dirección Provincial de Salud al ser notificada por el INH de que muestras han presentado contaminación, inmediatamente deben los técnicos encargados dirigirse al punto que presento contaminación. Se tomará una muestra del tanque que abastece a este sector para descartar que el agua del tanque está contaminada. Posteriormente el INH y EAPA San Mateo, deberá resolver la causa de contaminación de la muestra tomada en dicho punto, ya sea por intrusión de microorganismos en la tubería, daños en la conexión intradomiciliaria etc.

Si una muestra presenta en el análisis de calidad de agua organismos coliformes totales fuera de los límites admisibles, se debe tomar inmediatamente medidas correctivas y muestras diarias del mismo punto de muestreo y examinarlas hasta que los resultados obtenidos en tres muestras consecutivas, dé como resultado valores óptimo de calidad del agua.

Los técnicos de muestreo del INH junto con los designados por el Municipio y el Coordinador del sistema de control de calidad, deberán investigar las causa inicial por la que se dio la contaminación microbiológica y eliminar todo riesgo para la salud de la población. Es necesario indagar para detectar deficiencias en el tratamiento del agua, en el sistema de distribución y si existe desarrollo de colonias microbianas en las tuberías.

4.1.5. Evaluación y control

La evaluación y control se realizan a las medidas correctivas y o preventivas que han sido aplicadas para mitigar los riesgos y corregir los problemas que han ocasionado que el agua se contamine.

La Dirección Provincial de Salud junto con el Municipio, se encargarán de realizar inspecciones sanitarias en el sistema de producción y distribución del sistema de agua potable (EAPA).

- Exigirán el cumplimiento de programas de limpieza de reservorios y desinfección de tuberías, tomadas como acciones de control para evitar riesgos de contaminación del agua.

- EAPA San Mateo deberá realizar análisis de laboratorio internos para control de la calidad del agua lista para distribuir a la población. Se llevara un control de dichos exámenes, para descartar posibilidad de que la planta de tratamiento no opere correctamente cumpliendo el agua con los límites permisibles que dicta la norma INEN 1108 Agua potable.
- La empresa deberá emitir reportes a las autoridades municipales y sanitarias competentes, o con respecto a la potabilidad del agua suministrada, modificaciones o contingencias presentadas en el servicio de suministro del agua en forma oportuna e indicando las medidas preventivas y correctivas a tomar de parte de la empresa.

4.2. PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE.

4.2.1. Programación de toma de muestras

Se determinará en cada una de las localidades rurales, el número y ubicación de puntos de muestreo que asegure que el análisis de las muestras obtenidas de estos puntos, cumplan con los valores permisibles que exige la normativa de calidad del agua.

4.2.1.1. Tamaño y frecuencia de la muestra

Para la determinación del número y frecuencia de muestreo se tomó como referencia el número de población servida por los sistemas descentralizados de agua potable JAAP.

Tabla 42. Población con acceso al servicio del sistema descentralizado de agua potable.

Parroquia	% Población	N. Población
Carlos Concha	17%	321
Chinca	10%	441
Majua	30%	581
San Mateo	4%	167
Tabiazo	-	-
Tachina	5%	155
Vuelta Larga	-	-
Camarones	-	-
TOTAL		1.665

Elaboración Propia

El número de muestras mensual debe ser de 2 por cada junta administradora de agua potable (ver tabla 43). Los técnicos encargados deberán tomar 2 muestras de los reservorios de los sistemas de agua potable en cada JAAP, y muestras tomadas del grifo de diferentes viviendas que serán seleccionadas al azar. Los técnicos encargado de la toma de muestras en las parroquias, deberá el primer mes tomar muestras de los reservorios de cada sistema de agua potable en las juntas administradoras de agua. El segundo mes los técnicos deberán tomar muestras de las viviendas que son abastecidos por los sistemas descentralizados de agua potable.

La tabla 43 determina el número de muestras que deberán tomarse dentro de las viviendas, de acuerdo a las diferentes parroquias.

Tabla 43. Número de muestras a tomarse en viviendas y JAAP

Parroquia	Nombre	N. de muestras del grifo	N. de muestras en JAAP
Carlos Concha	Carlos Concha	2	2
Chinca	Bellavista	4	2
	Chafllu		2
	Chigue		2
	Chinca		2
	Cotopaxi		2
	Taquigue		2
Majua	Bolívar	4	2
	Isla San Juan		2
	Majua		2
San Mateo	Las Minas	4	2
	Tatica		2
	Zapallo		2
Tabiazo	Tabiazo	2	2
Tachina	Tachina	3	2
	Tigre		2
		19	32

Elaboración Propia

4.2.2. Toma de muestras y análisis

Se deben efectuar análisis de campo de los parámetros más representativos que afectan la calidad del agua, representado por turbiedad, pH y cloro residual; los dos primeros para verificar si existían las condiciones adecuadas para la cloración, y el último para determinar la necesidad de realizar el análisis de coliformes fecales.

Los parámetros que se recomienda realizar a las JAAP son los parámetros básicos y se detallara en la tabla 44:

Tabla 44. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas del sistema de juntas parroquiales de agua.

Parámetros	Unidades	Frecuencia de análisis
Compuestos potencialmente significativos para la salud		
Arsénico	mg/l	Semestral
Cadmio	mg/l	Semestral
Cianuro	mg/l	Semestral
Cromo	mg/l	Semestral
Mercurio	mg/l	Semestral
Plomo	mg/l	Semestral
Selenio	mg/l	Semestral
Amonio	mg/l	Semestral
Bario	mg/l	Semestral
Nitrato	mg/l	Semestral
Nitrito	mg/l	Semestral
Fluoruro	mg/l	Semestral
Parámetros físico químicos		
Sabor	N de umbral del sabor	Mensual
Olor	N de umbral del olor	Mensual
Turbidez	UNT	Mensual
PH	mg/l	Mensual
Solidos totales disueltos		Mensual
Dureza	mg/l como CaCO ₃	Mensual
Cloro residual	mg/lt	Mensual
Parámetros Bacteriológicos		
Aerobios Mesófilos		Mensual
Coliformes Fecales		Mensual
Coliformes Totales		Mensual

Fuente Norma INEN 1108 Agua Potable, 2006.

4.2.3. Procesamiento de resultados.

Si los resultados de las muestras indican contaminación del agua, se deberá inmediatamente suspender el abastecimiento del agua hasta que se identifiquen las causas de contaminación. El INH deberá comunicar a la autoridad sanitaria responsable y a los técnicos encargados de los sistemas de abastecimiento de agua en las parroquias, sobre los resultados de los análisis de muestras y las causas de contaminación. El encargado de operar los sistemas de agua en las JAAP, deberá tomar las acciones

correctivas necesarias para solucionar los problemas de contaminación y asegurar el agua a la población. Es importante que la comunidad tenga conocimiento que existe contaminación en el agua, para que puedan tomar acciones preventivas; como hervir el agua y añadir cloro si lo amerita en el agua que usen para consumo.

4.2.4. Evaluación y control

Realizar el monitoreo permanente de las condiciones operativas de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las JAAP es importante para asegurar la calidad del agua a la población. Los representantes de las JAAP deberán realizar un recorrido junto con el técnico encargado de la inspección, en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y a un grupo de viviendas para determinar si el agua llega sin ningún problema.

Se recomienda capacitar a los encargados de la operatividad de los sistemas de las JAAP, en materia de operación y mantenimiento preventivo de los sistemas, reparaciones menores, monitoreo de la calidad del agua.

4.3. PROPUESTA DE SISTEMA DE MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA ENVASADA EN EL CANTÓN.

4.3.1. Programación de toma de muestras

Para el sistema de agua envasada, se seguirá los procedimientos que se detallan en la Norma INEN 2200 Agua Purificada envasada, y los procedimientos que han sido establecidos por el IHN para la toma de muestras.

De acuerdo al procedimiento técnico utilizado por las envasadoras un lote se considerará hasta el momento en que se renueven o cambien los filtros. Cuando las envasadoras adopten la producción por filtros, se registrarán las fechas y volúmenes de producción de un periodo de tiempo y se establecerá el lote real y el número de muestras que deberían ser muestreadas mensualmente. Por el momento el INH debe tener un control en el cambio del filtro, que este se realice cada 6 meses para que el agua envasada no tenga problema de contaminación.

Se muestrearan 4 botellas de cada presentación que produzca la empresa mensualmente. El pago del análisis de muestra debe ser cubierto por las empresas que

producen el agua envasada y por los grandes distribuidores de agua envasada fuera de Esmeraldas. Las muestras se destinarán a diferentes análisis, dos para análisis Microbiológico individual, una para análisis fisicoquímico y una para contra muestra. Se dejará contra muestra en poder del interesado debidamente sellada por la autoridad sanitaria que lo realiza. En el caso de envases de presentación de 500 ml hasta de un litro, los técnicos deberán tomar muestras para el análisis de un mismo lote. Para botellones de 20 litros y botellas de 4 litros se procederá de la misma manera (INH Norma Técnica Ecuatoriana 2200:2008).

4.3.2. Ejecución de toma de muestras.

La muestra debe tomarse en la fábrica, en el transporte o en el expendio según se considere pertinente. Los parámetros básicos para análisis de las muestras de agua envasada se muestran a continuación:

Tabla 45. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas del sistema de aguas envasadas.

Parámetros	Unidades	Frecuencia de análisis
Parámetros físico químicos		
Sabor	N de umbral del sabor	Mensual
Olor	N de umbral del olor	Mensual
Turbidez	UNT	Mensual
PH	mg/l	Mensual
Dureza	mg/l	Mensual
Sólidos totales disueltos	mg/l	Mensual
Cloro residual	mg/l	Mensual
Parámetros microbiológicos		
Arsénico		Semestral
Cadmio		Semestral
Cianuro		Semestral
Cromo		Semestral
Mercurio		Semestral
Plomo		Semestral
Selenio		Semestral
Bario		Semestral
Fluoruros		Semestral
Nitratos		Semestral
Nitritos		Semestral
Fenoles		Semestral
Zinc		Semestral

Plata		Semestral
Parámetros Bacteriológicos		
Aerobios Mesofilos	UFC/ml	Mensual
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Mensual
Coliformes Totales	NMP/100 ml	Mensual

Fuente: Norma INEN 2200 Agua Purificada Envasada, 1998.

4.3.3. Evaluación y control

La evaluación y control de la calidad del agua envasada en el cantón se realizara 4 veces al año por técnicos encargados del control sanitario, los cuales llevarán un control y seguimiento de las actividades de producción, envasado, almacenamiento y distribución del producto. El personal que trabaja en la planta deberá ser profesional y capacitado, siguiendo los procedimientos implementados para la producción del agua envasada.

Los técnicos se encargaran de la inspección de las áreas destinadas a producción; almacenamiento y conservación de la materia prima, envasado, prácticas de higiene del personal, rotulado, almacenamiento y distribución del producto terminado. Las envasadoras deberán producir por lotes y no utilizar los filtros sobre su capacidad de depuración. Sea el caso de que las envasadoras no cumplan con este requisito, se procederá a la debida sanción que es la suspensión de la producción y eliminar y desechar los productos en las distintas tiendas donde se han distribuido.

Si los resultados de los análisis de calidad del agua de las muestras que fueron tomadas a las envasadoras presenten contaminación, la empresa deberá tomar medidas correctivas necesarias para asegurar la calidad. Es importante que cada empresa presente programas de aseo y desinfección de maquinaria, esto evitara que el agua envasada tenga problemas de contaminación. Además la capacitación del personal de trabajo es importante para el desarrollo eficiente de las actividades de producción dentro de la empresa.

CAPÍTULO IV.

5. PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN INTERINSTITUCIONAL PARA EL MONITOREO, EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CANTON ESMERALDAS

5.1. ROLES Y COMPETENCIAS DE ACTORES INVOLUCRADOS

Dentro del Sistema de Control de Calidad del Agua (SCCA) para consumo humano participaran distintos actores, los productores del agua potable (EAPA San Mateo, Envasadoras, Juntas Administradoras de Agua Potable, Aguas envasadas fuera del cantón), Los responsables del control y monitoreo (Dirección Provincial de Salud, Municipio de Esmeraldas – Dirección de Gestión Ambiental y el INH) y los consumidores. Definir el rol de cada uno de ellos es importante, a fin de que el sistema de control tenga las reglas y procedimientos claros y establecidos, logrando así la viabilidad y eficacia del sistema. La elaboración de los roles de los actores, es mediante procesos participativos, donde ellos se deben comprometer con el sistema a implementarse, y luego realizar un estricto control para el cumplimiento de la metodología para asegurar la calidad del agua a la población.

El sistema de control de calidad del agua propuesto para el cantón Esmeraldas está estructurado por tres niveles:

- El *primer nivel* directivo, conformado por el (Alcalde y Director Provincial de Salud), que debe apoyar el proceso de control de calidad del agua y garantizar la disponibilidad de recursos financieros para gastos de operación del sistema.
- El *segundo nivel de coordinación*, seguimiento y evaluación está conformado por el Director de Gestión Ambiental del Ilustre Municipio de Esmeraldas y el Director de Vigilancia Sanitaria de la Dirección Provincial de Salud. Este nivel se encargara del monitoreo y evaluación de las acciones que se realicen para el control de calidad del agua. Serán los encargados de informar las acciones al nivel directivo, además de solicitar aprobación de gastos necesarios.
- El *nivel técnico* operativo conformado por el Coordinador y los técnicos de la DPS, Municipio, y del INH. El equipo responsable del desarrollo, ejecución y mantenimiento del Plan, debe ser un equipo calificado y con experiencia, que

cuenta con los conocimientos necesarios acerca del control de la calidad del agua, captación, tratamiento, distribución y peligros que pueden afectar a la calidad del agua hasta llegar al usuario final o consumidor.

5.2. ESTRUCTURA DEL COMITÉ REGULADOR DEL SCCA EN EL CANTÓN ESMERALDAS

Para dirigir el Sistema del SCCA, se conformara un comité el cual designara un coordinador o jefe de equipo que dirija el plan. El comité será parte del Departamento de Gestión Ambiental del Municipio del cantón Esmeraldas, y coordinara las actividades del sistema de control de calidad del agua dentro del cantón. Su estructura será multidisciplinaria y profesional, estará formada por varios profesionales para dar cumplimiento a sus funciones y responsabilidades.

El Coordinador del comité, puede ser un profesional en Ingeniería Ambiental, Ingeniería sanitaria, química o afines, con experiencia sobre planificación, denominado como “Director de calidad del agua”, o “Coordinador de calidad del agua”, cuya función específica será coordinar las acciones del sistema, presentar reportes técnicos y de gastos del sistema de control y vigilancia. Conjuntamente con los técnicos asignados al sistema, elaborará el Plan Operativo Anual (actividades cronograma y presupuesto para el monitoreo, análisis, evaluación y medidas preventivas y correctivas en caso de contaminación del agua). Coordinará, ejecutará, monitoreará y evaluará las actividades establecidas en el POA, en conjunto con su equipo de trabajo. Además, debe generar reportes periódicamente de las actividades desarrolladas a las diferentes autoridades. Asegurará la obtención de los informes técnicos, económicos y financieros del sistema de calidad del agua.

Se necesitará un grupo de técnicos (3) para recolección de muestras, con experiencia de trabajo en campo y una Secretaria. Adicional a esto se requerirá (1) Ingeniero Geógrafo con experiencia en manejo de Sistemas de Información Geográfica, Gestión de Riesgos y Planificación. El INH debe asignar tres técnicos para el análisis de las muestras de agua. El análisis será pagado por cada uno de los clientes del sistema (EAPA, Envasadoras, Juntas de agua). El precio a pagar está sustentado en un análisis de costos que se detallara más adelante elaborado por el Instituto Nacional de Higiene. El INH será el responsable del cobro del análisis de la muestra de agua y de la administración de los fondos generados por el SCCA. Además presentará informes económicos y financieros

por concepto de los valores recaudados al coordinador del sistema, al nivel II y I del mismo, de acuerdo con la planificación establecida.

El INH como responsable de hacer cumplir los requisitos establecidos en la Norma INEN Agua Potable y Aguas Envasadas, realizará los análisis correspondientes para verificar la calidad del agua, de acuerdo a la capacidad del laboratorio y la disponibilidad de insumos. Los resultados de los análisis del agua serán reportados por el INH a la DPS y una copia del mismo será entregada al coordinador del sistema, para la elaboración de los informes y boletines bimensuales.

A continuación se detalla las responsabilidades entre los miembros del equipo para definir sus funciones claramente:

Tabla 46. Personal mínimo propuesto requerido para implementar el Plan de Control de Calidad del agua en el cantón Esmeraldas

Cargo	Cantidad
Coordinador Jefe del comité SCCA	1
Especialista en Sistema de Información Geográfica, Planificación, Gestión de Riesgos	1
Técnicos para toma de muestras.	3
Técnicos análisis de laboratorio	3
Secretaria	1
Chofer	1
TOTAL	10

Elaboración propia.

Para el funcionamiento del sistema se requieren de 9 personas, del Coordinador se requeriría inicialmente el 60% del tiempo para atender las necesidades, un Ingeniero Geógrafo para procesamiento de información, análisis y elaboración de mapas, los técnicos de análisis de muestras en el laboratorio (3), y secretaria (1) estarán utilizados al 100% del tiempo. Los técnicos de toma de muestras, (2) serán asignados por el Municipio de Esmeraldas y chofer (1) designado por la Dirección Provincial de Salud, utilizarían solo la mañana en el desarrollo de las actividades. El personal que se requerirá para el sistema, estarían cubiertos con fondos generados por el SCCA. En los primeros seis meses de la implementación del sistema el Municipio, INH y la DPS deben cubrir los

costos y se debe incorporar a todo el personal de acuerdo a la tabla 46. De acuerdo con lo previsto en la planificación, la generación de recursos económicos será directamente proporcional al número de análisis que tiene el laboratorio capacidad; y es así como el SCCA podrá cubrir los gastos sin problema.

Figura 13. Estructura funcional del sistema de control de calidad del agua para consumo humano del cantón Esmeralda

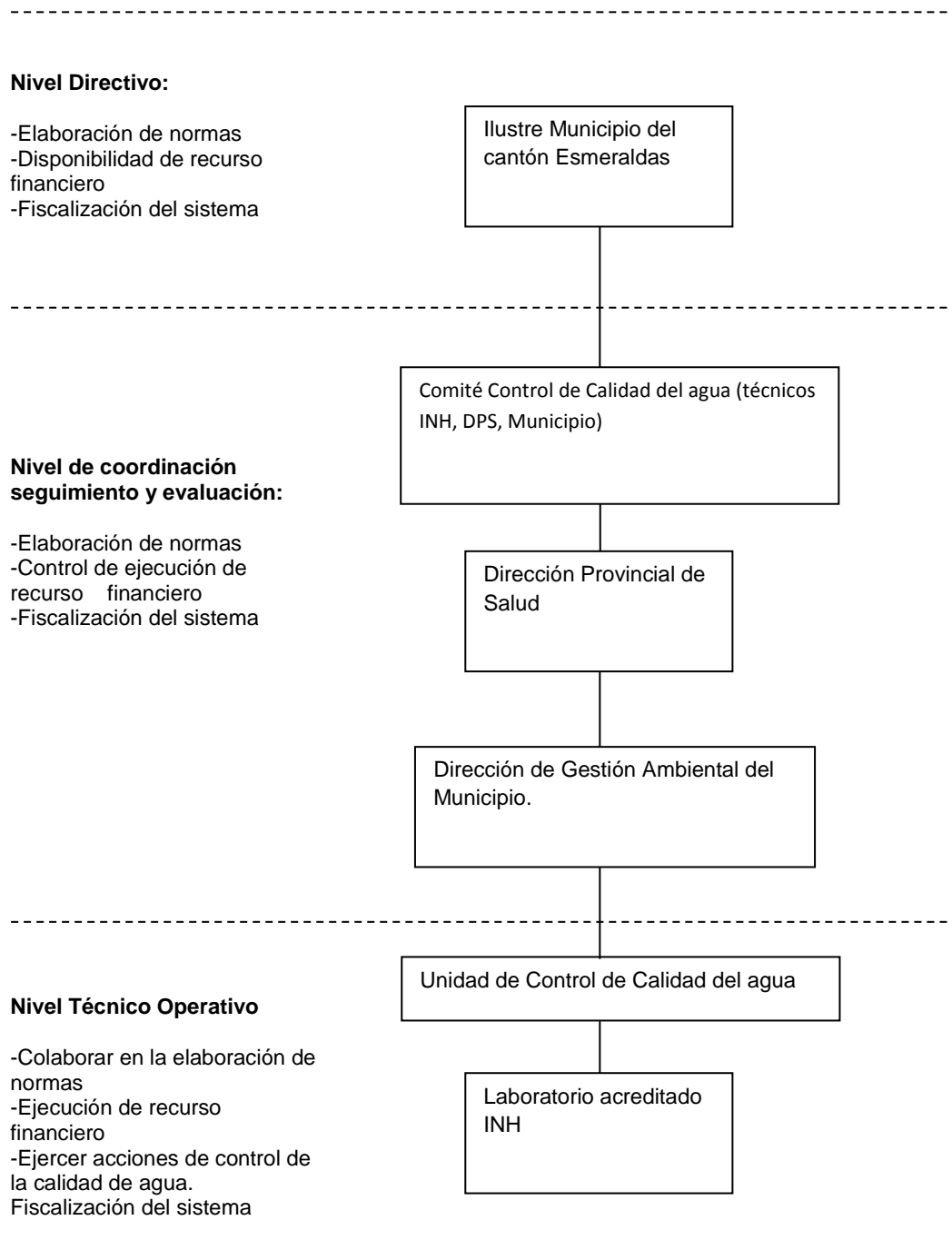


Tabla 47. Actores involucrados en el Sistema de Control de Calidad del agua

ACTORES	RELACION CON LA SITUACION DE ANALISIS	ACTITUDES Y POSICIONES FAVORABLES	ACTITUDES Y POSICIONES DESFAVORABLES
Juntas Administradoras de Agua	Directo	Interés por mejorar la calidad del servicio,	No cuentan con recursos económicos necesarios
EAPA San Mateo	Directo	Interés por la salud de la población	No cuentan con recursos económicos para mejoramiento del servicio
Envasadoras	Directo		Actúan independientemente. Algunas no cuentan con permiso sanitario para su funcionamiento
Población servida	Directo	Dotación del servicio de agua optimo y de calidad, sin riesgo de contraer enfermedades	
Ilustre Municipalidad del cantón Esmeraldas	Directo	Financiamiento y apoyo	
Dirección Provincial de Salud	Directo		
Instituto Nacional de Higiene.	Directo		

Tabla 48. Presupuesto para la Unidad de control de calidad del agua para consumo humano en el cantón

Insumo	Característica	Costo/unitario	Cantidad	Costo Total
Muebles				
Muebles de Oficina	Estaciones de trabajo	200	4	800
	Escritorio	250	1	250
	Archivadores	170	2	340
	Sillas	80	10	800
Hardware				
Computadoras de escritorio	Procesador Intel i5 Core, memoria ram 4 Gb, disco duro 250 Gb.	850	2	1600
Impresora láser B/N (A4)	HP LaserJet 5200 (Q7545A)	300	1	300
Licencia SIG	ARCINFO 9.3	20000	1	20000
			TOTAL	24.090

Rubros	Cantidad	Valor unitario / Mes (USD)	Total Costo / año (USD)
Coordinador	1	1.350	16.200
Especialista en SIG	1	1.130	13560
Técnicos para toma de muestras y análisis de información	3	750	27000
Técnicos análisis prueba	3	750	27000
Secretaria	1	600	7.200
Chofer mensajero	1	400	4.800
TOTAL	9	\$4.980	\$95.760

Elaboración propia

Tabla 49. Presupuesto Anual Laboratorio de referencia para control de la calidad del agua

Rubros	Valor unitario / Mes (USD)
Equipos de laboratorio (mantenimiento, calibración, depreciación)	5.369,6
Reactivos Químicos y Microbiológicos	143.393,76
Capacitación	5.000,00
Bienes Muebles	3.600,00
Suministros de oficina	1.685,00
Servicios Básicos	2.976,00
Limpieza	1.123,00
Seguro de los equipos de laboratorio.	1.900,00
Infraestructura	4.000,00
TOTAL	USD 169.047,36

Fuente: Instituto Nacional de Higiene.

Para el sistema de agua potable se analizarán 7 parámetros en el campo y 15 parámetros en el laboratorio, los cuales van a ser analizados cada 3 meses (ver tabla 44). Para las JAAP se han considerado los mismos parámetros de análisis considerados para el sistema de agua potable, con la diferencia que los parámetros que se realizan en laboratorio (parámetros inorgánicos y microbiológicos) se analizarán cada 6 meses y los parámetros físico químicos cada mes (ver tabla 45). Para el sistema de agua envasada se analizarán 8 parámetros en el campo cada mes y 17 parámetros en el laboratorio que se analizarán cada 4 meses.

La tabla 50 muestra los parámetros que se han considerado para el análisis de las muestras de agua para los sistemas de agua envasada, agua potable y JAAP.

Tabla 50. Costo de análisis de muestras tomadas de envasadoras, Juntas Administradoras de Agua Parroquiales y Agua Potable

AGUA ENVASADA		ANALISIS DE MUESTRAS	COSTO	
FISICO / QUIMICO	Color	En campo	3.00	
	Turbidez	En campo	0.72	
	Sólidos Disueltos Totales	En campo	3.22	
	pH	En campo	1.54	
	Cloro libre residual	En campo	0.84	
	Dureza Total	En campo	1.61	
	Olor y Sabor	En campo	0	
	INORGANICO	Arsénico	En laboratorio	23.00
Cadmio		En laboratorio	17.00	
Cianuro		En laboratorio	15.00	
Cromo		En laboratorio	15.00	
Mercurio		En laboratorio	23.00	
Plomo		En laboratorio	17.00	
Selenio		En laboratorio	23.00	
Bario		En laboratorio	15.00	
Fluoruros		En laboratorio	8.00	
Nitratos		En laboratorio	7.00	
Nitritos		En laboratorio	7.00	
Fenoles		En laboratorio	18.00	
Zinc		En laboratorio	15.00	
Plata		En laboratorio	15.00	
SUBTOTAL			228,93	
MICROBIOLOGICO		Aerobios mesófilos	En laboratorio	0.07
		Coliformes Totales	En laboratorio	4.15
	Coliformes Fecales	En laboratorio	2.55	

	SUBTOTAL		6.77
	COSTO		235.70

Fuente: Información del Instituto nacional de Higiene (INH), Centro de Servicios Ambientales y Químicos CESAQ-PUCE.

AGUA POTABLE Y JAAP			COSTOS
FISICO QUIMICO	Color	En campo	3.00
	Turbidez	En campo	0.72
	pH	En campo	1.54
	Cloro libre residual	En campo	0.84
	Dureza Total	En campo	1.61
	Olor y Sabor	En campo	0
	SUBTOTAL		
INORGANICOS	Arsénico	En laboratorio	202.00
	Cadmio	En laboratorio	
	Cianuros	En laboratorio	
	Cobre	En laboratorio	
	Mercurio	En laboratorio	
	Plomo	En laboratorio	
	Selenio	En laboratorio	
	Manganeso	En laboratorio	
	Bario	En laboratorio	
	Fluoruros	En laboratorio	
	Nitratos	En laboratorio	
	Nitritos	En laboratorio	
	Cromo	En laboratorio	
SUBTOTAL			202.00
MICROBIOLOGICO	Coliformes Totales		6.70
	Coliformes fecales		
COSTO			216.70

Fuente: Información del Instituto nacional de Higiene (INH), Centro de Servicios Ambientales y Químicos CESAQ-PUCE.

5.3. FUNCIONES DE LOS INVOLUCRADOS DENTRO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.

Dirección Provincial de Salud: Autoridad reguladora

El control de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas es responsabilidad de la Dirección Provincial de Salud como ente de vigilancia, encargada de realizar inspecciones sanitarias a los diferentes abastecedores de agua dentro del cantón, para asegurar que los resultados de los análisis de la calidad del agua sean óptimos. Esta entidad debe velar por el cumplimiento y aplicación de la política y normativa de calidad del agua vigente en el país, dentro de su jurisdicción. Las funciones del personal se definen claramente a continuación:

- Inspecciones sanitarias a los diferentes abastecedores de agua en el cantón: EAPA San Mateo, Envasadoras, Juntas Administradoras de Agua Potable, para conocer si las medias correctivas o preventivas están siendo ejecutadas.
- Analizar y difundir resultados de las inspecciones sanitarias al Municipio, y determinar sanciones en el caso de que los resultados presenten contaminación del agua.

Instituto Nacional de Higiene: Laboratorio certificado

El INH es el laboratorio certificado encargado de los análisis del agua y obtención de resultados de las muestras tomadas en campo. Es importante que el laboratorio tenga un fondo de financiamiento, por lo que se deberá establecer mecanismos que permitan sostener el sistema, a fin de que el laboratorio cuente con ayuda económica en forma oportuna y pueda solventar los gastos que implican los análisis de muestras. Las funciones del personal del laboratorio se definen claramente a continuación:

- Preparar el material para el muestreo y análisis in situ y en el laboratorio, utilizando procedimientos analíticos estandarizados.
- Organizar y ejecutar la programación, planificación, muestreo, y análisis de laboratorio para conocer la calidad del agua tratada en los tanques, redes de distribución y a nivel de usuarios, de los diferentes sistemas urbanos y rurales. Elaboración de un cronograma mensual para vigilancia de la calidad del agua en el cantón, donde se detallaran los barrios, envasadoras y Juntas Administradoras de Agua Potable, donde se van a tomar las muestras en días específicos.
- Organizar, planificar y ejecutar los análisis de laboratorio a las muestras tomadas por las diferentes entidades involucradas en el monitoreo y análisis de la calidad del agua.
- Realizar análisis comparativo de los resultados obtenidos, con las normas de calidad establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, Guías de la OPS y OMS y reglamentos a nivel local.
- Realizar recomendaciones para la toma de acciones correctivas a diferentes problemas que se presenten con respecto a calidad del agua.
- Entrega de reporte de resultados de control de calidad del agua a la Dirección Provincial de Salud y a la Unidad del SCCA del Municipio.

Ilustre Municipio del Cantón Esmeraldas

El Municipio de Esmeraldas analizara los resultados sobre el estado de la calidad del agua entre las agencias locales, regionales y nacionales y los prestadores del servicio de abastecimiento de agua. El Coordinador del sistema elabora informes técnicos de la información recolectada del control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. Al igual realiza informes de inspección, vigilancia y control a los involucrados directos del aseguramiento de la calidad del agua.

Es importante que el coordinador junto con las autoridades sanitarias y autoridades ambientales (DGA. Departamento de Gestión Ambiental), realicen como mínimo una inspección a los ríos Esmeraldas y Teaone, que abastecen de agua a la población; iniciando desde el punto de captación, para identificar fuentes de contaminación que se deben vigilar y controlar las autoridades ambientales. El coordinador debe elaborar informes que será entregado a la autoridad sanitaria DPS, donde conste fotografías u otras ayudas visuales que permitan constatar las circunstancias en las que se encuentra la fuente abastecedora de agua.

Para los resultados de calidad del agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas presenten valores de contaminación, el Coordinador del sistema debe formular inmediatamente las acciones correctivas, acciones preventivas y un cronograma de actividades donde se describan las acciones a tomar por las instancias respectivas, que permitan reducir o eliminar los posibles riesgos que afecten la integridad del agua, además se establecerá las responsabilidades de cada una de las entidades en dicho proceso (DPA, Municipio y Empresas abastecedoras de agua).

La Dirección Provincial de Salud aplicara las sanciones solo en caso que lo ameriten para asegurar el cumplimiento de la normatividad y emitirá reportes sobre inspecciones sanitarias al Coordinador del sistema sobre el cumplimiento de las acciones correctivas establecidas por el Municipio, para contrarrestar los riesgos a contaminación.

Realizará campañas de sensibilización y educación a la comunidad sobre el uso racional del agua, socializará los resultados de los análisis de la calidad del agua a los clientes del sistema y la población en general.

Empresas abastecedoras de agua potable en el cantón

EAPA San Mateo, Juntas Administradoras de Agua Potable y las empresas envasadoras de agua locales y las de fuera del cantón Esmeraldas están denominadas como los

clientes dentro del sistema de calidad, el agua deberá cumplir con lo establecido en las normas INEN 1-108-2006: Agua Potable, INEN 1077, 1 334-1:2008 Agua envasada respectivamente, asegurando en todas las actividades, producción; distribución; y entrega, la calidad y cumplimiento de la normativa. Las funciones se definen claramente a continuación:

- Suministrar agua para consumo humano con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos establecidos en el presente Reglamento.
- Cada empresa debe implementar planes de seguridad del agua de bebida desde el punto de su captación hasta el consumidor, verificar la eficiencia del servicio mediante controles de seguridad, asegurando la calidad del agua que distribuyen.
- Las empresas proveedoras-distribuidoras están en la obligación de mantener informados a las autoridades municipales y sanitarias competentes algún problema con respecto a la potabilidad del agua suministrada, modificaciones o contingencias presentadas en el servicio de suministro del agua en forma oportuna e indicando las medidas preventivas y correctivas a tomar.
- Obtener los registros, aprobaciones y autorizaciones sanitarias que establece la Dirección Provincial de Salud para su funcionamiento.
- Siendo el caso que esta implique un riesgo para la salud de la población, tendrán que suspender el suministro total o parcial, decisión que tomara las autoridades competentes quienes ordenaran medidas correctivas y las debidas sanciones.
- La capacitación del personal es fundamental para la gestión de sistema de producción del agua y calidad.
- Contemplar dentro de su presupuesto los fondos necesarios para el pago de análisis de agua realizado por el SCCA.

Consumidor

El consumidor es el beneficiario directo en el proyecto de implementación del Sistema de control de calidad del agua en el cantón, porque todo ser humano debe tener acceso al servicio de agua potable y consumir agua de buena calidad que no sea perjudicial para su salud.

- Comunicar a los proveedores, Ilustre Municipalidad del cantón Esmeraldas o a la Dirección Provincial de Salud; cuando detecte cualquier alteración organoléptica en el agua o falla en el sistema.
- El consumidor debe asegurar el mantenimiento del sistema de agua en las viviendas, sus instalaciones y mantenimiento de las mismas, a fin de evitar la

contaminación, aplicando hábitos de higiene adecuados y previendo depósitos con cierre o tapa segura.

- Facilitar las labores de inspección al personal técnico de las entidades proveedoras y de las autoridades de salud y de control, debidamente identificados.
- Cumplir las el pago de la tarifa del suministro de agua potable para contribuir con la sostenibilidad de calidad del agua.

CAPÍTULO V.

6. DETERMINACION DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA.

El resultado final del Sistema de control de la calidad del agua para consumo humano permite identificar los riesgos que presentan los sistemas de abastecimiento de agua y conduce a la identificación de las medidas correctivas dirigidas a remediar los defectos operacionales, administrativos y de infraestructura en todo el sistema.

El conocimiento del posible grado de afectación de los componentes de los sistemas de agua potable para consumo humano en el cantón Esmeraldas permite la reducción de peligros mediante la determinación de acciones correctivas y/o preventivas que disminuyan la vulnerabilidad en dichos sistemas.

Las medidas de control son una actividad que se usa para prevenir o eliminar un peligro, o en todo caso reducirla a un nivel aceptable, en cada punto crítico de control determinado. Para el desarrollo de dichas medidas correctivas en los puntos críticos, se determinara las posibles causas; identificando factores que incidieron en su contaminación (desde su captación, tratamiento o distribución del recurso). La metodología que se utilizara involucra el criterio del equipo técnico encargado del estudio, se determina los puntos críticos de control y se identifican zonas prioritarias de muestreo, su frecuencia y parámetros que tendrán que considerarse para el análisis y determinación de resultados (Bartram J., 2009).

6.1. RECOMENDACIONES DE REAJUSTE DEL SISTEMA DE CALIDAD DE AGUA QUE SE DISTRIBUYE EN EL CANTÓN ESMERALDAS.

El análisis de vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas se ha evaluado en base sus limitaciones físicas, operacionales y de organización.

La determinación de medidas de control se hizo en base a los peligros encontrados en el sistema de abastecimiento de agua en sus diferentes etapas. Los peligros identificados fueron clasificados según el riesgo que presenta, tomando en cuenta la probabilidad de ocurrencia y gravedad, se utilizó las tablas recomendadas por las Guías de la OMS sobre calidad del agua de bebida, tercera edición, 2004. La siguiente tabla presenta los peligros

encontrados en los sistemas de abastecimiento de agua y medidas de control que deben adaptarse para disminuir el riesgo.

PARA EAPA SAN MATEO

Tabla 51. Medidas de control para el sistema de agua potable en la ciudad Esmeraldas

Etapa del proceso	Causa del Peligro	Medidas de control	Prioridad
Fuente	Disminución del caudal (arrastre de sedimentos)	Dragado del cauce del río y limpieza de las márgenes	1
	Arrastre de materiales pétreos a causa de explotación de canteras aguas arriba u otros metales pesados arrojados al río.	Control y protección de cuenca hidrográfica y área de captación de agua cruda.	1
		Verificar el nivel de residuos de metales pesados en la captación (Normas sobre efluentes industriales y medidas de control de los volúmenes)	2
		Capacidad de utilizar otras fuentes de agua de calidad cuando una fuente se ve afectada por algún peligro	3
Tratamiento	Falta de energía eléctrica de respaldo	Implementar un generador de reserva, en caso de cortes de energía eléctrica, para asegurar el tratamiento del agua cruda y su distribución.	1
	Sobrecarga de la instalación de tratamiento	Proyecto para ampliación de la Planta y adquisición de equipos para tratamiento del agua cruda.	2
Almacenamiento	Ausencia de cerco perimétrico de seguridad en tanques de reserva de agua potable.	Construir un cerco de seguridad para los tanques de reserva.	2
	Desinfección del reservorio	Limpieza de reservorios cada seis meses en los tanques de cemento y cada 12 meses en los de plástico o acero inoxidable.	1
Red de distribución	Intermitencia del suministro de agua potable en varios sectores	Incrementar el suministro de agua potable las 24 horas en varios sectores de la ciudad.	3
	Conexiones clandestinas	Realizar campaña de concientización y formalización, evitando así el uso de conexiones clandestinas.	3
	Fugas en la tubería principal y sistema de distribución, tuberías obsoletas.	Reparación de fugas.	1
Sistema de información sobre redes de distribución y daños que presentan continuamente ciertos sectores en cuanto a fugas o rotura de tuberías, con el fin de llevar un registro de daños para realizar cambios urgentes de tuberías.		1	

		Proyecto para cambio de tuberías de Asbesto Cemento por tuberías de PVC en la zona norte de la ciudad de Esmeraldas	2
	Inadecuada cobertura de abastecimiento, población no atendida por el servicio.	Ampliación de redes a sectores donde no cuentan con el servicio de agua potable en la ciudad.	2
Almacenamiento intradomiciliaria	Almacenamiento en cisternas, sin mantenimiento,	Educación del consumidor para mantenimiento de cisternas.	1
		Vigilancia de parte de la empresa de agua potable para mantenimiento de cisternas.	3

Nota: 1=prioridad más alta y 3=prioridad más baja

Elaboración Propia.

Protección de la cuenca hidrográfica ante contaminantes peligrosos.

Los cambios que se producen en la calidad del agua cruda, están influenciada por factores naturales (la vida silvestre, clima, la topografía, la geología y la vegetación) y antropogénicos por lo general, resultan con la presencia de contaminantes no deseados en el agua, ya sea a causa de residuos municipales e industriales, drenaje urbano, etc. Se ha tomado como medida correctiva: la protección del agua en la cuenca hidrográfica, como primera barrera de protección de la calidad del sistema de abastecimiento de agua.

La gestión de protección de la cuenca hidrográfica, es muy importante para la disponibilidad de un menor grado de contaminación del agua cruda. Además de garantizar un agua de óptima calidad, requiere de menor esfuerzo durante el proceso de tratamiento, y corresponde a una reducción en la formación de subproductos para tratamiento, minimizando los costos de operación a la empresa. Para esto se requiere de la coordinación con quienes ejercen esa autoridad, asumiendo la responsabilidad en el cuidado, protección y prevención de riesgos de contaminación en el río, principal fuente de captación de agua para abastecer a la población. Vigilancia de la calidad del agua ante posibles contaminantes; y establecer un sistema de alerta de contaminación en la fuente identificando las medidas apropiadas para controlar la propagación de contaminantes.

Incrementar el suministro de agua potable durante todos los días de la semana, en varios sectores de la ciudad.

Para prevenir la contaminación del agua durante la distribución, manejo y almacenamiento, las medidas de control que se establezcan para garantizar la calidad del agua deben centrarse en las buenas prácticas de operación y mantenimiento de tuberías.

La insuficiente presión del agua en el sistema de distribución, ocasionada por fugas en tuberías y conexiones no autorizadas, generaba que la red de distribución presente contaminación microbiana. EAPA San Mateo no puede bombear las 24 horas del día, debido a los altos costos de operación que implica abastecer a la población durante todo el día. Una limitación que tiene graves consecuencias para la calidad del agua y la salud de los consumidores. En ciertos sectores de la ciudad, las interrupciones diarias del servicio durante ocho horas o más vuelven al sistema vulnerable ante la contaminación microbiológica y química, debido a las presiones bajas en la red de distribución. Ante esta situación, se determinó que el mantenimiento de la presión de agua era una medida de control crítica, que debe ser estrictamente monitoreada por los operados de la planta, mensualmente. Sabiendo que los costos que implica bombear las 24 horas a la población son altos, poco a poco la empresa deberá por lo menos abastecer a estas poblaciones con agua todos los días durante ocho horas mínimo, ya que en su mayoría el servicio no llega todos los días de la semana y durante pocas horas al día.

Mantenimiento de tuberías, tanques e hidrantes.

Se establece programas de limpieza, por lo menos una vez al año, para eliminar materia orgánica que puede convertirse en biológicamente activa.

Para ello se debe realizar de parte de la empresa de agua potable un plan de mantenimiento de las redes y limpieza de hidrantes y tanques de almacenamiento de agua. Es importante mencionar que las redes de tuberías y depósitos deberán ser aisladas y debidamente protegidas contra intrusión. Los tanques de almacenamiento de agua se han visto amenazados por vandalismo de parte de grupos de población mal intencionados que han querido hacer uso del agua para aseo personal etc. Deberán instalarse un cerco perimétrico alto, alrededor de los tanques de reserva, para evitar que personas tengan acceso directo a los tanques.

Implementación de un sistema de información geográfica para optimización de red de agua potable.

El desarrollo de programas de gestión cartográfica mediante GIS para optimización técnica y comercial del suministro de agua potable, es prioridad en la empresa para el control integral de los componentes del sistema. Permite, además el mantenimiento y actualización del catastro de redes de abastecimiento y saneamiento, poniéndose a disposición de todos los departamentos que necesiten de información.

Con la implementación de un Sistema de información Geográfica, la empresa llevaría la cartografía digitalizada, y ayuda al control de:

- Digitalización en una plataforma GIS de la red de distribución. Actualización de la base de datos del catastro de usuarios.
- Programas de localización y control de fugas.
- Determinación de porcentajes de agua no contabilizada.
- Suministro e instalación de micro medidores en los hogares.
- Evaluación de la capacidad hidráulica de redes y planificación futura.

A partir de la simulación de la red de agua potable, se hará un análisis exhaustivo del comportamiento hidráulico ante los diferentes escenarios de funcionamiento. Esto permitirá la formulación de propuestas de mejoramiento en la red, con un criterio de prioridad en función del grado de importancia, y el tiempo estimado. Lo que representa que la empresa tenga elaborado un plan de mejoras valorado, a largo plazo, que incluirá propuestas de actuación para optimización técnica y operacional, ampliación de redes, implementación de medidores etc.

Por ejemplo, el SIG identificara áreas vulnerables a roturas o fugas en las tuberías, donde han sido constantes estos problemas. Se tendrá un registro de los problemas más frecuentes y se priorizaran proyectos de cambios en tubería que presente riesgos constantes de fugas o rotura, así se ira cambiado la tubería de asbesto por PVC poco a poco, ya que la empresa actualmente no tiene como financiar proyectos de cambio de tubería antigua de asbesto en la zona norte de la ciudad por PVC.

Programas sobre crisis del agua y cultura de pago.

Con respecto a la situación en cuanto a cultura de pago de parte de los consumidores para la empresa, implica que no se recupere los costos de potabilización del agua y distribución a la población. Lo que ocasiona que la empresa no pueda financiar proyectos para mejora del sistema, mantenimiento de redes, costos de operación, ampliación y cambio de tuberías que requieren atención prioritaria. Ante esta situación, se plantea desarrollar campañas de educación, con el objetivo de mejorar los hábitos y costumbres de los usuarios y evitar el uso excesivo de este recurso natural. Además realizar campaña de concienciación y formalización, evitando así el uso de conexiones clandestinas.

ENVASADORAS

Para el proceso óptimo de envasado, cada establecimiento deberá establecer un plan de higienización de lugar de trabajo y de la maquinaria de envasado, para asegurar la inocuidad del agua. Cada establecimiento debe asegurar el cumplimiento de las normas de almacenamiento y manipulación e higiene que se establezcan, para lo cual es necesario que sean explicadas y comprendidas mediante programas de formación y capacitación a los trabajadores de los distintas etapas del proceso de aguas envasadas, dándole prioridad a la etapa de envasado; ya que se considerada como la más crítica dentro del proceso de agua envasada.

La planta de tratamiento de agua envasada, debe registrar la información con respecto al producto, volumen de producción del lote y distribución del producto terminado. Con este procedimiento las envasadoras cumplirán con las indicaciones para su funcionamiento y asegurar la producción conforme a las especificaciones de calidad que dicta la norma INEN Agua envasada, por lote y debe ser implementada por cada una de las envasadoras que operan en el cantón.

Es importante que cada empresa realice análisis de la calidad del agua envasada después del procesamiento y antes del embotellamiento, para conocer si las características físico químicas y microbiológicas del agua cumplen con la legislación, o el grado de contaminación siendo el caso que lo presente.

Tabla 52. Medidas de control para los sistemas de agua envasada de la ciudad de Esmeraldas

Etapa de Proceso	Peligro	Causa del peligro	Medidas de control	Prioridad
Captación del agua	Contaminación del agua	Agua potable del grifo no cumple con la normativa INEN 1108 y presenta índices de contaminación fisicoquímica y microbiológica.	Realizar análisis de agua potable para conocer sus características físico químicas y microbiológicas y si esta cumple con los límites permisibles que determina la norma, para su apto consumo.	1
Deposito	Alteración de la calidad del agua	Por falta de higienización y mantenimiento periódico	Limpieza y desinfecciones periódicas de los depósitos de agua.	1
Tratamiento	Contaminación del agua	Características del agua no acordes con la finalidad del tratamiento, debido al funcionamiento incorrecto del proceso.	Construcción correcta de los sistemas de tratamiento autorizados. Formación del personal que maneja y controla los sistemas.	3

Envasado	Contaminación del agua	Efectuar manipulaciones indebidas durante el proceso de envasado, falta de hábitos de higiene.	Establecer un plan de higienización en el proceso de envasado.	2
			Maquinaria adecuada de envasado. Registro de información del volumen de producción del lote y distribución del producto terminado.	
Almacenamiento	Alteración de las características organolépticas del agua (olor y sabor) y del aspecto de los envases y embalajes	Las características del agua altamente susceptible a agresiones externas provocadas por ambientes inadecuados.	Construcción y ventilación adecuada del almacén. Buenas prácticas de envasado de parte del equipo encargado de esta área.	1

Nota: 1=prioridad más alta y 3=prioridad más baja

JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE

Se recomienda el fortalecimiento de capacidades de los prestadores urbanos y rurales para el manejo procedimientos e instrumentos para la gestión de los servicios de agua y saneamiento, siendo este el principal problema presentes en las JAAP. Se asignaran un personal dentro de las JAAP, que estarán encargado del funcionamiento y manejo del sistema de agua. Dicho personal se lo capacitara para posibles dificultades que sufra los sistemas de agua potable, para que así, se de atención inmediata del problema.

El diseño y ejecución de sistemas nuevos de agua y saneamiento en las poblaciones rurales del cantón Esmeraldas, debe ser prioridad de parte del Municipio, a parroquias que no cuentan con agua entubada y deben utilizar el agua de río o esteros.

Se recomienda la conformación de comités de educación sanitaria, que impartan charlas a la población de las parroquias rurales del cantón Esmeraldas, para darles a conocer la importancia de hervir el agua para evitar cualquier problemas a la salud que puede ocasionar la contaminación del agua.

Para el control eficaz de la calidad del agua en el cantón, se realizaran actividades de vigilancia con el fin de fortalecer las acciones de correctivas para mejoramiento de la calidad del agua y los procedimientos de las empresas abastecedoras del producto. Este procedimiento lo realizara la Dirección Provincial de Salud junto con el Ilustre Municipio

del cantón Esmeraldas, el personal comprobara si los sistemas cumplen con las normas de calidad, si esta no cumple con las condiciones sanitarias y las buenas prácticas de manejo establecidas en la legislación, se procederá a aplicar sanciones en la ordenanzas a crearse o existentes. Si una muestra presenta en el análisis de calidad de agua organismos coliformes totales fuera de los límites admisibles, se debe tomar inmediatamente muestras diarias del mismo punto de muestreo y examinarlas hasta que los resultados obtenidos en tres muestras consecutivas, dé como resultado valores óptimo de calidad del agua.

Es importante conocer los factores que influyen en la calidad del agua cruda al momento de la captación, ya sea por existencia de actividades industriales, botaderos de residuos sólidos. En este caso, el monitoreo de estos parámetros son muy importantes, debido a que el agua puede presentar alto grado de contaminación, por las actividades mineras y es posible que los resultados arrojen contaminación química del agua por metales pesado. Si determinamos la ausencia de estas actividades contaminantes puede obviarse el monitoreo de metales pesados, sustancias orgánicas y radioactivas. El INH debe realizar parámetros que determinen si el agua presenta contaminación química, por lo que se recomienda que el laboratorio realice los siguientes parámetros para el nuevo periodo de toma de muestras y análisis de las mismas en el cantón Esmeraldas.

Tabla 53. Parámetros físico químicos y microbiológicos mínimos a realizarse a las muestras tomadas de los diferentes sistemas de agua en el cantón Esmeraldas

Parámetros	Unidades	Frecuencia de análisis
Cloro Real	mg/lt	Diario
Sabor	N de umbral del sabor	Diario
Olor	N de umbral del olor	Diario
Temperatura del agua	0 C	Mensual
Turbidez	UNT	Diario
pH	mg/l	Diario
Dureza Total	mg/l	
Amoniaco	mg/l	Trimestral
Nitritos	mg/l	Trimestral
Nitratos	mg/l	Trimestral
Cloruros	mg/l	Trimestral
Sustancias Orgánicas	mg/l	Cuando se sospeche contaminación por industrias
Detergentes	mg/l	Cuando se sospeche contaminación

Cloro residual libre	mg/l	Diario
Cromo	ug/l	Trimestral
Plomo	mg/l	Trimestral
Cianuro	mg/l	Trimestral

Fuente: Guías para la Calidad del Agua Potable. Recomendaciones.
Segunda edición (OMS, 1993).

El laboratorio INH deberá realizar en sus análisis los parámetros anteriormente mencionados, para asegurar la calidad del agua. Al momento el INH está realizando 12 parámetros, a partir del año 2011 deberán realizar análisis de calidad del agua diarios, y cada mes del año, cumpliendo con lo que dicta la Norma INEN 110-8 Agua Potable.

La Dirección Provincial de Salud al ser notificada de que, muestras han presentado contaminación deberá tomar las medidas correctivas inmediatamente y controlar las causas que ocasionaron la disminución de la calidad del agua y sus riesgos a la salud.

CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas, distribuida por los diferentes sistemas de abastecimiento de agua, determino que no toda el agua que consume la población es de óptima calidad. De los dos muestreos realizados en la ciudad de Esmeraldas para control de la calidad del agua potable distribuida por EAPA San Mateo, 26 de las 50 muestras tomadas (52%), cumplieron los estándares (microbiológicos, fisicoquímico) que se rigen en las normas INEN 1108 Agua Potable, mientras 24 muestras; algunas presentaron contenidos de coliformes fecales, y otras bajo contenido de cloro residual.
- Se puede determinar que las 10 muestras tomadas en los dos muestreos realizados a las JAAP, el 100% presento contaminación en el agua y ninguna cumple con la normativa vigente. La situación en las parroquias rurales con respecto al servicio de agua potable es crítico, la empresa de agua potable no tiene los recursos necesarios para abastecer a esta parte de la población, y los sistemas de agua potable que funcionan en las diferentes parroquias no son manejados adecuadamente lo que implica que el agua que llega a las casas no es de buena calidad. En algunos casos estos sistemas no funcionan en todas las comunidades de las diferentes parroquias, lo que obliga a la población a usar agua de ríos o esteros para satisfacer sus necesidades básicas.
- La Empresa de Agua Potable presenta múltiples problemas de operación en las diferentes etapas del proceso de abastecimiento de agua potable. El diagnóstico de los componentes del servicio determinó que la etapa de distribución es la más crítica, ya que las tuberías de asbesto cemento están obsoletas teniendo 40 años de funcionamiento, esto origina fugas y roturas frecuentes de las tuberías y el tiempo de uso hacen de ellas vulnerables a la intrusión de microorganismo que contaminan el agua.
- El análisis de las amenazas y vulnerabilidades existentes en los diferentes componentes de los sistemas de abastecimiento de agua en el Cantón Esmeraldas, ayudó a identificar y priorizar las medidas correctivas, para la reducción de la vulnerabilidad en cada etapa del proceso de tratamiento de agua

para consumo humano. Así, en la etapa de captación es importante la protección de la cuenca hidrográfica ante contaminantes peligrosos causados por las actividades mineras y el dragado del cauce del río y limpieza de los márgenes. En la etapa de almacenamiento y distribución, es importante la limpieza de los tanques de almacenamiento y tuberías, además de la reparación de fugas evitando así intrusión de microorganismos.

- De los dos muestreos realizados para el control de la calidad de agua de las envasadoras que operan en el cantón, los resultados de los análisis del primer muestreo determinan que de todas las envasadoras, alguna de las presentaciones (Botellas 500 cc, Poma 4 litros, Botellón 10 litros, Botellón 20 litros) no cumplía con la normativa. Especialmente se evidenció altos contenidos de aerobios mesófilos, a pesar de que el número de muestras fue entre 3 y 4 muestras de cada envasadora que opera en el cantón y no de 12 muestras al mes por cada envasadora de agua como recomienda la norma INEN 2200. Por lo que se concluye que número de muestras no fue adecuado para emitir criterio sobre la calidad del agua envasada en el cantón, pero sí es preocupante que de la poca cantidad de muestras recolectadas y analizadas (25), 15 muestras no cumplan con la normativa nacional.
- Las envasadoras que operan en el cantón Esmeraldas no cumplen con las especificaciones para su óptimo funcionamiento en cuanto a producción, almacenamiento y procedimientos de envasado.
- La metodología aplicada en esta disertación, es una guía para la implementación de sistemas de control de calidad del agua para consumo humano en cualquier nivel administrativo; sea a nivel de país, provincial, cantonal, parroquial. Lo que cambia es el nivel de detalle y el número de muestras que deben ser tomadas para ser representativas, que van a depender del tamaño de la población abastecida.

RECOMENDACIONES

- Para el control integral de la calidad del agua para consumo humano en el cantón Esmeraldas, es indispensable realizar periódicamente análisis que determinen las condiciones sanitarias en las que se capta y distribuye el agua, rigiéndose al cronograma establecido para dicho control.
- El Departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Esmeraldas y el INH no están realizando al momento el número y frecuencia de muestras de agua que recomienda la norma INEN agua potable en cuanto al tamaño de población servida, para cada sistema de abastecimiento de agua. Por lo que se recomienda que a partir del año 2011 se tomen las recomendaciones del plan que se presenta en esta disertación del número de muestras y parámetros a analizar para garantizar la calidad del agua.
- Los sistemas de abastecimiento de agua del cantón, deberán llevar a cabo planes de emergencias en conjunto con responsables de la EMMAP, Municipalidad de Esmeraldas y Dirección Provincial de Salud, para cualquier eventualidad que presenten los procesos de distribución de agua.
- Se recomienda implementar talleres, charlas y difusión masiva en radio y televisión para la población sobre la importancia del recurso agua, los peligros a los que pueden estar expuestos en el caso de que el agua esté contaminada y los hábitos que deben adquirir ante estas situaciones.
- La creación e implementación de una ordenanza municipal que asegure el sistema de financiamiento y de gestión para el control de calidad del agua para consumo humano. Esta ordenanza debe contener entre otros artículos las políticas, los responsables y las fuentes de financiamiento para establecer un mecanismo de control apropiado para todos los sistemas de aprovisionamiento de agua en Esmeraldas, para periódicamente la ciudadanía pueda estar informada sobre el estado físico, químico y microbiológico del agua a fin de que esta no afecte la salud humana y por el contrario contribuya a la salud pública.

- Es importante que las instituciones de Salud realicen estudios epidemiológicos que evidencien el impacto sobre la salud en el cantón Esmeraldas y sus parroquias, al ingerir agua contaminada.

BIBLIOGRAFIA

1. **AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION (2002)**. Calidad y tratamiento del agua. Manual de suministro de agua comunitaria. España.
2. **AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION (2000)**: Ingeniería Ambiental, Abastecimiento de agua y alcantarillado. Sexta Edición. Colombia.
3. **BARTRAM J, CORRALES L, DAVISON A, DEERE D, DRURY D, GORDON B, HOWARD G, RINEHOLD A, STEVENS M., (2009)**. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
4. **CETI S.A. (2001)**: Programa de desarrollo Municipal Alternativas de Gestión de Servicios de Saneamiento y Equipamiento Urbano. Esmeraldas – Ecuador.
5. **CONSEJO DE LA UNION EUROPEA (1998)**. Relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Directiva 98/83/CE del Consejo 3 de noviembre de 1998.
6. **EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SAN MATEO (1987)**: Estudios definitivos para el Sistema de Agua Potable de Esmeraldas y su influencia.
7. **EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SAN MATEO, (2003)**. Reglamento orgánico funcional de la empresa de agua potable y alcantarillado San Mateo de Esmeraldas. Esmeraldas – Ecuador.
8. **GIRALDO, B. (2002)**. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Lima.

9. **ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE ESMERALDAS (2004):** Plan de Desarrollo Participativo por el cambio de Esmeraldas, Asamblea ciudadana por el cambio de Esmeralda, FUNDAMYE.

10. **ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE ESMERALDAS-COOPERACION TECNICA BELGA, (2009):** Diagnóstico Participativo Rural del Cantón Esmeraldas. Esmeraldas-Ecuador.

11. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, (2006).** Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2006, Agua Potable. Segunda revisión. Quito – Ecuador.

12. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, (2008).** Norma Técnica Ecuatoriana 2200:2008, Agua Purificada Envasada. Primera revisión. Quito – Ecuador.

13. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, (2008).** Norma Técnica Ecuatoriana 1077:1983, Bebidas gaseosa. Primera revisión. Quito – Ecuador.

14. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, (2008).** Norma Técnica Ecuatoriana 1334:2008, Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos. Segunda revisión. Quito – Ecuador.

15. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSO, (2001).** IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Quito – Ecuador.

16. **LARRY W. MAYS, (2002):** Manual de sistemas de distribución de agua. Aravaca - Madrid.

17. **LEY CONSTITUTIVA DE LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.** Decreto No. 3327.R.O. 802, 29 de marzo de 1979.

18. **LEY ORGÁNICA DE SALUD, (2006).** Título II, Capítulo I: Del agua para consumo. Ley 67, Registro Oficial Suplemento 423 de 22 de Diciembre del 2006.

- 19. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, (2004):** Vigilancia y control de la calidad del agua. Quito-Ecuador.
- 20. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2002):** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS). Ecuador.
- 21. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD-OMS (1993).** Guías para la Calidad del Agua Potable: Recomendaciones. Segunda edición-Vol. 1, Ginebra.
- 22. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD-OMS (1997).** Guías para la Calidad del Agua Potable: Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición-Vol. 3, Ginebra.
- 23. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD-OMS (2004).** Guías para la Calidad del Agua Potable: Recomendaciones. Tercera edición. Vol. 1, Ginebra.
- 24. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD OPS/OMS/CEPIS, (2006).** Guía de capacitación para la implementación de programas de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida en el nivel urbano y rural. Capitulo IV Documentos resumen para los técnicos sanitarios.
- 25. PROGRAMA DE SALUD Y MEDIO AMBIENTE ESMERALDAS (SYMAE) (2010):** Sistema de Control de Calidad de Agua en el Cantón Esmeraldas, Esmeraldas-Ecuador.
- 26. RAMIREZ F., (2003).** El muestreo del agua, toma y conservación de muestras.
- 27. ROJAS R., OPS/CEPIS. (2002).** Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima: OPS/OMS-CEPIS.
- 28. SOLSONA F., (2002).** Guías para elaborar normas de calidad del agua de bebida en los países en desarrollo. Lima-Perú.

29. VARGAS, C.; ROJAS, R.; JOSELI J. (2002): Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano, Lima-Perú.

30. VARIOS AUTORES (2005): GEO Esmeraldas Perspectivas del Medio Ambiente Urbano.

Páginas web:

31. CASTILLO MORALES, G. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones.

Internet: <http://www.idrc.ca/openebooks/147-7/> Acceso: 2010 – 08 – 13.

32. DRA. DAVISON ANNETTE, DR. DEERE DAN (2007). Material de trabajo para “Planes de Seguridad del Agua” para consumo humano.

Internet:

http://www.cepis.org.pe/bvsacg/red_lac_psa/documentostecnicos/ManualCapa.pdf

. Acceso: 2010 -11 – 16.

33. ENDARA, K. (2007). El agua, liquido mortal

Internet: <http://www.ecoportel.net/content/view/full/67584>.

Acceso: 2010 -01 – 17.

34. LENNTECH WATERTREATMENT & PURIFICATION HOLDING B.V., (2009).

Tratamiento y purificación del agua. Internet: <http://www.lenntech.es/index.htm>.

Acceso: 2010-10-16.

35. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD-OMS (1998). Guía para un Manual de Sistemas de Calidad en un Laboratorio de Prueba.

Internet: <http://www.who.int/vaccines-documents/DocsPDF/www9863.pdf>

Acceso: 2010 -10 – 31.

36. ROJAS, R. (2006). Marco de seguridad para la calidad del agua de bebida. Lima-Perú.

Internet: <http://www.cepis.org.pe/bvsair/e/hdt/hdt101/hdt101.pdf>

Acceso: 2010 -06 – 15.

37. TORRES, R. (2006). Importancia de los planes de seguridad del agua para el control de la calidad del agua de bebida.

Internet:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/foro4/19%20marzo/safe/importancia.pdf>.

Acceso: 2010-08-20

38. TRUQUE, P. (2005). Armonización de los estándares de agua potable en las Américas.

Internet:<http://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>. Acceso: 2010-05-22

39. VIDALES AMELIA (2000). Diagnóstico de la calidad del agua de mesa: una acción positiva.

Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/944/94401409.pdf>

Acceso: 2010 -11 – 22.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AAPP	Agua Potable
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
DPS	Dirección Provincial de Salud de Esmeraldas
EAPA	Empresa de Agua Potable y Alcantarillado
EMAAPQ	Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IGM	Instituto Geográfico Militar
IME	Ilustre Municipalidad de Esmeraldas
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
INH	Instituto Nacional de Higiene
JAAP	Juntas administradoras de agua potable
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
MSP	Ministerio de Salud Pública
OCP	Oleoducto de crudos pesados
ONG	Organización no gubernamental
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de Salud
RED-PSA/LAC	Red de Planes de Seguridad del Agua de Latinoamérica y el Caribe
SIG	Sistema de información geográfica
SYMAE	Programa Salud y Medio Ambiente Esmeraldas
TULAS	Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria en Ecuador
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

ANEXOS