

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS



**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN  
CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE**

PRESENTADO POR:

**MELANI REBECA AREVALO VARGAS**

**ANDREA LUCIA CARDONA RAMOS**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERA QUIMICA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2018**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**M.Sc. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

DIRECTOR:

**Dra. TANIA TORRES RIVERA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERA QUÍMICA**

Título:

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN  
CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE**

Presentado por:

**MELANI REBECA AREVALO VARGAS**

**ANDREA LUCIA CARDONA RAMOS**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores:

Dra. TANIA TORRES RIVERA

M.Sc. ANA MARIA TRABANINO DE MENJIVAR

SAN SALVADOR, ABRIL 2018

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores:

Dra. TANIA TORRES RIVERA

M.Sc. ANA MARIA TRABANINO DE MENJIVAR



## **AGRADECIMIENTOS**

### **COMO GRUPO AGRADECEMOS A:**

A Dios Todopoderoso por habernos permitido culminar nuestro trabajo de graduación y nuestra carrera universitaria.

Manifestamos nuestros más sinceros agradecimientos a Dra. Tania Torres, M.Sc. Ana María Trabanino de Menjivar, por todo el apoyo, dedicación y tiempo presentado, por impulsar la ejecución y monitorear el desarrollo del presente trabajo de graduación.

A todo el personal docente de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Universidad de El Salvador, por todos estos años de aprendizaje que fueron un periodo de crecimiento personal y profesional.

A la Alcaldía de Ciudad Arce, a la Comunidad Católica Familia Nueva y la Congregación Somasca por el apoyo brindado y la interese por el desarrollo del presente trabajo de graduación.

Y a la comunidad que integra el Caserío Emiliani por su hospitalidad, confianza, y apoyo.

Agradezco en primer lugar a Dios Todopoderoso, por permitirme avanzar un peldaño más en mi formación profesional y superación personal. Por iluminarme en el camino hacia el futuro y fortalecerme en la lucha por alcanzar mis metas. A mi madre Fidelia Ester Vargas de Arevalo y mi padre Fredi Orlando Arevalo por todos los sacrificios que han hecho para que pueda cumplir mis metas, por su amor incondicional, por guiarme, por ser el soporte fundamental en mi vida y brindarme tanto apoyo, ánimos y que con su ejemplo me han enseñado que las mejores cosas en la vida son las que se logran con trabajo y esfuerzo, este logro es gracias a ustedes.

A mis hermanos Sonia Arevalo y Gustavo Arevalo por darme ánimo para seguir adelante, por creer en mí, por apoyarme a lo largo de mi vida que entre risas y bromas siempre hemos estado para apoyarnos entre nosotros. A Ricardo Armando y Guadalupe Gómez por su apoyo y motivación, a mis sobrinos Valentina, Sara y Jefferson por brindarme grandes momentos de alegría.

A mis amigos y compañeros Oscar Guardado, Michelle Hernández que en el transcurso de la carrera estuvieron al lado mío, riendo, apoyando y por todas las noches de desvelo, por todas las alegrías y tristezas que pasamos. A mi amiga y compañera de tesis Andrea Cardona por su dedicación, entrega, esfuerzo y trabajo a lo largo de este proyecto y a su familia por el apoyo que nos brindaron.

A Febe Avalos, Daniela Maldonado y Julio Santos por siempre haber estado pendiente y brindarnos su ayuda cuando lo necesitamos durante el desarrollo del presente trabajo.

A todos esos docentes que marcaron mi educación, que transformaron mi forma de pensar y llenaron de ilusiones e ideales que han guiado y guiaran por siempre mi vida.

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”*

Mahatma Gandhi

Melani Arevalo

Principalmente agradezco a Dios todopoderoso, por sentir su presencia en cada momento en todo el transcurso de mi carrera, por bendecirme, iluminarme y darme la sabiduría necesaria en todo momento. A mi papa Carlos Arturo Cardona porque a pesar de sus dificultades siempre logro bríndame la motivación necesaria para seguir adelante y no darme por vencida y sobre todo a mi mama Elba Marina Ramos porque permitió que este logro se cumpliera y con todo esfuerzo ayudarme a seguir adelante y apoyarme en los buenos y malos momentos.

A mis hermanas Beatriz y Karla porque ellas fueron el apoyo fundamental en todo momento y siempre lograron llenarme de fuerzas para luchar por mis objetivos, a mis sobrinos Camila y Marcelo porque la alegría de ellos fue la necesaria para seguir luchando.

A mi abuelo Ignacio Ramos Barraza porque siempre confió en mí y me apoyo en cada etapa de mi vida, por su amor incondicional.

A todos los docentes que estuvieron presentes en mi camino, por brindarme los conocimientos necesarios para ser una excelente profesional y brindarme consejos para la vida.

A mi compañera Melani Arevalo porque siempre estuvo apoyándome en todo momento, por su dedicación y esfuerzo en todo este proyecto, así mismo a su familia porque siempre nos brindó el apoyo necesario para lograr culminar.

A Julio Cesar Santos y su familia porque con su motivación y alegría siempre me ayudaron a no rendirme y aprender de los errores.

Y a todos mis amigos que me apoyaron y confiaron en mí a lo largo de la carrera y aún se mantienen presentes en mi vida.

*“La vida no es fácil para ninguno de nosotros, pero que importa, hay que perseverar y tener confianza en uno mismo”*

Marie Curie

Andrea Cardona

## RESUMEN

La elaboración de la presente investigación ambiental surge de la necesidad de plantear propuestas de solución a la problemática actual de saneamiento ambiental sobre el manejo de los Recursos Hídricos y de los Desechos Sólidos en el Caserío Emiliani, que se encuentra en el Cantón Flor Amarilla, ubicado en el municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, en el habitan 152 personas, siendo 103 adultos (hombres y mujeres), 18 jóvenes y 29 niños los cuales conforman una comunidad de 30 viviendas.

Considerando las necesidades del Caserío Emiliani la presente investigación tuvo por objetivo el realizar un diagnóstico y proponer alternativas técnico económicas enfocadas en la solución de problemas en el tema de Saneamiento Ambiental relacionado al recurso hídrico y desechos sólidos con el enfoque del desarrollo sostenible.

La investigación partió desde la caracterización geográfica y el diagnóstico de las condiciones actuales de saneamiento ambiental, así como con una contextualización del marco Jurídico Ambiental que regula las diferentes acciones que en materia de la protección ambiental se ejecutan en El Salvador.

Con el propósito de definir y sustentar el enfoque metodológico y el diseño de la investigación de campo del presente estudio se necesitó la aplicación de los métodos o instrumentos específicos para recolectar la información, que se llevaron a cabo mediante múltiples inspecciones in situ, revisión de antecedentes y solicitud de información por diferentes vías a entidades públicas responsables de diferentes aspectos de saneamiento ambiental, con el fin de interactuar con los entes involucrados con la problemática ambiental, los cuales fueron:

A) La Observación directa del problema: medio eficaz que permitió facilitar información del contexto socio-geográfico y del comportamiento de las personas con el fin de poder determinar los factores que están repercutiendo en la problemática, además de poder determinar las condiciones bajo las cuales se encuentra el Caserío;

B) Encuesta: realizada a la población obtenidas de la muestra investigativa que nos representaba el 53% de la población neta del Caserío, todas amas de casas. Estas permitieron comprobar la problemática ambiental con la que cuenta el Caserío,

exponiendo que los problemas más importantes son los que corresponden a: 1. Los recursos de saneamiento básico, principalmente en el abastecimiento de agua para consumo doméstico dado que la calidad del agua es muy deficiente; 2. Los sistemas de disposición de excretas que predomina en el factor de desuso de la fosa séptica dado los daños que posee en infraestructura y; 3. La contaminación ambiental y los riesgos a la salud de la población del Caserío debido al manejo y la disposición final de los desechos sólidos generados por cada integrante de la comunidad.

C) Consulta ciudadana: Se solicitó información por medio de Oficina de Información y Respuesta (OIR) a las siguientes entidades públicas:

I) MARN por medio de la OIR se le consultó sobre la gestión del recurso hídrico con el que cuenta el Caserío y sobre los lugares autorizados para la disposición final de los desechos sólidos generados, del cual se obtuvo una resolución con numero correlativo N° 117- 2017, dicha información fue brindada con el siguiente detalle: 1. Información de 3 pozos, registro de los niveles; 2. Mapa “pozos de monitoreo automático de niveles freáticos”; 3. Gráficos de los registros de niveles de altitud de cada pozo; 4. Listado autorizado para transporte de desechos bio infecciosos a sitios de disposición final; 5. Listado de autorizados para el tratamiento y disposición final de diferentes materiales peligrosos, incluidos los desechos bio infecciosos.

II) ANDA es la institución encargada del agua potable suministrada en el Cantón Flor Amarilla y es quien presta el servicio encargándose de facturar mes a mes la cantidad de agua utilizada por cada hogar del Caserío, la cual posee una demanda comunal aproximada de 12,169litros al día considerando un consumo mínimo de 80 L/habitante/día de agua, se le consultó a través de la OIR sobre la gestión y calidad del agua suministrada al Caserío, obteniéndose una resolución con numero correlativo 066-14.2017, que informaba lo siguiente: 1.El número de viviendas de la localidad con la cuentan con el servicio de agua potable; 2. Caudal del pozo que maneja y administra ANDA para brindarle el servicio de agua potable a los habitantes del cantón Flor Amarilla; 3. Generalidades sobre el tratamiento estándar que la institución aplica previo al agua antes de llegar a la red de distribución el cual cumple la norma; 4.Sobre la consulta al respecto de la calidad del agua que suministra ANDA al Cantón Flor Amarilla específicamente al Caserío Emiliani no se obtuvo información, así mismo no fue proporcionada información sobre los mapas de ubicación de pozos artesanales, privados, particularmente del valle Zapotitan, Cantón Flor Amarilla, solo se obtuvo información de

las técnicas que se aplican para la potabilización del agua las cuales están mostradas en la página institucional del ANDA, ya que explicaron que los análisis de laboratorio de la calidad de los pozos que maneja ANDA y la ubicación de pozos es información que se encuentra clasificada como RESERVADA según la Unidad de Catastro Central de Redes la cual se ampara de la Ley de Acceso a la Información según los artículos 19 y 21 de dicha ley.

III) Gestiones de solicitud de información a entidades públicas: Se efectuaron gestiones directas mediante correspondencias oficiales de la EIQ-FIA-UES solicitando información, visita técnica y ofreciendo presentación sobre la investigación a las siguientes entidades:

1. ANDA: solicitud de visita técnica planta de bombeo de agua potable Flor Amarilla;
2. Unidad de Salud de Ciudad Arce: solicitud de resultados de análisis físico químicos, traza de metales, plaguicidas, microbiológicos de alrededores de pozo de bombeo de ANDA, Flor Amarilla;
3. MARN: solicitud de informaciones varias sobre estado del recurso hídrico y desechos sólidos en la región del cantón Flor Amarilla;
4. Alcaldía de Ciudad Arce: se informó y ofreció presentación, la cual se efectuó en el mes de septiembre del 2017, se sugiere seguir realizando esfuerzos para involucrar a dichas entidades en el seguimiento del estudio y apoyo a comunidades rurales con problemáticas en saneamiento ambiental.

Los análisis del recurso hídrico se basaron en la información obtenida a través de una investigación de campo sobre la calidad del agua de uso doméstico y descargas de aguas grises, realizada en el Caserío Emiliani, en la que se consideraron dos muestreos de los diferentes tipos de agua en el mes de junio del 2017 con diferencia de 15 días, extrayendo 11 muestras compuestas representativas de diferentes sectores del Caserío según su tipo, mas muestras simples. Los cuatro puntos de muestreo de agua considerados fueron:

1. agua suministrada por ANDA a las viviendas (muestras compuestas);
2. agua surtida por pipa (muestras compuestas de los tanques de almacenamiento del agua de pipa);
3. agua de pozos de cada vivienda (muestras compuestas);
- y; 4. agua gris (muestra simple de una casa del Caserío).

La caracterización de la calidad del agua para consumo humano se realizó mediante la medición de parámetros fisicoquímicos, químicos y microbiológicos, tomando como base para su comparación los valores límites establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable (NSO 13.07.01:08). Para caracterizar las aguas grises se analizaron parámetros fisicoquímicos y químicos comparando con los valores límites establecidos en

la Norma Salvadoreña Obligatoria de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor (NSO 13.49.01:09).

Para efectuar las comparaciones de los resultados experimentales obtenidos de los parámetros de ambos muestreos estudiados, fue necesario realizar un análisis de homogeneidad de muestras mediante la aplicación de contrastes de hipótesis.

El estudio de las tres fuentes de agua para consumo humano que son suministradas por ANDA, pipa y pozos artesanales del Caserío, permitió la caracterización de la calidad del recurso para lo cual se determinó que ninguna de las tres fuentes de abastecimiento cumplen con los estándares sanitarios que estipula la NSO 13.07.02:08 para ser utilizada para su ingesta, debido a que presentaron resultados de parámetros de contaminación muy similares entre sí, en el agua de las tres fuentes se detectó la presencia de plomo, coliformes totales y fecales, con valores superiores a los establecidos para agua de consumo humano de acuerdo a la NSO 13.07.02:08. La ingesta prolongada de agua con este tipo de contaminación puede producir efectos adversos a la salud, principalmente en los niños y en los adultos mayores, como puede ser problemas gastrointestinales, riesgo de hipertensión arterial, lesiones renales, entre otras.

Los resultados de la investigación de la calidad del agua permitieron determinar una línea base que da la pauta para poder realizar a futuro un estudio objetivo del comportamiento de la calidad del agua con la que se suministra al Caserío, sin embargo cabe aclarar que los resultados obtenidos en el presente estudio no son valores que se puedan considerar como concluyentes para la evaluación de la calidad del agua debido a que fueron basados en muestras compuestas de agua por sector, por lo que su caracterización se basó en que con una muestra fuera del límite permisible se concluye que el parámetro no cumple lo estipulado en la normativa, no es totalmente representativo de todas las viviendas; además es de considerar que el estudio se llevó a cabo durante un periodo corto, realizado en el mes de junio no considerando así los cambios y condiciones climáticas en las diferentes épocas del año, lo cual puede de alguna manera afectar las concentraciones de los contaminantes en las fuentes de captación, por lo que para determinar la calidad real del agua es necesario un estudio más profundo y de monitoreo constante en un periodo de al menos un año que considere la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, químicos y microbiológico, haciendo énfasis en los análisis de plomo, coliformes totales y fecales debido a los hallazgos de la presencia de estos contaminantes en el agua; así mismo es importante incluir los análisis de antes y

después del tratamiento en el pozo de Planta de bombeo Flor amarilla a cargo de ANDA y del cual se abastece el recurso al Caserío Emiliani con el fin de poder conocer la eficiencia del proceso de potabilización que se le aplica y la calidad del agua con la que cuenta la fuente de distribución de agua al Caserío Emiliani, ello permitirá poder considerar la mejor ubicación de la alternativa de solución técnica de potabilización del agua, contemplando al menos dos puntos de localización; ya sea como una tecnología comunal aplicable en el Caserío o como una tecnología subsecuente en el proceso de tratamiento de la fuente de distribución perteneciente a ANDA.

A través de la caracterización fisicoquímica del agua gris se pudo determinar que el parámetro de aceites y grasas sobrepasa el límite máximo permisible de este parámetro de acuerdo lo establecido en la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Residual Descargadas a un Cuerpo Receptor NSO 13.49.01:09, por lo cual se consideró que los niveles permisibles de los parámetros de esta norma deberán ser alcanzados por medio de tratamientos adecuados para estas condiciones.

La caracterización y determinación de la composición de los desechos sólidos que son generados por la comunidad del Caserío, se realizó considerando un periodo de generación de siete días y una metodología de separación en la fuente que fuese factible ejecutar a corto plazo para las familias y considerando los diferentes tipos de desechos que son generados por la comunidad.

Para la caracterización de los desechos sólidos generados, se consideró realizar un muestreo en el cual se estudiara cuatro puntos focales, los cuales son: 1. Tipos y cantidades estimadas de desechos generados según clasificación en tres hogares que representan el 10% de los hogares totales, correspondiente a una población de 11 personas para la estimación de la producción per cápita; 2. Desechos recolectados de tipo plástico y metal (aluminio) por cuatro personas activas en la recolección y comercialización (venta) de dichos desechos; 3. Desechos plásticos, papel y cartón generados en una de las tres tiendas ubicadas en el Caserío y; 4. Cantidad total estimada de desechos generados y destinados al tren de aseo por parte de toda la comunidad.

La evaluación de los valores de generación de desechos que se obtuvieron permitió ampliar el contexto de la problemática sobre el manejo, dado que la masa generada de desechos semanales y entregada al tren de aseo de 201.5kg es más alta comparada con el estimado de generación semanal por la producción per cápita de 191.52kg



(considerando para el cálculo de este valor la producción per cápita por habitante al día de 0.18 kg), presentando una desviación del 5% entre los valores, a lo que se le adjudica la falta de separación por tipo de desecho, debido a que el valor de desechos sólidos entregados al tren de aseo debería ser menor a la cantidad estimada por la producción per cápita. La importancia de la aplicación de un plan de manejo integral de los desechos sólidos generados que conlleve a la mejora socio ambiental radica no solo a las cantidades de desechos generados semanalmente, así mismo a las prácticas de manejo de los desechos sólidos generados debido a las actividades diarias mediante la falta de separación en el origen por tipo de desecho, la implementación de la quema de todo tipo de basura y la acumulación de esta, provocando un gran riesgo para la salud pues es un gran foco de contaminación, además de considerar la problemática de la falta de educación que poseen los pobladores del Caserío en este tema.

Este estudio culmina con el planteamiento de la propuesta de diseño de un sistema integral de saneamiento ambiental con un enfoque de ayuda por entidades externas (instituciones públicas como ANDA, MARN, SALUD, sector privado y/o persona natural) y municipalidad para ser implementado en Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla, Ciudad Arce; para el cual se consideró el estudio de una serie de alternativas de solución contemplando, no solo tecnologías individuales sino también como sistemas acoplados de ellas, evaluando las condiciones iniciales de la calidad del recurso con la que se cuenta y las condicionantes técnicas, funcionales y económicas que generen una factibilidad de aplicación comunal.

Así mismo es importante la capacidad de gestión de la comunidad frente a las instancias gubernamentales con responsabilidad de garantizar condiciones de saneamiento ambiental para la población, como lo es el derecho humano al agua potable, las condiciones de manejo ambientalmente seguro de las aguas negras y grises, así como el manejo integral de desechos sólidos.

Las propuestas de alternativas de solución mediante la aplicación de tecnologías apropiadas son:

1. La aplicación de un sistema integrado de tecnología de filtro de zeolita y cloración para la problemática del agua de consumo humano dada las condiciones iniciales que presenta el recurso. Los beneficios de aplicar este sistema de tratamiento no solo radica en sus altas tasas de rendimiento en remoción de fosfatos, sulfatos, cloruros y metales pesados

como el plomo, arsénico, etc; en los beneficios económicos que trae la implementación de esta, dado los bajos costos de inversión, operación y mantenimiento, así mismo debido al aprovechamiento de los residuos generados por el proceso hacen de este una tecnología amigable con el ambiente.

2. Para el tratamiento de las aguas negras se considera la implementación de una fosa séptica que desarrolle el mejoramiento de las condiciones de salubridad, contemplando un valor aproximado de volumen requerido de tanque séptico para el Caserío Emiliani de  $23\text{m}^3$ , considerando una población de 152 habitantes, contribución de lodo fresco de 1L/habitante/día, dotación per cápita de aguas residuales por persona de 100L, tasa de acumulación de lodos de 97 días, contribución de aguas negras de los habitantes del Caserío de 12,160 L/día, tiempo de retención de 0.5 día y un periodo de limpieza de dos años.

3. Para la reutilización de aguas grises se propone la aplicación de bio jardinería (humedal) que impulse la reducción de los contaminantes a los cursos naturales del agua, estas reciben un tratamiento físico por filtración horizontal y biológica, por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces, por lo que los efluentes serán útiles para el riego de jardines.

4. Para la problemática del manejo de desechos sólidos se considera un programa de alternativas enfocadas en las fases más críticas del manejo interno de estos desechos, las cuales consisten en la educación ambiental y sensibilización, almacenamiento selectivo y minimización que logren una disminución en la contaminación por desechos sólidos en el Caserío Emiliani.

## INDICE

RESUMEN.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE TABLAS .....	XXIV
INTRODUCCION.....	XXVI
CAPITULO 1. MARCO TEORICO.....	1
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. SANEAMIENTO AMBIENTAL.....	2
1.2.1. ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYEN AL SANEAMIENTO AMBIENTAL .....	3
1.3. CARACTERISTICAS DE LA LOCALIDAD DEL CANTON FLOR AMARILLA... 5	
1.3.1. UBICACIÓN GENERAL Y POSICION GEOGRAFICA DEL CANTON FLOR AMARILLA.....	6
1.3.2. RECURSOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE.....	10
1.3.2.1. CLIMATOLOGÍA.....	10
1.3.2.2. RECURSO HÍDRICO.....	10
1.3.2.3. SUELO .....	12
1.3.3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL CASERIO EMILIANI .....	13
1.3.3.1. DEMOGRAFIA.....	13
1.3.3.2. ASPECTOS POBLACIONALES .....	14
1.4. MARCO LEGAL NACIONAL DE RECURSO HIDRICO Y DESECHOS SOLIDOS .....	17
1.4.1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.4.2. MARCO LEGAL Y REGULATORIO DEL RECURSO HIDRICO.....	19
1.4.2.1. LEY DEL MEDIO AMBIENTE.....	20
1.4.2.2. REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR NSO 13.49.01:09.....	22
1.4.2.3. LEY SOBRE LA GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS.....	23
1.4.2.4. LEY DE ANDA .....	24
1.4.2.5. NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA DE AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08.....	25
1.4.2.6. LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO.....	25
1.4.2.7. REGLAMENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, CONTROL DE VERTIDOS Y LAS ZONAS DE PROTECCION.....	27
1.4.2.8. LEY SOBRE EL CONTROL DE PESTICIDAS, FERTILIZANTES Y PRODUCTOS PARA USO AGROPECUARIO.....	28
1.4.2.9. ANTEPROYECTO DE LA LEY GENERAL DE AGUAS. ....	28

1.4.2.10.	CODIGO DE SALUD DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTECIA SOCIAL .....	29
1.4.2.11.	CODIGO MUNICIPAL DE EL SALVADOR .....	30
1.4.3.	MARCO LEGAL Y REGULATORIO DEL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS	31

**CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN EL CASERIO EMILIANI..... 38**

<b>2.1.</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>38</b>
2.1.1.	CONTEXTO NACIONAL .....	39
2.1.2.	CONTEXTO DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE .....	48
2.1.3.	CONTEXTO DEL CANTON FLOR AMARILLA .....	51
<b>2.2.</b>	<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>54</b>
<b>2.3.</b>	<b>DIAGNOSTICO DEL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO EN EL CASERIO EMILIANI.....</b>	<b>55</b>
2.3.1.	CONSULTA CIUDADANA SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO. ....	55
2.3.2.	OBSERVACION DIRECTA .....	59
<b>2.2.</b>	<b>DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL CASERIO EMILIANI .....</b>	<b>88</b>
2.2.1.	CONSULTA CIUDADANA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	88
2.2.2.	OBSERVACION DIRECTA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	97
2.2.3.	ENCUESTAS SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS .....	102
<b>2.3.</b>	<b>ANALISIS GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL CASERIO EMILIANI .....</b>	<b>116</b>

**CAPITULO 3. ANALISIS DEL RECURSO HIDRICO Y MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS..... 117**

<b>3.1.</b>	<b>ESTUDIO DEL RECURSO HIDRICO.....</b>	<b>117</b>
3.1.1.	METODOLOGIA ESTANDAR PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA .....	118
3.1.1.1.	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO .....	119
3.1.1.2.	TIEMPO Y FRECUENCIA DEL MUESTREO .....	120
3.1.1.3.	VOLUMEN DE MUESTRA.....	120
3.1.1.4.	SELECCIÓN DE ENVASES .....	122
3.1.1.5.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN .....	122
3.1.1.6.	TRANSPORTE, PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	123
3.1.2.	ANALISIS DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS A LAS MUESTRAS.....	124
3.1.3.	CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS .....	128
3.1.3.1.	CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE ANDA .....	128
3.1.3.2.	CARACTERIZACION DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE SURTIDA POR PIPA.....	122

3.1.3.3.	CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE POZO .....	124
3.1.3.4.	CARACTERIZACION DE LAS MUESTRA DE AGUA GRIS.....	127
3.1.4.	EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL AGUA.....	128
<b>3.2.</b>	<b>METODOLOGIA DE ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL RECURSO HIDRICO .....</b>	<b>131</b>
3.2.1.	ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL AGUA DE ANDA .....	132
3.2.1.1.	ANÁLISIS DE PH .....	132
3.2.1.2.	ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD.....	133
3.2.1.3.	ANÁLISIS DE TURBIDEZ.....	134
3.2.1.4.	ANÁLISIS DE OXÍGENOS DISUELTOS .....	134
3.2.1.5.	ANALISIS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS .....	135
3.2.1.6.	ANALISIS DE DUREZA.....	136
3.2.1.7.	ANALISIS DE NITRATOS.....	137
3.2.1.8.	ANÁLISIS DE SULFATOS .....	138
3.2.1.9.	ANÁLISIS DE HIERRO TOTAL.....	139
3.2.1.10.	ANÁLISIS DE CLORO.....	139
3.2.1.11.	ANÁLISIS DE FLUORUROS .....	140
3.2.1.12.	ANÁLISIS DE PLOMO.....	141
3.2.1.13.	ANÁLISIS DE ARSENICO .....	142
3.2.1.14.	ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES .....	142
3.2.1.15.	ANALISIS DE COLIFORMES FECALES .....	143
3.2.1.16.	ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ANDA.....	144
3.2.2.	ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE SURTIDA POR PIPA .....	145
3.2.3.	ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL AGUA DE POZO .....	146
3.2.3.1.	ANÁLISIS DE PH .....	146
3.2.3.2.	ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD.....	147
3.2.3.3.	ANALISIS DE TURBIDEZ.....	147
3.2.3.4.	ANALISIS DE OXIGENO DISUELTO .....	148
3.2.3.5.	ANALISIS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS .....	149
3.2.3.6.	ANALISIS DE DUREZA.....	149
3.2.3.7.	ANALISIS DE NITRATOS.....	150
3.2.3.8.	ANALISIS DE SULFATOS .....	151
3.2.3.9.	ANALISIS DE HIERRO TOTAL.....	151
3.2.3.10.	ANALISIS DE FLUORUROS.....	152
3.2.3.11.	ANALISIS DE PLOMO.....	152
3.2.3.12.	ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZO .....	152
<b>3.3.</b>	<b>ESTUDIO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....</b>	<b>153</b>
3.3.1.	METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS .	154
3.3.1.1.	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO .....	154
3.3.1.2.	CLASIFICACION POR TIPOS DE DESECHOS .....	154
3.3.1.3.	TIEMPO DE MUESTREO .....	156
3.3.1.4.	MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION .....	156

3.3.1.5.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE MUESTRAS .....	156
3.3.2.	ESTIMACION DE LA PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS EN EL CASERIO EMILIANI. ....	157
3.3.2.1.	DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS TOTALES.....	157
3.3.2.2.	CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS .....	157
3.3.2.3.	ESTIMACIÓN DE INDICADOR DE GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	159
3.3.3.	ANALISIS DE PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS .....	160
3.3.4.	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL POR LA GESTION DE DESECHOS SOLIDOS .....	162

#### **CAPITULO 4. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ..... 166**

<b>4.1.</b>	<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REMOCION DE CONTAMINANTES DEL AGUA PARA CONSUMO .....</b>	<b>166</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FILTRACION .....</b>	<b>166</b>
4.1.1.1.	ALTERNATIVA 1: “FILTRACIÓN LENTA EN ARENA (FLA)” .....	166
4.1.1.2.	ALTERNATIVA 2: “FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO” .....	169
4.1.1.3.	ALTERNATIVA 3: “FILTRO DE ZEOLITA” .....	172
<b>4.1.2.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE DESINFECCION .....</b>	<b>175</b>
4.1.2.1.	ALTERNATIVA 4: “FOTOCATALIZADOR HETEROGÉNEO CON TIO <sub>2</sub> ” .....	175
4.1.2.2.	ALTERNATIVA 5: “CLORACIÓN” .....	179
<b>4.1.3.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE SISTEMAS INTEGRADOS .....</b>	<b>183</b>
4.1.3.1.	ALTERNATIVA 6: “SISTEMA ACOPLADO DE FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO- CLORACIÓN” .....	183
4.1.3.2.	ALTERNATIVA 7: “SISTEMA INTEGRADO DE FILTRO DE ZEOLITA - CLORACIÓN” .....	185
<b>4.2.</b>	<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION DE AGUAS NEGRAS Y GRISES .....</b>	<b>187</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>ALTERNATIVA DE AGUAS NEGRAS .....</b>	<b>187</b>
4.2.1.1.	ALTERNATIVA: “TANQUE SÉPTICO” .....	187
<b>4.2.2.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE AGUAS GRISES.....</b>	<b>193</b>
4.2.2.1.	ALTERNATIVA 1: “BIO JARDINERAS (HUMEDALES)” .....	193
4.2.2.2.	ALTERNATIVA 2: “SISTEMA INTEGRADO DE FOTOCATÁLISIS CON H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - HUMEDALES” .....	197
4.2.2.3.	ALTERNATIVA 3: “BIODIGESTOR” .....	200
<b>4.3.</b>	<b>EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SOLIDOS .....</b>	<b>203</b>
4.3.1.	ALTERNATIVA 1: “PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN” .....	203
4.3.2.	ALTERNATIVA 2: “PROGRAMA DE LA SEPARACIÓN EN LA FUENTE” .....	205
4.3.3.	ALTERNATIVA 3: “PROGRAMA EDUCATIVO Y DE SENSIBILIZACIÓN” .....	210
<b>4.4.</b>	<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO DE GESTION MUNICIPAL .....</b>	<b>213</b>
4.4.1.	GENERALIDADES SOBRE INDICADORES PARA GESTION DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS .....	213

4.4.1.1.	INDICADOR DE GESTION DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS .....	214
4.4.1.2.	SELECCIÓN DE INDICADORES DE GESTION RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS.....	217

**CAPITULO 5. ANALISIS DE SELECCIÓN DE PROPUESTA DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL..... 218**

<b>5.1.</b>	<b>SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION VIABLE PARA EL RECURSO HIDRICO .....</b>	<b>218</b>
5.1.1.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO .....	218
5.1.2.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS NEGRAS.....	220
5.1.3.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES.....	221
<b>5.2.</b>	<b>SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION VIABLE PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS .....</b>	<b>222</b>

**DISEÑO DE SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE..... 224**

**CONCLUSIONES..... 253**

**RECOMENDACIONES..... 258**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 260**

**ANEXOS.....264**

ANEXO 1	ENCUESTA REALIZADA AL CASERIO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA. CUIDAD ARCE .....	265
---------	---	-----

ANEXO 2	RESPUESTA OFICIAL 066-2017 DE LA ADMINISTRACIÓN DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA).....	271
---------	---	-----

ANEXO 3	RESPUESTA OFICIAL 117-2017 DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN).....	275
---------	--	-----

ANEXO 4	REQUISITOS DE ENVASES PARA MUESTRAS DE AGUA.....	276
---------	--	-----

ANEXO 5	REQUISITOS DE TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO Y CONDICIONES DE PRESERVACIÓN DE MUESTRAS.....	278
ANEXO 6	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA DE ANDA, AGUA DE PIPA, AGUA DE POZO Y AGUA GRIS DEL CASERÍO EMILIANI, REALIZADO POR EL LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS.....	281
ANEXO 7	RESULTADO ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MUESTRAS DE AGUA DE ANDA Y AGUA DE PIPA DEL CASERÍO EMILIANI, REALIZADO POR EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD .....	299
ANEXO 8	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO .....	314



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de El Salvador, Departamento de La Libertad.....	6
Figura 1.2 Departamento de La Libertad. Municipio de Ciudad Arce.....	7
Figura 1.3 Municipio de Ciudad Arce. Cantón Flor Amarilla.....	8
Figura 1.4 Cantón Flor Amarilla.....	9
Figura 1.5 Sub Cuenca del Río Sucio.....	11
Figura 1.6 Composición de fuentes contaminantes que descargan al Río Sucio.....	12
Figura 2.1 Precipitación promedio para El Salvador, 1965-2012.....	40
Figura 2.2 Generación Nacional de Desechos Sólidos, por departamento.....	46
Figura 2.3 Ubicación geográfica de los rellenos sanitarios existentes en el país.....	47
Figura 2.4 Mapa de pozos, niveles freáticos.....	56
Figura 2.5 Tela colocada en ducha.....	61
Figura 2.6 Residuos acumulados en tela.....	61
Figura 2.7 Sistema de aguas negras y grises.....	63
Figura 2.8 Localización de cajas.....	64
Figura 2.9 Zona de vertimiento de aguas por actividades agropecuarias.....	65
Figura 2.10 Localización de cultivos.....	66
Figura 2.11 Inicio de tuberías de riego.....	66
Figura 2.12 Agua de pozo.....	67
Figura 2.13 Problemática principal del Recurso Hídrico.....	68
Figura 2.14 Fuentes de Agua.....	68
Figura 2.15 Tiempo de suministro.....	69
Figura 2.16 Costo mensual por servicio.....	69
Figura 2.17 Usos del agua suministrada.....	70
Figura 2.18 Calidad del recurso.....	70
Figura 2.19 Uso para consumo y preparación de alimentos.....	71
Figura 2.20 Suspensión del uso para consumo y preparación de alimentos.....	71
Figura 2.21 Alternativas de solución implementadas.....	71
Figura 2.22 Fuentes que presentan mejor calidad del recurso.....	72
Figura 2.23 Tiempo de posesión de pozos artesanales.....	73
Figura 2.24 Frecuencia de uso del recurso.....	73
Figura 2.25 Usos del agua de pozos.....	74
Figura 2.26 Calidad del recurso.....	75
Figura 2.27 Limitantes que se tienen con el agua de pozos.....	75
Figura 2.28 Periodicidad de compra del agua de pipa.....	76
Figura 2.29 Procedencia del agua de pipa.....	76
Figura 2.30 Tanques de almacenamiento adecuados.....	77
Figura 2.31 Modo de recolección.....	77
Figura 2.32 Tiempo de adquisición de agua de pipa.....	78
Figura 2.33 Gasto semanal por compra de agua de pipa.....	79
Figura 2.34 Calidad del agua.....	79
Figura 2.35 Usos del agua.....	80

Figura 2.36 Problemas de salud por ingesta del agua de pipa.....	80
Figura 2.37 Conexiones con las que cuentan las viviendas .....	80
Figura 2.38 Condiciones de aguas grises y negras.....	81
Figura 2.39 Unión de tuberías.....	82
Figura 2.40 Problemática de las aguas grises y negras.....	82
Figura 2.41 Condiciones de la fosa séptica.....	82
Figura 2.42 Problema de la fosa séptica.....	82
Figura 2.43 Usos de la fosa séptica .....	83
Figura 2.44 Eficiencia de la fosa séptica cuando estaba en funcionamiento.....	83
Figura 2.45 Funcionamiento de la caja colectora.....	83
Figura 2.46 Enfermedades comunes en el núcleo familiar.....	84
Figura 2.47 Institución que apoya en atención y prevención de enfermedades.....	85
Figura 2.48 Tratamiento de agua residual proveniente de actividad agropecuaria.....	85
Figura 2.49 Calidad del servicio de la Asociación del Valle de Zapotitan.....	86
Figura 2.50 Tiempo de suministro de agua de riego.....	87
Figura 2.51 Calidad del agua de riego .....	87
Figura 2.52 Contenedores de Almacenamiento sin separación por tipo de desechos.....	99
Figura 2.53 Contenedor Comunal.....	100
Figura 2.54 Disposición de desechos como comida de los animales.....	100
Figura 2.55 Área de cultivo.....	102
Figura 2.56 Área de Fosa Séptica utilizada como basurero.....	102
Figura 2.57 Área Comunal de quema de desechos.....	102
Figura 2.58 Área de pasillos comunales.....	102
Figura 2.59 Separación de desechos sólidos.....	103
Figura 2.60 Disposición final de restos de alimentos cocinados.....	103
Figura 2.61 Disposición final de cascara, semillas de vegetales y frutas.....	104
Figura 2.62 Disposición final de papel higiénico, toallas sanitarias, algodones y curitas.....	105
Figura 2.63 Disposición final de jeringas usadas.....	105
Figura 2.64 Disposición final de aluminio.....	105
Figura 2.65 Disposición final de plástico.....	106
Figura 2.66 Disposición final de vidrio.....	106
Figura 2.67 Disposición final del papel y cartón.....	107
Figura 2.68 Disposición final de ripio.....	107
Figura 2.69 Limitantes del tren de aseo.....	108
Figura 2.70 Disposición de servicios municipales.....	108
Figura 2.71 Cantidad de materiales manejados o desechados.....	109
Figura 2.72 Motivo de la quema de la basura.....	110
Figura 2.73 Aceptación de separación de desechos sólidos.....	110
Figura 2.74 Participación y para el plan de manejo integral de desechos sólidos.....	112
Figura 2.75 Necesidad de más capacitaciones.....	112
Figura 2.76 Posee indicaciones escritas del manejo de desechos sólidos.....	113
Figura 2.77 Conocimiento de que es una compostera.....	113
Figura 2.78 Tipos de desechos que pueden destinar a la compostera.....	113
Figura 2.79 Uso de la compostera comunal.....	114

Figura 2.80 Tipos de desechos que se depositaran en el contenedor comunal.....	115
Figura 2.81 Motivos por los que no se ha terminado el contenedor.....	116
Figura 3.1 Ubicación catastral de Flor Amarilla, especificando las zonas de estudio.....	120
Figura 3.2 Sensor de pH.....	127
Figura 3.3 Sensor de conductividad .....	127
Figura 3.4 Sensor de turbidez.....	127
Figura 3.5 Sensor de oxígeno disuelto.....	127
Figura 3.6 Medidor de cloro.....	127
Figura 3.7 Medidor de fluoruros.....	127
Figura 4.1 Herramientas usadas para la operación y mantenimiento.....	168
Figura 4.2 Diagrama de bloques de alternativa 2.....	185
Figura 4.3 Diagrama de bloques de alternativa 1.....	187
Figura 4.4 Esquema de sistema de bio jardinera.....	197
Figura 4.5 Diagrama de bloques para alternativa 1. Aguas grises.....	199
Figura 4.6 Esquema de depósitos de basura para instalar en el contenedor comunal...	209

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Efectos adversos producidos por parámetros físico químicos en la salud.....	44
Tabla 2.2 Efectos adversos producidos por parámetros físico químicos en la salud.....	45
Tabla 2.3 Capacidad de recepción actual de los rellenos sanitarios .....	47
Tabla 2.4 Municipios del departamento de La Libertad .....	50
Tabla 2.5 Simbología del sistema de manejo de aguas negras y grises .....	62
Tabla 2.6 Listado autorizado por MARN para transporte de desechos bio infecciosos.....	89
Tabla 2.7 Autorizados por MARN para recepción, tratamiento y disposición final por tipo de material y desecho peligroso según detalle .....	90
Tabla 3.1 Cuadro de metodología de muestreo .....	121
Tabla 3.2 Cuadro de análisis de parámetros .....	125
Tabla 3.3 Cuadro de análisis de parámetros .....	126
Tabla 3.4 Cuadro de análisis de parámetros .....	126
Tabla 3.5 Caracterización de agua potable de la red. Muestreo 1.	
Tabla 3.6 Caracterización de agua potable de la red. Muestreo 2.....	121
Tabla 3.7 Caracterización de agua de pipa. Muestreo 1.	
Tabla 3.8 Caracterización de agua de pipa. Muestreo 2. ....	123
Tabla 3.9 Caracterización de agua de pozo artesanal. Muestreo 1	
Tabla 3.10 Caracterización de agua de pozo artesanal. Muestreo 2. ....	126
Tabla 3.11 Caracterización de sustancia toxica de agua de pozo artesanal. Muestreo 2. ....	126
Tabla 3.12 Caracterización de agua gris. Muestreo 1.....	127
Tabla 3.13 Caracterización de agua gris. Muestreo 2.....	128
Tabla 3.14 Evaluación de impacto ambiental del agua. Matriz de Leopold.....	129
Tabla 3.15 Cuadro de análisis de pH de agua de ANDA.....	132
Tabla 3.16 Cuadro de análisis de conductividad de agua de ANDA .....	133
Tabla 3.17 Cuadro de análisis de turbidez de agua de ANDA.....	134
Tabla 3.18 Cuadro de análisis de oxígeno disuelto de agua de ANDA.....	134
Tabla 3.19 Cuadro de análisis de solidos disueltos de agua de ANDA.....	135
Tabla 3.20 Cuadro de análisis de dureza de agua de anda.....	136
Tabla 3.21 Cuadro de análisis de nitrato de agua de ANDA.....	137
Tabla 3.22 Cuadro de análisis de sulfatos de agua de ANDA .....	138
Tabla 3.23 Cuadro de análisis de hierro total de agua de ANDA .....	139
Tabla 3.24 Cuadro de análisis de fluoruros de agua de ANDA .....	140
Tabla 3.25 Cuadro de análisis de plomo de agua de ANDA.....	141
Tabla 3.26 Cuadro de análisis de coliformes totales de agua de ANDA.....	142
Tabla 3.27 Cuadro de análisis de coliformes fecales de agua de ANDA .....	143
Tabla 3.28 Cuadro de análisis de pH agua de pozo.....	146
Tabla 3.29 Cuadro de análisis de conductividad de agua de pozo.....	147
Tabla 3.30 Cuadro de análisis de turbidez de agua de pozo .....	147

Tabla 3.31 Cuadro de análisis de oxígeno disuelto de agua pozo.....	148
Tabla 3.32 Cuadro de análisis de solidos totales disueltos de agua pozo.....	149
Tabla 3.33 Cuadro de análisis de dureza de agua pozo.....	149
Tabla 3.34 Cuadro de análisis de nitratos de agua pozo.....	150
Tabla 3.35 Cuadro de análisis de sulfatos de agua pozo .....	151
Tabla 3.36 Cuadro de análisis de hierro total de agua pozo.....	151
Tabla 3.37 Caracterización de desechos sólidos orgánicos generados .....	158
Tabla 3.38 Caracterización de desechos inorgánicos, bio infecciosos, ripió y electrónicos .....	159
Tabla 3.39 Estimación de producción per cápita de desechos solidos .....	160
Tabla 3.40 Evaluación de impacto ambiental por la gestión de desechos sólidos. Matriz de Leopold. ....	164
Tabla 4.1 Descripción de mantenimiento de filtro lento de arena.....	168
Tabla 4.2 Dosis de cloro aplicadas en plantas potabilizadoras .....	181
Tabla 4.0.3 Tiempo de retención en proporción al volumen que se debe tratar .....	190
Tabla 4.4 Contribución de lodo fresco Lf en L/día .....	190
Tabla 4.5 Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	190
Tabla 4.6 Consideraciones para la reutilización de elementos.....	205
Tabla 4.7 Caracterización por colores de desechos solidos .....	207
Tabla 4.8 Disposición Final de Desechos Solidos .....	209
Tabla 4.9 Periodicidad de la inspección inicial. ....	210

## INTRODUCCION

La problemática que se tiene sobre la contaminación de las fuentes de agua y del manejo de los desechos sólidos presenta altos índices en El Salvador, por lo cual representa un reto para toda la sociedad. Dada la contaminación existente en las fuentes superficiales de agua, generan serios problemas de suministros de agua de calidad potable tanto para zonas rurales como urbanas (ORDOÑEZ, 2009).

La contaminación que poseen las aguas en las zonas rurales se debe principalmente a los residuos domésticos, malas prácticas de ganadería, agricultura, agroquímicos y a las descargas de aguas negras en agua superficiales. La contaminación debido a la mala manipulación de los desechos sólidos impacta de manera directa sobre las zonas rurales y urbanas, que conlleva a un impacto negativo al medio ambiente y por ende a problemas de salud a las personas (ORDOÑEZ, 2009).

Con el desarrollo de esta investigación, se pretende abarcar la problemática de la gestión del recurso hídrico y del manejo de desechos sólidos, para poder presentar un Diseño de Sistema de Saneamiento Ambiental en una zona rural del departamento de La Libertad, que le permita a la comunidad realizar una transición de gestión tradicional a una gestión integral de los recursos hídricos y desechos sólidos. La comunidad en estudio es el Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla, municipio de Ciudad Arce, en él habitan aproximadamente 152 personas, siendo 103 adultos (hombres y mujeres), 29 niños y 18 jóvenes las cuales forman una comunidad de 30 viviendas, esto según encuestas levantadas por integrantes de la comunidad católica Familia Nueva.

El Caserío Emiliani no cuenta con agua potable pues desde hace aproximadamente 30 años existen evidencias de que el agua que suministra la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) a través de pozos locales, se encuentra contaminada con hierro, arsénico, plomo y otros contaminantes que se encuentran fuera de los rangos permisibles según lo estipula la Norma Salvadoreña Obligatoria Agua Potable, NSO 13.07.01:08, por lo

cual la comunidad se ve a la necesidad de adquirir semanalmente agua de pipa para su consumo.

Para satisfacer sus necesidades de agua para alimentos, bebidas y para el resto de sus requerimientos de agua (baños, lavado de ropa y utensilios de hogar, higiene y limpieza) la obtienen de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), para el riego de sus cultivos el agua proviene de la Asociación de Regantes del Valle de Zapotitan. Así mismo desde el terremoto de 2001 se dañó la fosa séptica y no ha sido reparada por lo que las descargas de aguas negras y grises van directo al Río Sucio, cuyo cauce atraviesa los alrededores de la comunidad. En el terreno de dicha comunidad descargan aguas residuales de actividades agropecuarias de la zona que contaminan y causan mal olor.

En relación a la contaminación de desechos sólidos, para este la comunidad está iniciando un programa de manejo integral de desechos sólidos con compostera, contenedor y separación en el hogar de materiales inorgánicos y orgánicos para reciclaje o reusó. La recolección de los desechos orgánicos comunes que no se destinan a la compostera es por medio del tren de aseo. El presente estudio evaluará el sistema actual propuesto de manejo de desechos sólidos y su implementación, a fin de brindar recomendaciones.

Estas problemáticas afectan la salud de la población de la comunidad y el medio ambiente, así como representan pérdidas económicas. Dentro de las actividades que se realizaran para el desarrollo de la investigación se conformará como punto de partida el diagnóstico del manejo integral los recursos hídricos y desechos sólidos, considerando la situación actual que se tiene y se evaluará alternativas de solución que sean sostenibles a fin de proponer a la comunidad las soluciones que sean más apropiadas para su realidad socio económica y contexto local, a partir de un Sistema de Saneamiento Ambiental.

Con el desarrollo de la investigación se recurrirá a tres fases de metodología generales de investigación, la primera fase será la investigación bibliográfica la

cual nos permitirá conocer más sobre la problemática a tratar, la segunda fase es la investigación de campo la cual es la pauta para poder obtener los datos requeridos para el diagnóstico y evaluaciones de alternativas de solución y la tercera es la investigación experimental donde se ejecutara los análisis de parámetros de calidad considerando lo establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria Agua Potable NSO 13.07.01:08 y Reglamento Especial de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor NSO 13.49.01:09 , estas fases permitirán el desarrollo de la evaluación de la alternativa idónea para su implementación.

Los resultados del trabajo de graduación serán un importante insumo para la comunidad en la toma de decisiones e iniciar acciones para superar la problemática que enfrentan en el tema de saneamiento ambiental de recursos hídricos y desechos sólidos.



## **CAPITULO 1. MARCO TEORICO**

### **1.1. INTRODUCCION**

En El Salvador, el manejo irresponsable de materiales tóxicos, el abuso de los agroquímicos en la agricultura, la contaminación generalizada de cuerpos de agua por vertidos domésticos e industriales sin ningún tratamiento previo y la presencia de todo tipo de desechos en los espacios públicos, ha generado problemas severos de saneamiento, graves consecuencias en la salud de las personas y los ecosistemas, así como limitadas posibilidades para el desarrollo de las actividades económicas, a pesar de que la Constitución de la República de El Salvador, en el artículo 1, reconoce a la persona humana como el origen y el fin de la actividad del Estado, y que su obligación es asegurar a sus habitantes el goce de la libertad, la salud, la cultura, el bienestar económico y la justicia social. Asimismo, la Política Nacional del Medio Ambiente del año 2012, en correspondencia a diferentes instrumentos nacionales e internacionales referidos al cuidado y la protección del medio ambiente, establece en sus principios que: “Todos los habitantes tienen derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado” (MARN, 2013).

Es en este marco que se vuelve importante que el desarrollo local de las comunidades parta del diseño de sistemas de saneamiento ambiental que, desde un enfoque integral planteen un conjunto de acciones al medio físico, con énfasis en la prevención y el control de factores ambientales que podrían afectar potencialmente la salud de la población (MARN, 2013).

En el presente capítulo se desarrolla, en primer lugar, el tema de saneamiento ambiental considerando su importancia y las estrategias claves que conllevan a la mejora del ambiente y por ende a la mejora de la salud poblacional. El segundo tema es relativo a la descripción geográfica, social y ambiental actual del Caserío Emiliani. Finalizando con el estudio del marco regulatorio vigente, de forma separada para el área de los recursos hídricos y del área del manejo de desechos sólidos y como estas entran en coherencia para gestión integral de los recursos.

## **1.2. SANEAMIENTO AMBIENTAL.**

El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural. En el estudio del saneamiento ambiental se toma en cuenta el ambiente y el porqué de la importancia de su saneamiento, considerando que el medio ambiente está formado por las condiciones naturales en las cuales nos desenvolvemos y estos elementos son el aire, el agua, los suelos y la vegetación, a los que se le agregan los que el hombre aporta, como son las edificaciones, las calles, las plazas, las autopistas, los parques, los establecimientos industriales, etc. (ORDOÑEZ, 2009).

El saneamiento ambiental comprende los siguientes aspectos (MARN, 2013):

- a) El manejo sanitario del agua potable.
- b) Las aguas residuales y excretas.
- c) Los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación.

La importancia del saneamiento ambiental se puede puntualizar en las siguientes razones:

- a) Propone alternativas frente a situaciones que afectan al medio ambiente y a la salud pública, mediante ideas sencillas y adecuadas a las circunstancias locales (MARN, 2013).
- b) Propicia los cambios de conducta en la comunidad a fin de mejorar las condiciones ambientales y disminuir factores que afectan a la salud (MARN, 2013).
- c) Fomenta la participación de comunidades en la realización de acciones básicas de Saneamiento Ambiental a través de la capacitación y la comunicación educativa (MARN, 2013).

### 1.2.1. ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYEN AL SANEAMIENTO AMBIENTAL

El saneamiento ambiental consiste en el mantenimiento de los elementos del medio ambiente (tanto naturales como aportados por el hombre) en condiciones aptas para el desarrollo del ser humano tanto en lo individual como en lo colectivo, para que estas prácticas sean ejecutadas se necesita de un apoyo de manera integral de los gobiernos, municipalidades, unidades de salud, empresa privada, y otras instituciones (ONG, academia) a través de obras, servicios, técnicas, dispositivos, investigaciones, capacitaciones y gestión de participación ciudadana como respuesta a sus necesidades sanitarias (MARN, 2013).

Los pasos a seguir para lograr un correcto saneamiento ambiental son:

a) Aguas negras y grises.

Las aguas negras o de desecho deben desplazarse por conductos separados y no estar expuestas al peligro de mezclarse o confundirse con las aguas grises, con aguas residuales no contaminadas, o con aguas aptas para beber o potables; para evitar una fuente directa de contaminación (ORDOÑEZ, 2009).

b) Dotación de agua potable.

El agua puede ser un elemento conductor de microorganismos transmisores de enfermedades o de contaminación por elementos tóxicos provenientes de metales pesados, de plaguicidas o elementos físico químicos tóxicos, por lo que su grado de contaminación vendrá dado por el tipo de contaminante que posea. Entre las enfermedades que se contraen por la ingestión de aguas contaminadas se pueden citar las siguientes: tifoidea, paratifoidea, disentería amebiana, hepatitis y cólera; enfermedades que pueden conducir gradualmente a la mortalidad (ORDOÑEZ, 2009).

c) Eliminación de excretas.

La evacuación de excretas es una parte muy importante del saneamiento ambiental, y así lo señala el Comité de Expertos en Saneamiento del Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las otras medidas enumeradas por el Comité son la instalación de un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable y la lucha contra los insectos y vectores patógenos (ORDOÑEZ, 2009).

En vastas regiones del mundo, la evacuación higiénica de excretas constituye uno de los más apremiantes problemas sanitarios. La insuficiencia y la falta de condiciones higiénicas de los medios de evacuación de heces infectadas provocan la contaminación del suelo y de las aguas. Esas condiciones son especialmente propicias para que ciertas especies de moscas pongan sus huevos, se críen, se alimenten en el material no evacuado y transmitan infecciones. También atraen a los animales domésticos, roedores e insectos, los cuales propagan las heces y en ocasiones pueden ser causa de intolerables molestias. La insuficiencia de los sistemas de evacuación de excretas está ligada frecuentemente con la falta de suministro de agua adecuada y de otros medios de saneamiento, y por lo general tiene que ver con el bajo nivel económico de la población urbana periférica o rural, así como la ausencia de planes de desarrollo local que consideren el saneamiento ambiental como eje estratégico para el logro del desarrollo sostenible de las comunidades. Ese conjunto de circunstancias, todas las cuales influyen sobre la salud, hace difícil saber cuál es la intervención de cada uno de esos elementos en la transmisión de enfermedades. Es evidente que existe una relación entre la eficiencia en evacuación de excretas y el estado de salud de la población (ORDOÑEZ, 2009).

d) Manejo de aguas residuales industriales, sector agropecuario y agroindustrial

El tratamiento de las aguas residuales industriales, sector agropecuario y agroindustrial a través del cumplimiento ambiental son un eje central del

desarrollo del plan de acción de un saneamiento ambiental, aunque en el país se ha demostrado que el no tratamiento de las características especiales de estas, previo a la descarga al alcantarillado o a los cuerpos de agua, provoca condiciones que afectan aún más la calidad de los cuerpos de agua y pueden hacer fallar cualquier sistema de tratamiento posterior (MARN, 2013).

e) Manejo de desechos sólidos

La correcta manipulación, almacenamiento y disposición de los desechos sólidos son de suma importancia para la realización del saneamiento ambiental, dado que el mal manejo de estos provocan la contaminación del suelo, aguas e incluso aire siendo esto dependiente del tipo de desecho que se esté generando. Por lo que implementar enfoques de prevención en la generación, mejoramiento de la cobertura, accesibilidad y sostenibilidad del manejo de desechos sólidos y peligrosos, sensibilización y educación, permitirán reducir el volumen de desechos a gestionar (MARN, 2013).

Otras estrategias que contribuyen al saneamiento ambiental, se desarrollan por medio de programas ambientales de acuerdo con las condiciones particulares de cada localidad. Entre estos programas se encuentran:

- a) Programas de cuencas hidrográficas.
- b) De conservación de la biodiversidad.
- c) Programas de bahías
- d) Lucha contra la desertificación y la sequía.
- e) Conservación y rehabilitación de los suelos.
- f) Ahorro de energía y reducción de la contaminación (MARN, 2013).

### **1.3. CARACTERISTICAS DE LA LOCALIDAD DEL CANTON FLOR AMARILLA**

Desde el punto de vista del manejo integral de la subcuenca del río Sucio y de la declaratoria de emergencia ambiental declarada por el MARN en 2010, para la caracterización de la zona de estudio que es el Caserío Emiliani, Cantón Flor

Amarilla se consideraran distintos factores como la ubicación geográfica, recursos naturales y aspectos socioeconómicos.

### 1.3.1. UBICACIÓN GENERAL Y POSICION GEOGRAFICA DEL CANTON FLOR AMARILLA

A continuación se presentara la posición geográfica siguiendo una metodología de división territorial con la que se cuenta en El Salvador, desarrollando el estudio desde el enfoque del departamento, municipio y cantón al cual pertenece la zona de estudio.

#### a) DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

El Salvador consta de 14 departamentos dentro de los cuales se encuentra el departamento de La Libertad, ubicado en la zona central del territorio nacional, el cual es el departamento donde se centra el estudio; este limita al norte con el departamento de Chalatenango; al noreste y este con el departamento de San Salvador; hacia el sureste con La Paz y San Salvador; en el extremo sur colinda con el Océano Pacífico; en el suroeste con el departamento de Sonsonate y el Océano Pacífico; al oeste lo hace con Sonsonate y al noroeste con el departamento de Santa Ana como se muestra en la Figura 1.1 (ORMUSA,2012).



Figura 1.1 Mapa de El Salvador, Departamento de La Libertad (ORMUSA, 2012).

## b) LIMITES GEOGRAFICOS DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE

El departamento de la Libertad representado en la Figura 1.2 posee una extensión geográfica que asciende a 1,652.88 kilómetros cuadrados donde se incluyen 22 municipios, uno de los cuales es Ciudad Arce, lugar donde se centra nuestro objeto de estudio; este se localiza en la franja central de su departamento, en el extremo oeste, a una altura de 560 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte, noreste y este con San Juan Opico; hacia el sureste con el municipio de Colón (los dos del departamento de La Libertad); hacia el sur colinda con Armenia (Departamento de Sonsonate), Sacacoyo y Colón; y en el suroeste con El Congo y Coatepeque, ambos del departamento de Santa Ana (ORMUSA, 2012).



Figura 1.2 Departamento de La Libertad. Municipio de Ciudad Arce (ORMUSA, 2012).

### c) EXTENSION TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE

Ciudad Arce posee una extensión geográfica de 86.76 kilómetros cuadrados y su cabecera municipal se ubica a unos 45 kilómetros de la capital salvadoreña aproximadamente. Posee una superficie urbana de 0.40 kilómetros cuadrados y una elevación sobre el nivel del mar del casco urbano de 560 metros.

En la Figura 1.3 se muestra la división política-administrativa con la que cuenta el municipio de Ciudad Arce que consta de 15 cantones, dentro de los cuales se encuentra el Cantón Flor de Amarilla donde se encuentra el caserío central del estudio(ORMUSA, 2012).



Figura 1.3 Municipio de Cuidad Arce. Cantón Flor Amarilla (ORMUSA, 2012).



#### d) EXTENSION TERRITORIAL DEL CANTON FLOR AMARILLA

El Cantón Flor Amarilla posee una extensión geográfica aproximada de 246.2 acres según el perímetro trazado, mostrado en la Figura 1.4, las coordenadas de ubicación son longitud de -89.390909 y latitud de 13.796598. Este está constituido entre 19 caseríos y colonias; el caserío central del estudio es el Caserío Emiliani.

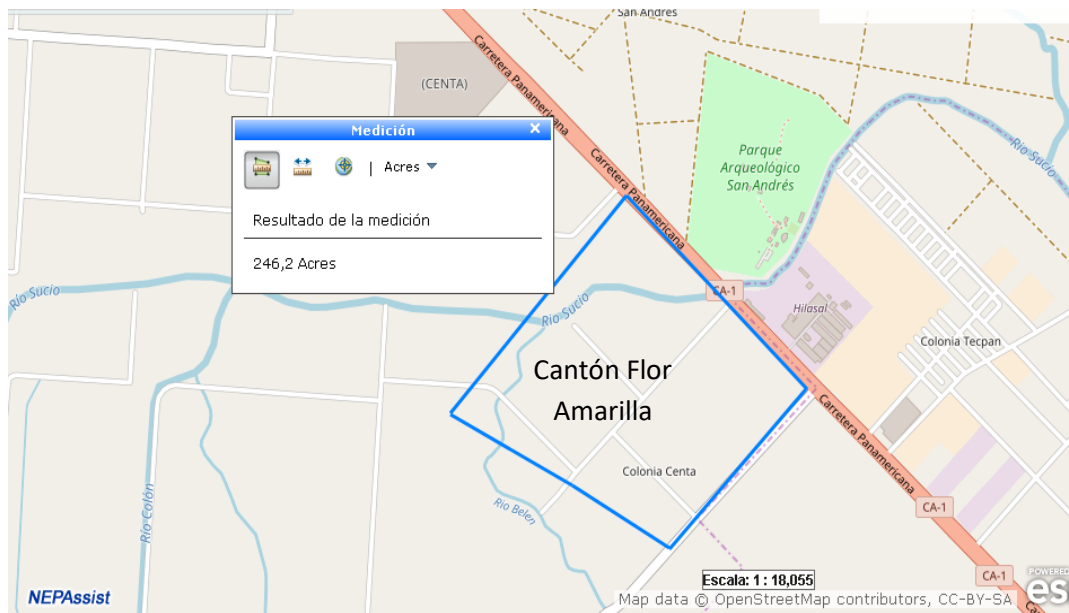


Figura 1.4 Cantón Flor Amarilla (Elaboración propia, VIGEA).

## 1.3.2. RECURSOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE

### 1.3.2.1. CLIMATOLOGÍA

Ciudad Arce se caracteriza por tener un clima cálido tipo de tierra caliente (0-800 msnm), de tierra templada (800-1800 msnm) y de Tierra Fría (1800-2700 msnm). Las temperaturas varían entre 22.5°C a 25°C en el frango bajo y el alto entre 30°C y 35°C. La precipitación pluvial anual varía entre un rango de 1400 mm y 1800 mm (USAID, 2013).

### 1.3.2.2. RECURSO HÍDRICO

El municipio de Ciudad Arce es irrigado en varios puntos de su territorio por un grupo de ríos que en temporada lluviosa aumentan su caudal, pero que durante la estación seca se reducen drásticamente e incluso algunos llegan a desaparecer. Entre los principales ríos que riegan el municipio están: Agua Caliente, Amayo, La Joya, Las Lágrimas, Sucio, Los Naranjos, Las Cañas, Santa Teresa, Talnique, Chuchucato, El Limonal, y Ateos. El Municipio cuenta con la Laguna Ciega de Zapotitán (USAID, 2013).

Los ríos Sucio, Talnique, Copapayo, Tata Matía, Santa Teresa y Colón sostienen los sistemas de riego agrícola del valle Zapotitán en los municipios de Armenia y Ciudad Arce (USAID, 2013).

La subcuenca del Río Sucio comprende los siguientes municipios: Armenia, Ciudad Arce, Colón, El Congo, Jayaque, Sacacoyo, San Juan Opico, Talnique, Tepecoyo, Nueva San Salvador y Coatepeque (Ver Figura 1.5) (BARBON, 2009).

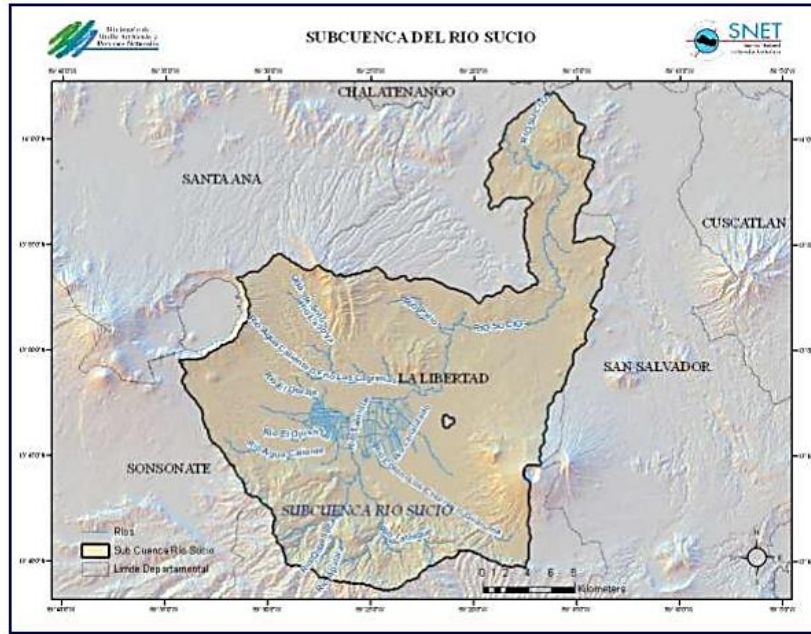


Figura 1.5 Sub Cuenca del Río Sucio (DGSNET/MARN).

La extensión de la subcuenca es de 1,445.96 km<sup>2</sup> que constituye el 6.9% del área total del país, cuenta con 399,555 habitantes, que corresponde al 7.8% de la población total, según censo de 1992 (BARBON, 2009).

El Río Sucio nace en la Laguna del valle de Zapotitán, Departamento de la Libertad, después de un recorrido de unos 60 Km. en dirección E-NE y desemboca en el Río Lempa a unos 10 Km. aguas arriba del embalse del Cerrón Grande. Con una superficie de 843 km<sup>2</sup> representa un 8.2 % de la cuenca del río Lempa perteneciente a El Salvador y un 4 % de la superficie total del país (BARBON, 2009).

El Río Sucio tiene altos niveles de contaminación lo cual pone en riesgo la actividad agrícola de la región donde sus aguas se utilizan para el riego, y también para el suministro de agua potable. Los distritos de riego Zapotitán utilizan el agua superficial para suplir el 15% de la demanda y el resto de agua de riego en la cuenca del Río Sucio se abastece en un 100% de agua subterránea (USAID, 2013).

El Río Sucio es uno de los recursos hídricos de mayor explotación, por sus características que propician su utilización para obras actuales y futuras. Sin embargo este recurso es uno de los más contaminados en El Salvador. La importancia de la contaminación en la subcuenca del Río Sucio, radica en la intensa actividad agrícola de la zona, en donde el agua tanto superficial como subterránea es utilizada para el riego. A continuación en la Figura 1.6 se muestran las fuentes contaminantes más representativas que descargan directamente en el Río Sucio:

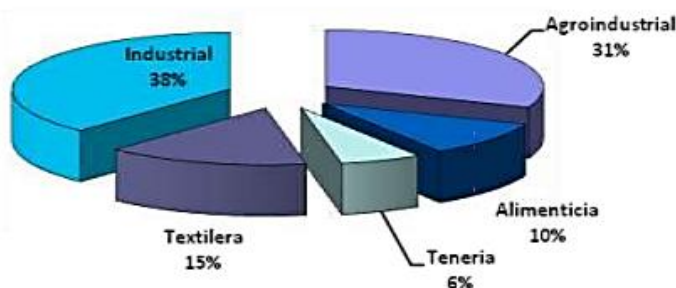


Figura 1.6 Composición de fuentes contaminantes que descargan directamente al Río Sucio (DGSNET/MARN).

### 1.3.2.3. SUELO

El tipo de suelos que se encuentran en el municipio, son: suelos Regosoles y Aluviales, Entisoles (fase casi a nivel, ligeramente inclinada); Latosoles arcillo rojizos, Alfisoles e Inceptisoles (fases alomadas montañas accidentadas); Latosoles Arcillo rojizos, Alfisoles (fases de ceniza volcánica profundas, de onduladas a fuertemente alomadas). Las rocas predominan los tipos de materiales piroclásticos y aluviones, con intercalaciones de materiales piroclásticos. Siendo los términos utilizados más comunes, así: 10% tierra volcánica, 8% Pozolana, 2 %piedra, 70% es suelo franco de calidad agrícola, 10% arcilloso. Los rasgos orográficos más importantes lo representan los cerros: Chichimeco, El Cuervo, Las Cruces, Colorado y Andalucía; las Lomas: Tepeyac, Piedra Mesa, Las Cruces, Navales y Santa Rosa (ORMUSA, 2012).

Específicamente en el sitio de estudio, predominan los suelos aluviales compuestos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la

superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, son aptos para toda clase de cultivos (ORMUSA, 2012).

### 1.3.3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL CASERIO EMILIANI

#### 1.3.3.1. DEMOGRAFIA

a) Orígenes: El Caserío está integrado por habitantes originarios de diferentes regiones de El Salvador, Bajo Lempa, Chalatenango, San Vicente, Sonsonate, Cojutepeque, etc., que llegaron a San Salvador en 1980 huyendo de la guerra civil y recibieron apoyo de la Congregación Somasca (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

De 1980 a 1983 la Congregación les brindó albergue en sus instalaciones en San Salvador y en 1984 les trasladaron a terrenos pertenecientes a esta Congregación en Cantón Flor Amarilla, les proporcionaron materiales para construcción de sus viviendas y la comunidad aportó su mano de obra; actualmente cuentan con estos terrenos propios legalizados 21 familias beneficiarias con aproximadamente 1 manzana por familia (entre 4 a 6 tareas por familia) y áreas comunes de aproximadamente 4 manzanas. Cuentan con auditorium (capacidad 200 personas) (COMUNIDAD FAMILIA NUEVA, 2016).

b) Población: El Caserío Emiliani, que se encuentra en el cantón Flor Amarilla que pertenece al municipio de Ciudad Arce, habitan 152 personas, siendo 103 adultos (hombres y mujeres), 29 niños y 18 jóvenes las cuales forman una comunidad de 30 viviendas (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

### 1.3.3.2. ASPECTOS POBLACIONALES

- a) Energía: El Caserío Emiliani cuenta con energía eléctrica en sus viviendas, no obstante la calle de acceso (a 5 minutos de la carretera principal que conduce a Santa Ana) no cuenta con iluminación y las áreas comunes de la comunidad no cuentan con suficiente iluminación (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).
- b) Agua Potable: En relación al suministro de agua de ANDA, esta proviene del pozo de Flor Amarilla , y fue instalada hace aproximadamente 6 años en el Caserío, no obstante no ha sido utilizada para beber o cocinar alimentos pues la comunidad expresa que no es confiable que sea potable, dado que presenta coloración amarilla, presenta partículas que a simple inspección parece tierra y arenilla; a la fecha del inicio de la investigación no se cuenta con un análisis de agua de laboratorio acreditado o del GOES a través del Ministerio de Salud. Frente a esta situación se han efectuado gestiones frente a la Unidad de Salud de Ciudad Arce, dependencia del Ministerio de Salud, para obtener información sobre los resultados de análisis del agua que periódicamente realiza esta dependencia en el cantón Flor Amarilla y alrededores, pero no se ha podido obtener información oficial de análisis de agua suministrada por ANDA en la región. Actualmente la comunidad compra una pipa aproximadamente cada dos semanas para abastecer a las 30 familias a un costo promedio de US\$ 50.00, pero se desconoce la calidad que tiene esta agua, por lo que es deseable contar con un análisis químico de la misma. El apoyo del sector privado en este tema es importante. Otra fuente de agua de la comunidad es el agua de pozo, que utilizan generalmente para lavado de recipientes, ropa e higiene y limpieza. Cada vivienda tiene un pozo ubicado en terreno de su vivienda, esta agua no la utilizan para beber debido a su apariencia, pero algunas personas del Caserío consideran que está menos

contaminada que el agua que suministra ANDA del pozo Flor Amarilla, de acuerdo a lo expresado durante entrevistas realizadas a los habitantes del caserío en el marco de la investigación (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

- c) Aguas Negras: En cuanto a las aguas negras, cuentan con sistema de fosa séptica dañado desde el terremoto de 2001, y está en desuso, por lo que no hay tratamiento de aguas negras, estas se descargan directamente al río denominado “Sucio” que está en los alrededores del Caserío, a través de un sistema de recolección en cajas que construyó la comunidad por indicación de la Unidad de Salud según reportaron en las entrevistas realizadas. La junta Directiva de la Asociación de Desarrollo Comunal (ADESCO) está gestionando desde 2016, con apoyo de la Comunidad Católica Familia Nueva sede San Salvador, frente a la Alcaldía Municipal de Ciudad Arce, el diseño y presupuesto (carpeta técnica) de la fosa séptica a fin de facilitar la búsqueda de patrocinadores para la reparación de la fosa séptica dañada o construcción de una nueva, la comunidad aporta su mano de obra calificada (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).
- d) Educación: En la región del Cantón Flor Amarilla está ubicada una Escuela Pública a la que asiste la mayoría de los habitantes niños (as) y jóvenes. La mayoría de jóvenes que se gradúan aspiran a asistir a la Universidad o Instituto Técnico (ITCA), por lo que el apoyo o enlace con fuentes de becas representa un incentivo y necesidad (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).
- e) Actividad económica: En el Caserío Emiliani la mayoría de los hombres se dedican a labores agrícolas en terrenos propios o arrendados o trabajan en maquilas y empresas de la zona. Las mujeres se dedican a labores domésticas y trabajo en empresas de la región. La comunidad

cuenta con dos tiendas, una panadería pequeña y una venta de tortillas (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

- f) Relación con otras entidades: El Caserío está muy vinculado a la Congregación Católica Somasca, que continúa apoyándoles y brindándoles servicios religiosos. Así mismo han recibido apoyo en el desarrollo de proyectos, capacitaciones, actividades religiosas y recreativas de parte de la Comunidad Católica Familia Nueva, sede San Salvador, vinculada a la Congregación Somasca. Entre estos proyectos y capacitaciones se destaca las de Alfabetización, capacitaciones elaboración de huertos caseros, manejo integral de desechos sólidos y elaboración de perfiles de proyectos (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).
- g) Salud: Los habitantes del Caserío Emiliani cuentan a 5 minutos con un Centro de Ciudad Mujer, la Unidad de Salud de Ciudad Arce, algunos asisten al Hospital San Rafael y una gran mayoría asiste a la Clínica de la Ceiba de Guadalupe de la Congregación Somasca (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

#### 1.3.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL CASERIO EMILIANI

La principal actividad económica que posee el Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla es la agricultura siendo los principales cultivos la caña de azúcar y las hortalizas, simultáneamente cuenta con producción de cereales y actividades ganaderas (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

La zona cuenta con una serie de ventajas para su desarrollo agrícola; entre éstas cabe mencionar la buena dotación de sus recursos naturales y humanos, con cierta tradición agrícola, buena infraestructura y proximidad al mercado consumidor de San Salvador. La principal línea de desarrollo en una zona de estas características es la provisión de riego debido a que forman parte del Distrito



de Riego de Zapotitan, para utilizar la parte del año seco que se extiende prácticamente de noviembre a abril, y la intensificación de la explotación agrícola. Sin embargo, es necesario utilizar los terrenos de acuerdo con su capacidad de producción y sus limitaciones (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016). En la zona hay terrenos de aptitud amplia e intensiva, recomendables principalmente para la producción de hortalizas. Debido a la pendiente o por su susceptibilidad a la erosión no se deben usar en cultivos que demanden mucho laboreo, como el maíz, y es preferible usarlo con las debidas prácticas de conservación, especialmente con la construcción de terrazas (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

En los alrededores del Caserío Emiliani se presenta bastante actividad industrial, se localizan más de 100 establecimientos industriales de diverso tamaño y dedicación entre las que destacan las manufacturas. Se ubican 4 parques industriales con zonas de industrialización. La producción de estos centros está orientada enteramente a la exportación. En total cuentan con una superficie de techo industrial de 384 mil metros cuadrados. En San Juan Opico se ubica un ingenio azucarero que cuenta con una capacidad de procesamiento de 4 toneladas diarias, y concentra el 6% del mercado nacional. También se localizan en la sub-región algunos importantes beneficios de café (COMUNIDAD CATOLICA FAMILIA NUEVA, 2016).

## **1.4. MARCO LEGAL NACIONAL DE RECURSO HIDRICO Y DESECHOS SOLIDOS**

### **1.4.1. INTRODUCCIÓN**

La contaminación de los Recursos Hídricos en El Salvador representa un problema alarmante en el sentido que el agua es un vital líquido para el pleno desarrollo del ser humano, utilizado en el consumo y la realización de diversas actividades; éste se ve afectado debido al alto grado de contaminación generada por aguas residuales, desechos sólidos, tóxicos e industriales provenientes de las

zonas francas; pero el recurso hídrico, no es perjudicado sólo por estos factores, incide además, la falta de concientización de la población y el escaso interés por aprobar la Ley General de Aguas que regule la protección, aprovechamiento y recuperación de la misma (GARCIA,2010).

En el marco Jurídico Ambiental se encuentra una diversidad de cuerpos legales encargados de regular la protección de los Recursos Hídricos, fundamentados en la Constitución de la República, la cual establece en el Artículo 117, el deber del Estado de proteger el medio ambiente y los recursos naturales con el propósito de garantizar el desarrollo sostenible; Se declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales, en los términos que establezca la Ley. Se prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.” (GARCIA, 2010).

El marco normativo referente al manejo de los de desechos sólidos considera una serie de principios rectores que permiten abordar la temática de los desechos sólidos de una manera eficiente, ya que hablar de desechos sólidos también es inminente relacionarlo con la protección al medio ambiente así como también al desarrollo de la persona como la de las Naciones (GARCIA, 2010).

El art. 117 de la Constitución regula dos aspectos que son: a) La obligación del estado de crear los incentivos económicos y proporcionar la asistencia técnica necesaria para el desarrollo de programas adecuados a la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales, lo cual debe entenderse como un complemento a la obligación prescrita en el art. 101 inc. 2º. Cn, en donde se establece que los recursos naturales no sólo el Estado puede disponer de ellos, sino principalmente los particulares. b) La remisión del legislador secundario para que desarrolle un marco normativo relacionado con el medio ambiente a través de leyes especiales y reglamentos. Esta es una manifestación típica del carácter concentrado de los mandatos constitucionales, ya que en el mismo, la Constitución determina las directrices y los lineamientos básicos para el

desarrollo de una política estatal relativa a los recursos naturales y el medio ambiente, que han dado lugar a una regulación infra constitucional desarrollada en la Ley del Medio Ambiente, vigente desde 1998. A continuación en los epígrafes 1.4.2 y 1.4.3 se detallara de manera individual el marco legal regulatorio que se tienen en El Salvador en materia de Recurso Hídrico y Manejo de Desechos Sólidos, partiendo del estudio de la Constitución de la Republica que establece al Estado como ente centralizado para la obligación de garantizar la salud de los habitantes de la República.

#### a) CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA.

Aprobada por Decreto Constituyente número 38, el 15 de diciembre de 1983 y publicada en el Diario Oficial número 234 tomo 281, el 16 de diciembre de 1983.

La Constitución actual establece que “Es obligación del Estado de asegurar a los habitantes de la República, el goce de la libertad, salud, cultura, bienestar económico y justicia social”, ello significa que se prescribe un deber del Estado, en donde existe una prestación positiva de proveer a la sociedad de medios y materiales para la realización de éste servicio, destinando y proporcionando los recursos materiales necesarios para la satisfacción de las necesidades de una colectividad de individuos que conforman una sociedad al verse afectados en su salud, razón por la que se establece como un derecho social, ya que no involucra a un solo individuo sino a un grupo de individuos. Corresponde al Estado como ente centralizado la obligación de garantizar la salud de los habitantes de la República, pero de manera descentralizada le compete hacerlo por medio de otras instituciones como son los Municipios, ya que la contaminación del suelo, aire y agua, inciden directamente en la salud y por ende en el bienestar común de la población (GARCIA, 2010).

#### 1.4.2. MARCO LEGAL Y REGULATORIO DEL RECURSO HIDRICO

En este punto se pretende hacer referencia al marco normativo referente al recurso hídrico. Así se tiene que los distintos cuerpos normativos nacionales

tienen como finalidad ser un mecanismo regulador de la gestión del recurso hídrico, para así poder proteger a la naturaleza y al mismo ser humano de todos aquellos posibles desastres ocasionados por agua contaminada. Entre las normativas especializadas se encuentran:

- a) Protección del Recurso Hídrico.
- b) Ley de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. (ANDA)
- c) Ley de Riego y Avenamiento.
- d) Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.
- e) Reglamento Especial de Aguas Residuales
- f) Reglamento de Calidad del Agua, el Control de Vertidos y Zonas Protección (GARCIA, 2010).

A continuación se desglosa de manera individual cada una de las normativas antes listadas, enfocando el objetivo que cada una posee.

#### 1.4.2.1. LEY DEL MEDIO AMBIENTE

Diario Oficial República de El Salvador, América Central TOMO No. 339, NUMERO 79, San Salvador, Mayo de 1998.

Esta ley es creada con el objeto de desarrollar los principios constitucionales, de proteger, conservar y recuperar el medio ambiente, para mejorar la calidad de vida de la población, garantizando un equilibrio entre el medio ambiente y el desarrollo económico-social de El Salvador. La protección del medio ambiente es una obligación del Estado y de los habitantes del país, en tal sentido corresponde prevenir y controlar la contaminación de los recursos hídricos como lo establece el artículo 42 de la Ley del Medio Ambiente, a efecto el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), elabora programas de prevención de la contaminación en colaboración con otras instituciones como el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e instituciones no gubernamentales. (GARCIA, 2010)

El artículo 48 de la ley, establece un apartado especial para la protección del recurso hídrico, en el cual se determina que el manejo sobre las cuencas

hidrográficas estará a cargo del MARN, es el encargado de crear, delegar y supervisar que las instituciones dependientes de él, velen por la protección del agua y cumplan con las funciones delegadas, para garantizar la calidad del agua (utilizada en el consumo humano, abastecimiento poblacional, riego agrícola, generación de energía eléctrica), es necesario que se encuentre libre de todo agente contaminante para evitar enfermedades en las personas. (GARCIA, 2010)

Las infracciones están clasificadas en graves y menos graves, corresponde a cada una, sanciones que son proporcionales al hecho cometido. La aplicación de las sanciones está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente por medio de sus dependencias con la colaboración de instituciones públicas como:

- a) Policía Nacional Civil,
- b) Concejos Municipales,
- c) Fiscalía General de la República, y
- d) Procuraduría para la Defensa de los Derechos Humanos (GARCIA, 2010).

Las cuales al tener conocimiento de la infracción ambiental, se encargan de realizar la inspección del lugar donde fue cometida la misma, posteriormente constituirá prueba, para la aplicación de las sanciones que serán de carácter administrativo, sin perjuicio del Procedimiento Penal correspondiente de conformidad a lo establecido en el Código Penal (GARCIA, 2010).

El estudio de la ley de medio ambiente permitió verificar que para poder enfrentar con éxito y de forma integral los problemas ambientales, se debe tomar en consideración que el ambiente está compuesto por varios elementos interrelacionados en constante cambio ya sea por causas naturales o provocadas por los seres humanos que están ocasionando graves problemas económicos y sociales amenazando a presentes y futuras generaciones, por lo cual nos presentan las entidades derogadas para la responsabilidad para la conservación, protección y recuperación de los recursos naturales.

#### 1.4.2.2. REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR NSO 13.49.01:09

CORRESPONDENCIA: Esta norma es una adaptación de la Propuesta de Norma de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor. Ministerio de Salud, El Salvador. Octubre de 1996.

El objeto de este reglamento, es evitar que las aguas residuales alteren la calidad del recurso hídrico, la impresión plasmada es negativa respecto al desempeño realizado por las instituciones encargadas de lograrlo (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), en la actualidad, las grandes industrias depositan sus desechos y aguas residuales en los cuerpos receptores más cercanos a sus establecimientos, sin darles el tratamiento adecuado o el mínimo necesario en su defecto, para evitar el impacto ambiental ocasionado, en especial al recurso hídrico, y tampoco “pagan” por el daño causado (GARCIA, 2010).

El artículo 12, estipula que deberán hacerse análisis a las aguas de los cuerpos receptores, los cuales incluirán las características físico-químicas y microbiológicas de las mismas, para controlar el grado de contaminación de dichos lugares, pero en la actualidad esto enfrenta obstáculos entre los cuales se tienen:

- a) La falta de medios financieros para cumplir con esta finalidad,
- b) Las aguas de ríos, lagos, superan en muchos grados los niveles permitidos de agentes contaminantes contenidos en las aguas residuales, ya sean estas industriales o domésticas, lo cual hace muy difícil proporcionarle el tratamiento para su descontaminación (GARCIA, 2010).

El artículo 23 señala lo relacionado al reusó de las aguas residuales, pero debido a la conveniencia de deshacerse de este tipo de agua, depositándola en los caudales de los ríos, se puede observar la falta de aplicación práctica a la mencionada cita legal, por ejemplo contempla que este tipo de agua puede ser

reutilizada en el área urbana ya sea para regar zonas verdes, parques, cementerios o para lavado de automóviles, en vista de la facilidad de utilizar agua potable para llevar a cabo dichas actividades no se le da cumplimiento a esto (GARCIA, 2010).

El estudio de dicho reglamento permitió el estudio de los parámetros mínimos requeridos para la caracterización de la calidad del agua residual, considerando así los límites máximos permisibles por dicha ley para poder evaluar si es apta o no para poder ser descargada a un cuerpo receptor, tomando en cuenta que dichos límites deben ser alcanzados mediante procesos para no alterar la calidad de los cuerpos receptores.

#### 1.4.2.3. LEY SOBRE LA GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Decreto de Ley N° 886, del 2 de diciembre de 1981, publicado en el Diario Oficial N° 221, Tomo 273, del 2 de diciembre de 1981.

Considera al Recurso Hídrico, como un bien nacional, esencial e indispensable para lograr el desarrollo económico y social de la población salvadoreña, regulando para tal efecto la planificación y administración integrada del recurso, a fin de lograr el aprovechamiento racional del mismo. La mencionada Ley, señala la responsabilidad que le correspondía en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico al Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, ahora extinto, responsabilidad ahora delegada al Ministerio de Agricultura y Ganadería, Obras Públicas, Salud Pública y Asistencia Social, Economía y de Gobernación, en lo correspondiente, los cuales deberán coordinar los estudios, buscar soluciones más viables y convenientes al uso del agua (GARCIA, 2010).

El estudio de dicha ley nos permitió conocer que el recurso agua, cualquiera que sea su origen o ubicación debe de estar sometido a un régimen Jurídico – Administrativo, para el proceso de desarrollo económico y social de la nación por

lo que deroga la responsabilidad al Ministerio de Agricultura y Ganadería, Obras Públicas, Salud Pública y Asistencia Social, Economía y de Gobernación.

#### 1.4.2.4. LEY DE ANDA

Reformas: Decreto de Ley N° 517, del 5 de diciembre de 1980, publicado en el Diario Oficial N° 230, Tomo 269, del 5 de diciembre de 1980.

En términos generales, lo que regula es lo relacionado al agua potable, distribuida a la población, por medio del sistema de acueductos y alcantarillados, para cubrir las necesidades diarias tanto domésticas como industriales. ANDA para cumplir la función de proveer agua a la población, se le ha otorgado por medio de su Ley de creación, ciertos beneficios que le facilitan su cumplimiento, como por ejemplo: gozar de exenciones (impuestos, tasas, contribuciones); también tiene preferencia sobre derechos, que bajo las mismas condiciones tuviesen personas naturales o jurídicas (GARCIA, 2010).

Por medio de ésta ley se creó ANDA, que es la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, institución que tiene como objeto proveer agua potable y el sistema de alcantarillado de las aguas residuales. Para cumplir con esto, una de las facultades más importantes delegadas, es el adquirir, utilizar y tratar aguas superficiales o subterráneas y disponer de las mismas; cuando se dice adquirir, puede ser de forma contractual o forzosa por medio de las expropiaciones, en defecto de la primera opción (GARCIA, 2010).

El estudio de dicha ley permitió conocer sobre las regulaciones establecidas para la distribución de agua potable a la población por medio del sistema de acueductos y alcantarillados, así como el estudio de los beneficios y obligaciones que la institución posee para poder brindar dicho servicio.



1.4.2.5. NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA DE AGUA POTABLE NSO  
13.07.01:08

Segunda actualización: Publicada en el Diario Oficial el 12 de Junio de 2009, tomo 383 Número 109.

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura (GARCIA, 2010).

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para proteger la salud pública. Esta norma aplica en todo el territorio nacional y considera todos los servicios públicos, municipales y privados sea cual fuere el sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su estado físico (GARCIA, 2010).

El estudio de esta ley permitió identificar los parámetros mínimos requeridos para la caracterización de la calidad del agua para consumo humano, estableciendo los límites máximos permisibles para cada parámetro con el objetivo de garantizar la calidad del agua y la protección de la salud de la población.

1.4.2.6. LEY DE RIEGO Y AVENAMIENTO

Reformas: D.L. N° 603, del 18 de octubre de 1990, publicado en el D.O. N° 251, Tomo 309, del 30 de octubre de 1990.

Este cuerpo de ley se crea con el propósito de elevar los niveles de producción, mediante el aprovechamiento y distribución racional de los recursos hídricos, en tal sentido, regula todo lo relacionado a la utilización de las aguas para el riego agrícola y actividades ganaderas. El artículo 4 de la Ley, establece que con el objeto de aprovechar los recursos de agua se podrán crear servidumbres de cualquier naturaleza que faciliten la extracción para fines de riego, esto sin

vulnerar los derechos de propiedad de terceros, dueños de los predios sirvientes, quienes tendrán derecho a la indemnización, la cual será por cuenta de los interesados o de la institución solicitante (GARCIA, 2010).

Los recursos hídricos constituyen parte de los bienes nacionales, para su aprovechamiento, se requiere el otorgamiento de permisos y concesiones que serán competencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería, encargado de controlar el uso racional de los mismos. Entendiéndose que se otorga permiso, cuando la autorización es para la utilización transitoria de las aguas con fines de riego; concesión es aquella autorización que permite utilizar las aguas de forma permanente con los mismos fines. El capítulo IV de la Ley de Riego y Avenamiento regula todo lo concerniente a las aguas subterráneas; para la utilización de dichas aguas es necesario que se haya otorgado el permiso o concesión no perjudicando otros usos, no se agoten los mantos acuíferos y sean utilizadas para el riego agrícola; no cumpliendo lo anterior se procederá a la suspensión de las obras (GARCIA, 2010).

El artículo 100 y 101 del mismo cuerpo legal, hace referencia al Ministerio de Agricultura y Ganadería, como el encargado de adoptar las medidas necesarias, a fin de impedir la contaminación de las aguas, por lo cual establece, que toda sustancia o residuo vertido y depositado en cauces naturales debe ser tratado o depurado previo a su utilización para riego agrícola, esto para evitar la contaminación de plantas y hortalizas, alimentos del ser humano (GARCIA, 2010).

El análisis de esta ley permitió conocer el rol del Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre las regulaciones relacionadas a la utilización de las aguas para el riego agrícola y actividades ganaderas.

#### 1.4.2.7. REGLAMENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, CONTROL DE VERTIDOS Y LAS ZONAS DE PROTECCION

Reforma: Decreto Ejecutivo No. 19, del 2 de marzo de 1989, publicado en el Diario Oficial No. 210, Tomo 302, del 10 de marzo de 1989.

Este Reglamento, tiene por objeto desarrollar los principios de la Ley de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, está destinado a evitar, controlar y reducir la contaminación del agua por vertidos domésticos, industriales o de cualquier índole, para lo cual establece normas sobre depuración y tratamiento de agua, límites permisibles para los vertidos de sustancias tóxicas y venenosas en los sistemas de alcantarillados y las respectivas sanciones. La autoridad competente para la aplicación de normas sobre calidad de agua a nivel nacional, es el órgano ejecutivo, en el ramo de: salud pública y asistencia social, agricultura y ganadería y obras públicas, en cuanto a contaminación de agua se refiere (GARCIA, 2010).

Se señala dentro de su cuerpo normativo las zonas protegidas de la contaminación, las cuales se encuentran técnicamente determinadas para la preservación del recurso agua, calidad y cantidad; contempladas en el artículo 46, dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) Partes altas de las cuencas hidrográficas delimitadas al efecto,
- b) Zonas adyacentes hasta una distancia de cincuenta metros y medio, soportes de ríos, lagos, lagunas,
- c) El medio soporte de agua subterránea (GARCIA, 2010).

La verificación de dicho reglamento se realizó con la finalidad de poder identificar y corroborar los principios de la ley de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos que están destinados a evitar, controlar y reducir la contaminación del agua por vertidos domésticos, industriales o de cualquier índole, mediante el cumplimiento de las normas antes expuestas que garantizan la calidad y protección del recurso.

#### 1.4.2.8. LEY SOBRE EL CONTROL DE PESTICIDAS, FERTILIZANTES Y PRODUCTOS PARA USO AGROPECUARIO

Reforma: Decreto Legislativo No.532, de mayo de 1993, publicado en el Diario Oficial No. 111, Tomo 319, de junio de 1993.

La presente ley tiene como objetivo regular la producción, comercialización, distribución, importación, exportación, y el empleo de pesticidas, fertilizantes, herbicidas, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos y químicos- biológicos para uso agrícola, pecuario o veterinario y sus materias primas.

Por tal razón, el artículo 6 de la Ley en mención, señala al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como institución encargada de velar por el cumplimiento de dicha Ley, creando medidas necesarias y ejerciendo control, a fin de lograr el uso eficiente y adecuado de pesticidas y fertilizantes para que estos productos no contaminen, ni provoquen daño a las personas y al medio ambiente (GARCIA, 2010).

La importancia del análisis de la presente Ley, radica en el hecho que la agricultura y la ganadería son causas principales de contaminación de los recursos hídricos, por el uso desmesurado de pesticidas y fertilizantes (productos con altos niveles de químicos perjudiciales al ser humano) en las actividades agropecuarias, provocando una serie de efectos negativos entre los cuales se pueden mencionar:

- a) Envenenamiento e intoxicación de las personas y
- b) Deterioro del medio ambiente

#### 1.4.2.9. ANTEPROYECTO DE LA LEY GENERAL DE AGUAS.

Anteproyecto de Ley General de Aguas presentada a la Asamblea Legislativa el 22 de Junio de 2017 a iniciativa de la Procuraduría para la Defensa de los

Derechos Humanos (PDDH), la Iglesia Católica y la Universidad Centroamericana (UCA, 2017).

Se presentó a la Comisión de Medio Ambiente de la Asamblea Legislativa una pieza de correspondencia en la que proponen una modificación al proyecto de Ley General de Aguas. El documento recomienda la creación de un ente regulador que sea de carácter público y descarta el control de la empresa privada sobre el recurso hídrico. (UCA, 2017).

La pieza entregada a la Asamblea propone la creación de la Autoridad Nacional de Aguas (ANA), que estaría constituida por representantes de instancias estatales que tienen relación con el tema: los Ministerios de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Economía, Obras Públicas y Agricultura, así como el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (CEPA) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), entre otros. (UCA, 2017).

Asimismo, plantea la conformación de un consejo asesor de 13 personas, provenientes de distintos sectores sociales; entre ellos, los de las universidades, organizaciones ambientalistas, municipalidades, comunidades y la empresa privada. (UCA, 2017).

El estudio de dicho anteproyecto se llevó a cabo debido a la importancia del contexto fundamental para la protección del recurso hídrico y de los esfuerzos involucrados para el establecimiento de una modificación al proyecto de Ley General del Agua que conlleven al rendimiento del agua y saneamiento.

#### 1.4.2.10. CODIGO DE SALUD DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTECIA SOCIAL.

Emitido mediante Decreto Legislativo No. 955, publicado en el Diario Oficial número 86, tomo 299, de fecha 11 de mayo de 1988.

El Código de Salud tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales relacionados con la salud pública, uno de ellos se encuentra en el artículo 65 de la Constitución, el cual establece, que “la salud de los habitantes de la República constituye un bien público. El Estado y las personas están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento”; en cumplimiento a esta disposición el legislador ha creado un apartado especial dentro del Código de Salud que regula:

- a) El saneamiento del medio ambiente (urbano y rural),
- b) Abastecimiento del agua para consumo humano libre de contaminación,
- c) Control de sitios turísticos y balnearios,
- d) Disposición final de basuras y otros desechos (GARCIA, 2010).

Para la consecución de estos fines la ley en mención regula la organización y funcionamiento del Consejo Superior de la Salud Pública, dependencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Consejo, es una corporación que goza de autonomía en sus funciones y resoluciones, tiene como función vigilar el ejercicio de los organismos y servicios de salud (pública o privada) e instituciones oficiales autónomas que los presten, están sujetos a la aplicación y cumplimiento de las normas establecidas en el Código de Salud, entre ellos están: unidades de salud, FOSALUD, clínicas particulares, alcaldías y hospitales (GARCIA, 2010).

El análisis de dicho código permitió conocer sobre la responsabilidad del Estado y del ente derogado para la organización y funcionamiento de los servicios de salud pública y privada.

#### 1.4.2.11. CODIGO MUNICIPAL DE EL SALVADOR

Emitido mediante Decreto Legislativo No. 274 publicado en el Diario Oficial No. 23, tomo 290, de fecha 5 de febrero de 1986.

En lo referente al Medio Ambiente, especialmente al recurso hídrico, las Alcaldías juegan un papel importante, el artículo 4 del mencionado Código establece el compromiso de las Alcaldías, en:

- a) La promoción de la salud,
- b) Prevención y combate de enfermedades,
- c) Regulación del uso y explotación turística de ríos, lagos, playas y demás sitios propios del municipio,
- d) Desarrollo de programas destinados a preservar, restaurar y aprovechar racionalmente los recursos naturales,
- e) Disposición final de la basura (GARCIA, 2010).

En este sentido las Alcaldías en coordinación con las Unidades de Salud son las encargadas de realizar campañas de limpieza en sitios turísticos de la región, charlas para concientizar a la población acerca de la importancia del agua para la vida del ser humano, programas de asistencia médica en zonas rurales ubicadas lejos de los establecimientos de salud y en general todas aquellas actividades que tengan por objeto evitar la contaminación de estos recursos (GARCIA, 2010).

El estudio de dicho código permitió conocer las funciones que involucran a las municipalidades, como parte esencial en la tarea de proteger los recursos hídricos, principalmente porque al evitar la contaminación, se protege el derecho a la salud de los habitantes.

#### 1.4.3. MARCO LEGAL Y REGULATORIO DEL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS

En este punto se pretende hacer referencia al marco normativo referente al manejo de los de desechos sólidos. Así se tiene que los distintos cuerpos normativos nacionales tienen como finalidad ser un mecanismo regulador del fenómeno de los desechos sólidos, para así poder proteger a la naturaleza y al mismo ser humano de todos aquellos posibles desastres ocasionados por un mal manejo de residuos sólidos. Entre las normativas especializadas se encuentran:

- a) Ley de medio ambiente
- b) Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.
- c) Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos (GUEVARA, 2013).

A continuación se desglosa de manera individual cada una de las normativas antes listadas, enfocando el objetivo que cada una posee.

#### 1.4.3.1. LEY DE MEDIO AMBIENTE.

Publicado en el Diario Oficial República de El Salvador, América Central Tomo No. 339, NUMERO 79, San Salvador. Lunes 4 de mayo de 1998.

En lo que a desechos sólidos concierne, la Ley del Medio Ambiente regula también en el Art. 21 literal d), la autorización de la construcción de Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos; para lo cual se deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para su ejecución (GUEVARA, 2013).

El Artículo 52 de la Ley de Medio Ambiente bajo el epígrafe: “Contaminación y disposición final de desechos sólidos” establece la participación del Ministerio de Salud y Asistencia Social, gobiernos municipales y otras organizaciones y sectores en las actividades para la adecuada disposición final de los desechos sólidos (GUEVARA, 2013).

Luego de la aprobación del estudio de impacto ambiental, el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá emitir el permiso ambiental correspondiente se establece en el Art. 19, con ello se puede iniciar las labores de construcción y operación de las actividades, obras o proyectos definidos en la Ley (como es el caso de los rellenos sanitarios). El Art. 20 de la Ley establece que el



Permiso Ambiental obligará al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del Permiso Ambiental (GUEVARA, 2013).

También en relación con residuos sólidos la Ley en su Título V, Capítulo III Art. 52, "Prevención y Control de la Contaminación"; se refiere a la Contaminación Y Disposición Final De Residuos Sólidos, "El Ministerio del Medio Ambiente promoverá en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la Sociedad y el Sector empresarial el Reglamento y Programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los residuos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un Programa Nacional para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final" (GUEVARA, 2013).

El estudio de la ley de medio ambiente permitió verificar la importancia de la evaluación de la contaminación y disposición final de desechos sólidos estableciendo la participación del Ministerio de Salud y Asistencia Social, gobiernos municipales y otras organizaciones; y sectores en las actividades para la adecuada disposición final de los desechos sólidos.

#### 1.4.3.2. REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y SUS ANEXOS.

Emitido por Decreto Ejecutivo número 42, de fecha 31 de mayo de 2000, publicado en el Diario Oficial número 101, Tomo 347, del 1 de junio de 2000.

Establece en el artículo 1 que tiene por objeto, regular el manejo de desechos sólidos, y su alcance será aquellos de origen domiciliario, comercial, de servicios e institucional, sean procedentes de limpieza de áreas públicas o industriales,

similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos (GUEVARA, 2013).

En el Art. 2 expone los términos propios que deben incluirse y por lo tanto conocer de la investigación, tales como: botadero de desechos, compostaje, contaminación por desechos sólidos, relleno sanitario, reciclaje, recolección, reutilización, etc. Desde el artículo 12 hasta el artículo 17, se regula lo relacionado con los rellenos sanitarios. Regula lo pertinente al almacenamiento de contenedores, recolección, transporte, estaciones de transferencia, tratamiento y aprovechamiento de desechos sólidos. En su artículo 11 se identifica los sistemas de tratamiento siguientes:

- a) Compostaje.
- b) Recuperación, que incluye la reutilización y el reciclaje, y
- c) Aquellos específicos que prevengan y reduzcan el deterioro ambiental y que faciliten el manejo integral de los desechos (GUEVARA, 2013).

El artículo 12, establece que el relleno sanitario se adoptará como un método aceptable de disposición final de desechos sólidos; señalando la clasificación de este tipo de construcciones en el artículo 14, de la siguiente manera:

1. Relleno sanitario manual:
2. Relleno sanitario mecanizado:
3. Relleno sanitario combinado o mixto (GUEVARA, 2013).

En el Capítulo II Título III se indica lo concerniente a la recolección de los desechos sólidos, en cuanto a rutas, horario, frecuencias, equipo y transporte, e incluso los planes de contingencia establecidos por los titulares (GUEVARA, 2013).

En el Título V se establece la parte concerniente a las infracciones y sanciones, la cual según lo establece el Art. 22 todas las contravenciones al Reglamento serán

sancionadas de conformidad a lo establecido en otras leyes ambientales (GUEVARA, 2013).

El estudio de dicho reglamento se llevó acabo debido a que el manejo y la disposición final de los desechos sólidos son generadores de problemas de contaminación y por ende de salud cuando no son confrontados con una política preventiva lo cual es uno de los ejes centrales de esta investigación, conociendo así la derogación de las responsabilidades de las instituciones competentes que garantizarían la salud y el bienestar de la población.

#### 1.4.3.3. REGLAMENTO ESPECIAL EN MATERIA DE SUSTANCIAS, RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS.

Emitido mediante Decreto Ejecutivo N° 41 del 31 de Mayo del 2000, publicado en el Diario Oficial N° 101, Tomo 347, de fecha 1 de junio de 2000.

En su artículo 1 establece que tiene por objeto reglamentar la Ley del Medio Ambiente, en lo que se refiere a las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos. El artículo 2 instaura como autoridad competente para su aplicación al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mientras que en el artículo 3 se encuentran algunos conceptos y definiciones usados en el reglamento (GUEVARA, 2013).

En el Capítulo II, desde el Artículo 6 hasta el artículo 16 se encuentra regulado lo concerniente al registro, inscripción e importación de sustancias peligrosas, mientras que en el Capítulo III y IV, se regula lo relativo a la generación de residuos y desechos peligrosos y algunos aspectos como las responsabilidades y obligaciones de los que generan los desechos peligrosos y además las categorías en las que se clasifican los desechos peligrosos; en este punto se relaciona también el artículo 52 del Reglamento (GUEVARA, 2013).

En los Capítulos V y VI se reglamenta lo referente al transporte, almacenamiento, tratamiento, disposición final y manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos. Mientras tanto, a partir del Capítulo IX se regula lo pertinente a las medidas de control como la inspección, la vigilancia y denuncia (GUEVARA, 2013).

Las infracciones y sanciones se encuentran establecidas en el Capítulo X, a partir del artículo 80 y expresa que las infracciones serán determinadas de acuerdo a lo establecido en la Ley, en lo referido al procedimiento administrativo sancionatorio, sin perjuicio de la aplicación de otras penas y sanciones expresamente contempladas en otras leyes nacionales en la materia (GUEVARA, 2013).

El estudio de dicho reglamento permitió verificar la importancia sobre la preservación del medio ambiente y la salud pública, conociendo los riesgos de la contaminación provocada por sustancias, residuos y desechos peligrosos que pueden ser generados debido a las actividades diarias de los pobladores.

#### 1.4.3.4. CÓDIGO DE SALUD DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL.

Emitido mediante Decreto Legislativo No. 955, publicado en el Diario Oficial número 86, tomo 299, de fecha 11 de mayo de 1988.

El Artículo 40 establece que es el MSPAS, el responsable de planificar y ejecutar esta política, dictar las normas pertinentes, organizar, coordinar y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con la salud (GUEVARA, 2013).

En el artículo 56 se regula la competencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), por medio de sus organismos locales, comunidades de salud o departamentales, el desarrollo de programas de saneamiento ambiental encaminados a lograr para la colectividad, la eliminación de basura y otros

desechos en la sección X del mismo código, se desarrolla además, de forma restringida el problema de la basura y otros desechos (GUEVARA, 2013).

El análisis de dicho código permitió conocer sobre la responsabilidad del Estado y del ente derogado para la organización, funcionamiento, coordinación y evaluación para la ejecución de las actividades relacionadas con la salud.

#### 1.4.3.5. CÓDIGO MUNICIPAL DE EL SALVADOR.

Emitido mediante Decreto Legislativo No. 274 publicado en el Diario Oficial No. 23, tomo 290, de fecha 5 de Febrero de 1986.

El Código Municipal, tiene como base constitucional el Título VI relativo a los Órganos del Gobierno, Atribuciones y Competencias; Capítulo VI referente al Gobierno local, Sección Segunda, las Municipalidades y específicamente el inciso primero del artículo 203 en el que la Constitución, prescribe que los municipios son autónomos y que se regirán por un Código Municipal, el cual establece los principios generales para su organización, funcionamiento y el ejercicio de sus facultades autónomas (GUEVARA, 2013).

Este cuerpo normativo desarrolla en sus artículos 1 y 3 los principios constitucionales referentes a la creación, organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios, dentro de las cuales les compete la promoción y desarrollo de programas de salud, como saneamiento ambiental, prevención y combate de enfermedades, así como la prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición de basuras (GUEVARA, 2013).

El Título III, "De la Competencia Municipal", Capítulo Único, Artículo 4, numeral 19, textualmente prescribe: "compete a los municipios la prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de basuras". Estos servicios serán prestados de forma directa por el municipio, organismos, empresas o fundaciones de carácter municipal mediante delegaciones o contrato, o por

concesión otorgada en licitación pública. Tiene entonces el Municipio dentro de sus atribuciones la de velar por la conservación del medio ambiente, evitando la contaminación tanto del agua, suelo y aire, los cuales entre otros factores se ven afectados por el inadecuado manejo, recolección, traslado y disposición final de desechos sólidos (GUEVARA, 2013).

El estudio de dicho código permitió conocer las funciones que involucran a las municipalidades, como parte esencial en el desarrollo de programas de salud, como saneamiento ambiental, prevención y combate de enfermedades, así como la prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición de basuras, principalmente porque al evitar la contaminación, se protege el derecho a la salud de los habitantes.

## **CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN EL CASERIO EMILIANI**

### **2.1. INTRODUCCION**

El bienestar de la población depende de la satisfacción de sus necesidades básicas, tanto en términos económicos y sociales como ambientales. Es decir que para que un Plan de Saneamiento Ambiental funcione adecuadamente, se debe atender a las más urgentes necesidades sociales. Las condiciones que influyen en mayor medida en el estado de salud de la población son la carencia de saneamiento básico, bajos niveles de instrucción, escasos ingresos, ínfima participación en los procesos de administración y toma de decisiones, y los bajos niveles de instrucción de la población, con las consiguientes dificultades para asimilar tecnología y estilos de vida más favorables a la salud.

Dado lo anterior se parte a la importancia de elaborar un diagnóstico ambiental bajo el conocimiento de la problemática actual con la que cuenta el Caserío Emiliani, incluyéndose en esta la problemática de los Recursos Hídricos y el Manejo de los Desechos Sólidos.

Para el desarrollo de este capítulo se planteó un enfoque metodológico basado en métodos de análisis, inducción y deducción permitiendo construir una línea base de trabajo mediante el estudio de la problemática ambiental en materia Nacional, Municipal y del Cantón Flor Amarilla y poder identificar los elementos que incurren en el problema.

Para la creación del diagnóstico ambiental se utilizaron tres métodos de recolección de información los cuales son Consulta Ciudadana, Observación Directa y Encuestas, los que permitieron recolectar la información de manera interactiva con los entes involucrados principales que son los habitantes del Caserío Emiliani y entes secundarios que son Instituciones Gubernamentales que están ligadas a la problemática ambiental como lo es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN); y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) a través de las Oficinas de Información y Respuesta.

El diagnóstico obtenido propicia las pautas iniciales de información para el desarrollo de una metodología de investigación de campo a seguir (Capítulo III) para contar con la información objetiva que permita el diseño del sistema de saneamiento ambiental del Caserío Emiliani.

#### 2.1.1. CONTEXTO NACIONAL

##### A) RECURSO HIDRICO

El Salvador es el único país centroamericano con costa de un solo océano, el Pacífico. Hace frontera al oeste y noroeste con Guatemala, al norte y noreste con Honduras y al este con el golfo de Fonseca que lo separa de Honduras y Nicaragua (MARN-PNGIRH, 2014).

En cifras, el país recibe un acumulado de precipitación promedio anual de 1,780 milímetros (mm) y constituye la fuente principal de recursos hídricos superficiales y recarga de las masas de agua subterránea (MARN-PNGIRH, 2014).

La distribución de esta precipitación es heterogénea en el territorio nacional, acumulándose en las elevaciones más altas que van desde alrededor de 2,531.31 mm hasta 1,177.93 mm en el llamado corredor seco y las llanuras costeras. En él la Figura 2.1 se ilustra la distribución espacial y temporal de la precipitación promedio (MARN-PNGIRH, 2014).

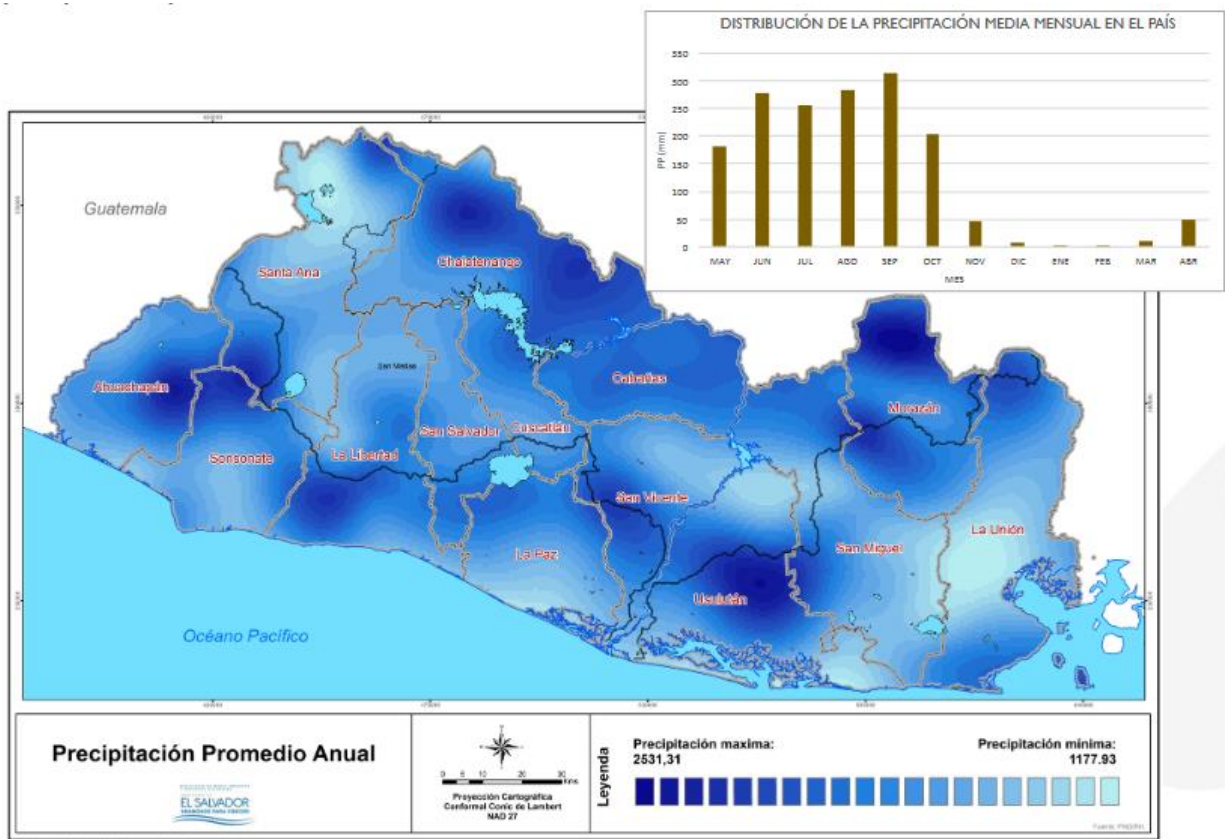


Figura 2.1 Precipitación promedio para El Salvador, 1965-2012. (MARN-PNGIRH, 2014).

Adicionalmente, esta precipitación se concentra en los meses de mayo a octubre y durante este período se acumula el 93% anual. Durante la época lluviosa se observa el fenómeno conocido como “canícula interestival” definida como días consecutivos sin lluvia que pueden ser leves (5 a 10 días) hasta fuertes (más de 15 días) afectando severamente la agricultura. De noviembre a abril precipita el 7% restante, época que se caracteriza por ser más seca por lo cual crece la demanda de agua haciendo que su disponibilidad se reduzca aún más (MARN-PNGIRH, 2014).



Partiendo de ello se ha calculado que anualmente se cuenta con 36,921 millones de metros cúbicos (MMC), de los cuales el 73% o 26,952 MMC, es decir el, de esta agua procede de la escorrentía superficial. Los 9,969 MMC anuales restantes corresponden a la contribución de las aguas subterráneas a los cursos fluviales (MARN-PNGIRH, 2014).

Del total de estas aportaciones superficiales y subterráneas, se estima que alrededor del 83.5% escurre durante el período lluvioso (mayo a octubre), mientras que el 16.5% discurre en la época seca. En estas aportaciones, un 36% de los recursos hídricos anuales proceden de Guatemala y Honduras (MARN-PNGIRH, 2014).

#### *A1) LA CONTAMINACIÓN Y DEGRADACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES A NIVEL NACIONAL*

La inseguridad hídrica en la que se encuentra el país, es el resultado de una mala gestión del agua, lo que ha exacerbado en gran medida la vulnerabilidad del territorio; sin embargo, la calidad del agua es uno de los problemas más críticos de la gestión. Un caso ilustrativo es el río Acelhuate, que desemboca directamente en el embalse del Cerrón Grande, mismo que está severamente contaminado con aguas de residuos domésticos e industriales, los que contienen cierta cantidad de metales pesados (aluminio, plomo, cromo, entre otros), Esta agua se considera un riesgo biológico, y se asevera que a esta aguas no se le pueden aplicar métodos de tratamiento convencionales. (MARN-PNGIRH, 2014).

En un estudio de 2004, el MARN determinó que los residuos provenientes de 54 plantas industriales, 55 plantas procesadoras de café, los siete ingenios azucareros, y 29 sistemas de alcantarillado son finalmente descargados en el Embalse Cerrón Grande. Este embalse de 135 km<sup>2</sup> de espejo de agua, recoge alrededor de 3,800 toneladas de residuos cada año aportados por aguas residuales del AMSS. A esto se agrega los volúmenes de sedimentación en el embalse de Cerrón Grande que también son peligrosamente altos. Se estima un

volumen de alrededor de 7 MMC al año, lo que afecta la vida útil y la capacidad de almacenamiento del embalse. (MARN 2014).

A pesar de que se reconoce que los ríos más contaminados en el país son: Acelhuate, Sucio y Suquiapa, el origen de la contaminación es diferente por lo que el enfoque del proceso de descontaminación también debe serlo.

En el río Sucio la contaminación es más de origen industrial, producto del desarrollo de los parques industriales en la zona alta y media de la cuenca, mientras que en el río Acelhuate la contaminación en su mayoría es por aguas residuales ordinarias provenientes del río Tomayate, y en el río las Cañas es por aguas industriales (MARN-PNGIRH, 2014).

El Salvador cuenta con cerca de 360 ríos que se conectan para formar 10 regiones hidrográficas, existen cuatro lagos principales: Ilopango (70 km<sup>2</sup>), Guija (44 km<sup>2</sup>), Coatepeque (24.8 km<sup>2</sup>), y Olomega (24.2 km<sup>2</sup>). Así mismo, existen cuatro embalses artificiales construidos con fines de generación hidroeléctrica: el embalse del Cerrón Grande, conocido localmente como el Lago Suchitlán, es el mayor cuerpo de agua dulce en El Salvador (MARN-PNGIRH, 2014).

La cuenca del río Lempa es la más grande del país, cubre la mitad del territorio en un área de 10,255 km<sup>2</sup> y genera aportaciones hídricas del orden de 11,686 MMC, que representan el 61% de los recursos hídricos del país. La longitud del río Lempa es de 422 km, se origina en el sur de Guatemala y también recorre parte de Honduras (MARN- Hoja informativa 05, 2014).

Dentro de la cuenca del río Lempa se ubica el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), dando lugar a la metrópoli más grande del país y que junto con las industrias instaladas en este corredor, vierten sus aguas sin mayor tratamiento directamente al río Acelhuate, convirtiéndose en la mayor fuente de contaminación en todo el territorio nacional (MARN- Hoja informativa 05, 2014).

Los recursos hídricos subterráneos se encuentran distribuidos en 71 acuíferos de diversos tamaños y se considera como áreas de especial interés hidrogeológico las que se disponen tanto en los entornos de los volcanes:

- a) Apaneca, Santa Ana e Izalco
- b) San Salvador
- c) San Vicente
- d) Tecapa, Usulután, El Tigre, Chinameca y San Miguel
- e) Conchagua

Las recargas anuales de las aguas subterráneas se cuantifican en 7,260 MMC y el flujo base anual en 7,263 MMC (MARN- Hoja informativa 05, 2014).

#### *A2) EFECTOS ADVERSOS A LA SALUD DEBIDO A LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO PARA CONSUMO HUMANO*

El recurso hídrico destinado para la ingesta (agua potable) debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos, debe ser estéticamente aceptable y, por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Con la finalidad que pueda ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud.

A continuación en las tablas 2.1 y 2.2 se presentan los efectos adversos a la salud que ocasionan los parámetros que se tomaron en cuenta en el estudio para analizar la calidad del agua potable del Caserío Emiliani, cuando estos presentan estar fuera de los rangos permisibles para caracterizar el recurso como adecuado para ingesta.

Tabla 2.1 Efectos adversos producidos por parámetros físico químicos en la salud.

PARAMETROS	DESCRIPCION	EFFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD
Turbidez	Es una expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida al ser transmitida en líneas rectas a través de la muestra, debido a la presencia de sólidos suspendidos en el agua.	El principal impacto es meramente estético ya que el agua tiene un aspecto sucio. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.
pH	El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno	Ingerir agua con un ph muy bajo (ácido) podría causar úlceras gástricas u otros tipos de daños al estómago u otros órganos. Ingerir agua con un pH alto (alcalina) no plantea un riesgo directo en la salud
Oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno gaseoso disuelto (O <sub>2</sub> ) en una solución acuosa.	Los altos niveles de oxígeno disuelto en el agua potable afectan a su sabor.
Temperatura	Es uno de los parámetros físicos más importantes, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.	La temperatura no tiene un efecto adverso directo en la salud al ingerirla ya sea con elevada temperatura o a una temperatura mínima.
Conductividad	Es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella.	Un nivel alto de conductividad ocasiona problemas gastrointestinales junto con irritación del estomago
Sólidos totales disueltos	Son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H <sub>2</sub> O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión.	El agua con alto contenido de sólidos totales disueltos pueden ocasionar irritación gastrointestinal al beber ésta.
Dureza	Está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.	El agua dura no tiene efecto negativo a la salud, dice la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Conferencia en Geneva. Adicionalmente, el agua dura, en particular muy dura, podría ser benéfica gracias a su contribución suplementaria de calcio y magnesio total.
Sulfatos	Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua.	En muy grandes concentraciones, se ha observado un efecto laxante acompañado de deshidratación e irritación gastrointestinal.
Cloro	El cloro, como tal o en forma de hipoclorito sódico, es el desinfectante del agua más utilizado en el mundo por su efectividad, bajo coste y fácil uso	Los niños expuestos a grandes cantidades de cloro potencialmente pueden padecer ataques de asma

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.2 Efectos adversos producidos por parámetros físico químicos en la salud.

PARAMETROS	DESCRIPCION	EFFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD
Nitratos	Son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida.	Dado que la ingesta excesiva de nitratos, mayoritariamente aportada por el agua en condiciones normales, puede provocar, una vez transformados en nitritos en el estómago de algunas personas, esencialmente lactantes, alteraciones de la capacidad de transporte de oxígeno en sangre (metahemoglobinemia).
Hierro total	Puede haber hierro en el agua de consumo debido a la utilización de coagulantes de hierro o a la corrosión de tuberías de acero o hierro colado durante la distribución del agua.	El hierro puede darle al agua un sabor, olor y color indeseable. La sobrecarga de hierro puede conducir a la hemocromatosis, una enfermedad grave que puede dañar los órganos del cuerpo.
Fluoruro	Los fluoruros son las sales del ácido fluorhídrico (HF), y tienen como anión el F <sup>-</sup> .	Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar "fluorosis" y dañar la estructura ósea, los efectos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas.
Plomo	El plomo es un metal pesado de color azuloso, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad.	Los niños de corta edad son especialmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, que puede tener consecuencias graves y permanentes en su salud, afectando en particular al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. El plomo también causa daños duraderos en los adultos, por ejemplo aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. En las embarazadas, la exposición a concentraciones elevadas de plomo puede ser causa de aborto natural, muerte fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer, y provocar malformaciones leves en el feto.
Arsénico	El arsénico es un metaloide de color gris, similar al acero, cristalino y muy frágil, habiendo otros dos alótropos de color amarillo y negro. La característica más importante de este elemento es que resulta altamente venenoso.	La exposición prolongada al arsénico a través del consumo de agua contaminada puede causar cáncer y lesiones cutáneas. También se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.
Coliformes totales	Son bacterias en forma de bacilos, anaerobios facultativos, negativos, no formadores de esporas. Es indicador de contaminación microbiana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias que causan diarrea y vómitos,</li> <li>• Protozoarios que causan disentería,</li> <li>• Virus que causan polio y hepatitis, y</li> <li>• Helmintos, tales como los gusanos redondos (lombrices) y los planos (tenia) que causan diarrea crónica.</li> </ul>
Coliformes fecales	Son bacterias coliformes que se multiplican a 44.5 °C ± 0.2 °C. En su mayoría provienen de contaminantes fecales de humanos y animales de sangre caliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias que causan diarrea y vómitos,</li> <li>• Protozoarios que causan disentería,</li> <li>• Virus que causan polio y hepatitis, y</li> <li>• Helmintos, tales como los gusanos redondos (lombrices) y los planos (tenia) que causan diarrea crónica.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## B) DESECHOS SOLIDOS

En El Salvador en el Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos, se estimó que en el año 2009 las áreas urbanas del país generaron 3,400 toneladas de desechos por día; el 86% de la producción, se concentra en 6 departamentos que son San Salvador, La Libertad, Santa Ana, San Miguel, Sonsonate y Usulután pudiendo visualizar dicha producción en la Figura 2.2 (MARN, 2010).

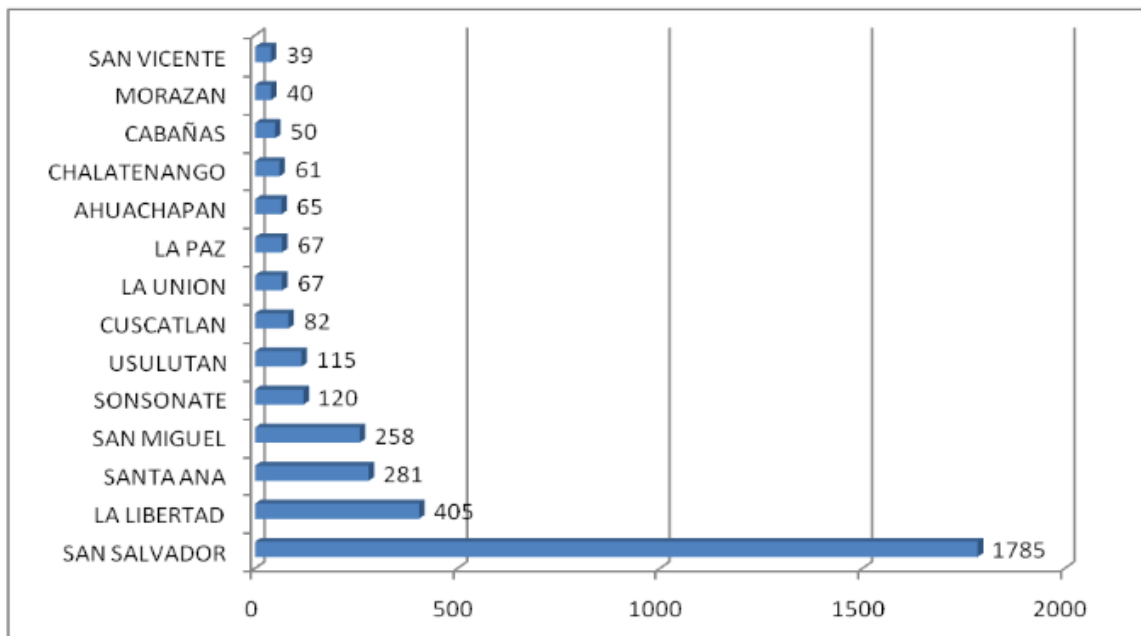


Figura 2.2 Generación Nacional de Desechos Sólidos, por departamento (MARN, 2010).

Así mismo reporto que se recolectaron y depositaron en los rellenos sanitarios 2,563 toneladas por día, lo que equivale a una cobertura de 75% tanto de recolección como de disposición final sanitariamente adecuada (MARN, 2010).

Los desechos sólidos son dispuestos en 14 rellenos sanitarios, pudiendo visualizar en la Figura 2.3 su ubicación geográfica; de los cuales solamente 5 tienen capacidad para recibir cantidades mayores a 20 toneladas diarias resumiendo así en la Tabla 2.3 la cantidad actual de recepción en Ton al día. (MARN, 2010).

Tabla 2.3 Capacidad de recepción actual de los rellenos sanitarios.

NUMERO	UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO	RECEPCIÓN ACTUAL TON/ DÍA
1	Nejapa	2000
2	Sonsonate	500
3	San Miguel	250
4	Usulután	200
5	Santa Rosa de Lima	80

Fuente: (MARN 2010)



Figura 2.3 Ubicación geográfica de los rellenos sanitarios existentes en el país (MARN 2010).

La limitada oferta de sitios de disposición final adecuada, ha generado la concentración de los mismos, provocando costos insostenibles de transporte y manejo final y la proliferación de puntos de transferencia ilegales que operan en condiciones precarias e insalubres. Los elevados costos de transporte y disposición final, han generado disminución en la cobertura y frecuencia del

servicio de recolección municipal causando condiciones insalubres en las ciudades (MARN, 2010).

Asimismo, la ausencia de mecanismos que regulen la calidad de los servicios y sus costos, tomando en cuenta la economía de escala de este tipo de servicios, ha provocado cobros excesivos y el endeudamiento de las municipalidades. Aunado a esto, las municipalidades no han tomado las decisiones oportunas para la revisión y actualización de tasas y mecanismos de cobro que les permita disponer de más ingresos por el servicio (MARN, 2010).

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contempla dentro de su Visión Estratégica frenar y revertir los procesos de degradación ambiental y dentro de sus temas prioritarios se encuentra la contaminación, especialmente del agua y suelo de todo el país, para lo que se impulsarán acciones tendientes a la descontaminación, una de las cuales incluye el mejoramiento del manejo de los desechos sólidos del país (MARN, 2010).

Específicamente en La Libertad en los municipios de Antigua Cuscatlán, Ciudad Arce, Colón, La Libertad, Quezaltepeque, Sacacoyo, San José Villanueva, San Pablo Tacachico, Teotepeque y Tepecoyo el sistema se presta por administración propia, mientras que en el resto de los municipios es por subcontrato. De los 18 municipios que prestan servicio de recolección, siete disponen los desechos en relleno sanitario, uno utiliza compostera, uno estación de transferencia y el resto utilizan botadero (MARN, 2006).

## 2.1.2. CONTEXTO DEL MUNICIPIO DE CIUDAD ARCE

### A) RECURSO HIDRICO

En Ciudad Arce los ríos más importantes son: El Sucio, Agua Caliente y Talnique. Los mayores causantes de la contaminación del río Sucio son los vertidos domésticos, aguas negras y descargas industriales, producidas por poblaciones como Talnique, Jayaque, Ciudad Arce y Santa Tecla (MARN 2014).



El río Sucio, en la parte alta de la cuenca del Lempa, se ha convertido en basurero líquido. Grandes descargas de aguas negras, químicos industriales y agroindustriales que se generan en ocho poblaciones de La Libertad y Sonsonate, llegan hasta el cauce a través de afluentes o ríos menores que lo alimentan (MARN 2014).

Un monitoreo preliminar de la contaminación de las subcuencas de los ríos Suquiapa, Acelhuate y Sucio, realizado como parte del Programa Ambiental de El Salvador (PAES), demostró que el 88 por ciento del Sucio está contaminado en niveles muy elevados (MARN, 2014).

El río Sucio, cuya subcuenca cubre una superficie de 830 kilómetros cuadrados, surge de la unión de los ríos Talnique, Los Encuentros, Ateos, Colón, Agua Caliente y Canal Belén (MARN, 2014).

En el río Talnique, donde llegan descargas de aguas residuales domésticas de las poblaciones Talnique, San José Los Sitios y granjas aledañas, se detectó una carga de coliformes fecales 2.3 veces arriba de la norma de calidad de agua para vida acuática, y 4.6 veces arriba de la norma máxima para actividades de recreación (baño). Los niveles de oxígeno disuelto obtenidos están abajo de la norma internacional, y eso limita el desarrollo de vida acuática (MARN, 2014).

Jayaque también comparte responsabilidad en la contaminación, porque las aguas negras de la población, así como de algunos beneficios y granjas, son canalizadas hasta el río Ateos (MARN 2014).

La carga de coliformes fecales encontrada en las corrientes del mencionado río es 12 veces mayores que la norma para vida acuática y 24 veces que la norma máxima para recreación. Aquí también se observó que los niveles de oxígeno disueltos en el agua no son suficientes para la vida acuática (MARN 2014).

Las descargas de aguas negras de Santa Tecla, Lourdes, Colón y zonas aledañas llegan hasta el cauce del río Sucio, transportadas por las corrientes del Colón. A diferencia de los otros afluentes, el Colón también se ve afectado por los desechos líquidos, sin tratamiento, que vierten unas 15 industrias alimenticias (MARN 2014).

La mayoría de vertidos contienen alta carga orgánica, materia suspendida, grasas y aceites que reducen la calidad del agua de manera sensible (MARN 2014).

Desde la zona de granjas de Zapotitán también se producen descargas industriales que llegan al río Sucio a través del canal Belén. Los desechos lanzados por algunas porquerizas reducen en extremo los niveles de oxígeno en el agua y al descomponerse, producen gases de alta toxicidad, como metano, fosfina y amoníaco (MARN 2014).

Armenia, Sacacoyo, Ciudad Arce y Quezaltepeque también lanzan materias fecales en el río Agua Caliente-Copapayo (MARN 2014).

## B) DESECHOS SOLIDOS

De los 22 municipios del departamento de La Libertad, tres no cuentan con servicio de recolección de desechos, como se observa en la Tabla 2.4 Ciudad Arce si cuenta con servicio de recolección de desechos (MARN, 2006).

Tabla 2.4 Municipios del departamento de La Libertad.

Departamento de La Libertad		
Municipio	Con Recolección	Sin Recolección
ANTIGUO CUSCATLAN	X	
CHILTIUPAN		X
CIUDAD ARCE	X	
COLON	X	
COMASAGUA	X	
HUIZUCAR	X	
JAYAQUE	X	
JICALAPA		X
LA LIBERTAD	X	
NUEVA SAN SALVADOR	X	
NUEVO CUSCATLAN	X	
QUEZALTEPEQUE	X	
SACACOYO	X	
SAN JOSE VILLANUEVA	X	
SAN JUAN OPICO	X	
SAN MATEAS	X	
SAN PABLO TACACHICO	X	
TALNIQUE		X
TAMANIQUE	X	
TEOTEPEQUE	X	
TEPECOYO	X	
ZARAGOZA	X	
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>3</b>

Fuente: (MARN, 2006)

En el departamento de La Libertad los municipios de Antiguo Cuscatlán y Santa Tecla son los principales generadores de desechos sólidos con una producción estimada de 88 y 189.59 ton/día respectivamente, equivalentes a un 74% de la producción de todo el departamento, posteriormente se encuentra el municipio de Colón, con una generación estimada de 30.46 ton/día. En total en el departamento se estima que se generan 368 ton/día, de las cuales se recolectan 323 ton/día (MARN 2006).

Para el municipio de Ciudad Arce se le presta el servicio a una población de 52,643 generando una producción de desechos de 4.14 toneladas por día, con un servicio de administración propia el cual MIDES, SEM de CV es su sitio de disposición final, el cual cuenta con un tipo de servicio de disposición final considerado como Usuario por lo que no les presenta costos por el servicio de disposición final, el costo directo anual del servicio de aseo es \$63,613.27, los ingresos anuales se reportan por \$7,594.88 y se presenta una mora de \$1,380.25, hay que considerar que todo esto estimado para el año 2006 por lo cual estos valores nos sirven como una valoración sujeta a variación (MARN 2006).

### 2.1.3. CONTEXTO DEL CANTON FLOR AMARILLA

#### A) RECURSO HIDRICO

Dentro de las formas antrópicas que ocasionan la contaminación de las aguas, existen diferentes actividades que generan los vertidos, que finalmente van a descargarse a los cuerpos hídricos receptores. Entre los diferentes tipos de vertimientos generados por la actividad antropogénica, identificadas en el sector del valle Zapotitán, la cual afecta al Cantón Flor Amarilla, tenemos:

a) Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas.

En la actualidad la totalidad de poblaciones del Valle Zapotitan, vierten las aguas residuales a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento, también

cabe mencionar que existen varios proyectos de infraestructura sanitaria que contempla superar este problema con la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, se espera entonces que en próximo lustro la mayoría de poblaciones del valle Zapotitan realicen un tratamiento de sus aguas residuales domesticas antes de verterlas a los cuerpos de agua (BARBON, 2009).

*b) Vertimientos Industriales.*

Dentro del valle Zapotitan existen variedad de empresas industriales, pero la contaminación proveniente de la actividad industrial, no se ha estimado, ni registrado los volúmenes, ni calidad de estos vertimientos. Se consideran como principales fuentes, las descargas de las fábricas de procesamiento de productos hidrobiológicos, embotelladora de bebidas e industrias textiles (BARBON, 2009).

*c) Vertimientos de Drenajes Agrícolas y Residuos de Ganadería.*

Las actividades agrícolas producen vertidos contaminados con agroquímicos (pesticidas, fertilizantes, plaguicidas, herbicidas) que sumado a los residuos de animales (excretas) contaminan, de forma difusa pero muy notable, las aguas del Valle Zapotitan, recalcando así que dentro de Flor Amarilla existe un terreno extenso donde abunda la actividad ganadera. Aunque la actividad agrícola es una de las principales del departamento, no existe información o resultados sobre la concentración de agroquímicos que permitan evaluar la presencia o ausencia de impactos; esto debido a la limitada capacidad analítica de los encargados del monitoreo y carencia de técnicas apropiadas a nivel regional (BARBON, 2009).

*d) Otras Formas de Contaminación.*

Residuos Sólidos: En las ciudades el recojo y disposición final de los residuos sólidos es deficiente y es fuente de contaminación. Estas se

pueden producir, por el arrastre de los residuos hacia las fuentes de agua, ya sea por contacto con el agua procedente de la lluvia o porque buena cantidad de éstos son vertidos directamente a las fajas marginales y riberas de los ríos, y quebradas (BARBON, 2009).

## B) DESECHOS SOLIDOS

El manejo integral de residuos sólidos se ha convertido en prioridad ambiental, con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales y posibles riesgos que estos puedan generar a la comunidad. Los problemas de contaminación por desechos sólidos que se posee radican en la gestión de estos dado las cantidades y naturaleza de los desechos generados y la malas prácticas de disposición final (COMUNIDAD FAMILIA NUEVA, 2016).

Dado la contaminación de desechos sólidos que posee el Caserío Emiliani por la falta de manipulación y disposición adecuada, se impulsó un programa de manejo integral de desechos sólidos por parte de Comunidad Católica Familia Nueva y los Congregación Somasca, con compostera, contenedor y separación en el hogar de materiales inorgánicos y orgánicos para reciclaje o reusó; y la recolección de los desechos orgánicos comunes que no se destinan a la compostera es por medio del tren de aseo (COMUNIDAD FAMILIA NUEVA, 2016).

El plan de manejo integral de los desechos sólidos con el que se cuenta en el Caserío Emiliani, es una herramienta importante tanto para la organización como para la gestión ambiental que se desarrolla en la misma, ya que involucra un conjunto de actividades que ayudan no solo a prevenir, corregir, y mitigar los impactos negativos al ambiente y a la salud humana, si no educar y concientizar a la población (COMUNIDAD FAMILIA NUEVA, 2016).

## 2.2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Con el propósito de definir y sustentar el enfoque metodológico y el diseño de la investigación de campo del presente estudio se necesitó la aplicación de los siguientes métodos generales para la recopilación de información: análisis, inducción y deducción.

Estos métodos de investigación son los que se utilizaron para la estructuración inicial del tema y el planteamiento inicial del problema, también para poder determinar los diferentes elementos en los cuales incurre el problema trazado y sus factores e incidencias.

Así también se utilizaron los métodos o instrumentos específicos que fueron fundamentales para recolectar la información en la investigación de campo que se llevaron a cabo mediante múltiples inspecciones en el Caserío Emiliani con el fin de interactuar con los entes involucrados con la problemática ambiental que se está tratando, los cuales fueron:

- Consulta ciudadana: se le consultó al MARN y ANDA por medio de la OIR (Oficina de Información y Respuesta) información sobre “ pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA, indagando sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA, del Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla” así mismo sobre los mapas de ubicación de pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA de sub cuenca rio sucio particularmente del valle de Zapotitan, cantón Flor Amarilla. (Ver anexo 2 y 3)
  
- La Observación directa del problema: Medio eficaz que permitió facilitar información del contexto socio-geográfico y del comportamiento de las personas de la comunidad con el fin de poder determinar los factores que están repercutiendo en la problemática, además de poder determinar las

condiciones bajo las cuales se encuentra el Caserío Emiliani y la disponibilidad que esta tiene para poder solventar la problemática.

- Encuesta: A la población obtenidas de la muestra investigativa que nos representaba el 53% de la población, todas amas de casas.( Ver anexo 1)

### **2.3. DIAGNOSTICO DEL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO EN EL CASERIO EMILIANI**

Manejo integrado significa que todos los usos del agua se consideran simultáneamente Es un proceso sistemático para el desarrollo, asignación y monitoreo de los usos del agua, de acuerdo con objetivos sociales, económicos y ambientales que buscan el desarrollo sostenible (Asociación Mundial para el agua, 2000).

El Manejo Integrado de Recursos Hídricos (MIRH) es un concepto interesante y lógico, que se puede entender intuitivamente. Está basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son interdependientes. Cuando la responsabilidad del agua potable es de una sola entidad, la del agua para riego de otra y la del medio ambiente de otra, la falta de vínculos trans-sectoriales conduce al desarrollo y gestión descoordinado del recurso hídrico, resultando en conflictos, desperdicio y sistemas insostenibles (Asociación Mundial para el agua, 2000).

#### **2.3.1. CONSULTA CIUDADANA SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO.**

Para poder realizar un diagnóstico sobre la gestión actual del recurso hídrico, específicamente del Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla, primero se utilizó el método de la consulta ciudadana en donde se consultó al MARN por medio de la OIR (Oficina de Información y Respuesta) información sobre “ pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA, indagando sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA, del Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla” así mismo sobre los mapas de

ubicación de pozos artesanales, privados, comunales, de ANDA de sub cuenca rio sucio particularmente del valle de Zapotitan, cantón Flor Amarilla.

Pasados los días establecidos para poder obtener una respuesta, se obtuvo una resolución por parte del MARN-OIR la cual tuvo como numero correlativo N° 117-2017. Dicha información fue brindada con el siguiente detalle:

1. Información de 3 pozos, registro de los niveles.
2. Mapa “ pozos de monitoreo automático de niveles freáticos” (Ver Figura 2.4)

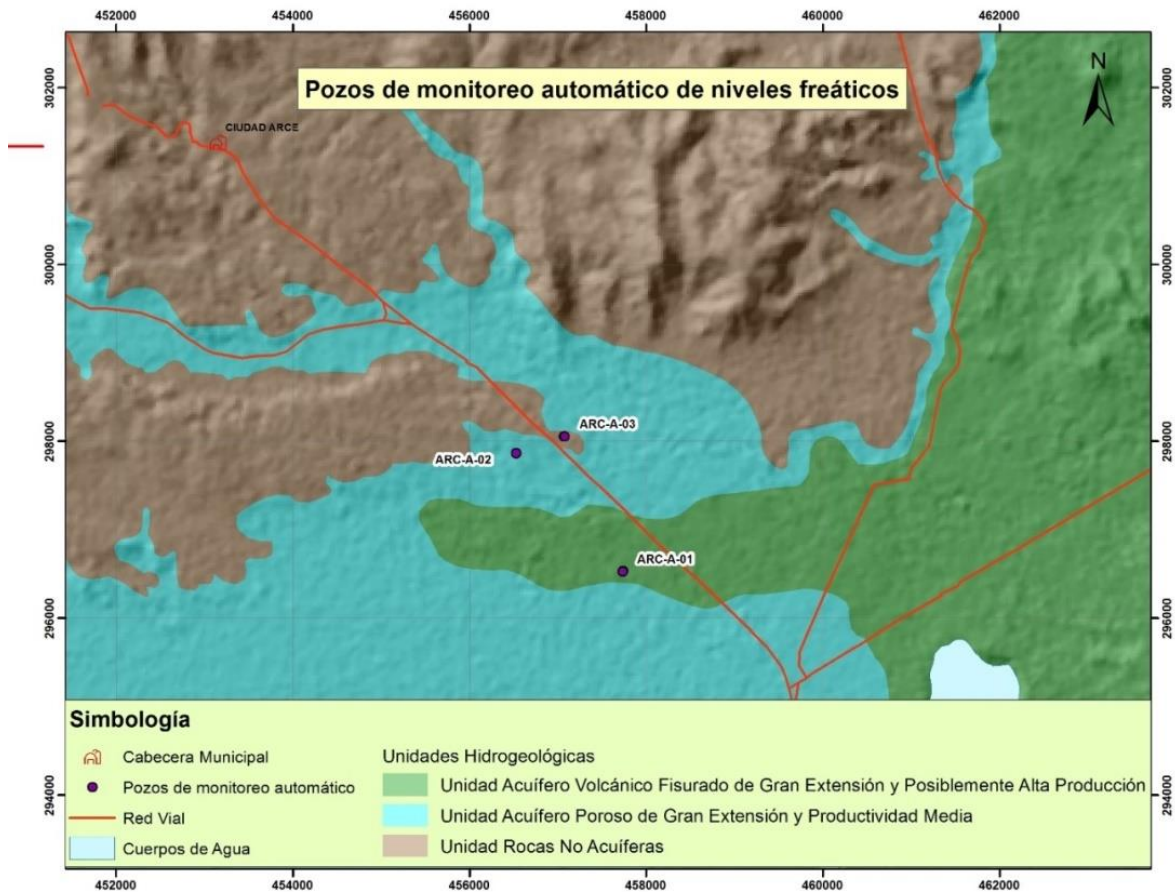


Figura 2.4 Mapa de pozos, niveles freáticos (MARN-OIR).

En el mapa de pozos de monitorio automático mostrado en la Figura 2.4, se puede observar que existen 3 pozos en todo el valle de Zapotitán, teniendo al mismo tiempo los gráficos de los registros de niveles de altitud de cada pozo mostrados en el anexo 3.



Cada grafico mostrados en las Figuras 1, 2 y 3 del anexo 3 señalan la altitud que posee cada pozo sobre el nivel del mar, medidos en metros, msnm, (metros sobre el nivel del mar) a lo largo de diferentes meses, y por varios años. Teniendo eso podemos observar que el pozo que mayor altitud posee según la información proporcionada, ha sido el pozo ARC-A-01 ya que muestra mediciones mayores a los 446 msnm.

Posteriormente al obtener una resolución por parte del MARN-OIR y al conocer que ANDA es el encargado del agua potable suministrada en el Cantón Flor Amarilla, y que cuenta con servicio de agua potable, en donde ANDA está a cargo del acueducto y alcantarillado y es quien presta el servicio encargándose de facturar mes a mes la cantidad de agua utilizada por cada hogar del Caserío, se le consultó de la misma manera sobre la gestión actual del recurso, indagando sobre los pozos de ANDA que abastece al Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla, en donde nos interesaba conocer cuál era el número de pozos que abastece al Caserío Emiliani, cual es el caudal de los pozos, cual es la calidad del agua de los pozos y si se le da algún tipo de tratamiento previo al agua antes de ser distribuida al caserío.

Por otro lado se le consultó si tenían algún conocimiento sobre pozos artesanales y privados, específicamente información sobre los monitoreo de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales y privados así mismo si poseían los mapas de ubicación de dichos pozos de la subcuenca del rio sucio particularmente del valle de Zapotitán, Cantón Flor Amarilla.

Con base en la información suministrada por ANDA en la resolución que tuvo como numero correlativo 066-14.2017, en términos de número de viviendas de la localidad, el cual que hace referencia el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, se tiene que efectivamente las 30 viviendas cuentan con agua que dice ser potable siendo únicamente un pozo el que está a cargo del ANDA, dicho pozo tiene un caudal de 48. 1 L/s y afirman que *“ Si, se le da un tratamiento previo al agua antes de llegar a la red de distribución el cual cumple la norma,*

*brindándole a la población una calidad de agua para el consumo humano. Pudiendo verificar el proceso de potabilización del agua que ANDA trata en general, en la página institucional “<http://www.anda.gob.sv/calidad-del-agua/potabilizacion/>”*

*En la página institucional muestran que “Existen técnicas más avanzadas de purificación del agua como la ósmosis inversa. También que existe el método de desalinización, un proceso por el cual se retira la sal del agua de mar; sin embargo, es costoso por el elevado gasto de energía eléctrica y suele emplearse con más frecuencia en las zonas costeras con clima árido. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización.*

*Se denomina Planta de tratamiento de agua potable al conjunto de estructuras en las que se trata el agua cruda de manera que se vuelva apta para el consumo humano.*

*Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:*

- 1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.*
- 2. Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.*
- 3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).*

*En ANDA se utilizan plantas de tratamiento de agua potable que cumplen con altos estándares de construcción como de potabilización. ANDA posee plantas de tratamiento de tecnología convencional, las cuales incluyen procesos de coagulación, floculación, decantación (o sedimentación), filtración y la desinfección.”*

*En síntesis, respuesta sobre la calidad del agua que suministra ANDA no fue proporcionada, ya que solo se obtuvo la información de las técnicas que se aplican, mostradas en la página institucional.*

Con relación a los mapas de ubicación de pozos artesanales, privados, particularmente del valle Zapotitan, Cantón Flor Amarilla, ANDA nos responde que según la Unidad de Catastro Central de Redes dicha información se encuentra clasificada como información RESERVADA la cual se ampara de la Ley de Acceso a la Información, del artículo 19 literales b), d), g) y h) el cual dice que: *“es información reservada b) la que perjudique o ponga en riesgo la defensa nacional y la seguridad pública, g) la que comprometiére las estrategias y funciones estatales en procedimientos judiciales o administrativos en curso, y h) la que pueda generar una ventaja indebida a una persona en perjuicio de un tercero.”*

Al mismo tiempo se ampara del artículo 21, de la Ley de Acceso a la Información, literales b) y c) expresando lo siguiente *“ En caso que estime que la información debe clasificarse como reservada, la entidad competente deberá motivar en su resolución que se cumplen los siguientes extremos: b) Que la liberación de la información en referencia pudiera amenazar efectivamente el interés jurídicamente protegido, c) Que el daño que pudiera producirse con la liberación de la información fuere mayor que el interés público por conocer la información en referencia.*

Teniendo ya la información solicitada a las instituciones pertinentes se logró conocer que en el valle Zapotitán existen 3 pozos de monitoreo automáticos, de los cuales solamente 1 pozo es el que ANDA tiene a cargo para brindarle el servicio de agua potable a los habitantes del cantón Flor Amarilla y que a dicho pozo, según su página institucional, se le brinda técnicas de alta tecnología para su potabilización.

### 2.3.2. OBSERVACION DIRECTA SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO

Se aplicó el método de observación directa para el desarrollo de la descripción de la situación actual visualizada de cada una de las fuentes de recurso hídrico con las que cuenta el Cantón Flor Amarilla.

a) Agua potable suministrada por ANDA

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) se le denomina agua potable o agua para consumo humano al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos, debe ser incolora inodora e insípida y no debe contener residuos o partículas sobrenadantes (OMS- GUIA PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE).

Los parámetros físicos son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura (OMS- GUIA PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 2006).

Los parámetros químicos del agua son los que están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, metales, materias orgánicas y nutrientes, siendo el agua el solvente universal (OMS- GUIA PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 2006).

El Cantón Flor Amarilla cuenta con suministro de agua potable en los 30 hogares que la conforman, pero el agua suministrada a los hogares no se podría considerar potable, analizando visualmente podemos afirmar que los parámetros físicos no se cumplen en su totalidad ya que cae con sedimentos desconocidos como se muestran en la Figura 2.5, posee un color amarillento, si bien es cierto no posee ningún olor pero si presenta una temperatura alta en ocasiones, ya que no la logran tolerarla al ducharse, es por ello que han recurrido a medidas de retención de partículas como se muestra en la Figura 2.6, como la de colocar una tela en cada chorro o ducha donde se atrapan la mayoría de sedimento, los habitantes no consumen el agua y mucho menos preparan sus alimentos ya que no les da la confianza necesaria, la alternativa que adoptaron para solventar sus necesidades fue el comprar agua a una

persona natural independiente que cada 15 días les suministra una pipa de agua la cual ellos consideran que es potable ya que cumple a simple vista con los parámetros físicos y sienten mayor seguridad de beberla. Por lo que el agua que se les es suministrada por ANDA solo es utilizada para lavado de trasto e higiene personal.



Figura 2.5 Tela colocada en ducha.



Figura 2.6 Residuos acumulados en tela.

### ***b) Aguas Residuales***

Las aguas residuales son el resultado del uso doméstico o industrial del agua, son llamadas también negras o cloacales. El agua usada constituye un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente adquieren. También existen las aguas grises las cuales provienen del uso doméstico, tales como el lavado de utensilios y de ropa así como el de las regaderas del baño de las personas (CONACYT, 2009).







Se distinguen de las aguas negras contaminadas con desechos del inodoro. Las grises son de vital importancia, porque pueden ser de mucha utilidad en el campo del regadío ecológico (CONACYT, 2009).

Dentro de las aguas residuales se pueden mencionar también las aguas que se desechan por actividades agropecuarias que se dan en las cercanías de la localidad.

b1) Aguas Negras y Grises

A continuación se muestra la simbología y el diagrama del manejo de aguas negras y aguas grises que tienen los habitantes del Cantón Flor Amarilla en la Tabla 2.5 y Figura 2.7:

Tabla 2.5 Simbología del sistema de manejo de aguas negras y grises.

SÍMBOLO/ DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO/ DESCRIPCIÓN
 Caja de aguas negras	 Tuberías de aguas grises
 Cajas de aguas grises	 Tuberías aguas grises mezclada con aguas negras
 Tuberías de aguas negras	 Caja colectora de aguas

Fuente: Elaboración propia.

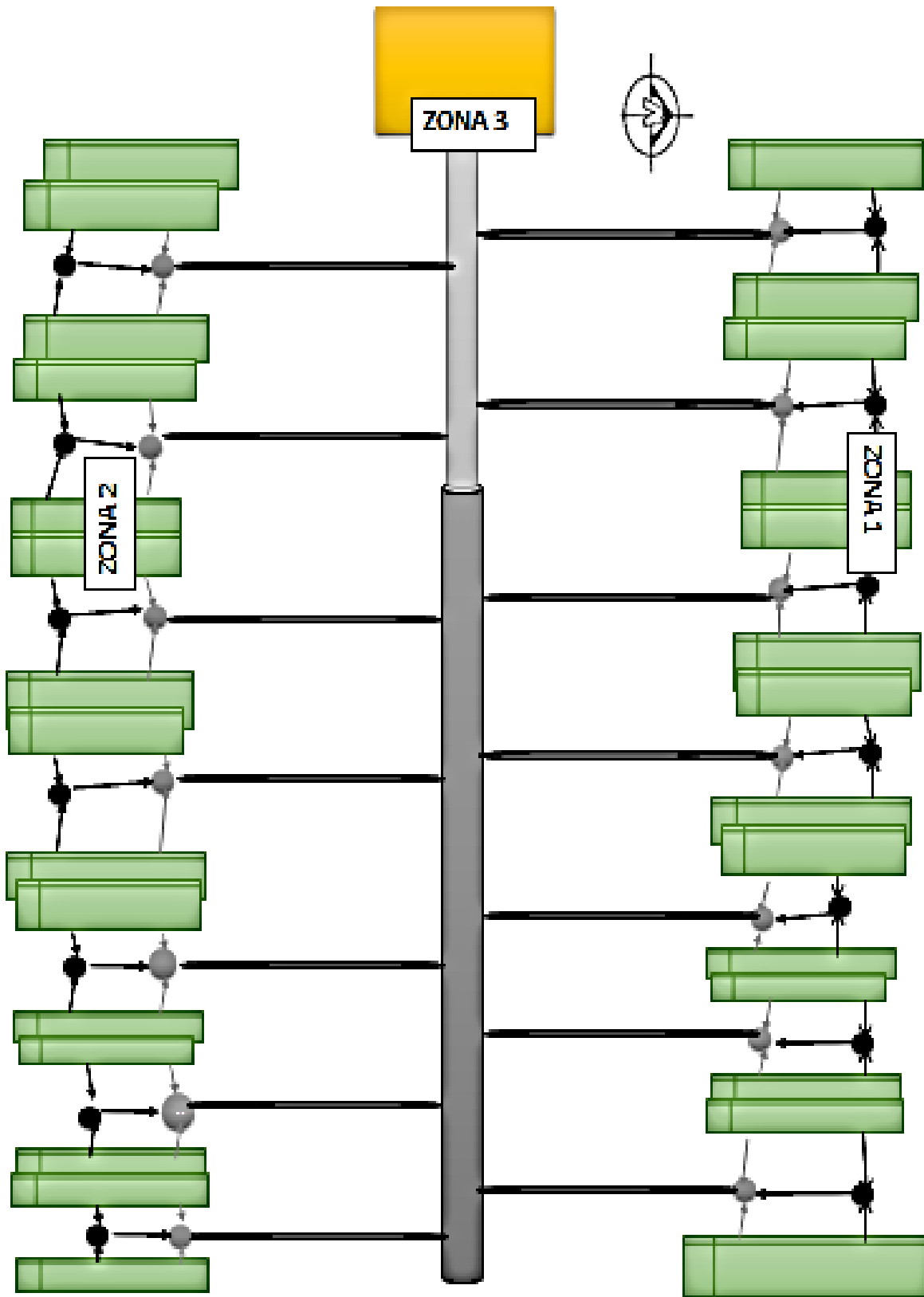


Figura 2.7 Sistema de aguas negras y grises (Elaboración propia).

Como se observa en Figura 2.7 las cajas de aguas negras y grises se encuentran entre una casa y otra, en donde las aguas negras se unen a las aguas grises en las cajas de aguas grises, seguidamente esas cajas están conectadas a tuberías que van a dar a una tubería madre, la cual se encuentra en medio de las zonas 1 y 2, dicha tubería en un inicio es de 8 pulgadas, pero entre la casa 10 y 12 presento una avería por lo que sustituyeron ese tramo por una tubería de 6 pulgadas que es de menor diámetro, esta va a dar a la caja colectora que se encuentra en la zona 3 y se representa con un cuadrado de color amarillo. Externamente se logran apreciar las cajas así como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8 Localización de cajas.

Posterior a la reparación, los habitantes del Cantón Flor Amarilla sufren la problemática que cada 10 meses, aproximadamente, la caja colectora rebalsa, y genera contaminación y molestias a cada habitante, en especial a las casas que se encuentran enfrente de la caja colectora. Como medida solución, entre todos los habitantes se encargan de destapar la caja, limpiarla y los residuos desalojados los desechan en lo que antes era la fosa séptica comunal.

## b2) Aguas residuales debido a actividades agropecuarias

Por otro lado, dentro del agua residual, también se encuentran las aguas generadas por las actividades agropecuarias, ya que dentro del cantón existe



un rancho ganadero y todos los desechos generados por el ganado van a dar a los alrededores de la comunidad, así como se aprecia en la Figura 2.9, generando mal olor, por lo que es una fuente de contaminación hacia las personas del Caserío.



Figura 2.9 Zona de vertimiento de aguas por actividades agropecuarias.

### c) Agua de riego

En Zapotitán existe el distrito de Asociación de Regantes de Zapotitán (AREZA), El Distrito fue construido y opera desde hace 41 años pero actualmente debido al pobre o nulo mantenimiento solo operan 7 de los pozos, poniendo en riesgo la producción agrícola (CENTA- Boletín informativo, 2015).

Los sistemas de riego instalados en el valle de Zapotitán y que son compuestos por 22 pozos, ubicados en el departamento de La Libertad, están dañados. Esa situación pone en riesgo los cultivos de la zona. En el valle de Zapotitán, compuesto por 200 manzanas de terreno, según informes del presidente de la Asociación de Regantes del Distrito de esa zona, el 50 % de las hortalizas que se consume en el país es producido ahí; chile verde, güisquiles, chipilín, arroz, maíz y frijol son cultivados en Zapotitán, ubicado entre Colón y Ciudad Arce (CENTA- Boletín informativo, 2015).

En el Cantón Flor Amarilla se tiene acceso al agua de riego suministrada por AREZA, en la Figura 2.10 se puede visualizar las diferentes tuberías instaladas

por donde se distribuye el agua y así abarcar todo el terreno, que se visualiza en la Figura 2.11, que el Caserío posee.

Los habitantes afirman que desconocen de donde proviene dicha agua pero que no es de mucha confianza ya que las noticias afirman que la mayoría de pozos pertenecientes a AREZA están dañados y que no se le ha brindado ayuda o mantenimiento por parte del gobierno.

Al no tener otra opción y con la necesidad económica de sobrevivir, los habitantes del Cantón Flor Amarilla utilizan el agua de riego brindada por AREZA, para cultivar sus granos básicos y hortalizas.



Figura 2.10 Inicio de tuberías de riego.



Figura 2.11 Localización de cultivos.

#### d) Agua de pozos artesanales de cada hogar

Otra fuente de recurso hídrico con que los habitantes del Cantón Flor Amarilla cuentan, es el agua que se acumula en los pozos artesanales que poseen en cada hogar, cabe recalcar que 3 hogares no cuentan con pozos.

La calidad del agua, se puede apreciar en la Figura 2.12, también es dudosa ya que dicha agua posee sabor y color no agradable, por ende no se puede determinar que posea las características mínimas necesarias para considerarla adecuada para su ingesta, es por eso que la utilizan cuando el sistema de ANDA falla, solamente para lavado de trastes e higiene personal, recalcando

que para consumo o preparación de alimentos se destina el agua suministrada por la pipa.



Figura 2.12 Agua de pozo.

### 2.1.1. ENCUESTAS SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO

La población objeto del presente estudio está conformada por integrantes del Caserío Emiliani, específicamente de amas de casas. El muestreo para el desarrollo de la encuesta es de características segmentarias y representativa, tomada al azar. El total de la muestra está conformada por 16 personas representando a cada hogar que conforma el Caserío y que corresponden al 53% aproximadamente del total de hogares que integran al Caserío Emiliani, la encuesta se realizó el día 25 de abril del presente año, comenzando la jornada de trabajo a las 8:50 de la mañana.

La investigación que se realizó acerca del manejo del recurso hídrico en el Caserío Emiliani, cubrió dos niveles de conocimiento científico los cuales son: explicativo y predicativo.

El nivel explicativo se cubrió al identificar las causas o elementos que inciden en la problemática del recurso hídrico, el cual se desglosa en el estudio del agua de suministrada por ANDA, agua de pozos artesanales, aguas grises y negras, aguas de riego, agua residual por actividades agropecuarias, considerando la salud poblacional debido al conflicto en esta área y el nivel predictivo se amplió al

marcar las recomendaciones, sugerencias o medidas para la solución de la problemática que se investigó.

## 1. PROBLEMÁTICA DEL RECURSO HIDRICO

Según los datos recopilados y como se puede observar en la Figura 2.13, la problemática principal que consideran los habitantes de la comunidad es el manejo del agua potable con un 88% su mayor preocupación radica en los daños a la salud que el ocupar este recurso les puede causar y el valor económico que este les presenta, sin embargo también se enfrentan con la problemática de las aguas negras y aguas grises como las problemáticas secundarias las cuales están afectándolos representado por un 6% en la gráfica los que nos indica que también el Caserío se está viendo afectada por estos y aunque es la minoría estas consideran que también son de importancia para su mitigación. Dado la problemática principal del Caserío se ve a la necesidad de contar con otras fuentes de suministro de agua para lo cual es una pregunta clara que muestra la situación actual con la que se enfrenta la comunidad y es que al analizar la Figura 2.14, solo el 12% de las encuestadas no poseen pozos artesanales, los que nos indica que las otras familias cuentan con tres tipos de fuentes de agua, dado las limitantes que les ha presentado el recurso potable se han visto a la necesidad de adquirir otras fuentes que les solventen las necesidades que poseen de este recurso.

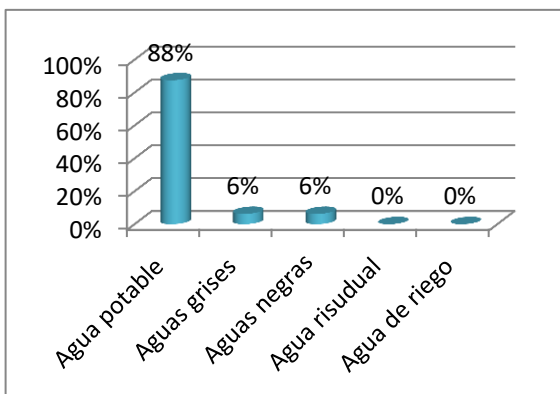


Figura 2.13 Problemática principal del Recurso Hídrico (Elaboración propia).

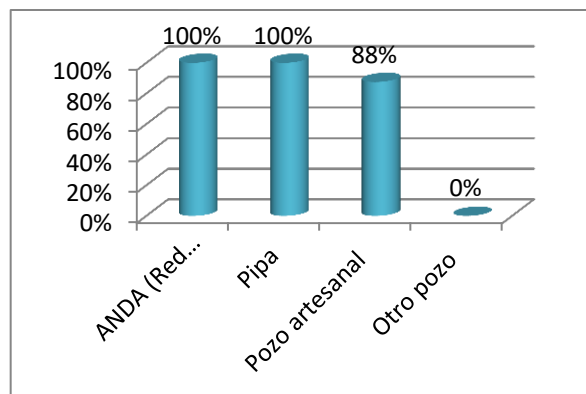


Figura 2.14 Fuentes de Agua (Elaboración propia).

## 2. AGUA SUMINISTRADA POR ANDA

Dado que la problemática principal es el del agua potabilizada, según la tabulación de los datos se puede observar en los resultados de la Figura 2.15, solo se presenta una persona que nos representa el 6% de las 16 encuestadas que no posee conexión para el agua suministrada por ANDA por lo que el 94% de las otras amas de casa si cuentan acceso a este recurso, desde hace un tiempo máximo de más de doce años y un tiempo mínimo de dos años, por lo que este servicio les presenta costos mensuales de adquisición que se pueden apreciar en la Figura 2.16, que el 31% de las amas de casa encuestadas poseen un gasto promedio de dos a cuatro dólares al mes y el otro 31% presenta gastos más elevados por este recurso de entre doce y veinte dólares al mes que nos estarían representando los valores mínimos y máximos que los habitantes pagan por este recurso, por lo cual nos estaría representando un rango de dieciocho dólares al mes entre los valores límites y aunque se tubo que el 13% de las encuestadas no respondió a la interrogante se considera que estas tendencias se mantendrían dentro del rango que se posee.

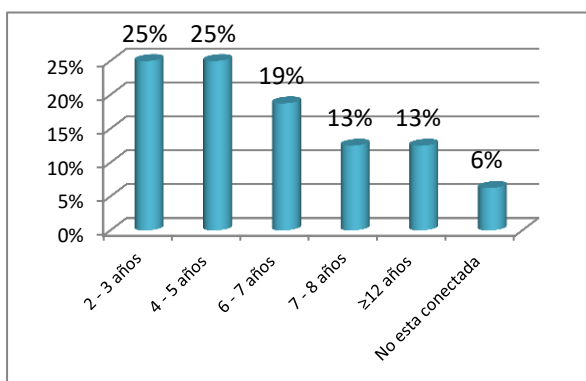


Figura 2.15 Tiempo de suministro (Elaboración propia).

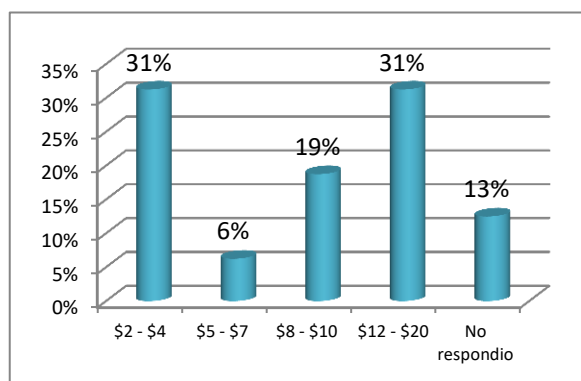


Figura 2.16 Costo mensual por servicio (Elaboración propia).

Claramente se puede observar en el resultado de la Figura 2.17 como los usos más implementados son para higiene y lavar representando el 88% y 81% respectivamente, esto nos indica que el 81% utiliza este recurso para estos dos usos y el 7% restante de entre estos solo para higiene, una minoría utiliza este

recurso para cocinar y consumir representándonos el 6% cada uno de ellos. El total de la población encuesta coincidió como se ve representado en la Figura 2.18 que la calidad del agua que suministra esta institución presenta una mala calidad, debido a que esta presenta color amarillento en algunas ocasiones, es sucia, salada, posee un mal sabor, presenta partículas de tierra y hace que los recipientes que la contienen presenten una costra en sus paredes.

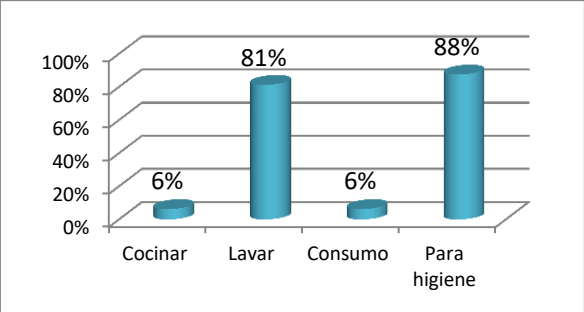


Figura 2.17 Usos del agua suministrada (Elaboración propia).

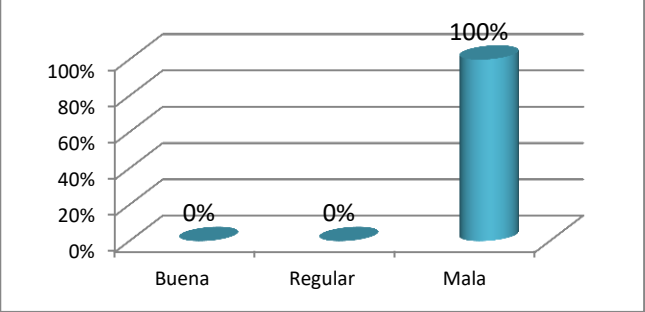


Figura 2.18 Calidad del recurso (Elaboración propia).

Se puede ver en la Figura 2.19 que en la mayoría no utilizo este recurso para consumo o preparación de alimentos representándonos el 63% debido a la desconfianza que les da este recurso por la mala calidad que ellos le detectan por sus características físicas, hay un 31% de la población encuestada que si utilizo en algún momento este recurso para preparar algunos alimentos, lavarlos, hacer café, esto se debió a que no adquirían agua de pipa por lo cual no contaban con otro recurso para suplir su necesidad y otros la utilizaron por curiosidad de probar y así poder opinar sobre la calidad con que les llega este recurso a su comunidad. Según los resultados de la Figura 2.20 aquellas que si la utilizaron solo una y dos veces nos representan el 13% y 6% respectivamente, la cuales la utilizaron solo por la curiosidad que les presentaba el ocupar este recurso, para los casos de que la dejaron de ocupar hace cuatro años y el que siempre la ocupan nos representan el 6% cada una y estas manifestaron que la utilizaban porque no compraban agua de pipa aunque actualmente la encuestada que sigue implementando el uso de este recurso no lo hace para consumo.

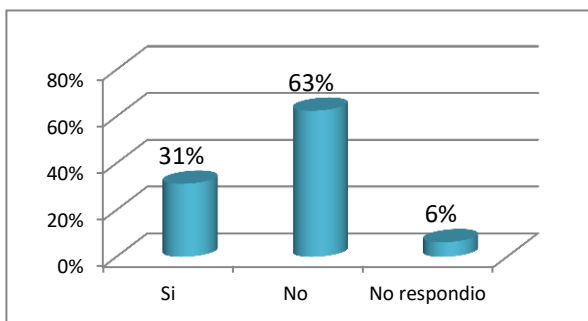


Figura 2.19 Uso para consumo y preparación de alimentos (Elaboración propia).

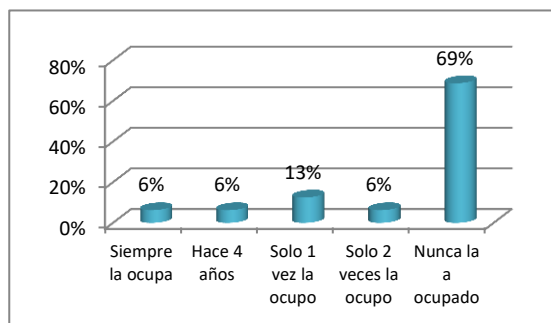


Figura 2.20 Suspensión del uso para consumo y preparación de alimentos (Elaboración propia).

Dado que la población no se encuentra conforme con el agua que les suministra ANDA, ellos como comunidad buscaron una alternativa en conjunto que fue el adquirir agua de pipa lo cual nos representa en la Figura 2.21 el 100% debido a que toda la población de la comunidad estuvo y está de acuerdo con esta medida para satisfacer las necesidades que tienen de este recurso, dos de las encuestadas que nos representan el 6% cada una busco además otras alternativas las cuales fueron el comprar agua cristal esto se debió a que en su familia presento enfermedades gastrointestinales a la hora de ingerir el agua de pipa para lo cual esta última no la utiliza el agua de pipa para consumo y la otra alternativa fue el hacer un pozo artesanal en su vivienda ya que ella no contaba con uno y vio los beneficios que este le brindaba a los demás de la comunidad que ya contaban con uno.

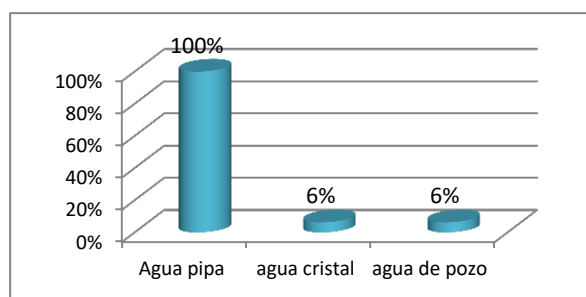


Figura 2.21 Alternativas de solución implementadas (Elaboración propia).

Dado el resultado de la Figura 2.22 se pudo determinar que según las características físicas que les observan al agua que compran de pipa el 75% de las encuestadas estuvo de acuerdo con que esta presentan una mejor calidad que



el agua suministrada por ANDA esto debido a que es incolora, inolora y les presenta un sabor agradable, el 44% que está reflejado en la gráfica nos indica que para el criterio de estas encuestadas el agua de sus pozos también presentan una mejor calidad y dado que una persona cuenta con las tres fuentes de agua considera que además de las dos ya expuestas también el agua cristal cuenta con una mejor calidad mucho mejor que la de ANDA lo que nos refleja el 6% en nuestra gráfica, les presentan una mejor calidad. Dado el problema que les presenta este recurso el 100% de las encuestadas concordaron que consideran que para tener una solución definitiva y tener agua apta para consumo se debería de cambiar el pozo de suministro de ANDA por uno que presente mejores parámetros de calidad y así ellos poder utilizar este recurso.

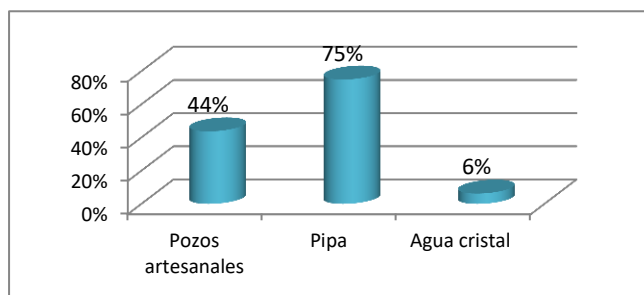


Figura 2.22 Fuentes que presentan mejor calidad del recurso (Elaboración propia).

### 3. AGUA DE POZO ARTESANAL

Una alternativa de fuente de suministro de agua que se tiene en la comunidad Emiliani es la de pozos artesanales por lo que al analizar los resultados de la Figura 2.23 hace cuánto tiempo las encuestadas cuentan con pozos artesanales en sus viviendas se puede ver claramente que la mayoría representando un 44% cuenta con esta fuente hace aproximadamente treinta años, seguido en la estadística con un 25% que cuentan con estas desde hace quince años, el 13% tienen poco tiempo de tenerlo con un aproximado de uno a dos años y esto debido a que se dieron cuenta de lo beneficio que es el tener uno, una de las encuestadas que nos representa el 6% no supo estimar un tiempo desde cuando lo posee por lo cual mejor se abstuvo de responder y el 13% no cuenta con un pozo propio en sus hogares.



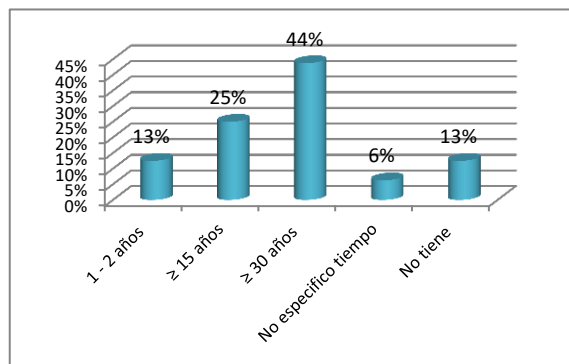


Figura 2.23 Tiempo de posesión de pozos artesanales (Elaboración propia).

De las 14 encuestadas que si cuentan con un pozo el 71% de ellas no posee bomba para extraer el agua de el por lo que el 29% si manifestó que poseen bombas para la extracción, dado que la mayoría no cuenta con bomba se esperaba que los porcentajes para los que implementan balde para extraer el agua fueran iguales a los que no poseen bomba pero esto no fue así ya que se tuvo un incremento que dio como resultado el 79% de encuestadas que utilizan balde para la extracción y esto se debe a que una de las encuestadas aunque posee bomba esta le está presentado problemas en su uso por lo cual actualmente es más frecuente el uso del balde que la bomba y el 21% al tener una bomba trabajando en sus óptimas condiciones no necesita otra alternativa de extracción del agua por lo que no utilizan el balde.

La frecuencia de uso del agua de pozo que se muestra en los resultados de la Figura 2.24, las encuestadas en su mayoría representada con un 42.86% utiliza el agua eventualmente, esto refiriéndose en la mayoría de veces cuando no tienen agua suministrada por ANDA, dado las necesidades que tienen del recurso el 35.71% la utiliza a diario, el 14.29% semanal y un 7.14% no supo responder la periodicidad con la que utilizan esta fuente.

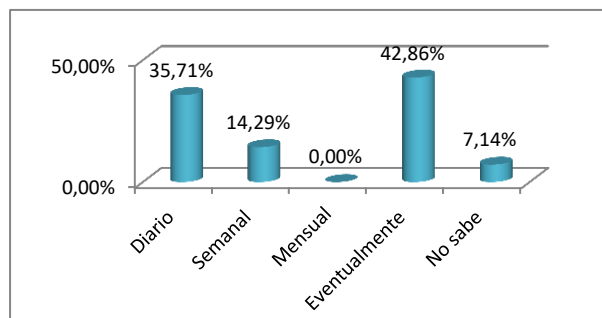


Figura 2.24 Frecuencia de uso del recurso (Elaboración propia).

Los usos que se le dan a esta agua según los resultados de la Figura 2.25, el 93% la utiliza tanto para lavar como para la higiene personal. Una de las encuestadas implementa esta agua tanto para cocinar como para consumo lo que nos representan el 7% cada uno, sin embargo solo una persona utiliza además de lavar y de higiene personal el regar plantas con esta agua por lo que nos representa el 7%.

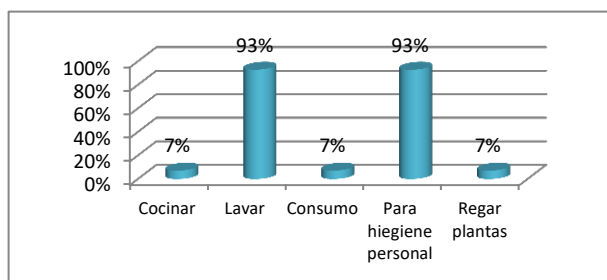


Figura 2.25 Usos del agua de pozos (Elaboración propia).

En cuanto a la calidad que el agua de pozo les presenta se puede observar según los datos obtenidos en la Figura 2.26 el 43% de las encuestadas la califico como mejor que la de ANDA y el otro 43% la considera limpia y fresca. Una de las encuestadas califico en tres factores de calidad a este agua, como peor que la de ANDA, con mal olor representándonos un 7% cada uno, pero también la considera como sucia y fresca por lo que esta clasificación representa un 14% en la gráfica ya que son dos las encuestadas coincidieron en su opinión, estas opiniones negativas en cuanto a la calidad del agua de pozo se debe a que les presentan mal olor, mal sabor y sucia aunque solo una de ellas posee el pozo averiado por dentro a lo que le alude la mala calidad del agua de su pozo. Estas características de calidad trece de las encuestadas concordó que el agua de sus pozos siempre han tenido estas características, solo una comenzó a ver estas características hace unos meses la cual fue la que nos reiteró que es debido a la avería que ahora tiene su pozo por dentro.

Dado a las buenas características con la que les presenta la calidad del agua de sus pozos trece de las encuestadas ven su mayor beneficio en el ahorro económico que este le representa y la disponibilidad del recurso que poseen ya que si no les llega agua de ANDA ellas siempre cuentan con esta otra fuente de

suministro y solo una de las encuestadas respondió que dado los problemas actuales ya no le presenta ninguna ventaja.

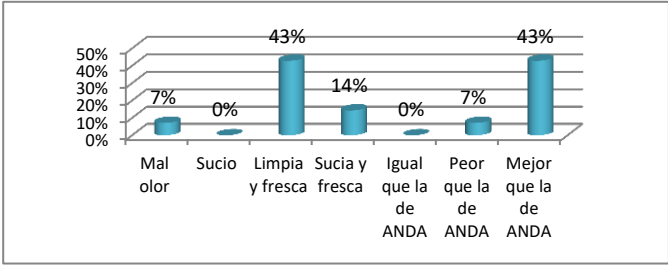


Figura 2.26 Calidad del recurso (Elaboración propia).

Los resultados de la Figura 2.27 se puede determinar que la mayor limitante que poseen es que no tienen bomba lo cual representa el 43%, sin embargo 3 de las encuestadas consideran les afecta el hecho de que en verano les reduce el nivel del agua representándonos el 21% en la gráfica, dado los problemas que tienen la bomba de una de las encuestadas esto es su limitante representando el 7% y el otro 7% es que nos indica la mala calidad con la que es calificada el agua del pozo, para el resto de las encuestadas que son representadas por un 21% no presentan limitantes en esta fuente.

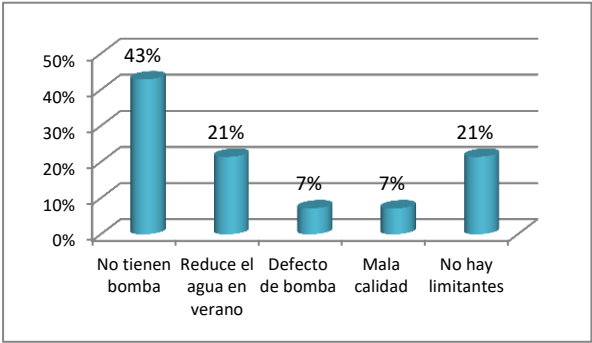


Figura 2.27 Limitantes que se tienen con el agua de pozos (Elaboración propia).

#### 4. AGUA SURTIDA POR CAMION CISTERNA

Una de las alternativas que el Caserío Emiliani implemento para solventar su problemática de agua potable fue comprar agua de pipa para lo cual la compra de agua de pipa de cada una de las encuestadas representa según los resultados de la Figura 2.28, cada tres días el 38% adquiere el agua, seguido de que un 25% de

ellas lo hace con una periodicidad de cada siete días, el 6% la adquiere cada dos días, un 13% de ellas manifestó que prefieren ir a comprar diariamente el agua y el 19% no recordaba con qué frecuencia adquiere el agua de pipa. Aunque cada grupo familiar se ve a la necesidad de adquirir este recurso la mayoría de las encuestadas como se puede apreciar en la Figura 2.29, dijo no saber al respecto de la procedencia del agua suministrada por la pipa lo que es representado por el 56% en la gráfica, sin embargo un 44% dijo que era adquirida de una persona natural a lo cual ninguna de ellas sabía cuál era el nombre de la persona natural, dos ellas manifestaron el lugar de donde se las suministran pero no coincidieron sus respuestas puesto que una dijo que la fuente era de "Los Chorros" y la otra " Termos del Rio" por lo que se desconoce en realidad la fuente de suministro. Las pipas que abastecen a la comunidad manifestaron que eran de dos tamaños que aproximadamente poseen una capacidad de 40 a 8 barriles, costando aproximadamente la pipa grande y la pequeña \$35 y \$30 dólares respectivamente y adquieren dos pipas con una periodicidad de cada 15 días.

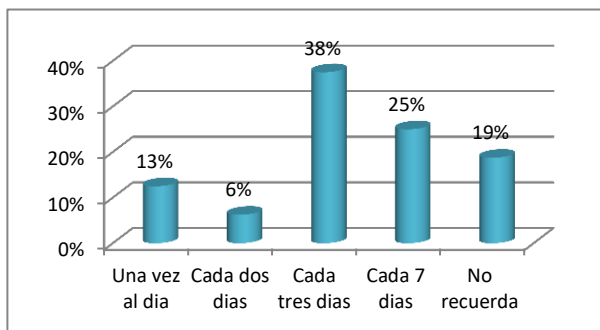


Figura 2.28 Periodicidad de compra del agua de pipa (Elaboración propia).

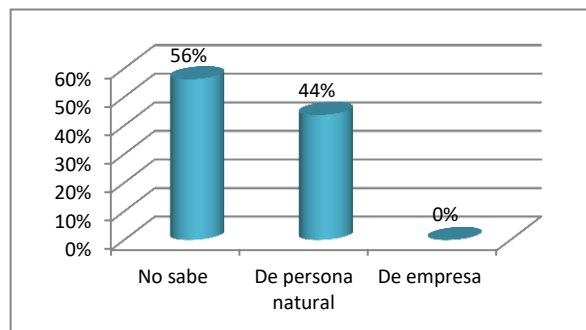


Figura 2.29 Procedencia del agua de pipa (Elaboración propia).

El Caserío cuenta con tres tanques de almacenamiento dos grandes y uno mediano sin embargo se desconoce la capacidad real de cada uno de ellos, estos cuentan con un mantenimiento periódico de cada quince días debido a que cada vez que llega la pipa a suministrarles agua ellos lavan los tanques. El análisis del resultado de la Figura 2.30, nos indica que para una mayoría representada por un 94% de las encuestadas los tanques donde se almacenan el agua de pipa les

parecen adecuados y un 6% dijo que no sin embargo esta no dio una respuesta del porque no le parecen adecuados para el almacenamiento.

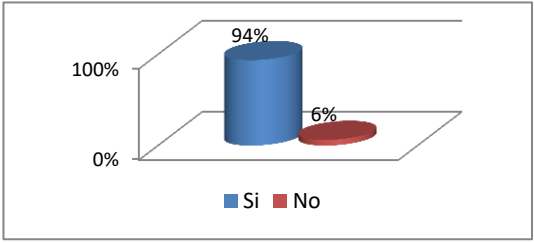


Figura 2.30 Tanques de almacenamiento adecuados (Elaboración propia).

El Caserío posee una organización rotativa por familia para la venta de esta agua de pipa a las demás personas de la comunidad y a gente externa a ella, esta es que cada una de las casas tiene la responsabilidad de vender 2 pipadas para cumplir con su turno, dado que algunos se les dificulta debido a sus labores diarias optan por pagar a una señora de la comunidad que posee la disposición de tiempo para que ella sea la que venda su meta por un costo de \$20 dólares. El valor de venta del agua lo han estipulado a \$0.25 centavos de dólar el cántaro.

El modo de recolección del agua del tanque de almacenamiento a la casa como se aprecia en la Figura 2.31, el 63% de las encuestadas lo realizan por medio de cantaros, el 25% lo hace utilizando baldes y un 13% se abstuvo de responder. El modo en que implementan para ellas almacenar el agua en sus casas nueve contestaron que la almacenan en los cantaros mismos en que la van a traer al tanque de almacenamiento, cuatro dejan almacenada el agua en los baldes que también llevan a la hora de ir a traer el agua a los tanques de almacenamiento, mientras que solo una persona la almacena en un cumbo.

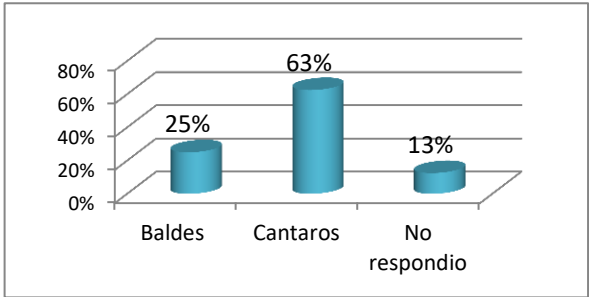


Figura 2.31 Modo de recolección (Elaboración propia).

Aunque por la necesidad de adquirir agua que fuera de mejor calidad era por igual para cada una de las familias que integran el Caserío, estas fueron adquiriendo el agua de pipa en diferentes tiempos debido a diversas razones algunas de ellas es por la situación económica, porque se mudaron al Caserío, entre otras. Por lo que la Figura 2.32 muestra que el 44% la adquiere hace más de treinta años, un 19% está representado por que la adquieren desde que tuvieron acceso al suministro por ANDA al igual que este mismo porcentaje se ve reflejado en las que la adquieren hace más de 10 años, un 6% la adquiere aproximadamente hace 28 años y el otro 6% no pudo estimar el tiempo que lleva comprando el agua de pipa.

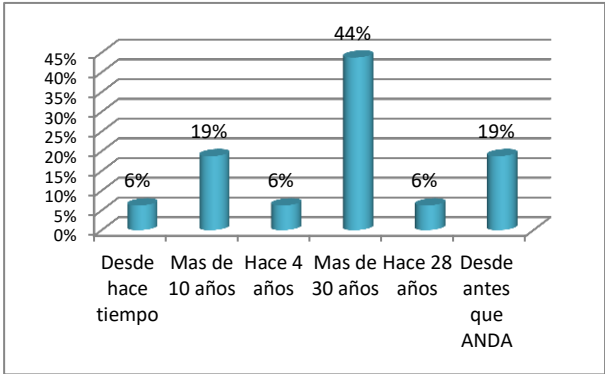


Figura 2.32 Tiempo de adquisición de agua de pipa (Elaboración propia).

El gasto promedio aproximado que tienen las encuestadas semanalmente según los resultados de la Figura 2.33, va de un valor mínimo de cincuenta centavos de dólar a un valor máximo de tres dólares, lo que nos estaría representando un rango de gasto de dos dólares con cincuenta centavos, para lo cual se desglosa que el 19% gasta tres dólares semanales en este recurso, hay tres valores en los cuales el porcentaje es el mismo y nos representa el 6% cada uno los cuales son en cincuenta centavos, en un dólar con setenta y cinco centavos y en dos dólares semanales, se tienen también representado un 13% que gasta setenta y cinco centavos de dólar semanal. Los gastos que se presentaron con una mayor frecuencia son de un dólar y un dólar con cincuenta centavos semanales los cuales se ven reflejados con un 25% cada uno en la gráfica.

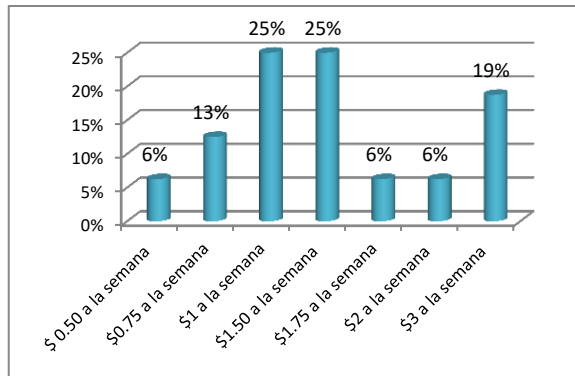


Figura 2.33 Gasto semanal por compra de agua de pipa (Elaboración propia).

Para la clasificación de la calidad que presenta el agua de pipa que compran todas las encuestadas la calificaron de manera positiva como se puede observar en la Figura 2.34, no obstante el 63% la califico como mejor que la de ANDA y el 38% la califico como limpia y fresca. Por lo que de manera general están satisfechas con la calidad que presenta ya que les solventa las necesidades que la comunidad del Caserío Emiliani tiene en general.

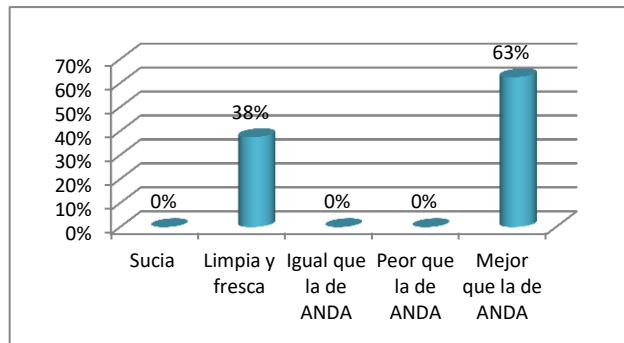


Figura 2.34 Calidad del agua (Elaboración propia).

Los usos que le dan al agua de pipa el 100% de las familias encuestadas representada en la Figura 2.35 la utiliza para cocinar diariamente y un 94% la utiliza también para el consumo. El 6% que no la utiliza para consumo es debido a que en su familia fueron frecuentes las enfermedades gastrointestinales debido al consumo del agua de pipa. Según el estudio de la Figura 2.36, se puede determinar que debido al consumo de agua de pipa el 75% no ha presentado problemas de salud pero el 25% restante indico que si considera que debido a la ingesta de esta agua sus familias han presentado problemas de salud, dentro de

las que han padecido están el dolor de estómago, diarreas, parásitos y hongos estomacales.

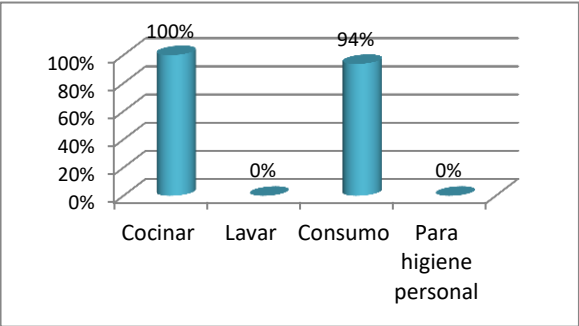


Figura 2.35 Usos del agua (Elaboración propia)

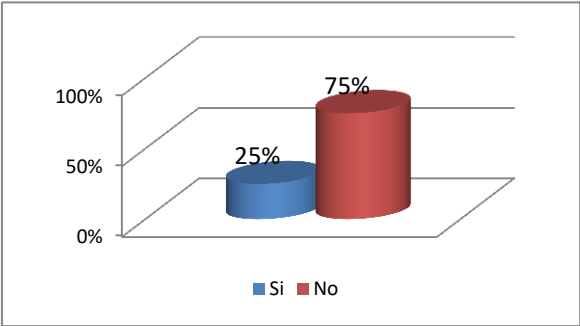


Figura 2.36 Problemas de salud por ingesta del agua de pipa (Elaboración propia).

### 5. AGUAS GRISES Y NEGRAS

Dado a la problemática que enfrenta el Caserío Emiliani en el manejo de las aguas grises y aguas negras la representación de la Figura 2.37, nos indica que el 88% de las encuestadas consideran que su vivienda cuenta con conexión a fosa séptica, un 38% que considera que su vivienda además de estar conectada a fosa séptica también lo está a una red de alcantarillado y un 13% considera que sus vivienda está conectada a otras de la cual especificaron que era conexión de canaleta y caja colectora.

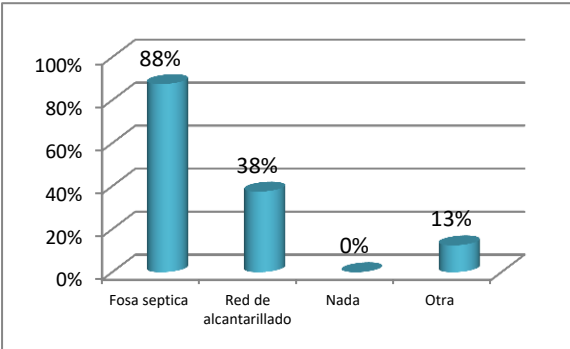


Figura 2.37 Conexiones con las que cuentan las viviendas (Elaboración propia).

Según los resultados de la Figura 2.38, el 44% de las encuestadas consideran que sus viviendas cuentan con conexión unidas de agua gris y negra, mientras que



para el 50% estas conexiones están separadas y únicamente se llegan a unir en las cajas y un 6% indico no saber al respecto.

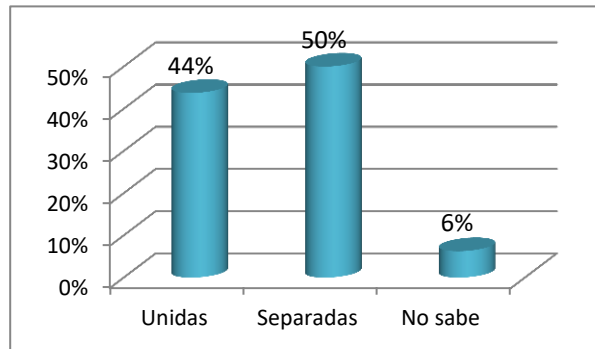


Figura 2.38 Condiciones de aguas grises y negras (Elaboración propia).

En cuanto al punto de análisis de conocimiento de unión de tuberías de agua negras y grises representado en la Figura 2.39, el 38% dijo si conocer donde se unen las cuales concordaron en su respuesta la cual dicta que la unión se da en las cajas las cuales están ubicadas a mediación de casa con casa para luego ser enviadas las aguas a una caja colectora ubicada al final de las residencias, el 31% no es de su conocimiento el punto en el cual estas tuberías se unen y el otro 31% no sabe al respecto por lo cual prefirió abstener su respuesta. Por lo que siete de las encuestadas expresaron que en sus viviendas se podía extraer muestra de aguas grises, cuatro dijeron que no se podía y 5 manifestaron no saber si se podía tomar o no una muestra de agua gris. Ante la problemática que el Caserío Emiliani presenta con las aguas grises y negras se puede observar en los resultados de la Figura 2.40, que el 63% indico que su mayor dificultad radica en el rebalse de las cajas, un 13% considera que la mayor dificultad es la obstrucción de la caja colectora, el otro 13% considera como conflicto primordial el que la fosa séptica este fuera de uso y un 13% restante dijo no tener ningún problema con el manejo de aguas grises y negras.

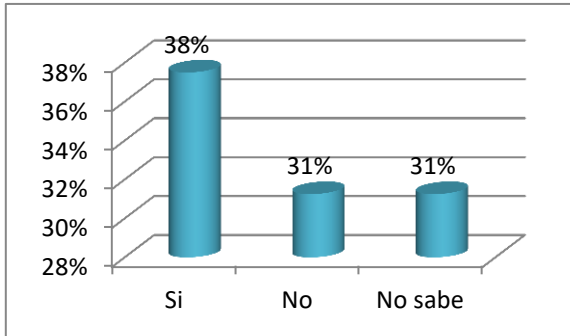


Figura 2.39 Unión de tuberías (Elaboración propia).

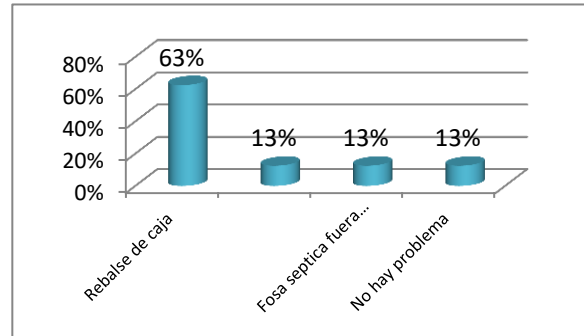


Figura 2.40 Problemática de las aguas grises y negras (Elaboración propia).

Según los resultados en la Figura 2.41, las condiciones en la cual se encuentra la fosa séptica el 81% la considero como fuera de uso, el 75% además de considerarla como fuera de uso también la catalogo como dañada, el 13% considera que es regular y el 6% no sabe al respecto por lo cual se abstuvo de catalogarla. Dado esto la problemática de la fosa fue catalogada como regular, dañada o fuera de uso, por lo que la Figura 2.42, muestra que el 63% de las encuestadas expresaron que es debido a un hundimiento que sufrió dado el terremoto del 2001 por lo cual nos dicta que está en estado de fuera de uso hace ya 16 años, el 25% considera que es porque desde un inicio la fosa séptico no estaba bien construida, y el 13% dijo no saber al respecto.

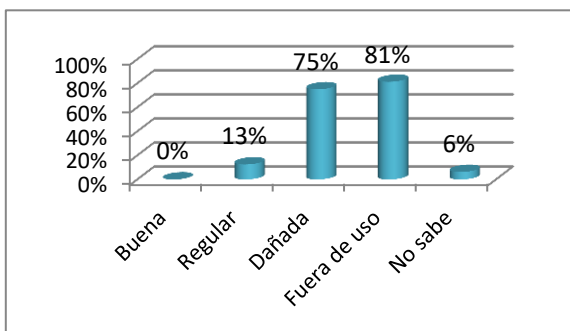


Figura 2.41 Condiciones de la fosa séptica (Elaboración propia).

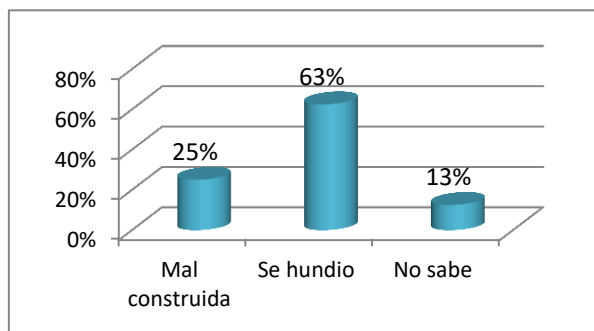


Figura 2.42 Problema de la fosa séptica (Elaboración propia).

Los resultados de la Figura 2.43 revela que en cuanto al uso actual que se le da a la fosa séptica manifestó el 50% de las encuestadas que se utiliza como basurero, un 25% dijo que no se le daba uso alguno debido a que se encontraba averiada, un 19% considera que se usa como paso de agua negra y gris, y un 6% dijo no

saber al respecto. Dado los usos catalogados la mayoría dijo que no se contaba con mantenimiento para la fosa séptica únicamente se limpia la canaleta y la de agua de riego con una periodicidad de 3 meses aproximadamente.

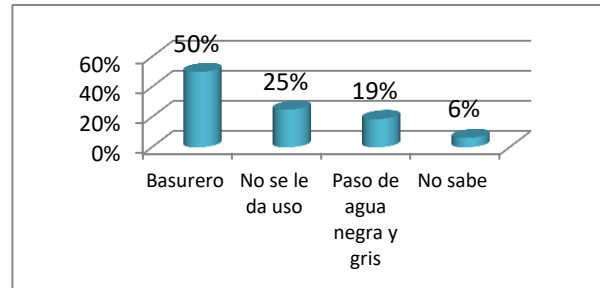


Figura 2.43 Usos de la fosa séptica (Elaboración propia).

Para la clasificación del funcionamiento de la fosa séptica cuando estaba trabajando en óptimas condiciones como lo muestra la Figura 2.44, el 56% la clasifico como buena, las clasificaciones regular y mala está representada por 19% cada una en la gráfica y el 6% de las encuestadas no sabía al respecto debido a que aún no residían en la comunidad. Según los datos recopilados y expresados en la Figura 2.45, el 44% considera que el funcionamiento de la caja colectora es malo, el otro 44% considera que es regular, un 6% lo considera como bueno y el otro 6% no sabe debido a que dijo no conocerla.

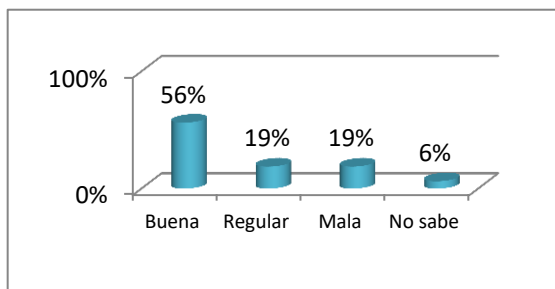


Figura 2.44 Eficiencia de la fosa séptica cuando estaba en funcionamiento (Elaboración propia).

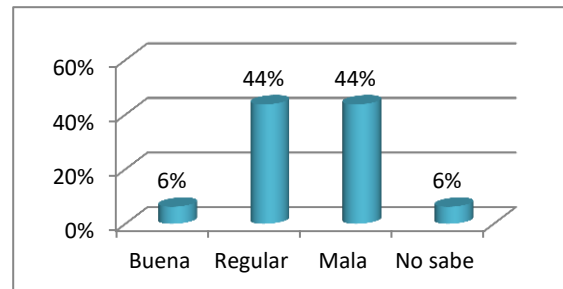


Figura 2.45 Funcionamiento de la caja colectora (Elaboración propia).

Los problemas que le adjudican radican en que con frecuencia se tapa la caja colectora por lo que se rebalsa, consideran que es muy pequeña la dimensiones de esta, las medidas aproximadas son de 1X1.5X2 metros, a esta se la da

mantenimiento cada 2 o 3 meses cuando se tapa, el proceso empleado para su mantenimiento es quitar la tierra que cubre la tapadera, destapar y proceden a extraer la suciedad con pala y el agua, está la van a tirar al área de la fosa séptica.

## 6. SALUD POBLACIONAL

Según el estudio de los principales problemas de salud con la que se enfrenta la comunidad del Caserío, se pudo determinar según los resultados de la Figura 2.46, que un 25% de las enfermedades que presentan frecuentemente los núcleos familiares son gastrointestinales y la mayoría representada con un 75% dijo que se ve más afectada por otras enfermedades dentro de las cuales son gripe y tos como las más frecuentes, dolores de cabeza, calentura, enfermedades respiratorias y de las vías urinarias. Las causas que consideran que les genera estas enfermedades son el cambio climático, el polvo, la suciedad, el agua contaminada y las restricciones que tienen en sus trabajos para poder tomar agua. Seis de las encuestadas manifestaron que al presentar enfermedades en sus familias tres de estas asisten a la Unidad de Salud de Ciudad Arce y las otras tres recurren a asistencia particular dentro de las cuales está la Clínica Inmaculada Concepción de Santa Tecla, recurren a asistencia particular porque consideran que cuesta demasiado pasar consulta en la Unidad de Salud de Ciudad Arce y a veces no cuenta con medicamentos.

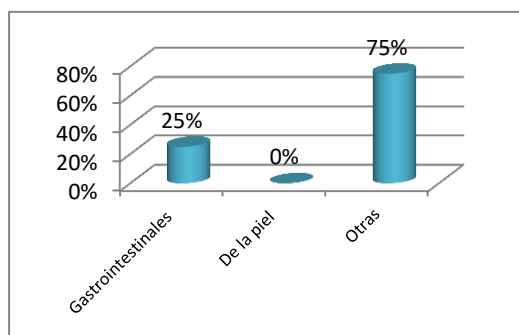


Figura 2.46 Enfermedades comunes en el núcleo familiar (Elaboración propia).

El apoyo en atención o prevención de enfermedades según lo mostrado en la Figura 2.47, el 88% de las encuestadas consideran que lo reciben de parte de la

Unidad de Salud mediante un promotor de salud, la ayuda la brindan mediante abatización, fumigación y control de niños sanos. El otro 13% considera que ninguna da al apoyo aunque consideran que antes si lo hacia la Unidad de Salud sin embargo consideran que ahora ya no brindan mucho apoyo.

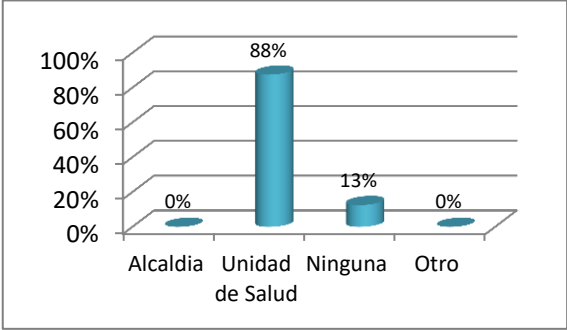


Figura 2.47 Institución que apoya en atención y prevención de enfermedades (Elaboración propia).

Claramente se puede observar en la Figura 2.48, como la mayoría con un 94% está de acuerdo a que no se le aplica ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales proveniente de las actividades agropecuarias aledañas y de otras localidades desechadas en sus terrenos estas les presentan un mal olor a la comunidad y la contaminación ambiental que conlleva y el 6% opina que sí, sin embargo ella estipulo que considera esto debido a que se le da una limpieza al canal con agua.

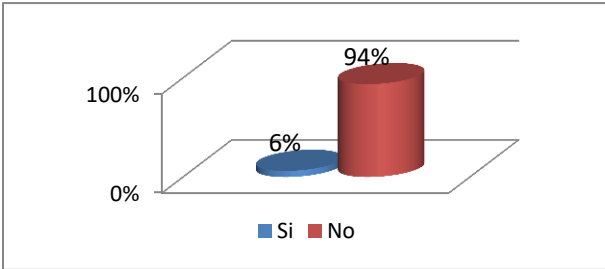


Figura 2.48 Tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades agropecuarias (Elaboración propia).

## 7. AGUA DE RIEGO

Según el estudio del servicio de la Asociación de Regantes se puede observar cómo según la Figura 2.49, el 81% de las encuestadas consideran como bueno el servicio que presta dicha institución debido a que llevan un orden de peticiones, realizan una evolución por zonas de cultivo al que le van aplicar el agua y cuando la solicitud se hace con tiempo estos les proveen el recurso, pero hay un 13% que considera que el servicio es regular debido a que hubieron ocasiones en las cuales el agua que se les brindó venía contaminada y una de las veces fue notoria su contaminación ya que se arruinó el cultivo de milpa.

La fuente de agua de riego según once de las encuestadas no saben de donde proviene, sin embargo las otras cinco tienen algunas consideraciones dentro de las cuales una dijo que proviene del derivado de Ateo, otra del Río Colón y tres del pozo de la presa hidroeléctrica, por lo que no se sabe en concreto cuál es la fuente de suministro.

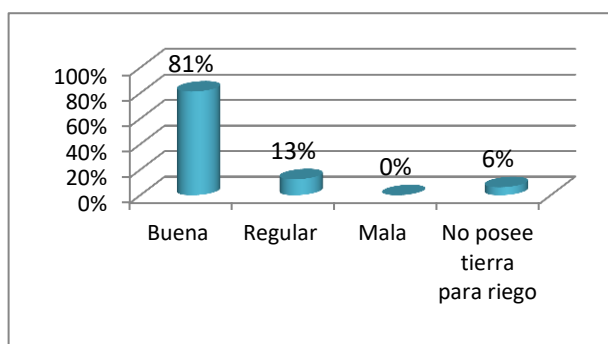


Figura 2.49 Calidad del servicio de la Asociación del Valle de Zapotitán (Elaboración propia).

Se puede ver en la Figura 2.50, que la mayoría que está representada por un 56% recibe este recurso hace 30 años, un 19% que lo hace 23 años, un 6% comenzó a recibir este recurso hace un año, el otro 6% no recibe debido a que no tienen tierras para riego no utilizan este recurso y un 13% dijo no saber al respecto.

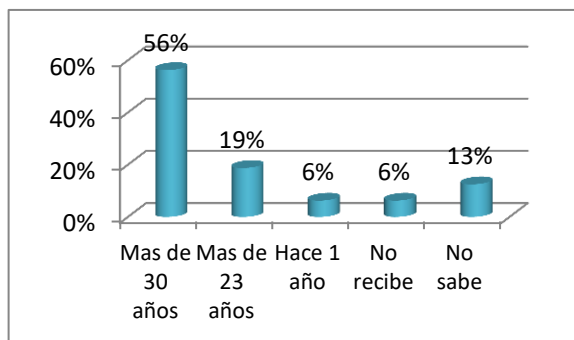


Figura 2.50 Tiempo de suministro de agua de riego (Elaboración propia).

En cuanto a la calidad del recurso que suministra la Asociación de Regantes la Figura 2.51, nos muestra como el 69% de las encuestadas considera como buena la calidad del agua de riego debido a que no presenta tierra y consideran que para las funciones que la emplean su calidad está bien por lo cual están satisfechas con este recurso, pero un 13% la considera como regular y el otro 13% como mala esto debido a que ellos consideran que a veces esta viene sucia. Este servicio según la mayoría posee un costo municipal anual sin embargo no concordaron en los costos puesto que se dijo un rango en el cual el valor mínimo es de \$2 dólares al año y un valor máximo de \$142 dólares al año. Los usos para los cuales se emplean todas las encuestadas concordaron en que la implementan para el riego del cultivo, lavar ropa, regar las plantas e incluso a veces la utilizan para bañarse.

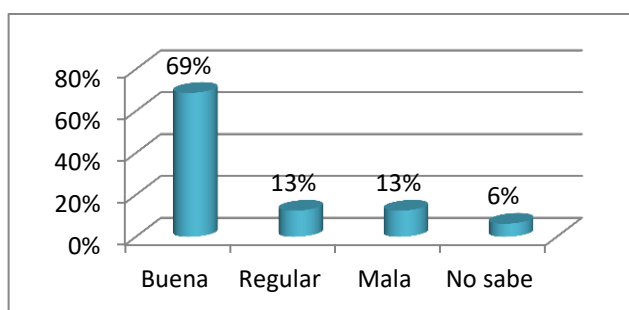


Figura 2.51 Calidad del agua de riego (Elaboración propia).

## **2.2. DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL CASERIO EMILIANI**

El manejo integral de desechos sólidos, es una selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión que son idóneas para lograr metas y objetivos específicos de manejo de residuos, donde se gestiona su reducción, reutilización, reciclado, transformación y vertido.

El objetivo principal del manejo de los desechos sólidos es la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente, que pudieran derivar de dicho manejo. Todo esto bajo un esquema de que las acciones a utilizar sean técnica y económicamente viables, ambientalmente sustentables y socialmente aceptables. Con el fin de lograr un manejo sustentable de desechos, por medio de la reducción de gases invernadero, disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y maximización del aprovechamiento de los recursos.

### **2.2.1. CONSULTA CIUDADANA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

De la misma manera para poder realizar un diagnóstico sobre la gestión actual del manejo de los desechos sólidos, específicamente en el Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla, se aplicó el primer método de la investigación, se le consultó al MARN por medio de la OIR (Oficina de Información y Respuesta) información sobre “lugares autorizados para el desalojo de ripio de Ciudad Arce. Sobre los lugares autorizados para desechos bio infecciosos de Ciudad Arce y sobre los lugares o comunidades que tienen programas de desechos sólidos implementados”.



Dada la consulta realizada a MARN por medio de la OIR (Oficina de Información y Respuesta) se obtuvo una resolución la cual tuvo como numero correlativo N° 117-2017 en donde brindan la información solicitada detallada de la siguiente manera:

- a) Listado autorizado para transporte de desechos bio infecciosos a sitios de disposición final, que se muestra en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6 Listado autorizado por MARN para transporte de desechos bio infecciosos.

LISTADO DE AUTORIZADOS POR MARN PARA TRANSPORTE DE DESECHOS BIOINFECCIOSOS				
NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA NATURAL PAIS	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	TIPO DE MATERIAL	No. de EXPEDIENTE MARN
BIOCAM TECNOLOGÍA, S.A. DE C.V. El Salvador	2264-9144	biocamtecnologia@gmail.com	Desechos biológico infecciosos	21053
CORPORACIÓN HR, S.A. DE C.V. El Salvador	2519-8368	corporacionhr@yahoo.com	Desechos biológico infecciosos	20308
				21451
Hugo Naun Liborio Grijalva El Salvador	2441-0229	transgrijalva@hotmail.com	Desechos biológico infecciosos	19923
				19324
Servicios Ambientales Centroamericanos, S.A. de C.V. El Salvador	2221-1109	jcserdal@yahoo.es	Desechos biológico infecciosos	20835
Servicios Ambientales Especializados, S.A. de C.V. El Salvador	2700-1982	yanesupe@yahoo.com	Desechos biológico infecciosos	20630
				21371
Transportes Hernández Rodríguez, S.A. de C.V. El Salvador	2512-4839	transporterodriguezjordan@gmail.com	Desechos biológico infecciosos	21687

Fuente: MARN, 2016

- b) Lista de entes autorizados para el tratamiento y disposición final de diferentes materiales peligrosos, incluidos los desechos bio infecciosos, que se muestran en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Autorizados por MARN para recepción, tratamiento y disposición final por tipo de material y desecho peligroso según detalle.

NOMBRE	PERMISO AMBIENTAL PARA:	RESIDUOS Y DESECHOS AUTORIZADOS	DIRECCION	TELEFONOS
Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. - Holcim El Salvador, S.A. de C.V.	transporte, Manejo, caracterización y pre-tratamiento de residuos y desechos peligrosos, así como para la disposición final y destrucción de residuos y desechos en el co-procesamiento	Llantas	Metapán, Santa Ana	2316-8040
		Aceite usado		
		Aceites minerales, vegetales y sintéticos		
		Lodos de fondos de tanques		
		Desechos de plantas de tratamiento		
		Lodos de procesos químicos		
		Lodos de perforaciones		
		Aguas contaminadas		
		Residuos de desblación		
		Lodos industriales (Industria Química, de pinturas, papel, otros)		
		Solventes e hidrocarburos		
		Plásticos (contaminados y no contaminados)		
		Medicinas vencidas, descartados, fuera de especificación (todo tipo)		
		Textiles		
		Suelos, arenas, polvos, arcillas y tierras contaminadas		
		Tierras diatomáceas, emulsiones, bitúmenes, hultas, ceras.		
Materiales caducos y/o fuera de especificación				
Químicos de origen industrial o farmacéutico				
Pesticidas				
Desechos con PCB's				
Biomásas, papel, cartón				
Desechos sólidos Municipales previamente clasificados				
Manejo Integral de Desechos Sólidos, Sociedad por acciones de economía mixta y capital variable	tratamiento y disposición final de desechos bioinfecciosos	desechos bioinfecciosos	Nejapa, San Salvador	2264-1477
Planta de Tratamiento y disposición de desechos hospitalarios Uluzapapa	tratamiento y disposición final de desechos bioinfecciosos	desechos bioinfecciosos	Alcaldía municipal de San Miguel	2669-3679
Textiles San Andrés	Almacenamiento y reutilización de aceite usado como combustible alterno	Aceite usado	Planta Opico, La Libertad	2338-6388

Fuente: MARN, 2016

Por otra parte se contó con la información proporcionada por la Ingeniera Ana María Trabanino de Menjivar quien es consultora en Energía y Ambiente y miembro activo de la Comunidad Católica Familia Nueva, y en conjunto propusieron el programa de desarrollo sostenible en el Caserío Emiliani.

El programa de desarrollo sostenible fue creado y apoyado por la comunidad católica Familia Nueva y la Congregación Somasca, contando con apoyos externos de CENTA y CEDEFOR en temas agrícolas y reforestación, y Alcaldía Ciudad Arce a través del Plan Estratégico Participativo que hace parte del PFGL (Programa de Fortalecimiento de Gobiernos Locales).

El programa tenía como principal enfoque que el Caserío Emiliani fuera un modelo de desarrollo sostenible replicable con auto gestión que pudiera ser una “vitrina” en la región de Zapotitán, a través del desarrollo de actividades económicas productivas y prácticas agrícolas en armonía con el medio ambiente, fomento a

Granjas Familiares Integradas de Auto gestión (GIA), la agroindustria, eco-turismo, las energías renovables, uso eficiente de recursos, educación y cero analfabetismo, salud preventiva y saneamiento ambiental, rescate de valores culturales ancestrales y el fortalecimiento de sus valores cristianos y humanos a fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Para la ejecución del programa de desarrollo sostenible se trazaron proyectos, capacitaciones y talleres que se les impartirían a los habitantes del Caserío, siendo estos los entes fundamentales para el desarrollo, evolución y gestión mediante la formación de comités responsables de las actividades. Iniciando la implementación del programa mediante el desarrollo del programa de Manejo Integral de Desechos Sólidos en el Caserío Emiliani, mostrado a continuación:

- **Proyecto:** Manejo Integral de Desechos Sólidos.
- **Actividad:** Estimular, apoyar y acompañar a los habitantes de la comunidad en el establecimiento de un Programa Integral de Desechos Sólidos.
- **Lugar:** Vivienda de cada residente y patio común
- **Fecha de inicio:** 5 de junio de 2016 (día mundial del Medio Ambiente)
- **Objetivo:** Implementar un Programa de Manejo Integral de Desechos Sólidos a fin de mejorar las condiciones de salud y ambientales de la comunidad y aprovechar en forma sostenible estos desechos.
- **Pasos para el desarrollo de la actividad:**
  - a) Formación de comisiones de jóvenes para llevar a cabo el programa, eligiendo dos responsables del programa de entre los jóvenes.
  - b) Elaboración de guías de orientación del programa para cada comisión.
  - c) Elaboración de indicaciones (1 hoja plastificada) para cada hogar sobre lo que va a colocar en compostera y en el tren de aseo, a fin que la coloque en lugar visible.

- d) Elaboración una guía para cada hogar sobre la separación de los 5 diferentes tipos de desechos sólidos generados: orgánicos, inorgánicos (reciclables), sanitarios (infecciosos), peligrosos y ordinarios o inertes.
- e) Capacitación a la comunidad sobre el programa: se brindaron al menos dos capacitaciones a toda la comunidad sobre el programa, previamente a su inicio y una vez se cuente con todos los medios para implementarlo.
- f) En cada hogar la familia debe de separar los 5 diferentes tipos de desechos sólidos generados: orgánicos, inorgánicos (reciclables), sanitarios (infecciosos), peligrosos y ordinarios o inertes. Para tal fin cada familia tendrá 5 tipos diferentes de bolsas o depósitos (cajas o baldes) a fin de trasladar sus desechos a los depósitos comunales (contenedor para orgánicos comunes y sanitarios) y a la compostera periódicamente.
- *Los desechos orgánicos (restos de alimentos) se distinguen 3 tipos: a) los que son útiles para formar compost se destinan a una compostera (común o individual en cada hogar), b) los que son alimento para animales y c) los que se desechan en el tren de aseo (huesos) y serán colocados en contenedor común.*
  - *Los desechos inorgánicos son en su mayoría reciclables, entre ellos: papel, cartón, vidrio, aluminio, plásticos. Cada familia dispondrá de su propio depósito temporal para almacenar sus desechos inorgánicos reciclables en su hogar y posteriormente trasladarlos a su destino final: en el caso del plástico y latas cada familia lo separa en su hogar y colocan en sus depósitos individuales para tal fin y posteriormente, cuando sus depósitos se llenen, cada familia las traslada a 1 depósito de plástico comunal y se entregarán a 5 familias que actualmente las recolectan para venderlas y contribuir a su manutención, cada familia será responsable periódicamente (ejemplo: 1 vez por semana) de recolectar las latas y el plástico de cada recipiente comunal; el cartón, el papel y el vidrio se almacenarán en bodega por lo que cada casa lo separará en su depósito individual y lo*

traslada al depósito comunal de plástico para tal fin. La comisión de jóvenes lo traslada a bodega.

- *Los desechos sólidos sanitarios (infecciosos) son:* jeringas, algodones usados, pañales desechables, toallas femeninas desechables, papel higiénico usado, servilletas usadas. Cada familia cuenta con depósito y lo coloca en el contenedor para recolección del tren de aseo.
  - *Los desechos sólidos peligrosos son:* pilas o baterías usadas, baterías usadas de carro (Baterías ácido plomo usadas) y otros desechos corrosivos, inflamables, tóxicos, infecciosos, radioactivos, reactivos, explosivos. Se colocarán inicialmente 6 tubos de PVC con tapadera en diferentes áreas donde están las casas para que se coloquen los restos de pilas o baterías usadas, en el caso de los demás desechos electrónicos se colocarán en depósito de plástico comunal para su traslado a bodega o se llevarán directamente a bodega dependiendo del tamaño, por ejemplo las baterías ácido plomo usadas.
  - *Los desechos sólidos ordinarios o inertes son:* papel carbón, empaques de papel plastificado, icopor, telas. Dado que este tipo de desechos es muy reducido se recolectarán y se reutilizará lo que se pueda (telas) reciclar y el resto se destinará a tren de aseo.
- g) Evaluación de la cantidad y manejo de los desechos sólidos peligrosos: serán separados en cada vivienda y colocados en depósito individual o común y se evaluará cantidad que se genera para su destino final a un lugar autorizado por MARN.
- h) Evaluación de la cantidad y manejo de desechos sólidos ordinarios o inertes: serán separados en cada vivienda y colocados en depósito común o individual para evaluar cantidad que se genera y venderlos o entregarlos a tren de aseo.
- i) Evaluación de la cantidad y destino de desechos sólidos inorgánicos reciclables: se colocaran en un depósito comunal (barriles) o bodega, a fin de estimar la cantidad y evaluar si se destinan a la venta, se usan en la comunidad o se entregan al tren de aseo separados.

- j) Evaluación de la cantidad y manejo de desechos sólidos sanitarios: se almacenan inicialmente en cada vivienda y se destinan al tren de aseo.
- k) Evaluación de la cantidad disponible de desechos sólidos orgánicos: separación en cada vivienda de los diferentes tipos de desechos sólidos orgánicos.
- l) Elaboración de contenedor: el contenedor tendrá las siguientes dimensiones: 2.5 metros de largo, 2 metros de ancho y 1.5 metros de alto y será construido de lámina lisa No. 26 con tubos estructurales de 1 pulgada, de acuerdo a detalle de materiales detallado en recursos.
- m) Colocación de 6 rótulos de NO QUEMAR BASURA.
- n) Colocación de 6 basureros comunales.
- o) Compostera comunitaria: Se preparará el espacio adecuado para la compostera comunitaria, la cual tendrá inicialmente las dimensiones iniciales de 0.80 metros de profundidad, 1.5 metros de ancho y 2 metros de largo para evaluar la cantidad de desechos sólidos que se generan.
- p) Los desechos sólidos orgánicos que no son alimento de animales ni van a compostera, se destinan al tren de aseo para lo cual se colocará un recipiente adecuado en el patio comunitario o cada hogar lo entrega semanalmente directamente al tren de aseo.
- q) Preparación del compost: se colocarán 3 capas. PRIMERA CAPA: compuesta por la materia SECA, SEGUNDA: Materia VERDE, TERCERA: Es la que cubre la mezcla esta estará compuesta por la tierra de jardín o de vivero)
- r) Destino del compost: se utilizará como abono orgánico para huertos familiares medicinales y hortalizas.
- s) Otros proyectos de reciclaje a definir con comunidad: uso de botellas plásticas sobrantes de gaseosas para huertos familiares de hortalizas y medicinales.
- t) Organización: para la implementación del proyecto se organizará la comunidad con participación activa de los jóvenes en enlace con la Junta Directiva de la ADESCO de la Comunidad y con el equipo de apoyo de Familia Nueva. Formándose 13 comisiones.

u) Actividades Recreativas, deportivas y culturales de reconocimiento para los jóvenes de las comisiones: Se desarrollarán actividades recreativas, deportivas y culturales orientada a los jóvenes, entre las cuales: caminatas a parques y volcanes de San Salvador, organización de equipos de deporte (basketball, voleibol, fútbol) y juegos de mesa (ajedrez, damas, tenis de mesa).

➤ **Recursos:**

a) PARA CONTENEDOR DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMUNES Y SANITARIOS:

1. Material donado por INMUEBLES S.A.
  - ✓ 8 tubos estructurales de 1 pulgada.
  - ✓ 12 pliegos de 3 yardas de lámina lisa No. 26
  - ✓ 2 galones de pintura anticorrosiva color verde
  - ✓ 1 caja de electrodos apropiada para el material listado
  - ✓ 10 pliegos de lija
  - ✓ 1 cepillo de alambre
2. Material faltante: Pinturas de aceite.
  - ✓ 1 galón de pintura de aceite color amarillo
  - ✓ 1 galón de pintura de aceite anaranjada

b) PARA DEPÓSITOS DE BASURA:

1. Material donado por INMUEBLES S.A.
  - ✓ 3 barriles de lámina
  - ✓ 2 tubos de 1 1/4 de hierro galvanizado
  - ✓ 1 galón de pintura anticorrosiva verde

c) PARA RÓTULOS:

1. Material donado por INMUEBLES S.A.
  - ✓ 1 galón de pintura de aceite color verde

d) PARA VIVIENDAS:

1. Material faltante

- ✓ 4 depósitos de plástico por vivienda con tapadera (vidrio y cartón, latas de aluminio, plástico, desechos peligrosos) : total 120 depósitos
- ✓ 4 depósitos de plástico comunales (para vidrio y cartón, latas, plásticos, desechos peligrosos)

e) PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS Y CULTURALES DE COMISIONES DE JÓVENES:

- ✓ Uniformes para equipos de basketball, fútbol
- ✓ Pelotas de 1 basketball, 1 voleibol, 1 fútbol
- ✓ 5 Juegos de Ajedrez (para hacer torneos)
- ✓ Raquetas, mesa y pelota de ping pong.
- ✓ Refrigerios para actividades recreativas (6 refrigerios al año para 30 personas): caminata boquerón San Salvador y Eco Parque, Parque Bicentenario, Volcán de Izalco, Parque Balboa, Ruinas de San Andrés y Joyas de Ceren, Centro Recreativo Somasca en La Libertad.
- ✓ Camisetas y gorras para las caminatas y actividades recreativas.
- ✓ Transporte : 1 micro bus para actividades recreativas

- **Requerimientos mínimos del Programa:** Disponibilidad de servicio de tren de aseo (a coordinar con Promotor Social de Alcaldía de Ciudad Arce), lugares de acopio comunal de desechos y compostera, y mano de obra de la comunidad Emiliani.
- **Área:** sector común para colocar compostera o depósitos comunales o individuales.
- **Locales:** bodega comunal
- **Apoyos externos:** Empresas privadas de la zona, Alcaldía.



- **Responsable:** Miembros de las Comunidades Familia Nueva y del Caserío Emiliani.

## 2.2.2. OBSERVACION DIRECTA SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Aplicando el segundo método de investigación, el estudio del Caserío Emiliani, Cantón Flor Amarilla sobre el proceso de manejo de los residuos sólidos se dio por medio de visitas permanentes de manera formal al caserío; teniendo presente como se desenvuelven los involucrados directos (población) en el manejo de los residuos sólidos que generan y /o producen. También asistida por el dialogo con alguno de los integrantes de la comunidad que facilitó la descripción del proceso de manejo de este tipo de residuos, esta técnica permite sumergirse en la vida diaria de la comunidad para entenderla mejor.

Se contó con la información dada por el PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE CON AUTOGESTIÓN que se realizó para el Caserío Emiliani, desarrollado por Comunidad Católica Familia Nueva y la Congregación Somasca, contando con apoyos externos de CENTA y CEDEFOR en temas agrícolas y reforestación, y Alcaldía Ciudad Arce a través del Plan Estratégico Participativo que hace parte del PFGL (Programa de Fortalecimiento de Gobiernos Locales) el cual tenía como visión el ser comunidad modelo de desarrollo sostenible replicable con auto gestión que pueda ser una “vitrina” en la región de Zapotitán, a través del desarrollo de actividades económicas productivas y prácticas agrícolas en armonía con el medio ambiente, fomento a Granjas Familiares Integradas de Auto gestión (GIA), la agroindustria, eco-turismo, las energías renovables, uso eficiente de recursos, educación y cero analfabetismo, salud preventiva y saneamiento ambiental, rescate de valores culturales ancestrales y el fortalecimiento de sus valores cristianos y humanos a fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Las tareas de recolección contemplan diversas fases: almacenamiento, transporte y sistemas de transferencia. Idealmente los residuos sólidos se toman de sus sitios de almacenamiento en su mayoría bolsas plásticas ubicadas en cada residencia, para conducirlos al punto de recolección a las afueras de la comunidad donde este punto de reunión trabaja como el punto de transferencia de los desechos para posteriormente ser llevados a sitios de disposición final. La recolección de residuos sólidos tiene que contemplar la de los materiales reciclables, aunque estos la mayoría de los de la comunidad Emiliani lo ven como una fuente externa de ingresos dada su venta.

#### a) ALMACENAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Aunque los contenedores son considerados como el lugar temporal de disposición de residuos sólidos al momento de la generación de los mismos, todos en el Caserío Emiliani cuentan con estos implementos o con bolsas y sacos que utilizan de alguna manera como contenedores de almacenamiento en el origen y esto se debe a que según ellos se les es más práctico, así como se observa en la Figura 2.52, la mayoría considera que separa los desechos en diversos contenedores según su clasificación, sin embargo dado el proyecto impulsado por la comunidad católica de Familia Nueva se esperaba que cada integrante de la comunidad aplicara en su totalidad lo aprendido en las capacitaciones de las cuales fueron participes, por lo cual se esperaba que estos separaran adecuadamente los desechos en los contenedores de almacenamiento, actividad que no se lleva a cabo de la manera correcta. Aunque no se puede obviar el hecho que la mayoría de amas de casa hay ciertos desechos que no les implican un almacenado temporal ya que inmediatamente lo producen disponen de él, como comida de sus animales o simplemente lo tiran a sus patios. Todo plástico generado si en su totalidad es separado en cada hogar dado su venta posterior.



Figura 2.52 Contenedores de Almacenamiento sin separación por tipo de desechos.

#### b) TRANSPORTE Y SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DESECHOS SOLIDOS

Referentes a los aspectos de recolección, el tipo de administración del servicio, el sitio de disposición final y los costos del mismo el municipio de Ciudad Arce presta los servicios por administración propia esto según lo dicta el Segundo Censo de Nacional de Desechos Sólidos Municipales. La operación efectuada por un servicio público consiste en recoger la basura para llevarla al sitio de disposición final, se efectúa en la actualidad desde un punto en común al aire libre a las afueras de la entrada del Caserío donde se recolecta la basura comunal, el primer procedimiento es que cada una de las amas de casas o encargado de cada hogar es el que transporta hasta este punto la basura en su mayoría en bolsas plásticas y otras en sacos de pita, esto lo realizan el mismo día en que el tren de aseo pasa. El tren de aseo tiene un horario de trabajo el cual es pasar con una frecuencia de una vez a la semana en horario matutino (7:00 a 10:00). Aunque cabe recalcar que en el Caserío no todos utilizan el servicio de tren de aseo ya que disponen de otra forma sus desechos. Actualmente gracias al proyecto de la Comunidad de Familia Nueva y de donaciones que ellos pudieron gestionar, se cuenta con la construcción en etapa final de un contenedor comunal (ver Figura 2.53) que será lo suficientemente grande, en este se pretende el almacenamiento únicamente de los desechos destinados para el tren de aseo, desechos bio infecciosos y vidrio, el cual está ubicado a un costado del auditorium, cerca de la entrada del Caserío por lo cual el tren de aseo con facilidad podrá entrar a recoger los desechos por lo que se espera la disponibilidad del servicio del tren de aseo para que el programa se pueda llevar acabo.



Figura 2.53 Contenedor Comunal.

### c) PROCESO DE COMPOSTEO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

El composteo es un proceso de transformación biológica de la materia orgánica en un producto final, denominado composta, y se lleva a cabo en condiciones aerobias (Jaramillo, J., 1999), ya sea a nivel domiciliario o en grandes plantas de composta.

Dado los beneficios que le podría traer al Caserío Emiliani el tener una compostera comunal, Familia Nueva lo impulso como uno de sus proyectos para lo cual integro a la comunidad mediante creación de comisiones para la creación y monitoreo del uso y manejo de la compostera. Esta tiene unas dimensiones de 0.80m de profundidad, 1.5 metros de ancho y 2 metros de largo. Aunque este proyecto se realizó no tuvo el éxito esperado ya que una minoría la ocupa, los demás disponen los desechos dirigidos para la compostera como alimento de sus animales en su mayoría o la utilizan como abono en sus hogares depositándola directamente en sus plantas así como se muestra en la Figura 2.54.



Figura 2.54 Disposición de desechos como comida de los animales.

#### d) DISPOSICION FINAL

La actividad final del servicio de aseo urbano, mediante la cual los desechos sólidos se descargan en forma definitiva, debe procurarse que este depósito permanente de los residuos se haga en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas, previniendo su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población.

En este sentido el Caserío Emiliani posee varios tipos de disposición final, dado que algunos al no utilizar el servicio de tren de aseo debido a que lo consideran innecesario y de difícil acceso, disponen de sus desechos quemándolos en los patios de sus casas (ver Figura 2.58) o por la zona de cultivo (ver Figura 2.55) sin importar el tipo de desecho que sea, otros optan por tirar los desechos que generan en el área donde está la fosa séptica ( ver Figura 2. 56), estas prácticas de disposición final las realizan dado que consideran que es más fácil de realizar y lo pueden hacer con mayor frecuencia generándoles menos tiempo en el almacenamiento en el origen, sin importarles lo dañino que puede ser para el ambiente y su salud.

En las zonas de cultivo, área de fosa séptica y en el área comunal de quema de desechos (Figura 2.57), se pueden encontrar diversos tipos de desechos como los son papel higiénico, toallas sanitarias, pañales de bebe, ropa, plástico, vidrio, papel, cartón, aluminio, ripio, baterías y bio infecciosos, que han sido desalojados allí además de partículas de desechos que han sido quemados y estos no lo hicieron a su totalidad. Desechos como el papel, cartón e incluso el vidrio son implementados para juntar fuego por muchas de las amas de casa, el plástico y aluminio en su mayoría es separado y vendido a personas naturales que llegan a la comunidad para adquirirlos. Dado el programa de capacitación y de planes de desarrollo implementado en el año 2016 por la Comunidad Católica de Familia Nueva se esperaba que las disposiciones finales en la comunidad fueran las correctas, que el 100% de los hogares al tener una correcta separación de los desechos ocuparan el servicio del tren de aseo y se



esperaba que se suspendieran las prácticas de quema y desalojo de los desechos en áreas privadas (patio del hogar) y comunales.



Figura 2.55 Área de cultivo.



Figura 2.56 Área de Fosa Séptica utilizada como basurero.



Figura 2.57 Área Comunal de quema de desechos



Figura 2.58 Área de pasillos comunales.

### 2.2.3. ENCUESTAS SOBRE EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

La población objeto del presente estudio está conformada por integrantes del Caserío Emiliani, específicamente de amas de casas. El muestreo para el desarrollo de la encuesta fue tomada al azar. El total de la muestra está conformada por 16 personas representando a cada hogar que conforma la comunidad y que corresponden al 53% aproximadamente del total de hogares que integran el Caserío Emiliani, la encuesta se realizó el día 25 de abril del presente año, comenzando la jornada de trabajo a las 8:50 de la mañana.

La investigación que se realizó acerca del manejo de los desechos sólidos en el Caserío Emiliani, el nivel explicativo se cubrió al identificar las causas o elementos que inciden en la problemática del manejo de los desechos sólidos y el nivel predictivo se amplió al marcar las recomendaciones, sugerencias o medidas para la solución de la problemática que se investigó. A continuación se presentan los resultados obtenidos por medio de las encuestas:

Para el estudio de la problemática que presenta el Caserío Emiliani sobre el manejo integral de los desechos sólido, se estableció como punto de partida el conocer si estos separan los desechos según su tipo para lo cual se pudo determinar mediante la Figura 2.59 como una mayoría representada con el 75% que si separa los tipos de desechos sólidos según sus características, aunque el 13% dijo no hacerlo y el otro 13% lo hace a veces estos dos últimos justifican el hecho debido a que no logran ver la importancia de hacerlo.

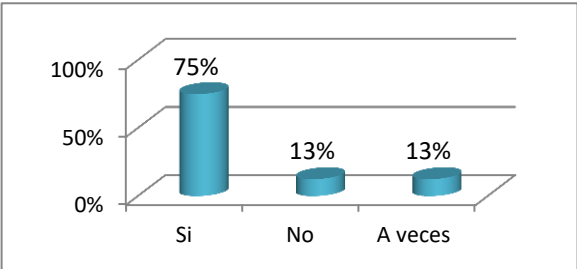


Figura 2.59 Separación de desechos sólidos (Elaboración propia).

Para la disposición final como lo muestra la Figura 2.60, los restos de alimentos cocinados el 94% lo destinan directamente como alimento a sus animales y el 6% lo arrojan a las plantas, por lo que no utilizan nada para su almacenamiento.

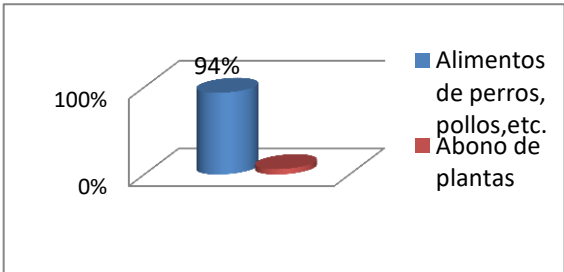


Figura 2.60 Disposición final de restos de alimentos cocinados (Elaboración propia).

Se identificó que la disposición final de los desechos generados por las familias de la comunidad es la siguiente:

Conforme a lo mostrado en la Figura 2.61, el 50% de las familias destina como disposición final de las cascaras y semillas de vegetales y frutas como alimentos de sus animales, el 38% lo utiliza como abono de sus plantas por lo que estas no utilizan nada para su almacenamiento ya que lo hacen de manera directa. Sin embargo hay unos que utilizan como disposición final de estos desechos la compostera y el tren de aseo lo que se ve reflejado en la estadística con un 6% cada uno, para esto ellos emplean bolsas plásticas como almacenamiento intermedio.

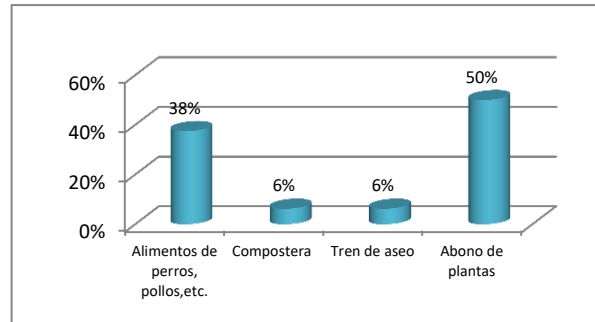


Figura 2.61 Disposición final de cascaras, semillas de vegetales y frutas (Elaboración propia).

La disposición final de los desechos de papel higiénico, toallas sanitarias, algodones y curitas usadas, el 63% dispone de estos por medio del tren de aseo y estos utilizan bolsas plásticas para su almacenamiento, el 38% restante deciden quemar estos desechos por lo que los van almacenando previo a la quema en cubos o bolsas en su mayoría (ver Figura 2.62). Por otro lado la disposición final para los desechos de jeringas usadas el 50% de las encuestadas dijo no producirlas, un 25% opta por su disposición final por medio del tren de aseo para lo cual lo almacenan en bolsas plásticas, el 19% las botan a orillas del cerco una vez la utilizan y solo el 6% dijo que lo guardaba para lo cual utiliza como almacenamiento un bote de vidrio (ver Figura 2.63).



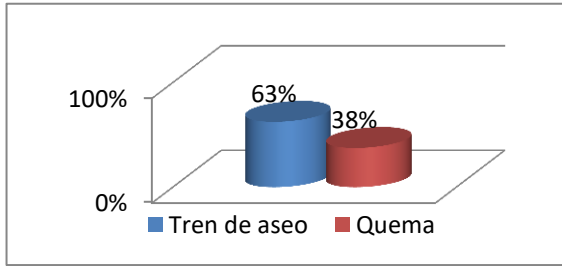


Figura 2.62 Disposición final de papel higiénico, toallas sanitarias, algodones y curitas (Elaboración propia).

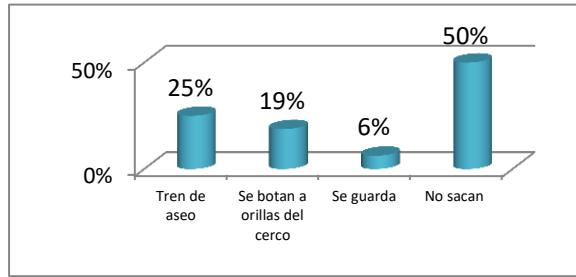


Figura 2.63 Disposición final de jeringas usadas (Elaboración propia).

Según los resultados del análisis de la Figura 2.64 la disposición final del aluminio es la venta, ya que el 63% de las familias deciden venderlo a personas naturales que llegan a la comunidad a comprar este desecho, estas utilizan bolsas plásticas para su almacenamiento, el 19% los regala a vecinos o familiares que venden este desecho y los va almacenando en bolsas plásticas previo a su disposición final y el 19% de las encuestadas no respondió la interrogante puesto que algunas de ellas consideraban que no sacan este tipo de desechos.

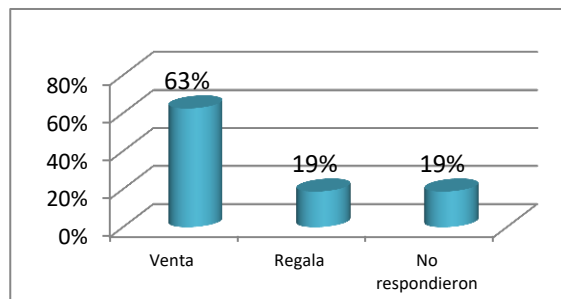


Figura 2.64 Disposición final de aluminio (Elaboración propia).

Conforme la Figura 2.65, la mayoría de las encuestadas representadas por el 63% el plástico que generan optan por venderlo a personas naturales que llegan a la comunidad a comprarlo, el 19% lo regala a personas de la comunidad que venden el plástico, un 13% lo destina para el tren de aseo y un 6% lo quema en los patios. Todos estos ocupan el mismo tipo de almacenamiento que es bolsas plásticas antes de ser llevados a su disposición final.

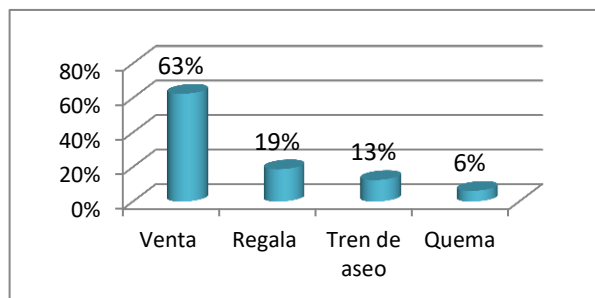


Figura 2.65 Disposición final de plástico (Elaboración propia).

La generación de vidrio como desecho se muestra en la Figura 2.66 que el 38% las encuestadas considera que no lo produce debido a sus actividades diarias, el 13% lo destinan al tren de aseo, lo utilizan para poder juntar fuego o lo guardan en sus viviendas representando estas disposiciones finales el 19% cada una, un 6% lo vende a personas naturales que llegan a la comunidad en busca de este desecho y el otro 6% lo regala a otras integrantes de la comunidad o familiares que lo utilizan.

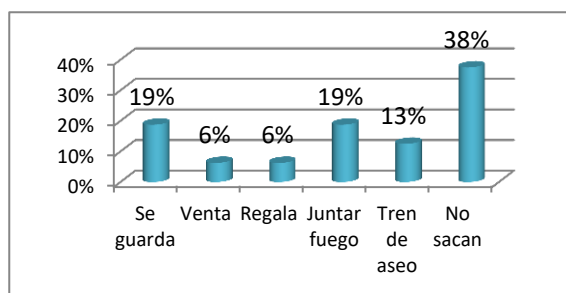


Figura 2.66 Disposición final de vidrio (Elaboración propia).

La disposición final del papel y cartón que se genera según la Figura 2.67, el 25% lo quema como disposición final del desecho por lo cual no implementan nada como almacenamiento solo lo van acumulando en un sector de sus casas y luego disponen de él, el 19% lo vende a personas naturales, el 6% lo destina para el tren de aseo para ambos casos implementan bolsas plásticas para su almacenamiento y el 50% considera que no saca este tipo de desechos en sus residencias.

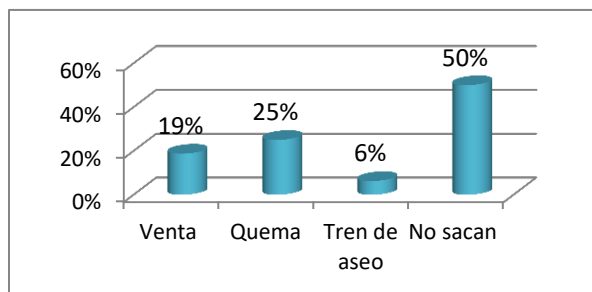


Figura 2.67 Disposición final del papel y cartón (Elaboración propia).

La mayoría de las encuestadas representándose en la Figura 2.68 por un 75% no producen ripio como desecho, el 19% lo implementa para rellenar hoyos y el 6% lo regala, estos dos últimos consideran que no producen tan frecuentemente este tipo de desecho por lo cual esta disposiciones finales son ocasionales.

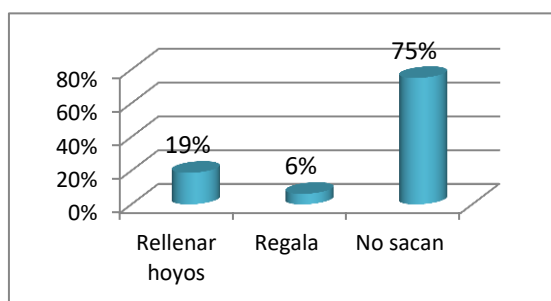


Figura 2.68 Disposición final de ripio (Elaboración propia).

El Caserío Emiliani cuenta con el servicio del tren de aseo lo cual lo manifestó el 100% de las encuestadas sin embargo una constato que a veces este dejaba de pasar pero no sabía cuál era el motivo del porque lo hacía. El servicio de tren de aseo posee un horario fijo de trabajo el cual es en el periodo de la mañana que va desde las 7 de la mañana a las 10 de la mañana y su frecuencia de recorrido es una vez a la semana específicamente los días miércoles.

El proceso de entrega de los desechos al tren de aseo es de manera individual, cada familia junta sus residuos en bolsas plásticas y los van a colocar en un punto en común en la entrada de la comunidad en donde se encarga de recoger el tren de aseo todos los desechos comunales.

En el estudio del servicio del tren de aseo según lo que dicta la Figura 2.69, la mayoría de las encuestadas no perciben ninguna limitante en cuanto al servicio del tren de aseo lo que se ve reflejado en un 75% en la estadística, un 13% considera que una de sus limitantes es que pasa con poca frecuencia, el 6% indica que en ocasiones no pasa y el otro 6% le da igual si el tren pasa o no por los desechos. Aunque la mayoría se abstuvo de dar recomendaciones sobre el servicio, tres dijeron que mantengan el servicio tal y como está trabajando puesto que se encuentran satisfechas con este y una dijo que sería bueno que incrementara su frecuencia de trabajo a dos veces por semana.

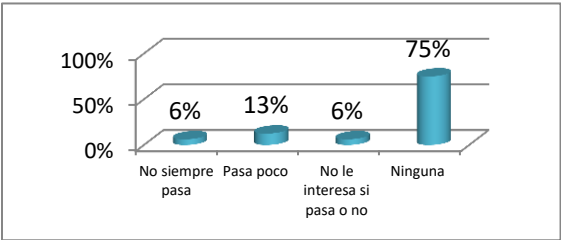


Figura 2.69 Limitantes del tren de aseo (Elaboración propia).

En el estudio del conocimiento sobre la disposición de los diversos servicios de la municipalidad, la Figura 2.70 nos muestra en general que la mayoría dice que el Caserío Emiliani no cuenta con ninguno de los servicios en estudio considerando un promedio de estos del 66% o no sabe al respecto lo que nos reflejaría un porcentaje promedio de 31.2%, el conocimiento de que hay algunos servicios como es la planta de compost, lugares autorizados para desalojo de ripio y de residuos bio infecciosos es mínimo ya que solo representa el 6% cada uno.

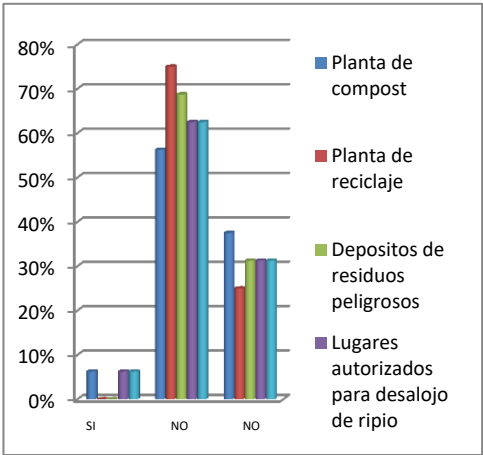


Figura 2.70 Disposición de servicios municipales (Elaboración propia).

El resultado visualizado en la Figura 2.71 muestra la tendencia en cuanto a un estimado cualitativo de la cantidad de desechos que se manejan o desechan cada una de las encuestadas, se puede notar que la mayoría saca una cantidad poca de cada uno de los desechos en estudio considerando una periodicidad de un mes. Dentro de los tipos de envases que manejan como desechos hay latas de aluminio, bolsas y botellas plásticas, botellas de vidrio, jeringas y algodones con sangre, cajas de cartón, hojas de papel, baterías y el ripio.

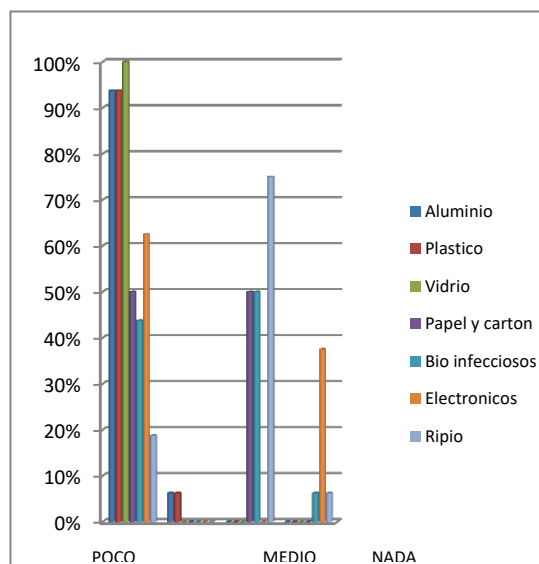


Figura 2.71 Cantidad de materiales manejados o desechados (Elaboración propia).

Las recomendaciones sobre la manipulación de los desechos bio infecciosos, electrónicos y ripio el 63% representando a la mayoría de las encuestadas no respondió esta interrogante, un 6% dijo no saber al respecto y solo el 31% dieron recomendaciones de manera general sobre los desechos bio infecciosos, electrónicos y ripio. De los cuales dijeron que sería de utilidad saber cómo se manejan adecuadamente estos residuos, tener recipientes adecuado para cada uno de ellos, tener un lugar comunitario donde se puedan tener, las baterías específicamente enterrarlas y el ripio que se ocupe para tapar hoyos.

Al estudiar la práctica de la quema de desechos la mayoría de las encuestadas como refleja la Figura 2.72, con un 44% dijo no quemar debido a que disponen de

otras formas antes expuestas para sus desechos, el 25% considera que es más fácil quemar los desechos, ya que una vez que juntan una cantidad considerable solo lo juntan en el patio y lo queman, el 6% considera que lo quema debido a que no hay quien los recoja y el 6% restante lo hace debido a que no hay un deposito comunal en los cuales los puedan ir a desechar.

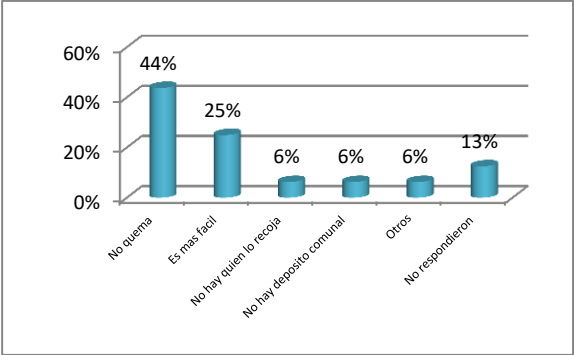


Figura 2.72 Motivo de la quema de la basura (Elaboración propia).

Como se logra apreciar en la Figura 2.73, hay una tendencia positiva de la mayoría representada por el 81% que está interesada en el separar y el tener depósitos en sus viviendas para poder colocar los desechos clasificándolos por sus diferentes tipos, un 6% dijo no estar de acuerdo con esto debido a que no saca algunos tipos de desechos y los que si genera ya tiene la disposición final para cada uno de ellos como lo es quemar, regalar, vender y almacenar por lo que no ve la necesidad de tener contenedores para separar los desechos, el otro 6% dijo no estar seguro al respecto porque no logra percibir el beneficio de hacerlo y el 6% restante no respondió a la interrogante.

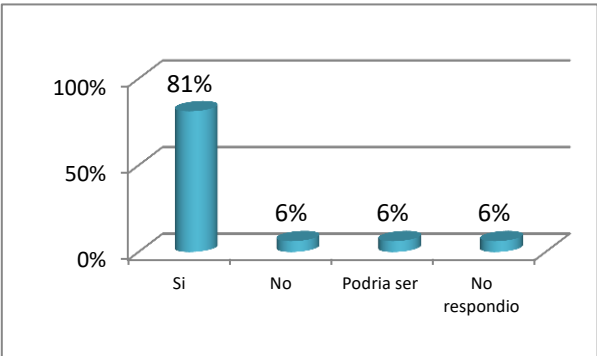


Figura 2.73 Aceptación de separación de desechos sólidos (Elaboración propia).

Por la anterior interrogante la tendencia para saber quiénes estarían dispuestas a realizar una prueba de una semana se mantuvo con una mayoría positiva al ejercicio del 81.25%, mientras que el 18.75% dijo no estar interesadas en hacer esta actividad puesto que no están interesadas en la separación de los desechos. Dentro de las recomendaciones para la separación y reciclaje del plástico, vidrio, aluminio, papel y cartón consideran como lo primordial que todos los integrantes de la comunidad adquieran el compromiso, para tener un apoyo comunal sujeto a responsabilidad.

Todas las encuestadas concordaron en que les gustaría que se implementara un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos como el que fue impulsado por la Comunidad Católica de Familia Nueva en el año 2016.

Dado el proyecto que se llevó a cabo en la comunidad las encuestadas expresaron que les había parecido bien el programa impulsado por Familia Nueva, debido a que ayudo a tener un poco de más organización, aunque consideran que ya no se continuo el plan por falta de responsabilidad y compromiso de todos y recomiendan que el programa continúe pero logrando un mayor compromiso y responsabilidad de parte de todos los que integran la comunidad y consideran que se deberían de hacer menos número de comisiones.

Según la Figura 2.74, se interpreta que la mayoría de las encuestadas considera que tanto las personas que integran la directivo como los jóvenes que forman parte de las comisiones no se involucraron ni orientaron, esto debido a que consideran a la falta de tiempo que ellos poseen debido a sus actividades personales aunque en un inicio si mostraron el interés por el proyecto. Las encuestadas que dijeron que estos si se involucraron lo hicieron mediante reuniones donde se les detallaba lo que se tenía que hacer además de las visitas casa a casa que realizaban.

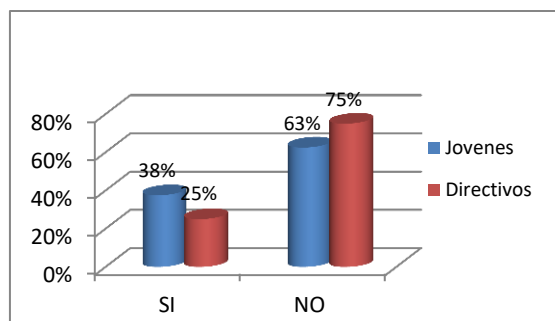


Figura 2.74 Participación y para el plan de manejo integral de desechos sólidos (Elaboración propia).

Las capacitaciones dadas por la Comunidad de Familia Nueva el 62.5% consideran que fueron excelentes, el 18.75% dijo que fueron buenas por lo que se sienten satisfechas con estas capacitaciones y el 18.75% restante dijo que no asistió a ninguna de las capacitaciones.

Según la tendencia que nos muestra la Figura 2.75, el 81% de las encuestadas se mostró positiva a que se continúen dando capacitaciones dado que expresan que les gustaron y quieren seguir aprendiendo, mientras que un 19% no mostro interés alguno en recibir más capacitaciones.

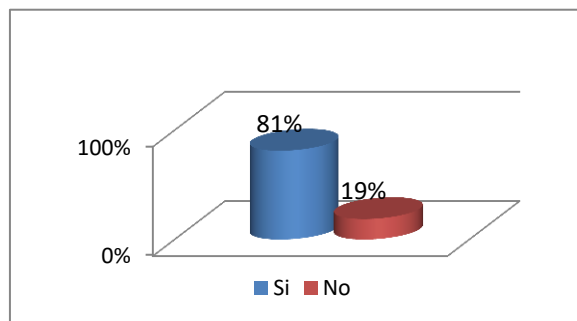


Figura 2.75 Necesidad de más capacitaciones (Elaboración propia).

Se determina en la Figura 2.76 que el 69% de las encuestadas aun poseen las indicaciones escritas sobre el manejo de los desechos sólidos, estas las tienen ubicada en su mayoría en el área de la cocina, en la sala o guardadas, el 31% no las posee se les extraviaron, una encuestada dijo no recordar que se le había proporcionado dicha información.



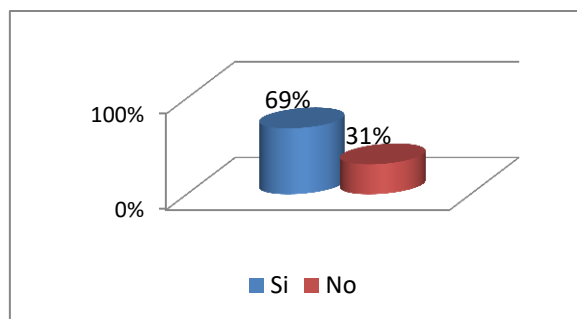


Figura 2.76 Posee indicaciones escritas del manejo de desechos sólidos (Elaboración propia).

Se puede ver en la representación de la Figura 2.77 como el 56% de las encuestadas conoce que es una compostera, un 31% no conoce lo que es ni su función y el 13% restante dijo saber más o menos lo que era un compostera pero no estaba muy claro su concepto por lo que no estaban seguras. Según la Figura 78 la mitad de la encuestadas considera que los desechos destinados para la compostera son cascara y hojas secas, por lo que el 38% dijo no saber al respecto y el 13% restante considera que no recuerda que tipo de desecho es el que está destinado para ir a depositar en la compostera.

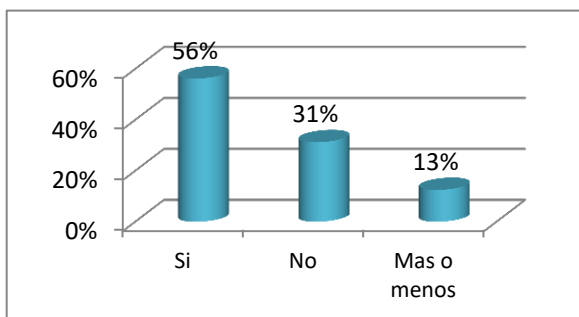


Figura 2.77 Conocimiento de que es una compostera (Elaboración propia).

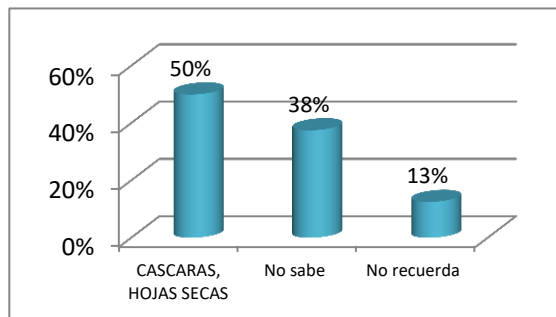


Figura 2.78 Tipos de desechos que pueden destinar a la compostera (Elaboración propia).

Se logra percibir en la Figura 2.79 como la mayoría de las encuestadas representadas por un 75% no utilizan la compostera que se construyó en el 2016 en su terreno comunal, el 13% dijo que diariamente la utilizaba aunque de estas una encuestada dijo que utiliza diariamente una pequeña compostera que posee en su vivienda por lo que no utiliza la comunal, un 6% dijo que la utilizaba cada quince días y el 6% restante dijo que si la utilizaba pero no recordaban con que periodicidad lo hacen.

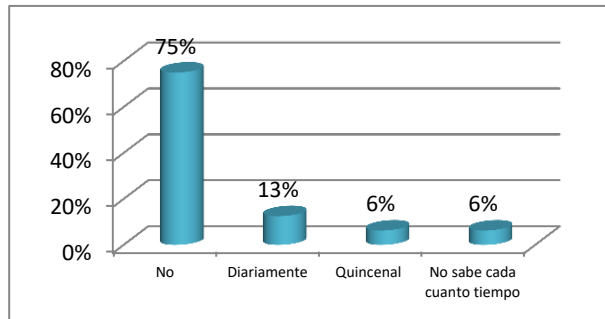


Figura 2.79 Uso de la compostera comunal (Elaboración propia).

Sobre el conocimiento de quiénes son los encargados del funcionamiento de la compostera según el 43.75% no sabe quiénes son los que poseen esta carga, un 12.5% indico que eran la directiva de la comunidad y el 43.75% restante considera que son los jóvenes que forman parte de las comisiones. Para el buen funcionamiento de la compostera consideran que los encargados de esta deben de tener más disponibilidad de tiempo y que la gente de la comunidad se comprometa para que el proyecto funcione.

Las limitantes que consideran con el uso de la compostera son que no se respetaba el tipo de residuo que se podía ir a depositar, la falta de interés y que nunca la ha visto en uso. La mayoría dijo no verle un beneficio con respecto a la utilización de la compostera, no les interesa si funciona o no, no le ven la utilidad debido a que no tienen desechos que ir a depositar allí ya que se los dan a los animales o se los colocan a las plantas como abono.

Todas las encuestadas concordaron en que se les es necesario y de mucha utilidad el tener un contenedor comunitario para la basura porque esto les traería orden, aseo en la comunidad y estarían evitando la quema de basura. Dentro de las ventajas que le ven es precisamente que tendrían una menor contaminación y una mayor limpieza comunal aunque consideran que su mayor desventaja radica en el poco interés y compromiso de la comunidad para apoyar este proyecto. Consideran que el tamaño con el cual contara el contenedor es el adecuado dado que será grande aunque hubieron tres de las encuestadas que manifestaron no

conocer a donde está siendo ubicado y una dijo que para ella se encontraba demasiado lejos de su residencia por lo que no está segura que lo ocupe una vez se encuentre en funcionamiento.

La Figura 2.80 nos muestra como el 38% de las encuestadas considera que los desechos que ira a colocar en el contenedor son papel higiénico, papel, cartón, bolsas, etc., un 13% considera que las cascara de frutas y verduras, el otro 13% considera que los que son para disposición final de tren de aseo, un 13% concordó que se ira a depositar de todo tipo de basura, un 6% considera que puede ir a depositar el plástico al contenedor y el 19% restante dijo no saber qué tipo de desechos podrá ir a desechar al contenedor.

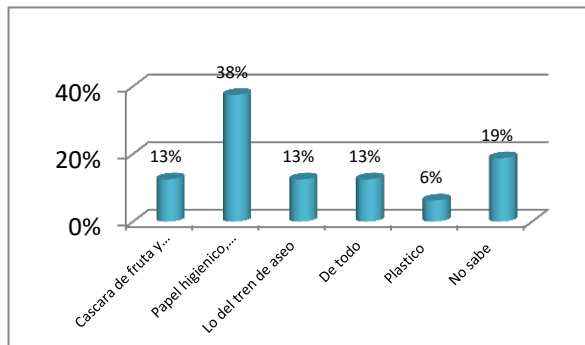


Figura 2.80 Tipos de desechos que se depositaran en el contenedor comunal (Elaboración propia).

El principal motivo que consideran del porque no se terminado el contenedor como se ve representado en la Figura 2.81, un 44% es por la falta de tiempo que tiene el encargado debido a sus labores personales, un 13% considera que es por la falta de responsabilidad. La falta de materiales, de supervisión y la falta de interés son otros de los motivos por los cuales consideran que no se ha finalizado y estos nos representan el 6% cada uno, el 25% restante no sabe cuál ha sido el motivo para que este contenedor no fuera terminado aún.

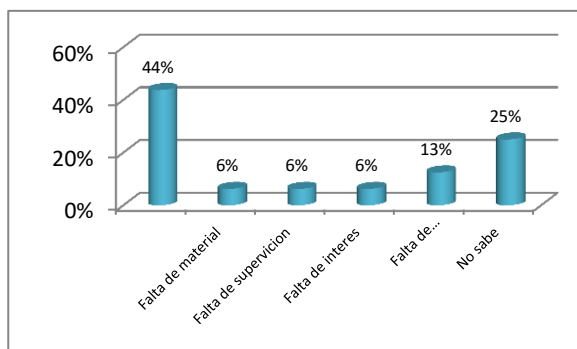


Figura 2.81 Motivos por los que no se ha terminado el contenedor (Elaboración propia).

### 2.3. ANALISIS GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL CASERIO EMILIANI

El estudio de campo mediante la aplicación de métodos fundamentales como la encuesta y la observación directa permitió recolectar la información mediante múltiples inspecciones en el Caserío Emiliani logrando una interacción con los entes involucrados con la problemática ambiental que se tiene.

Los problemas de saneamiento ambiental más importantes que el Caserío Emiliani considera que poseen, son los que corresponden a saneamiento básico, principalmente en el abastecimiento de agua para consumo doméstico donde la calidad de este vital elemento es muy deficiente, en los sistemas de disposición de excretas donde predomina el factor de desuso de la fosa séptica dado los daños que posee en infraestructura y en la contaminación debido a la disposición final de los desechos sólidos generados por cada integrante del Caserío.

La problemática de abastecimiento de agua potable no solo les ha representado la limitante de poseer este recurso en condiciones adecuadas para su consumo, efectos adversos a la salud, si no también les ha representado un problema económico dado a que el recurso monetario destinado al pago del servicio se ha visto incrementado a causa de las alternativas de solución adoptada para poder tener este vital líquido, por medio de la compra de agua de pipa y en algunos hogares también por la compra de agua purificada (agua cristal).

La contaminación que se les es generada debido a rebalses de aguas negras por la falta de funcionamiento de la fosa séptica, por las aguas residuales por actividades agropecuarias aledañas a la comunidad les ha representado un degrade en la calidad del ambiente y les proporciona efectos adverso para la salud de cada uno de los pobladores.

La problemática ambiental debido a la mala manipulación y disposición de los desechos sólidos generados en la comunidad fue el principal objetivo para la creación del PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE CON AUTOGESTIÓN que se realizó para la comunidad Emiliani, desarrollado por Comunidad Católica Familia Nueva y la Congregación Somasca, contando con apoyos externos de CENTA y CEDEFOR y Alcaldía de Ciudad Arce, el desarrollo de este tuvo como propósito el poder ser una comunidad modelo de desarrollo sostenible, mediante la implementación de diversos proyectos para incentivar y capacitar a la población sobre cómo lograr una gestión de desechos sólidos domiciliarios.

Los estudios dieron como resultado que la comunidad en su mayoría prefiere realizar acciones de manipulación y disposición final inadecuadas de sus desechos como es la quema, acumulación, descargar en zonas verdes (áreas comunes) de los desechos, debido a que los consideran más simples, aunque presentan el interés para apoyar en el desarrollo de un programa de solución para las problemáticas ambientales.

### **CAPITULO 3. ANALISIS DEL RECURSO HIDRICO Y MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

#### **3.1. ESTUDIO DEL RECURSO HIDRICO**

Se presenta en este apartado la metodología utilizada para la recolección y preservación de las muestras utilizadas para la caracterización del agua para consumo humano y agua residual en estudio; y para la realización de análisis de

parámetros de calidad de estas como parte de los objetivos planteados en la investigación.

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) para cual deben analizarse las variables fisicoquímicas de interés. El volumen del material captado se transporta hasta el lugar de almacenamiento (cuarto frío, refrigerador, nevera, etc.), para luego ser transferido al laboratorio para el respectivo análisis, momento en el cual la muestra debe conservar las características del material original. Para lograr el objetivo se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis. (Calderón, 2013).

Se presenta la determinación de los parámetros analizados para el estudio de calidad del agua con la que cuenta el Caserío Emiliani mediante lo establecido en la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.01:08 y la Norma Salvadoreña Obligatoria de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor NSO 13.49.01:09 con el objetivo de comparar mediante los niveles máximos permisibles establecidos por ellas y que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad, se muestra el impacto ambiental que genera la calidad del recurso actual mediante la implementación del método de evaluación de impacto ambiental llamado “matriz de Leopold” y el estudio estadístico del análisis de homogeneidad de muestreos mediante la aplicación de contrastes de hipótesis que estableció la pauta para la determinación de la calidad de agua para consumo humano y agua gris.

### 3.1.1. METODOLOGIA ESTANDAR PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción de agua para el consumo humano y para higiene personal, que son regidos por

normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en condiciones físicas, químicas y microbiológicas.

La metodología de toma de muestras y análisis de aguas aplicado para el estudio, partió de la determinación de los elementos fundamentales del muestreo estipulando la ubicación, tiempo y frecuencia del muestreo, tipo de envase y volumen requerido por cada muestra; y el procedimiento a seguir para su realización. La calidad del agua para consumo humano mediante los análisis de caracterización se fundamentó bajo la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.01:08 y los análisis de aguas grises bajo la Norma Salvadoreña Obligatoria de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor NSO 13.49.01:09 mediante la utilización de procedimientos fisicoquímicos, químicos y microbiológicos, considerando los parámetros mínimos necesarios establecidos en dichas leyes.

#### *3.1.1.1. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO*

Para la realización de los muestreos de agua de consumo humano, el Caserío Emiliani se sectorizo en tres zonas como se muestra en la Figura 3.1, considerando las residencias del lado norte como zona 1, las residencias de lado sur como zona 2 y áreas comunes como zona 3, de las cuales se extraerán muestras compuestas de grifos del sistema de abastecimiento de la comunidad Emiliani, de los pozos artesanales que poseen los habitantes y se tomara una muestra de los tanques de almacenamiento del agua potable suministrada por pipa. Para el muestreo del agua residual realizo la extracción de una muestra, la cual fue tomada de la residencia número 11, ubicada en la zona 1 (ver Figura 3.1).





cantidad de muestras compuestas que se obtuvieron fueron 5 de aguas suministrada por ANDA, 5 muestras compuestas de agua de pozos artesanales. Se extrajo una muestra compuesta de agua de pipa y una muestra simple de agua gris. Para estas últimas el volumen de muestra fue de un galón, siendo el total de muestras analizadas 12. La metodología de formación de las muestras se especifica en la Tabla 3.1 para las aguas en estudio, en la que las muestras se han identificado con código.

Tabla 3.1 Cuadro de metodología de muestreo  
*Muestra de Estudio: Agua suministrada por ANDA*

<i>Muestra de Estudio: Agua suministrada por ANDA</i>			
<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTO DE MUESTREO (N° de casa)</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO</b>
1	De la 1 a la 6	MAAN1	1
2	De la 7 a la 12	MAAN2	1
3	De la 13 a la 18	MAAN3	1 y 2
4	De la 19 a la 24	MAAN4	2
5	De la 25 a la 30	MAAN5	2
6	Ubicación cercana al punto de inicio del suministro del agua potabilizada.	MAAN6	-
7	Ubicación cercana al punto de captación del agua sin proceso.	MAAN7	-
<i>Muestra de Estudio: Agua de pozo artesanal</i>			
<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTO DE MUESTREO (N° de casa)</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO</b>
1	De la 1 a la 6	MAPA1	1
2	De la 7 a la 12	MAPA2	1
3	De la 13 a la 18	MAPA3	1 y 2
4	De la 19 a la 24	MAPA4	2
5	De la 25 a la 30	MAPA5	2
<i>Muestra de Estudio: Agua de pipa</i>			
<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTO DE MUESTREO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO</b>
1	Tanque	MAP1	3
<i>Muestra de Estudio: Agua Gris</i>			
<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTO DE MUESTREO (N° de casa)</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO</b>
1	8	MAR1	1

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.1.4. SELECCIÓN DE ENVASES

El material de los envases utilizados en este estudio serán de polietileno de alta densidad, debe ser inerte, de manera que no produzca alteraciones en la composición de la muestra, tales como pérdidas por adsorción, volatilización o contaminación por materias extrañas. En general los materiales más utilizados son el vidrio neutro y el polietileno de alta densidad, requiriéndose en algunos casos materiales más específicos como por ejemplo el vidrio ámbar o el politetrafluoretileno PTFE, ya sea para el envase mismo o para sus tapas.

Para nuestro estudio el material de los envases fue de polietileno de alta densidad, debido al tipo de estudios que se realizaron, este no alterara la composición de la muestra (Ver anexo 4).

#### 3.1.1.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN

Los procedimientos de recolección de las muestras que fueron ejecutados para cada tipo de agua analizada son los siguientes:

##### a) AGUA POTABLE SUMINISTRADO POR ADMINISTRACION DE ACUADUCTOS Y ALCANTARILLADOS(ANDA)

El agua suministrada por alcantarilla se tomó de cada casa, directamente del grifo siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

1. Desinfectar el grifo utilizando alcohol o una solución de hipoclorito de sodio.
2. Abrir la llave del grifo para evacuar el agua retenida.
3. Usar recipientes nuevos de boca estrecha y de rosca con sello los cuales deben enjuagarse 7 veces con el agua de muestra.
4. Llenar los envases hasta el límite para evitar la presencia de aire en el frasco y dejar espacio de aire si se realizaran estudios microbiológicos.
5. Etiquetar los botes con la fecha, hora y lugar de toma de la muestra.

##### b) AGUA POTABLE SURTIDA POR PIPA

El agua potable de pipa se tomó directamente del grifo que poseen los tanques de recolección:

1. Desinfectar el grifo utilizando alcohol o una solución de hipoclorito de sodio.

2. Abrir la llave del grifo para evacuar el agua retenida.
3. Usar recipientes nuevos de boca estrecha y de rosca con sello los cuales deben enjuagarse 7 veces con el agua de muestra.
4. Llenar los envases hasta el límite para evitar la presencia de aire en el frasco y dejar espacio de aire si se realizaran estudios microbiológicos.
5. Etiquetar los botes con la fecha, hora y lugar de toma de la muestra.

#### c) AGUA DE POZO

El procedimiento que se realizó para la toma de muestra de agua de pozo no se tomó por medio de grifo sino que se utilizaron baldes.

1. Desinfectar el balde utilizando alcohol o una solución de hipoclorito de sodio.
2. Extraer el agua de pozo en el balde para luego colocar el agua en los recipientes de recolección.
3. Usar recipientes nuevos de boca estrecha y de rosca con sello los cuales deben enjuagarse 7 veces con el agua de muestra.
4. Llenar los envases hasta el límite para evitar la presencia de aire en el frasco y dejar espacio de aire si se realizaran estudios microbiológicos.
5. Etiquetar los botes con la fecha, hora y lugar de toma de la muestra.

#### d) AGUA GRIS

Para la toma de muestra del agua gris se realizó directamente de la caja, en donde el recipiente ya debidamente desinfectado se sumergió y se obtuvo el agua para muestra.

### *3.1.1.6. TRANSPORTE, PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS*

#### a) Transporte y preservación

- La técnica de preservación mediante refrigeración se aplicó durante la recolección y el transporte, como también en la mayoría de los casos en el

laboratorio mientras las muestras estaban en espera de ser ensayadas, la temperatura de refrigeración fue entre 1 y 4 °C para muestras bacteriológicas y de  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  para muestras físico-químicas, evitando la congelación en ambos casos.

- El transporte de los envases se realizó en recipiente plástico con hielo debidamente tapado para evitar la radiación solar y el calor, las muestras fueron llevadas inmediatamente al laboratorio para la realización de los análisis.
- Para la preservación no fue necesaria la adición de ningún preservante químico debido al tipo de parámetros de interés que se analizaron.

#### b) Conservación

- El tiempo de almacenamiento afecta en mayor medida a algunas determinaciones, ya sea por pérdidas debidas a adsorción en las paredes de los envases, intercambios iónicos, precipitación, solubilidad, actividad microbiana u otra serie de reacciones. Este tiempo se redujo al mínimo posible, siendo necesario incluso que algunos análisis sean realizados en terreno, en el mismo momento del muestreo.
- Para el caso de los ensayos que por su complejidad o especialización se deben efectuar en el laboratorio, lo recomendado es que se ejecuten en forma inmediata luego del ingreso de las muestras, lo que en la realidad, muchas veces, esto no se cumple. Por esta razón es que, sumado a las técnicas de preservación, limito el tiempo máximo de almacenamiento, el que dependerá de las características y naturaleza de la muestra y de la estabilidad de cada analito en particular, que para nuestro estudio el tiempo máximo fue de un mes (Ver anexo 5).

### 3.1.2. ANALISIS DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS A LAS MUESTRAS

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura, es por ello

que se estableció a partir de la NSO 13.07.01:08 los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable para proteger la salud pública.

En las Tablas 3.2, 3.3 y 3.4 se presentan una descripción general de los parámetros a analizar.

Tabla 3.2 Cuadro de análisis de parámetros.

ANALISIS	DESCRIPCION
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	Para obtener los sólidos totales disueltos se consideró mediante la relación existente con la conductividad que establece que $\frac{2\mu S}{cm}$ de conductividad = 1ppm de STD , por ello se aplicó la siguiente formula: $STD = \frac{conductividad}{2}$
DUREZA	Se determinó la dureza del agua utilizando el método analítico por volumetría por medio de la valoración con EDTA siguiendo el procedimiento 05 descrito en el anexo 5, este método es aplicable a aguas potables, superficiales, contaminadas y aguas residuales. El ácido etilendiaminotetraacético y sus sales de sodio (EDTA) forman un complejo de quelato soluble al añadirlo a las soluciones de algunos cationes metálicos. Cuando se añade EDTA al agua que contiene calcio y magnesio, aquél se combina primero con el calcio. De acuerdo con los criterios actuales, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, por lo que los resultados son expresados como carbonato de calcio, en miligramos por litro.
NITRATOS	La obtención de las concentraciones de nitratos se obtuvieron mediante espectrofotometría UV siguiendo el procedimiento 06 descrito en el anexo 5, la técnica de monitoreo espectrofotométrico ultravioleta (UV) mide la absorbancia del nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) a 220 nm y es adecuada para la determinación rápida de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> y el monitoreo de aguas con bajo contenido de materia orgánica, como aguas naturales sin contaminar y fuentes de agua potable. Debido a que la materia orgánica disuelta también puede absorber a 220 nm y a que el NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> no absorbe a 275 nm, se usa una segunda medición a 275 nm para corregir el valor de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .
SULFATOS	La obtención de las concentraciones de sulfatos se obtuvieron mediante espectrofotometría UV siguiendo el procedimiento 07 descrito en el anexo 5, este método mide la absorbancia a una longitud de onda de 420 nm, el contenido de SO <sub>4</sub> de cada muestra se obtiene a partir de la curva de calibración previamente obtenida en el método.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3 Cuadro de análisis de parámetros.

<b>ANALISIS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<p>HIERRO TOTAL</p>	<p>Las concentraciones de sulfatos se obtuvieron mediante espectrofotometría UV siguiendo el procedimiento 08 descrito en el anexo 5, este método mide la absorbancia a una longitud de onda de 510 nm, para la obtención de las concentraciones se obtuvieron a partir de la curva de calibración creada utilizando la metodología que el método precisa y que está expuesta en el anexo 8.</p>
<p>PLOMO</p>	<p>Para la determinación de la concentración de plomo que contenían las muestras se enviaron las muestras de agua al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia, para lo cual reportaron que el método de análisis implementado fue el método fotométrico, presentando los informes de resultados presentes en el anexo 6.</p>
<p>ARSÉNICO</p>	<p>Para la obtención de la concentración de plomo que contenían las muestras se enviaron las muestras de agua al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia, para lo cual reportaron que el método de análisis implementado fue el método colorimétrico, presentando los informes de resultados presentes en el anexo 6.</p>
<p>COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES</p>	<p>Para la determinación de la concentración de coliformes totales y coliformes fecales que poseían las muestras, se enviaron las muestras al Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico, para lo cual reportaron que el método analítico implementado fue por el método del número más probable (NMP) para lo cual presentaron los informes de análisis presentes en el anexo 7.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.4 Cuadro de análisis de parámetros.

ANALISIS	DESCRIPCION	ILUSTRACION
pH	Se definió los valores de pH utilizando el sensor de pH del dispositivo de Vernier mostrado en la figura 3.2 debidamente calibrado según el procedimiento 01 de calibración y medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.2 Sensor de pH</p>
CONDUCTIVIDAD	Se obtuvieron los valores de conductividad utilizando el sensor de conductividad del dispositivo de Vernier mostrado en la figura 3.3 debidamente calibrado según el procedimiento 02 de calibración y medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.3 Sensor de conductividad</p>
TURBIDEZ	Se implementó el sensor de turbidez de Vernier para la obtención de los valores de turbidez en las muestras mostrado en la figura 3.4 debidamente calibrado según el procedimiento 03 de calibración y medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.4 Sensor de turbidez</p>
OXÍGENO DISUELTO	Se obtuvieron los valores de oxígeno disuelto utilizando el sensor de oxígeno disuelto del dispositivo de Vernier mostrado en la figura 3.5 debidamente calibrado según el procedimiento 04 de calibración y medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.5 Sensor de oxígeno disuelto</p>
CLORO	Se obtuvieron los valores de cloro utilizando un medidor OTO ( <i>ortotolidina</i> ) mostrado en la figura 3.6, este es un medidor líquido que mide el cloro total. Cada cubeta tiene una escala colorimétrica que sirve para comparar el color del que se tiñe el agua tras agregar el reactivo y determinar el valor de pH y cloro que resulte de la medición de la muestra, para la obtención de los resultados se utilizó el procedimiento 09 de medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.6 Medidor de cloro</p>
FLUORUROS	Se determinó la concentración de fluoruros, utilizando el medidor de fluoruros ExStick FL700 mostrado en la figura 3.7 debidamente calibrado según el procedimiento 10 de calibración y medición descrito en el anexo 8.	 <p>Figura 3.7 Medidor de fluoruros</p>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS

El desarrollo de la caracterización de las muestras de aguas potables, se realizó mediante la comprobación del cumplimiento de los límites permisibles de los parámetros establecidos en la NSO 13.07.02:08. Mientras que las muestras de aguas residuales se caracterizaron de acuerdo a lo establecido en la Norma Salvadoreña Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor (NSO 13.49.01:09). En los epígrafes 3.1.3.1, 3.1.3.2, 3.1.3.3 y 3.1.3.4 se presentan los resultados.

#### 3.1.3.1. CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE ANDA

Para caracterizar el agua suministrada por ANDA se utilizarán 16 parámetros que deben verificarse para aguas potabilizadas y que están estipulados en la normativa salvadoreña considerando todos los subgrupos de parámetros de medición que esta exige, los cuales son los siguientes: fluoruros, conductividad, oxígeno disuelto, sulfatos, pH, temperatura, sólidos totales disueltos, cloro, turbiedad, dureza total, hierro total, nitratos, plomo, arsénico, coliformes totales y coliformes fecales.

Los datos obtenidos al realizar la caracterización fisicoquímica del agua potable proveniente de la red, revelan que en el muestreo uno existen seis parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles en la NSO 13.07.02:08, estos son turbidez, oxígeno disuelto, plomo, coliformes totales y coliformes fecales como se puede ver en la Tabla 3.5. En los análisis de los parámetros de turbidez dieron como resultados dos muestras que no cumplen con los límites permisibles mientras que el análisis de oxígeno disuelto solo presento una muestra fuera del límite máximo, debido a que el análisis se realizó a muestras compuestas de la zona en estudio, basta con estas muestras fuera de los límites para concluir que estos parámetros no cumplen lo estipulado en la normativa.

Los análisis para el muestreo dos, que se presentan en la Tabla 3.6, dieron como resultados cinco parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles que



fueron los mismos que se presentaron en el muestreo uno, con la excepción de la turbidez dado que esta si cumplió con los límites permisibles, pero la conductividad no cumple con la normativa y aunque en ambos muestreos se obtuvieron valores diferentes de los parámetros en estudio se considera que estos seis parámetros mostraron estar fuera de los rangos máximos permisibles según la NSO 13.07.02:08.

El agua captada por la institución ANDA es tratada mediante el proceso de potabilización convencional el cual incluye etapas de coagulación, floculación, decantación (o sedimentación), filtración y la desinfección, sin embargo no logra una remoción adecuada, debido a la presencia de contaminantes con niveles fuera de lo estipulado por la NSO 13.07.02:08 como el plomo, la conductividad, coliformes totales y fecales que posiblemente estén indicando la necesidad de incluir tratamientos terciarios para potabilizar estas aguas, ya que existe contaminación no controlada en las fuentes de captación que puede ser de origen natural (fenómenos geológicos e hidrogeológicos) o antropogénico (vertidos industriales, lixiviación, otros).

Tabla 3.5 Caracterización de agua potable de la red. Muestreo 1.

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 1)							ESPECIFICACIONES AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08
	MAAN 1	MAAN 2	MAAN 3	MAAN 4	MAAN 5	MAAN 6	MAAN 7	
<b>FISICO QUIMICOS</b>								
Turbidez (NTU)	5.5	1	5	10	4.5	5	6.5	5 NTU
pH	7.84	7.84	7.91	7.96	8	7.99	7.82	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	11.1	12.1	8.8	9.2	10.9	10.6	12.3	12 mg/L
Temperatura (°C)	25.2	25.7	25.7	25.1	25.4	24.4	24.7	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	1545	1550	1535	1533	1534	1535	1555	1500 µS/cm
Solidos totales disueltos (mg/L)	772.5	775	767.5	766.5	767	767.5	777.5	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	264.4 9	237.8 5	272.1 0	266.3 92	264.4 9	253.0 7	247.3 6	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	1.65	1.81	2.95	1.77	1.67	1.93	2.05	400 mg/L
Cloro (mg/L)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	1.1 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>								
Nitratos (mg/L)	8.16	9.4	17.96	7.95	13.89	3.60	1.27	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.15	0.26	0.13	0.14	0.13	0.09	0.08	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	1 mg/L
<b>SUSTANCIAS TOXICAS</b>								
Plomo (mg/L)	0.34	0.22	0.44	0.40	0.46	0.36	0.49	0.01 mg/L
Arsénico (mg/L)	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.01 mg/L
<b>MICROBIOLOGICOS</b>								
Coliformes totales	>23N MP/10 0ml	>23N MP/10 0ml	>23N MP/10 0ml	<1.1N MP/10 0ml	>23N MP/10 0ml	>23N MP/10 0ml	>23N MP/10 0ml	<1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	>23N MP/10 0ml	<1.1N MP/10 0ml	12NM P/100 ml	<1.1N MP/10 0ml	2.2NM P/100 ml	9.2NM P/100 ml	1.1NM P/100 ml	<1.1 NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.6 Caracterización de agua potable de la red. Muestreo 2.

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 2)					ESPECIFICACIONES AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08
	MAAN1	MAAN2	MAAN3	MAAN4	MAAN5	
<b>FISICO QUIMICOS</b>						
Turbidez (NTU)	2.2	2.8	2	1.4	2.6	5 NTU
pH	6.2	7.75	7.90	7.94	7.87	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	16.2	15.8	16.3	15.6	14.9	12 mg/L
Temperatura (°C)	27.4	27.5	27.5	27.6	27.3	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	1619	1634	1632	1638	1636	1500 µS/cm
Solidos totales disueltos (mg/L)	809.5	817	816	819	818	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	79.92	83.72	87.53	76.11	133.19	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	3.62	3.83	3.48	3.94	3.72	400 mg/L
Cloro (mg/L)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>						
Nitratos (mg/L)	8.08	8.38	4.68	8.23	9	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.22	0.33	0.17	0.14	0.19	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1 mg/L
<b>SUSTANCIAS TOXICAS</b>						
Plomo (mg/L)	0.37	0.37	0.41	0.39	0.35	0.01 mg/L
Arsénico (mg/L)	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.01 mg/L
<b>MICROBIOLOGICOS</b>						
Coliformes totales	>23NM P/100ml	<1.1NM P/100ml	>23NM P/100ml	>23NM P/100ml	2.2NMP /100ml	<1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	>23NM P/100ml	<1.1NM P/100ml	6.9NMP /100ml	2.2NMP /100ml	<1.1NM P/100ml	<1.1 NMP/100 ml

### *3.1.3.2. CARACTERIZACION DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE SURTIDA POR PIPA*

La caracterización del agua potable surtida por pipa, que es adquirida por la comunidad, se realizará a partir de 16 parámetros, comparando con los límites establecidos en la NSO 13.07.02:08, los cuales son los siguientes: fluoruros, conductividad, oxígeno disuelto, sulfatos, pH, temperatura, sólidos totales disueltos, cloro, turbiedad, dureza total, hierro total, nitratos, plomo, arsénico, coliformes totales y coliformes fecales.

Los datos obtenidos al realizar la caracterización fisicoquímica del agua potable surtida por pipa que adquieren en el Caserío Emiliani revelan que en el muestreo uno existen cuatro parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles en la NSO 13.07.02:08, los cuales son turbidez, plomo, coliformes totales y coliformes fecales como se puede ver en la Tabla 3.7. Los análisis para el muestreo dos presentados en la Tabla 3.8 dieron como resultados cuatro parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles que son oxígeno disuelto, plomo, coliformes totales y coliformes fecales. Por lo que según los parámetros analizados el agua surtida por pipa adquirida por el Caserío Emiliani posee cinco parámetros de los cuales no están cumpliendo con la normativa salvadoreña para agua potable.

Tabla 3.7 Caracterización de agua de pipa. Muestreo 1.

PARAMETROS	MUESTRAS	ESPECIFICACIONES
	MUESTREO 1	
	MAP1	AGUA POTABLE
		NSO 13.07.01:08
<b>FISICO QUIMICOS</b>		
Turbidez (NTU)	12.5	5 NUT
pH	7.07	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	10	12 mg/L
Temperatura (°C)	25.8	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	440	1500 µS/cm
Solidos totales disueltos (mg/L)	220	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	87.53	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	37.687	400 mg/L
Cloro (mg/L)	0.2	1.1 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>		
Nitratos (mg/L)	18.83	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.11	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.30	1 mg/L
<b>SUSTANCIAS TOXICAS</b>		
Plomo (mg/L)	0.10	0.01 mg/L
Arsénico (mg/L)	No detectado	0.01 mg/L
<b>MICROBIOLOGICOS</b>		
Coliformes totales	>23NMP/100ml	<1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	>23NMP/100ml	<1.1 NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8 Caracterización de agua de pipa. Muestreo 2.

PARAMETROS	MUESTRAS	ESPECIFICACIONES
	(MUESTREO 2)	
	MAP1	AGUA POTABLE
		NSO 13.07.01:08
<b>FISICO QUIMICOS</b>		
Turbidez (NTU)	2	5 NUT
pH	8	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	15.3	12 mg/L
Temperatura (°C)	27.4	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	419	1500 µS/cm
Solidos totales disueltos (mg/L)	209.5	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	28.542	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	23.79	400 mg/L
Cloro (mg/L)	0.2	1.1 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>		
Nitratos (mg/L)	16.10	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.26	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.20	1 mg/L
<b>SUSTANCIAS TOXICAS</b>		
Plomo (mg/L)	0.02	0.01 mg/L
Arsénico (mg/L)	No detectado	0.01 mg/L
<b>MICROBIOLOGICOS</b>		
Coliformes totales	>23NMP/100ml	<1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	>23NMP/100ml	<1.1 NMP/100 ml

### 3.1.3.3. CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE POZO

Para caracterizar el agua del pozo se utilizarán los parámetros que, de acuerdo al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, son las mínimas que deben verificarse para aguas subterráneas que van a ser potabilizadas, los cuales son los siguientes: fluoruros, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sulfatos, pH, sólidos totales disueltos, turbiedad, dureza total, hierro total y nitratos.

Para el estudio del agua de pozo también se consideró analizar el nivel freático de los pozos artesanales, el cual es el límite superior de la zona de saturación de agua, por lo que es un elemento muy significativo del sistema de aguas subterránea e indicado como nivel piezométrico, los cuales dieron como resultados valores que se encuentran dentro de un rango de entre 60 a 147.5 centímetros medidos como nivel piezométrico. Dado que este parámetro fluctúa con respecto al tiempo dado la diferencia en las condiciones se observó que para el segundo muestreo el nivel del agua que contenían los pozos del Caserío Emiliani era mayor a que el del primer muestreo por lo que el nivel freático se presentó dentro de un rango de 40 a 120 centímetros, por lo que el nivel piezométrico de los pozos se vio disminuido.

Los datos obtenidos al realizar la caracterización fisicoquímica del agua proveniente de los pozos del Caserío Emiliani revelan que para el muestreo uno existen tres parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles en la NSO 13.07.02:08, estos son turbidez, conductividad y dureza como se puede ver en la tabla 3.9, este último parámetro solo una muestra presentó estar fuera del rango debido a que el análisis se realizó a muestras compuestas de la zona en estudio basta como para determinar que ese parámetro no está dentro del rango. Los análisis para el muestreo dos dieron como resultados cuatro parámetros como se puede ver en la Tabla 3.10 que sobrepasan los límites máximos permisibles los cuales son turbidez, oxígeno disuelto, conductividad y hierro total, por lo que en

este último muestreo se presentó una reducción en la dureza del agua que sin embargo este siempre se considera como un parámetro que el agua de pozos artesanales del Caserío Emiliani no cumple con el límite máximo exigido, dado los análisis del primer muestreo del agua de ANDA, agua de pipa y sus resultados en la concentración de plomo, se realizó una muestra compuesta de todos los pozos artesanales del Caserío para ser analizada este parámetro como se puede ver en la Tabla 3.11, lo que dio como resultado que la concentración de plomo sobrepasa los límites máximos permitidos. Considerando que todos estos parámetros pueden ser minimizados con el correcto proceso de potabilización.

Tabla 3.9 Caracterización de agua de pozo artesanal. Muestreo 1

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 1)					ESPECIFICACIONES AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08
	MAPA1	MAPA2	MAPA3	MAPA4	MAPA5	
<b>FISICO QUIMICOS</b>						
Turbidez (NTU)	16.5	8.5	3	9.5	8.5	5 NUT
pH	6.62	6.75	6.73	6.65	6.76	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	11.1	6.9	8.2	9.9	9.3	12 mg/L
Temperatura (°C)	25.8	26.2	26	25.7	24.9	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	1232	1124	1075	1364	1594	1500 µS/cm
Sólidos totales disueltos (mg/L)	616	562	537.5	682	797	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	357.72	332.90	369.14	487.12	553.71	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	196.38	187.79	198.94	249.83	268.17	400 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>						
Nitratos (mg/L)	29.59	17.84	19.66	11.88	20.08	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.12	0.034	0.038	0.037	0.055	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.10 Caracterización de agua de pozo artesanal. Muestreo 2.

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 2)					ESPECIFICACIONES AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08
	MAPA1	MAPA2	MAPA3	MAPA4	MAPA5	
<b>FISICO QUIMICOS</b>						
Turbidez (NTU)	8	5.1	4.1	6.1	5.3	5 NUT
pH	7.44	7.29	7.21	7.2	7.25	8.5
Oxígeno disuelto (mg/L)	15	14.7	14.5	15.4	11.2	12 mg/L
Temperatura (°C)	27.5	27.6	27.9	27.2	27	No rechazable
Conductividad (µS/cm)	1292	1176	1231	1528	1693	1500 µS/cm
Sólidos totales disueltos (mg/L)	646	588	615.5	764	846.5	1000 mg/L
Dureza (mg/L)	133.19	129.39	135.09	224.53	232.14	500 mg/L
Sulfatos (mg/L)	181.02	152.48	224.13	291.52	320.61	400 mg/L
<b>SUSTANCIAS NO DESEABLES</b>						
Nitratos (mg/L)	44.92	30.98	9.70	27.08	19.09	45 mg/L
Hierro total (mg/L)	0.52	0.44	3.44	0.14	2.9	0.30 mg/L
Fluoruro (mg/L)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1 mg/L

Tabla 3.11 Caracterización de sustancia toxica de agua de pozo artesanal. Muestreo 2.

PARAMETRO	MUESTRAS (MUESTREO 2)	ESPECIFICACIONES AGUA POTABLE NSO 13.07.01:08
	MAPAC	
<b>SUSTANCIA TOXICA</b>		
Plomo (mg/L)	0.21	0.01 mg/L

\* Muestra compuesta de todos los pozos del cantón Emiliani, Flor Amarilla  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.4. CARACTERIZACION DE LAS MUESTRA DE AGUA GRIS

Para caracterizar el agua gris del Caserío Emiliani se utilizarán los parámetros que son pH, grasas y aceites, conductividad, solidos totales disueltos que deben verificarse para aguas residuales para descargas de un cuerpo receptor.

Los datos obtenidos al realizar la caracterización fisicoquímica del agua gris proveniente del Caserío Emiliani revelan que existe un parámetro que sobrepasa el límite máximo permisible en la norma obligatoria salvadoreña de agua residual descargadas a un cuerpo receptor NSO 13.49.01:09, el cual es aceites y grasas aunque los valores obtenidos de este parámetro fluctuaron en ambos muestreos, dando una reducción en este valor en el segundo muestreo como se puede ver en la Tabla 3.10 y Tabla 3.11. Los niveles máximos permisibles de los parámetros de esta norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos. Para alcanzar dichos niveles esta no permite la dilución.

Tabla 3.12 Caracterización de agua gris. Muestreo 1.

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 1)	ESPECIFICACIONES AGUA RESIDUAL DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR NSO 13.49.01:09
	MAR1	
<b>FISICO QUIMICOS</b>		
Grasas y aceites (mg/L)	39.46	20 mg/L
Conductividad ( $\mu$ S/cm)	2072	-
Solidos totales disueltos (mg/L)	1036	-
pH	6.4	5.5 - 9

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 3.13 Caracterización de agua gris. Muestreo 2.

PARAMETROS	MUESTRAS (MUESTREO 2)	ESPECIFICACIONES AGUA RESIDUAL DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR NSO 13.49.01:09
	MAR1	
<b>FISICO QUIMICOS</b>		
Grasas y aceites(mg/L)	4.6	20 mg/L
Conductividad (µS/cm)	1648	-
Solidos totales disueltos (mg/L)	824	-
pH	6.7	5.5 - 9

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL AGUA

Para poder evaluar el impacto ambiental que se está ocasionando al agua, se utilizó el método de evaluación de impacto ambiental llamado “matriz de Leopold” que fue el primer método utilizado para hacer estos estudios, en 1971, por el Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada (matriz). En las columnas pone las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas las características del medio que pueden ser alteradas. En el original hay 100 acciones y 88 factores ambientales, aunque no todos se utilizan en todos los casos. Cuando se comienza el estudio se tiene la matriz sin rellenar las cuadrículas. Se va mirando una a una las cuadrículas situadas bajo cada acción propuesta y se ve si puede causar impacto en el factor ambiental correspondiente. Si es así, se hace una diagonal. Cuando se ha completado la matriz se vuelve a cada una de las cuadrículas con diagonal y se pone a la izquierda un número de 1 a 10 que indica la magnitud del impacto. 10 la máxima y 1 la mínima (el 0 no vale). Con un + si el impacto es positivo y – si negativo. En la parte inferior derecha se califica de 1 a 10 la importancia del impacto, es decir si es regional o solo local, etc.

A continuación en la Tabla 3.14 se muestra la evaluación del impacto ambiental, en este caso, al agua en el Caserío Emiliani:

Tabla 3.14 Evaluación de impacto ambiental del agua. Matriz de Leopold.

Actividades		ACTIVIDADES ANTROPICAS													
Características		DOMÉSTICAS Y COMERCIALES													
Medio	Categorías	Descripción	Generación de Desechos	Vertido de Aguas residuales provenientes de un rancho ganadero	Derrame de químicos por Industrias	Uso de fertilizantes y pesticidas en las áreas agrícolas.	Excrementos de animales.	Uso actual de la tierra	Desperdicios orgánicos e inorgánicos -otados en las alcantarillas que desembocan en los mares, ríos, lagos, lagunas	Nº de Impacto (+)	Nº de Impacto (-)	Total Impactos (+)	Total Impactos (-)	Promedio de Impactos (+)	Promedio de Impactos (-)
FÍSICO	CUERPOS DE AGUA	Subterráneas	-9/5	-9/6	-10/9	-6/5	-3/4		-8/9	0	6	0	-45	0	-7.5
		Potable	-8/5	-9/6	-10/9	-6/6	-5/2		-8/9	0	6	0	-46	0	-7.7
		Superficial	-8/5	-9/6	-10/9	-6/6	-5/2		-8/9	0	6	0	-46	0	-7.7
	SUELO	Fertilidad	-6/5	-6/6	-9/9	-9/6	+5/5		-5/4	1	5	5	-35	5.0	-7.0
		Cobertura Vegetal	-5/4	-6/5	-7/9	-9/6	+1/1		-7/5	1	5	1	-34	1.0	-6.8
	AIRE	Mal olor	-8/5	-10/6	-7/2	-5/4	-5/4		-8/5	0	6	0	-43	0.0	-7
SOCIOECONÓMICO	MICO	Riesgos Sanitarios	*8/5	-9/6	-7/9		-9/5		-8/7	0	5	0	-41	0.0	-8
		Poblacion económicamente activa						+7/6		1	0	7	-0	7.0	0
		Calidad de Vida	-7/6	-9/6	-9/9	-7/5	-2/1	+6/6	-7/8	1	6	6	-41	6	-6.8
<b>Nº de Impactos (+)</b>			0	0	0	0	2	2	0						
<b>Nº de Impactos (-)</b>			8	8	8	7	6	0	8						
<b>Total Impactos (+)</b>			0	0	0	0	6	13	0						
<b>Total Impactos (-)</b>			-59	-58	-69	-48	-29	-0	-59						
<b><math>\bar{X}</math> de Impactos (+)</b>			#	0	0.0	0.0	3.0	6.5	0.0						
<b><math>\bar{X}</math> de Impactos (-)</b>			-7.4	-7.3	-8.6	-6.9	-4.8	0.0	-7.4						

Fuente: Elaboración propia.

La determinación de impactos mediante la aplicación de la matriz de Leopold dio como resultado que dentro de las acciones que contaminan el agua, la generación de desechos sólidos, el vertido de aguas residuales provenientes de un rancho ganadero y la acción derrame de químicos por industrias que se encuentran y encontraban aledañas al municipio proporcionan impactos negativos que se consideran de intensidad alta significativa a nivel de la región debido a que estas acciones solo nos proporcionan contaminación a todos nuestros factores evaluados por lo que estas actividades no presentan impactos positivos a la comunidad.

El uso de fertilizantes y pesticidas en las áreas agrícolas al igual que los anteriores impactos no tiene ningún impacto positivo, pero se tiene un valor medio de intensidad de impacto negativo lo que nos indica que tiene una afectación moderada a la contaminación del recurso hídrico en la comunidad.

El excremento de los animales presenta impactos positivos bajos, es decir tiene una intensidad baja y una afectación media a nivel de la localidad, esto debido a que la comunidad no cuenta con las alternativas de aprovechamiento de esta acción por lo que presenta actualmente un mayor valor de intensidad de impacto negativo a la comunidad dado la contaminación que les produce dentro de las cuales el principal es el riesgo sanitario al cual se ven afectados.

La acción del uso actual de la tierra, no genera ningún impacto negativo y como impacto positivo de una intensidad media con una afectación alta a nivel de la localidad dado a las labores agrícolas que son ejecutadas por los integrantes del Caserío Emiliani. Los desperdicios orgánicos e inorgánicos botados en las alcantarillas que desembocan en los mares, ríos, lagos, lagunas no tienen ningún impacto positivo pero tiene impacto negativo valorado con una intensidad alta con una afectación baja a nivel regional, esta acción es de las principales que se considera está afectando de mayor manera a la problemática del recurso hídrico al Caserío Emiliani debido a los antecedentes de los índices de contaminación de los

cuerpos de agua que son receptores y emisores de este recurso para abastecimiento de aguas a las comunidades.

Todas estas acciones que se ven involucradas en el análisis ambiental para el Caserío Emiliani afectan mayor mente a los cuerpos de agua ya que estos son receptores directos de la contaminación tanto agua subterránea, superficial y por lo tanto al agua potable, el aire y el suelo también se ven afectados dadas estas acciones teniendo una incidencia alta sobre cada uno de los anteriores y que todas estas son las que producen de manera colateral el impacto negativo hacia la calidad de vida y los riesgos sanitarios con los cuales cuenta la población del Caserío Emiliani.

### 3.2. METODOLOGIA DE ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL RECURSO HIDRICO

Para el estudio de los parámetros se realizó la evaluación de un análisis de homogeneidad de muestras mediante la aplicación del contraste de hipótesis por diferencias de muestras dependientes, para que permitiera tomar decisiones acerca de qué valor hay que tener en cuenta para poder realizar la comparación con un valor dado y poder tener comparaciones más precisas, aplicando intervalos de confianza del 95% y una prueba de hipótesis acerca de una afirmación sobre un parámetro de los muestreos.

$$H_0: H_d = 0 \text{ (No hay diferencia entre los muestreos)}$$

$$H_1: H_d \neq 0 \text{ (Hay diferencia entre los muestreos)}$$

Para determinar si existe homogeneidad entre las muestras se usará un nivel de significancia de 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ), el valor del criterio t con cuatro grados de libertad es  $t_0 = 2.7765$ , existiendo dos posibles decisiones en base a los resultados, que son: Si el valor de t calculado a partir de los datos es menor que  $t_0$  se concluye que hay homogeneidad entre las muestras. Este resultado implica que puede calcularse cada parámetro como un promedio global utilizando la información en conjunto de ambas muestras. El valor promedio de cada parámetro será

comparado con el límite máximo del parámetro permitido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.02:08. Si por el contrario, el valor de  $t$  calculado es mayor que  $t_0$ , se concluye que existe diferencia significativa entre las muestras. Este resultado, implica que las muestras deben considerarse heterogéneas, por lo tanto se procederá a realizar la comparación con respecto al valor de la normativa de manera individual, calculando el promedio en cada muestra y poder determinar para ambas situaciones si cumplían o no con la norma.

Los resultados del contraste de hipótesis para los distintos parámetros y la comparación de los mismos con los límites de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.02:08 se presentan en el tema 3.2.1.

### 3.2.1. ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL AGUA DE ANDA

#### 3.2.1.1. ANÁLISIS DE PH

Tabla 3.15 Cuadro de análisis de pH de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	7.84	6.20	1.64
MAAN 2	7.84	7.75	0.09
MAAN 3	7.91	7.90	0.01
MAAN 4	7.96	7.94	0.02
MAAN 5	8.00	7.87	0.13
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			0.378
$S_d$			0.707226979
$t_0$			1.195137799

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de este parámetro en ambos muestreos no presentaron variación significativa entre ellos por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 7.721 por lo que se puede concluir que está por debajo del límite máximo que la NSO 13.07.02:08 estipula. Consumir agua excesivamente ácida o alcalina es perjudicial. El agua potable debe tener un valor de pH de 6,5 a 8,5 para estar dentro de la mayoría de las normas y, además, y también nota que incluso dentro de la gama de pH aceptable, un poco alto o bajo pH del agua puede

ser poco atractivo por varias razones. El agua con alto pH tiene un tacto resbaladizo, sabe un poco como el bicarbonato de sodio, y puede dejar depósitos, el agua de bajo pH por otra parte, puede tener un sabor amargo o metálico, y puede contribuir a la corrosión habitual.

### 3.2.1.2. ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD

Tabla 3.16 Cuadro de análisis de conductividad de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	1545	1619	-74
MAAN 2	1550	1634	-84
MAAN 3	1535	1632	-97
MAAN 4	1533	1638	-105
MAAN 5	1534	1636	-102
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-92.4
$S_d$			13.04990421
$t_o$			-15.83250557

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares para agua potable en la NSO 13.07.02:08 tienen un límite máximo de conductividad 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ya que la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto cuanto mayor sea la conductividad, mayor será la cantidad de sólidos disueltos en el agua.

Según el análisis de homogeneidad de muestreos, la conductividad en el agua presento una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 1539.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para el muestro dos 1631.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  por lo que se puede concluir que al ser mayores a los 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que la norma estipula como límite máximo, la conductividad presente en el agua poseen valores no permisibles para ambos muestreos. Es decir que posee una cantidad considerable de sólidos disueltos, como se pudo observar al obtener el agua.

### 3.2.1.3. ANÁLISIS DE TURBIDEZ

Tabla 3.17 Cuadro de análisis de turbidez de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	5.5	2.2	3.3
MAAN 2	1.0	2.8	-1.8
MAAN 3	5.0	2.0	3
MAAN 4	10.0	1.4	8.6
MAAN 5	4.5	2.6	1.9
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			3
$S_d$			3.731621631
$t_o$			1.797664553

Fuente: Elaboración propia.

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. Los análisis de este parámetro en ambos muestreos no presentaron variación significativa entre ellos por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos muestreos, el cual dio como resultado de 3.7 por lo que se puede concluir que está por debajo del límite máximo que la NSO 13.07.02:08 estipula, el cual es de 5 NTU. Si bien es cierto el valor está por debajo del límite máximo de la normal, pero si es un valor que ya va siendo alto, y es por eso que el agua presentaba partículas en suspensión al ahora de ser tomada para la muestra.

### 3.2.1.4. ANÁLISIS DE OXÍGENOS DISUELTOS

Tabla 3.18 Cuadro de análisis de oxígeno disuelto de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	11.1	16.2	-5.1
MAAN 2	12.1	15.8	-3.7
MAAN 3	8.8	16.3	-7.5
MAAN 4	9.2	15.6	-6.4
MAAN 5	10.9	14.9	-4.0
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-5.34
$S_d$			1.607171428
$t_o$			-7.429576453

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de los oxígenos disueltos en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 10.42 mg/L y para el muestreo dos 15.76 mg/L por lo que se puede concluir que el muestreo uno si está por debajo del límite máximo que en la NSO 13.07.02:08 estipula como 12 mg/L, pero el muestreo dos está por encima de los 12 mg/L que la norma permite.

### 3.2.1.5. ANALISIS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

Tabla 3.19 Cuadro de análisis de solidos disueltos de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	772.5	809.5	-37
MAAN 2	775	817	-42
MAAN 3	767.5	816	-48.5
MAAN 4	766.5	819	-52.5
MAAN 5	767	818	-51
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-46.2
$S_d$			6.524952107
$t_o$			-15.83250557

Fuente: Elaboración propia.

Los sólidos totales disueltos son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H<sub>2</sub>O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión. En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua. Las fuentes primarias en aguas receptoras son la escorrentía agrícola y residencial, la lixiviación de la contaminación del suelo y fuente de punto de descarga, la contaminación del agua de las plantas de tratamiento industriales o de aguas residuales.



De igual forma se realizó para los sólidos totales disueltos un análisis de homogeneidad, dando como resultado una variación altamente significativa, por esa razón el contraste de hipótesis se considera individualmente, en donde el muestro uno dio como resultado 769.7 mg/L y el muestreo dos tuvo un resultado de 815.9 mg/L, teniendo los resultados podemos darnos cuenta que estos si cumplen con lo establecido por la NSO 13.07.02:08 ya que estipula como valor máximo de solidos totales disuelto 1000 mg/L.

### 3.2.1.6. ANALISIS DE DUREZA

Tabla 3.20 Cuadro de análisis de dureza de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	264.49	79.92	184.57
MAAN 2	237.85	83.72	154.13
MAAN 3	272.1	87.53	184.57
MAAN 4	266.392	76.11	190.282
MAAN 5	264.49	133.19	131.3
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			168.9704
$S_d$			25.39771566
$t_o$			14.87650723

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares para agua potable en la NSO 13.07.02:08 tienen un límite máximo de dureza de 500 mg/L, según el análisis de homogeneidad de muestreos, la dureza en el agua presento una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 261.0644mg/L y para el muestreo dos 92.094 mg/L por lo que se puede concluir que al ser menores a los 500 mg/L que la norma estipula como límite máximo, la dureza presentes en el agua poseen valores permisibles para ambos muestreos.

### 3.2.1.7. ANALISIS DE NITRATOS

Tabla 3.21 Cuadro de análisis de nitrato de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	8.16	8.08	0.08
MAAN 2	9.4	8.38	1.02
MAAN 3	17.96	4.68	13.28
MAAN 4	7.95	8.23	-0.28
MAAN 5	13.89	9.0	4.89
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			3.798
$S_d$			5.684885223
$t_o$			1.493888767

Fuente: Elaboración propia.

Los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida. Derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios. El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de la concentración de nitratos en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 9.573 mg/L por lo que se puede concluir que está por debajo del límite máximo, el cual es de 45 mg/L, por ende si cumple con lo que la NSO 13.07.02:08 estipula.

Los nitratos no son en sí mismos tóxicos. Se sabe que se absorben rápidamente a nivel intestinal y se eliminan por orina. El peligro potencial de los nitratos radica en la eventual transformación en nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) dentro del organismo. Esta transformación, que implica una reducción enzimática, puede ocurrir en la cavidad bucal y bajo ciertas condiciones, en el tubo digestivo.

### 3.2.1.8. ANÁLISIS DE SULFATOS

Tabla 3.22 Cuadro de análisis de sulfatos de agua de ANDA

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	1,65	3,62	-1,97
MAAN 2	1,81	3,83	-2,02
MAAN 3	2,95	3,48	-0,53
MAAN 4	1,77	3,94	-2,17
MAAN 5	1,67	3,72	-2,05
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-1,748
$S_d$			0,684850349
$t_o$			-5,707300628

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares para agua potable en la NSO 13.07.02:08 tienen un límite máximo de sulfatos de 400 mg/L, ya que a valores superiores tiene una acción purgante y por lo que concentraciones arriba de los límites proporciona un sabor amargo en el agua.

Según el análisis de homogeneidad de muestreos, la concentración de sulfatos en el agua presentó una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 1.97 mg/L y para el muestreo dos 3.72 mg/L por lo que se puede concluir que al ser menores a los 400 mg/L que la norma estipula como límite máximo, las concentraciones de sulfatos presentes en el agua poseen valores permisibles para ambos muestreos. Aunque una posible causa del aumento de los niveles de sulfatos entre los momentos de muestreo pudo deberse al aporte de aguas residuales domésticas e industriales a las aguas naturales superficiales.

### 3.2.1.9. ANÁLISIS DE HIERRO TOTAL

Tabla 3.23 Cuadro de análisis de hierro total de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	0,15	0,22	-0,07
MAAN 2	0,26	0,33	-0,07
MAAN 3	0,13	0,17	-0,04
MAAN 4	0,14	0,14	0
MAAN 5	0,13	0,19	-0,06
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-0,048
$S_d$			0,029495762
$t_o$			-3,638870609

Fuente: Elaboración propia.

El hierro es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre. Se encuentra en las aguas corrientes naturales, en concentraciones que varían de 0,5 a 50 mg/L. El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de la concentración de hierro total en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 0.16 mg/L y para el muestreo dos 0.21mg/L por lo que se puede concluir que al ser menores a los 0.3 mg/L que la NSO 13.07.02:08 estipula como límite máximo, las concentraciones de hierro total presentes en el agua poseen valores permisibles para ambos muestreos. La variación de incremento que se presentó entre los momentos de muestreo no presenta un cambio perceptible en el sabor aunque el agua pudo presentar una varianza leve en la coloración. Al tener valores que sobrepasan los límites máximos permisibles presentan manchas en las ropas lavadas y en las instalaciones sanitarias.

### 3.2.1.10. ANÁLISIS DE CLORO

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores, su más que comprobada

inocuidad a las concentraciones utilizadas, la facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados. Por lo que según el análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay diferencia entre los momentos de muestreo de la concentración de cloro por lo que la concentración promedio para ambos muestreos es de 0.2 mg/L y al realizar el contraste de hipótesis con respecto al límite máximo de la NSO 13.07.02:08 que es de 1.1 mg/L se puede concluir que este parámetro está dentro del rango permisible. Sin embargo se considera que la cantidad cloro que se implementa en el proceso de desinfección no está eliminando o permitiendo que las concentración de contaminación microbiológica este dentro de los límites permisibles que indica la norma que nos aseguran que el agua ha sido convenientemente desinfectada.

### 3.2.1.11. ANÁLISIS DE FLUORUROS

Tabla 3.24 Cuadro de análisis de fluoruros de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	0,2	0,2	0
MAAN 2	0,2	0,2	0
MAAN 3	0,2	0,2	0
MAAN 4	0,3	0,2	0,1
MAAN 5	0,3	0,2	0,1
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			0,04
$S_d$			0,054772256
$t_0$			1,632993162

Fuente: Elaboración propia.

El flúor es uno de los elementos más comunes de la corteza terrestre. Su presencia en el agua se debe principalmente a la infiltración y disolución de este elemento del suelo y rocas que lo contienen. Según el análisis de homogeneidad de muestreos, la concentración de fluoruros en el agua no presento una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite de 1mg/L que estipula la NSO 13.07.02:08 con respecto a los momentos de muestreo se determina que la concentración promedio para ambos muestreos es de 0.22 mg/L, pudiendo determinar que la concentración presente en el agua está dentro del rango permisible y la ingestión

de flúor a bajas concentraciones ( $\leq 1$  mg/L) se considera benéfica por su capacidad de prevenir las caries dentales.

### 3.2.1.12. ANÁLISIS DE PLOMO

Tabla 3.25 Cuadro de análisis de plomo de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	0,34	0,37	-0,03
MAAN 2	0,22	0,37	-0,15
MAAN 3	0,44	0,41	0,03
MAAN 4	0,4	0,39	0,01
MAAN 5	0,46	0,35	0,11
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-0,006
$S_d$			0,095289034
$t_o$			-0,140796976

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de la concentración de hierro total en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 0.37mg/L por lo que se puede concluir que al ser mucho mayor a los 0.01 mg/L que la NSO 13.07.02:08 estipula como límite máximo permisible se concluye que este parámetro esta por mucho fuera del rango. La elevada concentración de plomo que se posee puede ser debido a los procesos de solubilización del plomo de las tuberías de distribución, pero se considera que esto es más una evidencia de la contaminación ambiental que hay de este metal en la región en estudio a la que pudo haber contribuido la planta de BATERIAS DE PLOMO RECORD que se encontraba ubicada en el Municipio de San Juan Opico, en la zona aledaña al Caserío Emiliani y que presento problemas de contaminación por plomo, por lo que al agua que es captada para ser ingresada al proceso de purificación posee una contaminación de este metal, lo cual el proceso aplicado de potabilización minimiza pero no erradica lo suficiente para que este parámetro entre dentro de lo reglamentario.

Este elemento debido a que es de carácter tóxico, puede llegar a producir enfermedad de Saturnismo caracterizada por la acumulación en huesos, sistema nervioso, riñón, etc. esta provoca falta de apetito, anemia, parálisis, dolor de cabeza, atacando en mayor medida a la población infantil. Además que puede generar un bloqueo enzimático general siendo potencialmente cancerígeno.

### 3.2.1.13. ANÁLISIS DE ARSENICO

Según los análisis de este parámetros en ambos muestreos no presentaron variación entre ellos debido a que en ambos no hubo detección de presencia de arsénico en el agua, lo que nos indicaría que este parámetro cumple con lo estipulado ya que no sobrepasa 0.01mg/L que estipula la NSO 13.07.02:08.

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico. Los primeros síntomas de la exposición prolongada a altos niveles de arsénico inorgánico (por ejemplo, a través del consumo de agua y alimentos contaminados) se observan generalmente en la piel e incluyen cambios de pigmentación, lesiones cutáneas y durezas y callosidades en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hiperqueratosis). Estos efectos se producen tras una exposición mínima de aproximadamente cinco años y pueden ser precursores de cáncer de piel.

### 3.2.1.14. ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES

Tabla 3.26 Cuadro de análisis de coliformes totales de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	23	23	0
MAAN 2	23	1,1	21,9
MAAN 3	23	23	0
MAAN 4	1,1	23	-21,9
MAAN 5	23	2,2	20,8
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			4,16
$S_d$			18,06468931
$t_o$			0,514929575

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de la concentración de coliformes totales en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 16.5NMP/100ml por lo que se puede concluir que al ser mucho mayor a los <1.1NMP/100ml que la NSO 13.07.02:08 estipula, este parámetro no cumple lo requerido. Las bacterias coliformes se componen de un gran grupo de muchos tipos de bacterias que se producen en todo el entorno. Son comunes en el agua del suelo y la superficie e incluso pueden aparecer en la piel. Un gran número de ciertos tipos de bacterias coliformes también se pueden encontrar en los residuos de los seres humanos y animales. La mayoría de los tipos de bacterias coliformes son inofensivos para los humanos, pero algunas pueden causar enfermedades leves y algunas pueden dar lugar a enfermedades transmitidas por el agua y son graves.

La mayoría de las bacterias en el grupo de coliformes no causan la enfermedad, pero cuanto mayor sea su número, mayor será la probabilidad de que las bacterias causantes de enfermedades pueden estar presentes. Puesto que las bacterias coliformes suelen persistir en el agua como la mayoría de organismos que causan enfermedades, la ausencia de bacterias coliformes conduce a la suposición de que el suministro de agua es microbiológicamente seguro para beber.

### 3.2.1.15. ANALISIS DE COLIFORMES FECALES

Tabla 3.27 Cuadro de análisis de coliformes fecales de agua de ANDA.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	23	23	0
MAAN 2	1,1	1,1	0
MAAN 3	12	6,9	5,1
MAAN 4	1,1	2,2	-1,1
MAAN 5	2,2	1,1	1,1
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			1,02
$S_d$			2,409771773
$t_o$			0,946475248

Fuente: Elaboración propia.



Los análisis de este parámetro en ambos muestreos no presentaron variación significativa entre ellos por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 7.37NMP/100ml por lo que se puede concluir que al ser mucho mayor a los <1.1NMP/100ml que la NSO 13.07.02:08 estipula, este parámetro no cumple lo requerido. Los coliformes fecales se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas.

La presencia de una concentración muy elevada de coliformes fecales nos estaría dando un indicio de que el suministro de agua natural superficial puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Los síntomas más comunes son síntomas similares a la gripe estomacal y generales gastrointestinales tales como fiebre, dolor abdominal y diarrea. Los síntomas son más probables en los niños o los miembros del hogar mayores.

#### *3.2.1.16. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ANDA*

El agua suministrada por la red de agua potable al área del Caserío Emiliani fue examinada durante junio del presente año, para determinar la calidad del recurso del cual goza la población. De los 16 parámetros en estudio cinco no cumplen los límites que exige la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.02:08, los cuales son conductividad, oxígeno disuelto, plomo, coliformes totales y coliformes fecales, por lo que este recurso no es adecuado para la ingesta en su mayor parte debido a la contaminación fisicoquímica y microbiológica, ya que la ingesta continua y prolongada de esta pueden producir efectos adversos a la salud, afectando principalmente a los niños y a personas de la tercera edad.

El agua captada por la institución ANDA es tratada mediante el proceso de potabilización convencional el cual incluye etapas de coagulación, floculación,

decantación (o sedimentación), filtración y la desinfección. Es preciso señalar que con este proceso se logran disminuir los niveles de contaminación de la mayor parte de los parámetros después de la extracción, sin embargo, la presencia de contaminantes con niveles fuera de la norma como el plomo y la conductividad posiblemente estén indicando la necesidad de incluir tratamientos terciarios para potabilizar estas aguas, ya que existe contaminación no controlada en las fuentes de captación que puede ser de origen natural (fenómenos geológicos e hidrogeológicos) o antropogénico (vertidos industriales, lixiviación, otros). La contaminación con coliformes totales y fecales puede presentarse por no aplicar buenas prácticas de limpieza de los puntos de suministro del agua potable en los distintos hogares.

### 3.2.2. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE SURTIDA POR PIPA

Para evaluar la calidad del agua de pipa que el Caserío Emiliani adquiere a una persona natural, se realizaron análisis de ésta en el periodo de junio del presente año, de los 16 parámetros estudiados se presentaron cinco parámetros que no cumplen con los límites máximos que estipula la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.02:08, los cuales son turbidez, oxígeno disuelto, plomo, coliformes totales y coliformes fecales. El análisis de resultados de los parámetros en ambos muestreos permitió determinar que todos los parámetros analizados presentaban una diferencia significativa entre los tiempos de muestreo, esto se pudo deber a que este recurso no se suministra de una misma fuente ni se conocen las fuentes exactas de la cual proviene este recurso solo se conoce que es de cerca de la región en estudio, por lo que al ser muestras de diferentes puntos de muestreo desconocidos no se aplicó el análisis de homogeneidad de muestras. Sin embargo, se puede evidenciar que el agua potable suministrada por pipa no cumple con los estándares sanitarios para ser utilizada para su ingesta, dados los estudios se considera que este recurso también se ve afectado por la contaminación ambiental con la que cuenta la región debido a la similitudes de los parámetros de calidad que presentan contaminación en el agua suministrada por ANDA, verificando así que la mayor problemática de contaminación en este

recurso son los contenidos de sustancia toxica como es el plomo y la microbiológica como lo es los coliformes totales y fecales, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano.

### 3.2.3. ANALISIS GENERAL DE LA INFORMACION DEL AGUA DE POZO

#### 3.2.3.1. ANÁLISIS DE PH

Tabla 3.28 Cuadro de análisis de pH agua de pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	6.62	7.44	-0.82
MAAN 2	6.75	7.29	-0.54
MAAN 3	6.73	7.21	-0.48
MAAN 4	6.65	7.2	-0.55
MAAN 5	6.76	7.25	-0.49
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-0.576
$S_d$			0.139749776
$t_o$			-9.216294926

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de pH del agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 6.702 y para el muestreo dos 7.278 por ende se puede concluir que ambos muestres si cumplen con la NSO 13.07.02:08 en donde considera como valor máximo de pH 8.5.

### 3.2.3.2. ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD

Tabla 3.29 Cuadro de análisis de conductividad de agua de pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	1232	1292	-60
MAAN 2	1124	1176	-52
MAAN 3	1075	1231	-156
MAAN 4	1364	1528	-164
MAAN 5	1594	1693	-99
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-106.2
$S_d$			52.30869909
$t_o$			-4.539788283

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la conductividad se realizó el mismo análisis de homogeneidad, en donde dicho análisis dio como resultado una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de pH del agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 1277.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para el muestreo dos 1384  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la NSO 13.07.02:08 considera como valor máximo de conductividad 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , entonces ambos muestreos, individualmente analizados si cumplen con lo estipulado.

### 3.2.3.3. ANALISIS DE TURBIDEZ

Tabla 3.30 Cuadro de análisis de turbidez de agua de pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	16.5	8.0	8.5
MAAN 2	8.5	5.1	3.4
MAAN 3	3.0	4.1	-1.1
MAAN 4	9.5	6.1	3.4
MAAN 5	8.5	5.3	3.2
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			3.48
$S_d$			3.401029256
$t_o$			2.287988716

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares para agua potable en la NSO 13.07.02:08 tienen un límite máximo de turbidez de 5 NUT, los análisis de este parámetro en ambos muestreos no presentaron variación significativa entre ellos por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 7.46 en donde nos damos cuenta que dicho valor está por encima del valor permitido por la norma. Con este análisis corroboramos lo que se observó experimentalmente, ya que el agua de pozo de la mayoría de viviendas no presentaba mayor transparencia.

#### 3.2.3.4. ANALISIS DE OXIGENO DISUELTO

Tabla 3.31 Cuadro de análisis de oxígeno disuelto de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	11.1	15.0	-3.9
MAAN 2	6.9	14.7	-7.8
MAAN 3	8.2	14.5	-6.3
MAAN 4	9.9	15.4	-5.5
MAAN 5	9.3	11.2	-1.9
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-5.08
$S_d$			2.267597848
$t_o$			-5.009365014

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos de oxígenos disuelto dio como resultado una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 9.08 mg/L y para el muestreo dos 14.16 mg/L por lo que se puede concluir que solamente el muestreo uno cumple con lo permitido por la norma, la NSO 13.07.02:08 estipula como límite máximo 12 mg/L, mientras que el muestreo dos excede las concentraciones de oxígeno disuelto presente en el agua. Pero al ser muestras compuestas de muestreos dependientes se considera que este parámetro no cumple de manera general.

### 3.2.3.5. ANALISIS DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

Tabla 3.32 Cuadro de análisis de solidos totales disueltos de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	616	646	-30
MAAN 2	562	588	-26
MAAN 3	537.5	615.5	-78
MAAN 4	682	764	-82
MAAN 5	767	846.5	-79.5
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-59.1
$S_d$			28.46137734
$t_o$			-4.643191224

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se realizó para los sólidos totales disueltos un análisis de homogeneidad, dando como resultado una variación altamente significativa, por esa razón el contraste de hipótesis se considera individualmente, en donde el muestro uno dio como resultado 632.9 mg/L y el muestreo dos tuvo un resultado de 692 mg/L, teniendo los resultados podemos darnos cuenta que estos si cumplen con lo establecido por la NSO 13.07.02:08 ya que estipula como valor máximo de solidos totales disuelto 1000 mg/L.

### 3.2.3.6. ANALISIS DE DUREZA

Tabla 3.33 Cuadro de análisis de dureza de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	357.72	133.19	224.53
MAAN 2	332.9	129.39	203.51
MAAN 3	369.14	135.09	234.05
MAAN 4	487.12	224.53	262.59
MAAN 5	553.71	232.14	321.57
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			249.25
$S_d$			45.66838075
$t_o$			12.20406623

Fuente: Elaboración propia.

Los estándares para agua potable en la NSO 13.07.02:08 tienen un límite máximo de dureza de 500 mg/L, según el análisis de homogeneidad de muestreos, la

dureza en el agua presento una diferencia significativa entre los momentos de muestreo, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró individualmente, para lo cual los valores promedios obtenidos en el muestreo uno es de 420.118 mg/L y para el muestreo dos 170.868 mg/L por lo que se puede concluir que al ser menores a los 500 mg/L que la norma estipula como límite máximo, la dureza presentes en el agua poseen valores permisibles para ambos muestreos.

### 3.2.3.7. ANALISIS DE NITRATOS

Tabla 3.34 Cuadro de análisis de nitratos de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAAN 1	29.59	44.92	-15.33
MAAN 2	17.84	30.98	-13.14
MAAN 3	19.66	9.7	9.96
MAAN 4	11.88	27.08	-15.2
MAAN 5	20.08	19.09	0.99
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-6.544
$S_d$			11.45393513
$t_o$			-1.277537255

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay una diferencia significativa entre los momentos de muestreo de la concentración de nitratos en el agua, por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 23.082 mg/L por lo que se puede concluir que está por debajo del límite máximo, el cual es de 45 mg/L, por ende si cumple con lo que la NSO 13.07.02:08 estipula.

### 3.2.3.8. ANALISIS DE SULFATOS

Tabla 3.35 Cuadro de análisis de sulfatos de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAPA 1	196,38	191,02	5,36
MAPA 2	187,79	152,48	35,31
MAPA 3	198,94	224,13	-25,19
MAPA 4	249,83	291,52	-41,69
MAPA 5	268,17	320,61	-52,44
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-15,73
$S_d$			35,91972647
$t_o$			-0,979220967

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que no hay una diferencia significativa entre los muestreos realizados por lo que el análisis de comparativo de verificación de cumplimiento de la normativa se considera mediante el promedio de los muestreos el cual dio como resultado 228.08 mg/L que es menor al límite máximo de 400 mg/L que permite la NSO 13.07.02:08 por lo que este parámetro cumple con lo estipulado.

### 3.2.3.9. ANALISIS DE HIERRO TOTAL

Tabla 3.36 Cuadro de análisis de hierro total de agua pozo.

MUESTRA	MUESTREO 1	MUESTREO 2	DIFERENCIA DE MUESTRA (d)
MAPA 1	0,12	0,52	-0,4
MAPA 2	0,034	0,44	-0,406
MAPA 3	0,038	3,44	-3,402
MAPA 4	0,037	0,14	-0,103
MAPA 5	0,055	2,9	-2,845
Diferencia Prom.( $\bar{d}$ )			-1,4312
$S_d$			1,562162508
$t_o$			-2,048609203

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de este parámetro en ambos muestreos no presentaron variación significativa entre ellos por lo que el contraste de hipótesis con respecto al valor límite que estipula la norma se consideró como un promedio de ambos el cual dio como resultado de 0.77 mg/L por lo que se puede concluir que al ser mayor a los 0.3mg/L que la NSO 13.07.02:08 estipula, este parámetro no cumple lo requerido.



### *3.2.3.10. ANALISIS DE FLUORUROS*

El análisis de homogeneidad de muestreos dio como resultado que no hay diferencia entre los momentos de muestreo de la concentración de cloro por lo que la concentración promedio para ambos muestreos es de 0.2 mg/L y al realizar el contraste de hipótesis con respecto al límite máximo de la NSO 13.07.02:08 que es de 1 mg/L se puede concluir que este parámetro está dentro del rango permisible.

### *3.2.3.11. ANALISIS DE PLOMO*

El análisis de la concentración de plomo se realizó únicamente en el segundo muestreo y como una muestra compuesta de todos los pozos del caserío, por lo cual este valor dio como resultado 0.21 mg/L, al realizar el contraste de hipótesis con respecto al límite máximo de la NSO 13.07.02:08 que es de 0.01 mg/L se puede concluir que este parámetro sobrepasa por mucho el límite permitido lo que nos podría estar indicando la contaminación ambiental por plomo que posee la región.

### *3.2.3.12. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZO*

Los pozos del área del Caserío Emiliani fueron examinados durante junio del presente año, para determinar la calidad del recurso del cual dispone la población. De los 11 parámetros de calidad que se analizaron cuatro no cumplen con los límites máximos permisibles por la NSO 13.07.02:08, los cuales son turbidez, oxígeno disuelto, hierro y plomo, por lo que su uso no puede ser destinado para la ingesta sin previo tratamiento. La calidad del agua de los pozos, refleja la calidad de las aguas naturales superficiales que se encuentran en la región por lo que nos proporciona información sobre la calidad de agua consumida por los habitantes de la comunidad, valorando que los resultados de los parámetros de contaminación son muy similares a los parámetros de contaminación de agua suministrada por ANDA y agua de pipa que han sido estudiados.

Los resultados obtenidos son un reflejo de los resultados de la “Situación actual de los recursos hídricos en las Cuencas Sucio, Acelhuate y Cuaya” realizada por la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas donde se analizaron los pozos del distrito de Atiocoyo, Zapotitán y los acuíferos de Opico, denominado proyecto Zona Norte del ANDA los cuales presentaron altos grados de contaminación (UCA, 2013).

### **3.3. ESTUDIO DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

El manejo integral de los desechos sólidos se entiende como el manejo conjunto de todos los elementos de limpieza y disposición final. Los elementos son: producción (generación), almacenamiento, recolección, transporte, separación y la disposición final (GUEVARA, MALDONADO, & VASQUEZ, 2013).

El manejo de los desechos sólidos puede tener muchas variaciones, pero esta debe adaptarse a la situación local. Puede ser desde un sistema de manejo sencillo que incluya la generación, recolección y disposición final de los residuos sólidos, que solamente toma en cuenta la evacuación y disposición de los residuos sólidos; y también puede tener diversos componentes de selección, reúso y tratamiento de los residuos sólidos. En el contexto del desarrollo sostenible, el objetivo fundamental de cualquier estrategia de gestión integral de desechos sólidos debe ser la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente y la salud que pudieran derivar de dicho manejo, es por ello que se presenta el desarrollo del estudio de los desechos sólidos mediante la estimación de la producción per cápita de desechos sólidos que son generados en la comunidad, siguiendo una metodología adecuada a la sitio de estudio que permita la accesibilidad de aplicación para las familias en estudio y la exactitud de los valores obtenidos de los desechos generados y el impacto ambiental que es generado por el manejo actual de los desechos sólidos por medio del método de evaluación de impacto ambiental llamado “matriz de Leopold”.

### 3.3.1. METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Para determinar la cantidad y composición de los desechos sólidos que produce el Caserío Emiliani es necesario efectuar una caracterización de ellos, permitiendo la determinación de la cantidad de materia orgánica, papel, vidrio, residuos de aparatos electrónicos, bio infecciosos entre otras clases de desechos que se generan en el sitio de estudio, obteniendo bases para proyectar el crecimiento de esos desechos en función del tiempo.

#### 3.3.1.1. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

Para el desarrollo de la caracterización de los desechos sólidos generados en el Caserío Emiliani, se consideró realizar un muestreo en el cual se estudiara cuatro puntos focales, los cuales son:

1. Desechos generados según clasificación en tres hogares que representan el 10% de los hogares totales que conforman el Caserío.
2. Desechos recolectados de tipo plástico y metal (aluminio) por cuatro personas activas en la recolección y comercialización (venta) de dichos desechos
3. Desechos plásticos, papel y cartón generados en una de las tiendas del Caserío.
4. Desechos generados y destinados al tren de aseo por parte de todo el Caserío.

#### 3.3.1.2. CLASIFICACION POR TIPOS DE DESECHOS

El término desecho, sirve para identificar a aquellos materiales que pueden tener valor en sí mismos al ser reutilizados o reciclados. Los desechos pueden ser clasificados según:

1. Su fuente de origen (domiciliarios, industriales, hospitalarios, de construcción)
2. Su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos)

3. Su composición (para efectos de manejo: papeles y cartones, vidrios, por ejemplo).

La clasificación que se utilizó para la metodología de caracterización de los desechos sólidos fue de autoría propia, definida en equipo y de desarrollo más factible para la comunidad.

a) Materia orgánica

Tipo 1: Restos de alimentos cocinados, o restos de leches, quesos, yogurt (para TREN DE ASEO)

Tipo 2: Restos de alimentos de cascaras (que pueden colocarse en COMPOSTERA o en sus patios en sus cultivos)

Tipo 3: Papel higiénico, algodones, pampers, toallas sanitarias (para TREN DE ASEO)

Tipo 4: Papel y Cartón: Periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes. (RECICLABLES).

b) Materia Inorgánica

Tipo 5. Plásticos: Botellas, bolsas, platos, vasos, cubiertos desechables.

Tipo 6. Vidrio: Botellas, Frascos diversos, vajilla rota.

Tipo 7. Metales: Latas, papel de aluminio, botes de leche, entre otros.

- Bio infecciosos:

Tipo 8. Bio infecciosos

Tipo 8 a: Aguja de inyecciones y gilletes usadas.

Tipo 8 b: Rasuradoras.

- Electrónicos:

Tipo 9: Pilas de celulares, radios, celulares, etc.

- Ripio:

Tipo 10: Ripio, llantas de vehículos, ladrillos, etc.

- Otros residuos de plástico, aluminio, papel y cartón:

Tipo 11: Multilaminados de cartón y aluminio: recipientes de jugo, leche, entre otras.

Tipo 12: Multilaminados de bolsas de plástico y aluminio: bolsas de comida chatarra, bolsas de leche, entre otras.

### 3.3.1.3. *TIEMPO DE MUESTREO*

La caracterización de la generación de desechos sólidos se realizó en un periodo de estudio de siete días de acumulación y separación de lo generado según la clasificación de los desechos de acuerdo al epígrafe 3.3.1.1.1, durante este periodo se realizaron tres actividades, las cuales son:

- Reunión explicativa y entrega de material necesario a las amas de casa para el desarrollo del estudio.
- Monitoreo en el quinto día sobre el desarrollo de la clasificación de los desechos sólidos.
- Pesado de los desechos generados en los cuatro puntos focales en estudio

### 3.3.1.4. *MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION*

Para el estudio la selección de material indicado se distribuyeron 12 bolsas plásticas de diversos tamaños a las diferentes familias, que se adecuan a cada tipo de desechos sólidos generados, así como también se distribuyeron recipientes plásticos para el almacenamiento adecuado de los desechos bio infecciosos.

Para la determinación de la masa de cada desecho solido generado por cada familia en estudio, se utilizó una balanza.

### 3.3.1.5. *PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE MUESTRAS*

Para la realización del estudio de caracterización de desechos sólidos domiciliarios en el Caserío Emiliani se siguieron los siguientes pasos:

1. Reunión explicativa a las amas de casas participantes del estudio.

2. Entrega de material debidamente etiquetado según el tipo de desecho.
3. Entrega de instructivo sobre la clasificación de desechos sólidos.
4. Monitoreo sobre el proceso de clasificación de desechos generados.
5. Pesado de los desechos generados en el periodo de estudio.
6. Verificación del actual sistema de traslado de desechos sólidos al sistema del tren de aseo.

### 3.3.2. ESTIMACION DE LA PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS EN EL CASERIO EMILIANI.

La producción per cápita (PPC) de desechos sólidos o tasa de generación de desechos sólidos se calcula partir de la ecuación 1.

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total de desechos solido que se recolectan } \left(\frac{kg}{dia}\right)}{\text{Poblacion atendida } \left(\frac{habitantes}{dia}\right)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Fuente: (MONTROYA, 2012)

#### 3.3.2.1. DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS TOTALES

La generación de los desechos sólidos implica las cantidades y los diferentes tipos de desechos que se producen en la población, para ello ha sido necesario realizar una recolección y una caracterización de los desechos en la zona de estudio. La caracterización implica en clasificar en diferentes tipos los desechos existentes dentro de un conjunto grande de los mismos. Para ello es necesario conocer las cantidades de desechos sólidos generados por una población específica y luego separar cada tipo de desecho, por ejemplo en papel, plástico, metales, vidrio, desechos orgánicos, etc.; de esta manera se pueden plantear las mejores alternativas que se adecuen de acuerdo a las necesidades de la comunidad.

#### 3.3.2.2. CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS

Para poder caracterizar la cantidad de desechos sólidos que se generan en el Caserío Emiliani, se determinó la generación de desechos sólidos a partir de un muestreo estadístico aleatorio por casa en estudio. Con este dato se obtuvo la generación per cápita de desechos sólidos domésticos por habitante, es decir, la

cantidad de kilogramos de basura que genera una persona diariamente. A continuación se presentan los valores obtenidos por cada tipo de desechos:

a) Materia Orgánica

Se muestra en la Tabla 3.37 las cantidades de desechos orgánicos generados según la tipología adoptada.

Tabla 3.37 Caracterización de desechos sólidos orgánicos generados.

N° de Casa	N° Habitante por casa	Materia Orgánica (kg)			
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
11	4	0.0	1.0	1.1	0.0
21	2	0.05	5.45	0.3	0.1
12	5	0.2	3.0	1.3	0.25
<b>Total de desechos por cada tipo</b>		0.25	9.45	2.7	0.35
<b>Total Desechos Orgánicos</b>		12.75			
<b>Tiempo de generación de desechos</b>		7 días			
<b>Total del N° de habitantes en estudio</b>		11			

Fuente: Elaboración propia.

b) Materia Inorgánica, bio infecciosos, Ripio y electrónicos

Se muestra en la tabla 3.38 las cantidades de desechos inorgánicos, bio infecciosos, ripio y electrónicos generados según la tipología adoptada.

Tabla 3.38 Caracterización de desechos inorgánicos, bio infecciosos, ripio y electrónicos.

N° de Casa	N° Habitan te por casa	Materia Inorgánico (kg)						
		Plástico	Vidrio	Metales	Electrónicos	Bio infecciosos	Ripio	Multilaminado
11	4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	2	0.45	0.15	0.0	0.0	0.05	0.0	0.05
12	5	0.5	0.0	0.15	0.0	0.05	0.0	0.05
<b>Total de desechos por cada tipo</b>		1.25	0.15	0.15	0.0	0.1	0.0	0.1
<b>Total Desechos Inorgánicos</b>		1.75						
<b>Tiempo de generación de desechos</b>		7 días						
<b>Total del N° de habitantes en estudio</b>		11						

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3. ESTIMACIÓN DE INDICADOR DE GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

Se realizó la estimación de la producción per cápita (PPC) de la generación de desechos sólidos orgánicos, inorgánicos y la producción total tomando en consideración el aporte de cada uno de los desechos según la tipología, aplicando la ecuación 1 antes expuesta en el epígrafe 3.3.2, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 3.39.



Tabla 3.39 Estimación de producción per cápita de desechos sólidos.

<b>Estimación de Generación de Desechos Sólidos Orgánicos</b>	
Producción total por semana de desechos orgánicos	12.75kg
Producción total diaria de desechos orgánicos	1.82Kg/día
PPC orgánico	0.16kg/habitante/día
<b>Estimación de Generación de Desechos Sólidos Inorgánicos</b>	
Producción total por semana de desechos inorgánicos	1.75Kg
Producción total diaria de desechos inorgánicos	0.25Kg/día
PPC inorgánico	0.022Kg/habitante/día
<b>Estimación de Generación de Desechos Sólidos Totales</b>	
Producción semanal total (Orgánica + Inorgánica)	14.5Kg
Producción diaria total (Orgánica + Inorgánica)	2.07Kg/día
PPC (Orgánica + Inorgánica) por habitante	0.18Kg/habitante/día

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. ANALISIS DE PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS

La generación de desechos sólidos es parte indisoluble de las actividades que realiza el ser humano, por lo que conocer las cantidades producidas de desechos sólidos en el Caserío Emiliani proporciona la información necesaria a fin de poder establecer un programa de gestión integral enfocado a las áreas de mejora que se tienen dentro del Caserío, con el objeto de contribuir en el mantenimiento de un medio ambiente sano y equilibrado.

La generación de desechos totales de la comunidad se obtuvieron mediante la medición de la masa (en kilogramos) que se destinan al tren de aseo por vivienda, el proceso de entrega de los desechos por parte de la comunidad al tren de aseo se da mediante el traslado de una bolsa de desechos por familia que contiene lo generado en el periodo de una semana, hacia un punto de recolección ubicado en las afueras del Caserío. El estimado de la generación total de desechos sólidos dio como resultado de 201.5 Kg, considerando en este valor que los desechos estaban compuestos por varios tipos de desechos dentro de los cuales se

encontraban el papel higiénico, pamper, plástico, tierra, latas, sobras de comida, entre otros. Por lo que no se es considerado el tipo de desechos sólidos que es destinado al tren de aseo.

La producción de desechos sólidos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas. La producción per cápita es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían, este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día). Este valor se determinó experimentalmente en el lugar de generación, para lo cual la población atendida para el estimado fue de 11 personas quienes están distribuidas en tres viviendas, las cuales representan el 10% de las viviendas totales. La cantidad de desechos totales generados por habitante en el Caserío Emiliani presenta un valor de 0.18 Kg/habitante/día como se muestra en la Tabla 3.39 considerando este valor como la aportación de cada habitante que conforma el caserío. Mediante el cálculo de la producción per cápita se estima los desechos totales generados; multiplicando el valor per cápita por el número total de habitantes que es de 152 personas y los 7 días que consta la semana para la recolección de desechos, lo cual dio como resultado 191.52 Kg lo que al ser comparado con los 201.5Kg que se es recolectado a la semana y destinado al tren de aseo, presenta una desviación de 5% entre los valores, lo que permite la aceptación sobre el cálculo obtenido de la producción per cápita, y se le adjudica a esta desviación la falta de separación de desechos sólidos, dado que el valor de desechos sólidos entregados al tren de aseo debería ser mucho menor a la cantidad estimada de la producción per cápita.

El aporte sobre la generación de desechos de plástico, papel y cartón que hacen las tiendas dentro del Caserío Emiliani, se pudo estudiar mediante el peso de la masa (en kilogramos) de los desechos generados en una de las tres tiendas en funcionamiento, en un periodo de siete días lo cual dio como resultado de 0.75kg

de plástico, 0.1kg de papel y 1kg de cartón, residuos que son destinados al tren de aseo.

El estudio de la generación de desechos mediante la encuesta realizada dio como resultado una estimación cualitativa de las cantidades de desechos generados por el Caserío Emiliani, como por ejemplo algunos tipos de desechos como lo son vidrio, ripio, bio infecciosos, desechos electrónicos, papel y cartón resultaron ser desechos de baja generación, lo cual se respalda en los resultados obtenidos en la determinación de masa por cada tipo de desecho que se estudió y que se muestran en la Tabla 3.37 y Tabla 3.38.

El diagnóstico obtenido mediante dichas encuestas también permitió conocer que el Caserío Emiliani cuenta con cuatro personas activas en la recolección y comercialización (venta) de los desechos de tipo plástico y metales (aluminio) que son generados significativamente en el caserío y que se constató mediante el pesado de lo recolectado un periodo de siete días, lo cual dio como resultado que cada una en promedio recolecta 1.95 kg de plástico y 0.5 kg de metal (latas de aluminio) a la semana.

El poder caracterizar y conocer la producción per cápita que del Caserío Emiliani posee en generación de desechos sólidos, permite verificar la problemática sobre el manejo de ellos y la importancia de la aplicación de un plan de manejo integral de los desechos sólidos generados que conlleve a la mejora socio ambiental.

#### 3.3.4. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL POR LA GESTION DE DESECHOS SOLIDOS

Una forma de manejo de los desechos domésticos y comerciales en las comunidades rurales es por medio de la clasificación de materiales reciclables y aprovechamiento de los desechos orgánicos para generar mejoradores de suelo. La actividad de recuperación de los desechos conlleva las siguientes operaciones que pueden producir impactos ambientales:

1. Manejo de los desechos en la fuente de generación.
2. Traslado de los desechos recuperables a los centros de transferencia.
3. Descarga y carga de los desechos recuperables en los centros de acopio
4. Clasificación de los desechos recuperables en los centros de acopio.
5. Almacenamiento de los desechos recuperables en los centros de acopio.
6. Carga de los vehículos de recolección en los centros de acopio.
7. Transporte de los desechos recuperables de los centros de acopio a las industrias recicladoras.

En la siguiente matriz se identifican y se predicen las alteraciones que podrían ser generadas en el entorno ambiental, económico, social y cultural del Caserío Emiliani, con motivo de la ejecución de las operaciones de la actividad de recuperación de desechos sólidos. Para identificar los factores ambientales susceptibles de recibir impacto, se siguieron los siguientes criterios:

- a) Representativos del entorno afectado.
- b) Relevantes; es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- c) Excluyentes.
- d) De fácil identificación, tanto en concepto como en apreciación.

A continuación se presenta en la Tabla 3.40 la matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental de cada una de las acciones del manejo de los desechos ordinarios.

Tabla 3.40 Evaluación de impacto ambiental por la gestión de desechos sólidos. Matriz de Leopold.

Actividades		ACTIVIDADES ANTROPICAS							Nº de Impacto (+)	Nº de Impacto (-)	Total Impactos (+)	Total Impactos (-)	Promedio de Impactos (+)	Promedio de Impactos (-)		
Características		DOMÉSTICAS Y COMERCIALES														
Medio	Categorías	Descripción	Manejo de los desechos en la fuente de generación	Traslado de los desechos recuperables al centro de acopio	Descarga y carga de los desechos recuperables en el centro de acopio	Clasificación de los desechos recuperables en el centro de acopio	Almacenamiento de los desechos recuperables en el centro de acopio	Carga de los vehículos en el centro de acopio	Transporte de los desechos recuperables del centro de acopio a las industrias recicladoras							
PAISAJE	SUELO	Acumulacion de desechos	-6/6			-6/6	-7/9			0	3	0	-19	0	-6.3	
		Desechos solidos esparcidos	-5/5	-1/1	-2/2	-6/10	-5/8	-2/2	-4/5	0	7	0	-25	0	-3.6	
	AIRE	Ruido			-4/3					0	2	0	-7	0	-3.5	
		Emision de gases		-2/2					-2/2	0	2	0	-4	0	-2	
SOCIO-ECONÓMICO	PAISAJE	Degradacion estetica del ambiente	-3/3	-2/2	-1/1	-6/9	-7/6	-2/2	-2/3	0	7	0	-23	0	-3.3	
		Riesgo de incendio						-8/8			0	1	0	-8	0.0	-8
		Riesgo de accidente	-1/1	-1/2	-1/1	-7/8			-1/1	-2/2	0	6	0	-13	0	-2.2
		Vectores de enfermedades	-8/6					-9/9			0	2	0	-17	0.0	-8.5
		Descontento de la poblacion		-1/1	-3/3	-7/8	-8/8	-2/4	-3/4	0	6	0	-24	0.0	-4.0	
<b>Nº de Impactos (+)</b>			0	0	0	0	0	0	0							
<b>Nº de Impactos (-)</b>			5	5	5	5	6	5	5							
<b>Total Impactos (+)</b>			0	0	0	0	0	0	0							
<b>Total Impactos (-)</b>			-23	-7	-11	-32	-44	-10	-13							
<b>X de Impactos (+)</b>			0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
<b>X de Impactos (-)</b>			-4.6	-1.4	-2.2	-6.4	-7.3	-2.0	-2.6							

Fuente: Elaboración propia.

Según la matriz de Leopold se puede analizar que los impactos ambientales con mayor magnitud e importancia para el Caserío Emiliani son los riesgos de incendios durante el almacenamiento de los desechos reciclables, los desechos sólidos esparcidos en los entornos del caserío presentes en todas las acciones del programa de manejo implementado, por lo que hay que tomar las medidas correctivas para evitar esta situación, la acumulación de los desechos debido a fallas en el servicio de recolección, los vectores de enfermedades (insectos, moscas y ratas): se da por la acumulación de desechos, provocando gran descontento en la población.

Dado todas las acciones anteriores producen colateralmente la degradación estética del ambiente durante la clasificación y almacenamiento inadecuado, provocando ello que el caserío se vea poco agradable, lo que produciría un descontento de la población debido a la percepción que tienen las personas sobre los desechos sólidos como basura.

La recuperación de los desechos ordinarios o domésticos en comunidades rurales como la del Caserío Emiliani tiene un enfoque ambientalista, pero sus actividades deben planificarse de tal modo que mitiguen los impactos negativos principalmente por la degradación estética del ambiente. Las medidas de mitigación deben ser consideradas como parte del ciclo de vida de la actividad de recuperación de los desechos ordinarios en comunidades rurales.

En síntesis y haciendo un análisis se puede mencionar que dentro de los impactos positivos que conlleva desarrollar un plan de manejo integral de desechos sólidos se encuentran:

- a. Recolección de los desechos recuperables que incide directamente sobre la conservación de los recursos naturales y el ahorro energético.
- b. Disminución de la contaminación por desechos sólidos en el suelo, el agua y el aire.

- c. Aumento del tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios.
- d. Una población más sana y con mayor capacidad de organización.
- e. Posibilidad de ingresos económicos por la comercialización de los desechos y no se altera la belleza del paisaje.

## **CAPITULO 4. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

### **4.1. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REMOCION DE CONTAMINANTES DEL AGUA PARA CONSUMO**

El agua es indispensable para la vida y es necesario poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio, haciendo todo lo posible para obtener la mejor calidad que la tecnología permita (SALUD, 2015). Para ser apta para consumo humano, el agua requiere de una serie de tratamientos que se establecen acordes a su calidad inicial para lo cual se presentan a continuación, una serie de alternativas para la potabilización del agua del Caserío Emiliani, ordenadas de la menos factible a la más factible, considerando no solo tecnologías por si solas sino también como sistemas acoplados de ellas.

#### **4.1.1. ALTERNATIVAS DE FILTRACION**

##### **4.1.1.1. ALTERNATIVA 1: “Filtración Lenta en Arena (FLA)”**

#### **a) Objetivo:**

Remover los sedimentos suspendidos, materia orgánica y remoción media de bacterias mediante un conjunto de mecanismos de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad del agua.

#### **b) Descripción:**

La filtración biológica consiste en circular agua cruda a través de arena. El principio consiste en la formación de una capa biológica, desarrollándose procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples. Los filtros contienen los siguientes componentes:

- Caja de filtración y su estructura de entrada: La caja del filtro posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros especificados para operar en paralelo. Se recomiendan áreas de filtración máxima por módulo de 100 m<sup>2</sup> para facilitar las labores manuales de operación y mantenimiento el filtro. La estructura consta de un vertedor de excesos, canales o conductos para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro propiamente dicho (OPS&COSUDE, 2006).
- Lecho filtrante: El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. La velocidad de filtración varía entre los 0.1 y 0.2 m/h dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del agua afluyente menor velocidad de filtración. La altura del agua sobre el lecho filtrante puede variar entre 1.0 y 1.50 m (OPS&COSUDE, 2006).
- Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida: El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante. (OPS&COSUDE, 2006)
- Capa de agua sobrenadante: Se recomienda una altura de agua sobrenadante de 1.0 a 1.5 m. y un borde libre entre los 0.2 y 0.3 m (OPS&COSUDE, 2006).
- Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo:
  - Válvula para controlar entrada de agua pre tratado y regular velocidad de filtración.
  - Dispositivo para drenar capa de agua sobrenadante, “cuello de ganso”.
  - Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia



- Válvula para drenar lecho filtrante y válvula para desechar agua tratada.
- Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia.
- Vertedero de entrada e indicador calibrado de flujo.
- Vertedero de salida y vertedero de excesos.

Fuente: (OPS&COSUDE, 2006)

**c) Ventaja del tratamiento:**

Mejoran la calidad física, química y bacteriológica del agua sin uso de químicos, además de una operación sencilla, económica y eficaz (OPS&COSUDE, 2006).

**d) Mantenimiento:**

Tabla 4.1 Descripción de mantenimiento de filtro lento de arena.

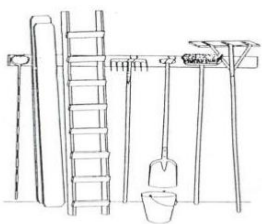
<b>MANTENIMIENTO</b>	
<b>DIARIO</b>	Chequeo del flujo de entrada que no esté obstruido, limpieza del material flotante y basura de la superficie del agua. Las bombas, canales y otros equipos deben ser verificados diariamente que estén funcionando correctamente.
<b>CORTO PLAZO</b>	<u>Limpieza del lecho de arena:</u> consiste en remover una capa de arena, desocupándola previamente y lavándola tan pronto como sea extraída del filtro para quitar la materia orgánica adherida a ella. Esta limpieza se realiza aproximadamente cada 2 o 3 meses, dependiendo del buen mantenimiento que se le dé al filtro.
<b>LARGO PLAZO</b>	<u>Rearenamiento del filtro:</u> es necesaria cuando los raspados han reducido el espesor del lecho a 50-60 cm. Esta operación se debe realizar cada dos o tres años. <u>Limpieza total de cada filtro:</u> Se recomienda que en forma secuencial, en un periodo prolongado generalmente no inferior a cinco años, se limpie todos los elementos de la caja filtrante: lecho de arena, manto sosten de grava, sistema de drenaje, paredes y solera de la unidad, cámaras, vertederos, etc.
<b>HERRAMIENTAS</b>	

Figura 4.1 Herramientas usadas para la operación y mantenimiento

Fuente: (OPS&COSUDE, 2006)

**e) Efectos residuales:**

Los efectos residuales son producidos por la limpieza del lecho de arena, generando aguas de lavado que pueden ser desechadas al desagüe general y arena proveniente de los raspados la cual se puede almacenar para ser usada en el rearenamiento del filtro (OPS&COSUDE, 2006).

**f) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

El costo de construcción se determina principalmente en función de los materiales como cemento, arena para construcción, grava, acero para refuerzo, arena para filtros, tuberías, válvulas y el costo de mano de obra. El costo de operación de un filtro lento de arena depende de los costos de mano de obra, y de la energía eléctrica si se requiere bombeo, pero no se pueden dar cifras generales debido a las variaciones en las situaciones locales. Los costos de mantenimiento deben incluir reparaciones menores a los filtros, y el reemplazo de arena por raspado. Otros costos de mantenimiento se relacionan con el reemplazo de pocas partes móviles del filtro (OPS&COSUDE, 2006).

4.1.1.2. ALTERNATIVA 2: “Filtro de carbón activado”

**a) Objetivo:**

Retener ciertas partículas, como el cloro, las cuales producen olores y/o sabores indeseados, remover sólidos pesados (plomo, mercurio) en el agua y contaminantes orgánicos del agua (restos de insecticidas, pesticidas, herbicidas y bencenos, así como derivados del petróleo) obteniendo así un agua de gran calidad.

**b) Descripción:**

El nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna. El carbón activado es un adsorbente muy versátil ya que el tamaño y la distribución de

sus poros en la estructura carbonosa pueden ser controlados para satisfacer las necesidades de tecnología (LUGO, 2017).

El carbón activado posee la capacidad de adherir o retener en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido que está en contacto con él. Este fenómeno se denomina poder adsorbente. El carbón activado se caracteriza por poseer una superficie específica (alrededor de 500 a 1500m<sup>2</sup> por gramo) con una infinita cantidad de poros muy finos que son los que retienen (adsorben) ciertos compuestos no deseados. Son las altas temperaturas, la atmósfera especial y la inyección de vapor del proceso de fabricación del carbón activado lo que activa y crea la porosidad (LUGO, 2017).

El carbón activado puede ser producido a partir de una gran variedad de materias primas carbonizables, siendo entre ellas las principales: Carbón mineral, cáscara de coco, madera, lignita, etc. Las propiedades intrínsecas del carbón activado que se obtiene son totalmente dependientes de la fuente de materia prima utilizada (LUGO, 2017).

Las propiedades más importantes a considerar al seleccionar un carbón son el diámetro de los poros y las características de los mismos:

- Carbón granular: La única diferencia entre un carbón granular y uno pulverizado es el tamaño de la partícula. Presentan un tamaño medio de partícula entre 1 y 5 mm (LUGO, 2017).
- Carbón pulverizado: El Carbón Activado pulverizado presenta tamaños menores de 100  $\mu\text{m}$ , siendo los tamaños típicos entre 15 y 25  $\mu\text{m}$  (LUGO, 2017).

Su aplicación se realiza en lechos empacados, tipo columnas, cargados con gránulos del material adsorbente (carbón activado) y se bombea, a través del filtro empacado, el efluente a tratar. A medida que el agua fluye a través de la columna, los químicos se adsorben a la superficie porosa de los gránulos. Cuando la superficie disponible del carbón activado se llena de químicos, se

dice que el carbón está gastado. Este carbón gastado debe reemplazarse o limpiarse para permitir que el filtro se reutilice (LUGO, 2017).

**c) Ventaja del tratamiento:**

Se emplea para eliminar porcentajes entre el 80 y 98 % del contaminante inicial por lo que ofrece un agua de mayor calidad, aprovechamiento del producto, al poder regenerarse, especial para remoción de mal olor, sabor o color desagradable, remueve plaguicidas y compuestos orgánicos volátiles, económicos, fáciles de operar y mantener (LUGO, 2017).

**d) Mantenimiento:**

El trabajo del filtro de carbón activado consiste en retirar cloro y materia orgánica disuelta en el agua por medio de adsorción, es conveniente retrolavar el carbón activado solamente cuando deja fugarse cloro o en su defecto retrolavarlo una vez a la semana o cada 2 semanas. Durante el retrolavado del carbón activado, el cloro residual se desprende y es tirado al drenaje, la materia orgánica, trazas de aceite o fosfatos al ser adsorbidos por el carbón activado, no se desprenden de este y la idea de retrolavar el carbón es para exponer otra superficie de este y que siga operando. Después del retrolavado, se procede a enjuagar la cama de medio filtrante haciendo un enjuague en flujo descendente para asentar y reacomodar la cama del filtro (LUGO, 2017).

El carbón activado tiene una duración de 8 a 12 meses en uso doméstico, de 6 a 8 meses en uso comercial e industrial. Por lo que se puede aplicar procesos de reactivación de carbón activado, dependiendo las condiciones en las que se encuentre así es el proceso más idóneo, dentro de los procesos de reactivación están:

- Reactivación con vapor de agua
- Reactivación con gases calientes
- Reactivación térmica
- Reactivación con ácido

- Reactivación mediante la modificación del pH en solución acuosa
- Reactivación biológica

Fuente: (LUGO, 2017).

**e) Efectos residuales:**

Los residuos procedentes del lavado de filtros son de baja concentración, si bien, como los filtros pueden favorecer al desarrollo biológico, el agua de lavado puede contener cantidades de materia orgánica, por lo que se puede implementar que el agua de lavado de filtros se recicle o recupere, enviándola a cabecera de tratamiento, o bien se evacue hacia el desagüe general, y de aquí a las corrientes naturales de aguas más cercanas (LUGO, 2017).

**f) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Los costos del carbón se encuentran asociados a su tipo. Los costos de tratamiento por metro cúbico dependen directamente del caudal de tratamiento, del tipo de carbón utilizado (doméstico, industrial, farmacéutico), del tipo del contaminante y de su concentración inicial. Sin embargo, para una evaluación inicial, la mayor sensibilidad de costos se logra mediante la variación del caudal de tratamiento. La alternativa en general se considera es de alto costo de inversión y mantenimiento (LUGO, 2017).

4.1.1.3. ALTERNATIVA 3: “Filtro de zeolita”

**a) Objetivo:**

Eliminar partículas contaminantes 10µm e inferiores, adsorber cationes en solución como Fe, Mn, Cu, Zn, y metales pesados como Pb y As, eliminar malos olores, algunos microorganismos y contaminantes orgánicos.

**b) Descripción:**

Las zeolitas son minerales micro porosos formados por la desvitrificación de cenizas volcánicas durante millones de años. Son aluminosilicatos hidratados de Sodio, Calcio, Magnesio, Potasio y otros minerales alcalinos y alcalinos

térreos que se encuentran en forma natural en la tierra. Todas las zeolitas tienen una estructura tridimensional en forma de jaula que contiene canales con un diámetro específico (LARREA, 2015).

Este retículo cristalino está formado por tetraedros de  $\text{SiO}_4$  y  $\text{AlO}_4$  en configuraciones ligeramente diferentes en cada tipo de zeolita. Poseen una estructura cristalina eléctricamente cargada que puede ser utilizada para retener cationes. Las propiedades más relevantes de las zeolitas naturales son:

- Porosidad: Las zeolitas son formadas por canales y cavidades regulares y uniformes de dimensiones moleculares (3 a 13nm) que son medidas similares a los diámetros cinéticos de una gran cantidad de moléculas. Este tipo de estructura microporosa hace que las zeolitas presenten una superficie interna extremadamente grande en relación a su superficie externa (LARREA, 2015).
- Adsorción: La alta eficiencia de adsorción de las zeolitas está relacionada a la gran superficie interna que ésta posee. Cuando el tamaño del poro disminuye se produce un incremento significativo del potencial de adsorción, ocasionado por el solapamiento de los potenciales de las paredes del poro. Así, para un mismo adsorbato, la interacción con las paredes del poro es mayor cuanto menor es el tamaño del poro, y por tanto, mejor el confinamiento de la molécula adsorbida (LARREA, 2015).
- Intercambio iónico: Se considera una propiedad intrínseca de estos minerales pues es el producto de la sustitución isomórfica de los átomos de silicio de su estructura cristalina por otros átomos. En el caso de las zeolitas esta sustitución ocurre por átomos tetravalentes de aluminio lo que produce una carga neta negativa en la estructura que se compensa por cationes fuera de ella. Estos cationes son intercambiables, de ahí la propiedad intrínseca de intercambio iónico que también es una manifestación de su naturaleza de estructura cristalina microporosa, pues las dimensiones de sus cavidades y de los cationes que se intercambian determinan el curso del proceso (LARREA, 2015).

La zeolita natural es uno de los mejores productos disponibles en la naturaleza para la filtración de agua. Su porosidad y superficie específica combinada con su capacidad de intercambio catiónico natural la convierten en un medio filtrante muy superior a la arena y otros minerales (LARREA, 2015).

La zeolita también puede utilizarse en combinación con la arena y/o otros medios filtrantes como el carbón activado para obtener agua de gran pureza o para purificar agua altamente contaminada. Con las nuevas normativas sobre reciclaje del agua, las zeolitas ofrecen la posibilidad de obtener agua limpia proveniente de cualquier origen (LARREA, 2015).

**c) Ventaja del tratamiento:**

Posee una mayor superficie y porosidad, produce una mayor claridad en el agua filtrada, la zeolita es el medio filtrante más durable (más de 5 años), solo requiere de un simple retro lavado periódico para mantener su eficiencia y su desempeño, posee una capacidad de flujo 4 veces superior a la de los medios filtrantes convencionales, no produce un exceso de compuestos químicos, que posteriormente se conviertan en un obstáculo del tratamiento y el exceso de lodos puede ser fácilmente removido para su uso en la agricultura (LARREA, 2015).

**d) Mantenimiento:**

Para el correcto desempeño del medio filtrante se debe de aplicar un proceso de retro lavado que es la operación de mantenimiento más importante, es un procedimiento sencillo y se realiza por medio de las llaves de paso, haciendo que el agua fluya por 5 minutos al reverso del flujo normal; dicho flujo de agua producto del retro-lavado va directo al drenaje, esta operación se realiza para eliminar los sólidos retenidos entre los gránulos del medio, eliminar biomasa excesiva. La frecuencia con la que se retro lavan los adsorbedores se determina con base en uno de los dos siguientes parámetros: una máxima

caída de presión permisible o un intervalo de tiempo definido (un retro lavado a la semana) (LARREA, 2015).

**e) Efectos residuales:**

El efecto residual que produce la aplicación de filtros de zeolita se da por la etapa de mantenimiento que es por retro lavado, el cual produce agua de desecho que posee concentraciones bajas de residuos por lo que puede ir directo al desagüe general (LARREA, 2015).

**f) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Los costos de las zeolitas son menores al de resinas sintéticas y carbón activado. Gracias a su polifuncionalidad, el efluente que se obtiene es de mayor calidad. Su regeneración es fácil y barata. Su resistencia física es igual a la de arena silica, por lo que su vida útil es larga y su costo de mantenimiento y/o operación es bajo. La combinación de los factores anteriores origina que el costo de purificación mediante los filtros de zeolita sea bajo, por lo cual el análisis beneficio-costos, de comparación con el de carbón activado resultaría favorable a la aplicación de los filtros de zeolitas (LARREA, 2015).

#### 4.1.2. ALTERNATIVAS DE DESINFECCION

##### 4.1.2.1. ALTERNATIVA 4: "Fotocatalizador heterogéneo con $TiO_2$ "

**a) Objetivo:**

Desinfectar el agua mediante el uso de tecnologías accesible, eficaz y socialmente aceptables, basadas en el proceso de oxidación de los contaminantes promoviendo la desinfección de organismos patógenos en el agua.

**b) Descripción:**

Fotocatálisis heterogénea con dióxido de titanio ( $TiO_2$ ): En el caso de la fotocatalisis heterogénea, se emplean semiconductores (sólidos en suspensión acuosa o gaseosa). Existen múltiples de estos fotosensibilizadores tales como:



$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{TiO}_2$ . Sin embargo, el más ampliamente usado en aplicaciones fotocatalíticas es el dióxido de titanio en forma de anatasa 99% y en forma de rutilo 1%, ya que presenta una mayor actividad fotocatalítica, no es tóxico, es estable en soluciones acuosa y no es costoso, habiéndose evaluado diferentes estructuras del mismo (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

Cuando un semiconductor está en contacto con un electrolito conteniendo un par redox, la transferencia de cargas ocurre a través de la interfase sólido/liquido (heterogénea), como consecuencia de la diferencia de potencial entre las dos fases. Se forma un campo eléctrico en la superficie del semiconductor y las bandas se curvan con la forma del campo eléctrico desde el interior del semiconductor hasta la superficie. Durante la fotoexcitación, cuando un fotón de energía suficiente es absorbido, las bandas curvadas adquieren las condiciones necesarias para la separación de cargas (par  $e^-/h^+$ ) (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

➤ *Parámetros que influyen en el proceso de Fotocatálisis con  $\text{TiO}_2$*

Existen varios parámetros que influyen cualitativa y cuantitativamente en el proceso de óxido-reducción fotocatalítico. A continuación se presentan los más importantes:

- Longitud de onda e intensidad de la luz: El dióxido de titanio absorbe longitudes de onda inferiores a 400 nm, que corresponden al espectro ultravioleta. Cualquier radiación de estas características tendrá la capacidad de generar en el semiconductor par es electrón-hueco. La distancia de penetración de los fotones dentro de la partícula de  $\text{TiO}_2$  es más corta cuanto menor es la longitud de onda ya que son absorbidos por las moléculas del semiconductor con más fuerza. Debido a esto, el empleo de longitudes de onda más corta (UVC) generan los pares electrón-hueco más cerca de la superficie, siendo

menor el tiempo empleado para la migración de estos pares electrón-hueco hasta la superficie de la partícula y, por tanto, menores las posibilidades para que ocurra la recombinación de los mismos antes de que se produzca en la superficie de la partícula las reacciones con las especies químicas presentes en el agua. En conclusión, el aprovechamiento de la energía absorbida es mayor cuanto menor es la longitud de onda empleada (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

- El catalizador: Cuanto mayor sea la dosis del catalizador, mayor será en principio la eficiencia obtenida, si bien el efecto de la turbidez ocasionada por sus partículas también aumenta, dificultando la difusión de la luz ultravioleta. En lo que respecta a su disposición, el dióxido de titanio puede estar en suspensión o inmovilizado. La utilización de partículas de  $TiO_2$  ocasiona la aparición de sólidos suspendidos, parámetro limitado por la legislación en materia de vertidos. Por lo tanto, es necesario separar las partículas de  $TiO_2$  de las aguas tratadas antes de su vertido o reutilización, siendo éste uno de los principales inconvenientes a la hora de aplicar esta tecnología debido a su reducido tamaño (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).
- Efecto del oxígeno: Los huecos generados en la fotocatalisis producen radicales hidroxilo en la interfase del semiconductor con el agua. Por otro lado, los electrones generados requieren una especie aceptadora de electrones, evitando de esta forma la recombinación de éstos con los huecos (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).
- Temperatura y pH: La variación de la temperatura no afecta significativamente la velocidad de las reacciones fotocatalíticas. Aparentemente el pH no afecta notablemente este tratamiento ya que se han obtenido buenos resultados empleando  $TiO_2$  a diferentes rangos de pH, pero también se ha comprobado que éste afecta el tamaño de

las partículas, la carga superficial y las posiciones de los máximos y mínimos de las bandas del TiO<sub>2</sub> debido a su carácter anfotérico. Debe trabajarse a un pH diferente al punto isoeléctrico para el TiO<sub>2</sub> (pH 7), donde la superficie del óxido no está cargada (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

- Calidad del agua a tratar: La presencia de turbidez, sólidos en suspensión y materia orgánica e inorgánica en el agua a tratar pueden restar eficiencia a la oxidación fotocatalítica con TiO<sub>2</sub>. La turbidez interfiere en la interacción de la luz ultravioleta y el catalizador, reduciendo la eficacia de la reacción de destoxificación (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

### **c) Ventajas:**

- Es el único método que realmente destruye sustancias tóxicas hasta compuestos totalmente inocuos. En el caso de sustancias orgánicas, los subproductos que se obtienen son agua, CO<sub>2</sub> y simples ácidos inorgánicos.
- El proceso es capaz de destruir prácticamente cualquier tipo de sustancia orgánica, incluidas mezclas complejas. En este sentido, es capaz de descomponer incluso sustancias difícil o peligrosamente tratables por otros métodos, como es el caso de dioxinas, bifenilos policlorados, disolventes, pesticidas, colorantes, entre otras.
- Las sustancias contaminantes son eliminadas en un único proceso, sin necesidad de ser extraídas previamente del medio en que se encuentran disueltas.
- El aporte de energía necesario es muy pequeño, pues el proceso tiene lugar a temperaturas que oscilan entre 30 y 80° C, sin que su variación apenas si le afecte. Esta energía procede, además, de una fuente limpia y abundante como el sol.

Fuente: (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

**d) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

El sistema presenta costo de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales debido a la energía solar. Sin embargo se debe de considerar un proceso de cloración para obtener el cloro residual en el agua y poder ser almacenada (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA , Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016).

4.1.2.2. ALTERNATIVA 5: “Cloración”

**a) Objetivo:**

Desinfectar el agua mediante la eliminación de patógenos, contralando problemas de olor, remoción de hierro, magnesio y eliminando nitrógeno amoniacal.

**b) Descripción:**

La cloración se emplea en la potabilización para destruir patógenos, controlar problemas de olor, remover hierro y manganeso y para eliminar nitrógeno amoniacal. El cloro tiene una fuerte afinidad por varios compuestos y elementos, particularmente por los agentes reductores, pues tiene una gran tendencia a ganar electrones y formar ión cloruro o compuestos organoclorados. Las sustancias con las cuales el cloro reacciona frecuentemente son Fe, Mn, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, así como con la mayor parte de los compuestos orgánicos presentes. Las reacciones con los compuestos inorgánicos en general son rápidos, mientras que las que se llevan a cabo con los orgánicos son muy lentas y su grado de desarrollo depende de la cantidad de cloro disponible (BRITO, 2007).

La tasa de desinfección depende de la concentración y forma en que se encuentre el cloro disponible, el tiempo de contacto, el pH, temperatura y otros factores. El ácido hipocloroso es más eficiente que el ión hipoclorito, por ello el poder del cloro residual disminuye conforme se incrementa el pH. La acción bactericida del cloro combinado es mucho menor que las del cloro residual libre,

particularmente en términos de la velocidad de la reacción. Los principales factores que afectan la eficiencia de desinfección son:

- Tiempo de contacto. Se refiere al tiempo disponible para que el cloro actúe sobre los microorganismos. Este tiempo debe ser como mínimo de 10 a 15 min. en agua potable, normalmente entre 15 y 30 min (BRITO, 2007).
- Temperatura. La destrucción de microorganismos con cloro es mucho más rápida a mayor temperatura. A pesar de esto, el cloro es más estable en agua fría lo que en la práctica compensa la menor velocidad de desinfección. Así, para lograr la misma acción a 4 °C que a 21°C, la concentración de cloro residual debe ser el doble con los demás factores constantes (BRITO, 2007).
- pH. Afecta la acción desinfectante del cloro, particularmente la del cloro residual combinado. De forma general, mientras más alcalina sea el agua se requieren mayores dosis para una misma temperatura y tiempo de contacto (BRITO, 2007).

➤ Hipocloritos: Los hipocloritos son sales del ácido hipocloroso (HOCl). El hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) es la forma más común en estado seco. Se puede presentar en polvo, gránulos o tabletas que se disuelven para producir cloro libre en aproximadamente un 70% del original. El hipoclorito de sodio (NaOCl) se encuentra en estado líquido en concentraciones que contienen aproximadamente entre el 5 a 15% en volumen de cloro. Generalmente, el hipoclorito líquido es más económico que el sólido, que se ha utilizado generalmente en albercas, pequeñas plantas potabilizadoras y en situaciones de emergencia. La cloración se lleva a cabo utilizando una bomba automática dosificadora, la cual realiza una correcta inyección de cloro, para mantener una concentración constante, es aquí donde se inicia la fase de desinfección microbiológica, cuando el agua tratada con cloro es depositada en un tanque aéreo de concreto reforzado, para que se produzca la fase oxidante y el efecto residual, donde se eliminarán todas las bacterias presentes (BRITO, 2007).

➤ Efectos del cloro en los seres vivos: La respuesta de los diversos organismos vivos al cloro es variable. En particular la de las bacterias es alta y bien conocida en tanto que la de protozoarios y virus es variable y poco conocida. En general los quistes de protozoarios y los virus entéricos son más resistentes al cloro que las bacterias (BRITO, 2007).

No existen tablas o dosificaciones universales de la cantidad de cloro que se deba añadir para potabilizar el agua, pues ello depende de cada agua. Se debe entonces, determinar en laboratorio la demanda de cloro y la cantidad suficiente para mantener un residual que proteja al agua durante su transporte. De hecho, la medición de este residual constituye la prueba esencial de la potabilidad de un agua y es muy útil ya que se correlaciona directamente en el contenido de coliformes totales y fecales, evitando realizar tediosas determinaciones en forma rutinaria. Para determinar la dosis óptima, se deben realizar pruebas de laboratorio agregando cantidades crecientes de cloro al agua y midiendo su concentración a través del tiempo. La dosis óptima será la que produzca un residual de cloro libre, siendo de 0.2 a 1.5 mg/l para agua potable al final del período de contacto. Por ejemplo, en la Tabla 4.2 se presentan las dosis típicas de cloro (en sus diferentes formas) usadas en plantas potabilizadoras (BRITO, 2007).

Tabla 4.2 Dosis de cloro aplicadas en plantas potabilizadoras

<b>Compuesto de cloro</b>	<b>Dosis (mg/l)</b>
Cloro gas	1 a 16
Hipoclorito de sodio	0.2 a 2
Hipoclorito de calcio	0.5 a 5

Fuente: (BRITO, 2007)

La dosis de cloro ideal es la necesaria para destruir todos los organismos patógenos presentes en ella. Por tanto, para poder determinarla es indispensable tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Organismos que se intenta destruir u organismos índices (coliformes fecales).

- Tiempo disponible entre el momento en que se aplica el cloro al agua y el momento en que ésta es consumida, usada o descargada (tiempo de contacto).
- Cantidad de cloro que económicamente se puede agregar.
- Clase de desinfectante que se forma en el agua ( $\text{HClO}$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) según sea el pH y el contenido de nitrógeno y materia orgánica.
- Definir si el agua requiere precloración y poscloración o sólo poscloración, dependiendo de las características de la fuente. Por ejemplo, aguas altamente contaminadas con coliformes superiores a  $5 \times 10^3$  o que presenten una excesiva producción de algas en la planta, deben siempre preclorarse.

Fuente: (BRITO, 2007)

➤ Equipo: El líquido (hipoclorito) se aplica mediante bombas dosificadoras, su empleo requiere de la existencia de cámaras de mezclado. Comparando dos tipos de mezcladores uno rápido y el otro de difusión convencional se encontró que el cloro en cualquier presentación es activo durante los primeros 30 s de mezclado, por lo que conviene un mezclado rápido. La eliminación de coliformes se efectúa con 15 minutos de contacto como mínimo. El olor característico del cloro es un primer nivel para llamar la atención sobre posibles fugas; puesto que el cloro es muy reactivo con el amoníaco se emplea este compuesto para detectar fugas pues juntos forman un vapor blanco y denso (BRITO, 2007).

**c) Ventaja del tratamiento:**

Reducción comprobada de bacterias y la mayoría de virus, proporciona protección residual contra la contaminación, se puede modificar fácilmente para tener mayor o menor capacidad según la mayor o menor demanda, posee un bajo costo de operación (BRITO, 2007).

**d) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Posee un bajo costo de inversión y operación sobre las otras alternativas de desinfección aplicables al proceso de potabilización del agua (BRITO, 2007).

#### **e) Mantenimiento:**

Para el correcto desempeño del proceso de cloración se debe de realizar un proceso de mantenimiento y limpieza de los tanques de almacenamiento y puntos de suministro, los cuales deben de realizarse al menos dos veces al año para garantizar la calidad del agua. Para lo cual se debe de efectuar lo siguiente:

1. Impermeabilidad del tanque.
2. Revisión del ingreso de aguas extrañas al tanque.
3. Revisar los flotadores (boyas de nivel), las válvulas (llaves de paso) y las juntas de tuberías, y comprobar que todo funciona correctamente.
4. Revisión de infraestructura (si hay fisuras o pérdidas de agua en el tanque, válvulas y tuberías).
5. Lavado de tanque previamente vaciado, limpiando todas las superficies de este, eliminando los residuos por la válvula de desagüe.
6. Limpieza mediante un llenado del tanque agregando hipoclorito de sodio, dejando actuar al menos una hora y eliminar el agua, realizar lavados para eliminar el cloro en exceso y poder llenar nuevamente el tanque para su funcionamiento.

Fuente:(BRITO, 2007)

#### **4.1.3. ALTERNATIVAS DE SISTEMAS INTEGRADOS**

4.1.3.1. ALTERNATIVA 6: “Sistema acoplado de filtro de carbón activado-cloración”

#### **a) Objetivo:**

Establecer un sistema de tratamiento de agua potable implementando mecanismos que contribuyan al saneamiento del recurso logrando un nivel deseable de la calidad para consumo.



**b) Descripción:**

Se plantea un sistema para el tratamiento del agua integrado por dos procesos que constan de la filtración mediante carbón activado y la desinfección del recurso mediante cloración, esto con la finalidad de estudiar las mejoras que proporciona un sistema integrado para la descontaminación del agua para consumo.

➤ Filtración con carbón activado: El carbón activado tiene una gran área superficial y por lo tanto alta capacidad de adsorción de compuestos, que quedan adheridos a la superficie del mismo, son utilizados cuando se desean remover malos olores, sabores o color desagradable del agua, compuestos orgánicos volátiles, plaguicidas. Son las altas temperaturas, la atmósfera especial y la inyección de vapor del proceso de fabricación del carbón activado lo que activa y crea la porosidad (LUGO, 2017).

➤ Desinfección: La desinfección mata o inactiva organismos causantes de enfermedades, más la efectividad de la desinfección se juzga por la capacidad de controlar a los organismos indicadores que son las bacterias coliformes totales y fecales. La desinfección será mediante el uso del hipoclorito de sodio, el cual será suministrado a un tanque de contacto, considerando un tiempo de contacto de 30 minutos para agua potable con contenido de cloro residual (BRITO, 2007).

**c) Ventajas:**

La principal ventaja que presenta el sistema integrado es el alto grado de descontaminación del agua que resulta de aplicar el proceso y esto debido las características que cada proceso aporta, los altos grados de eficiencia, fácil manejabilidad.

**d) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Estos filtros son considerados económicos, fáciles de mantener y operar, con respecto a otras tecnologías convencionales, pero presenta un costo más

elevado que la zeolita y esto no solo por el costo de inversión sino que también por los costos de mantenimiento (reactivación) del carbón activado.

**e) Diagrama de bloques del sistema acoplado:**

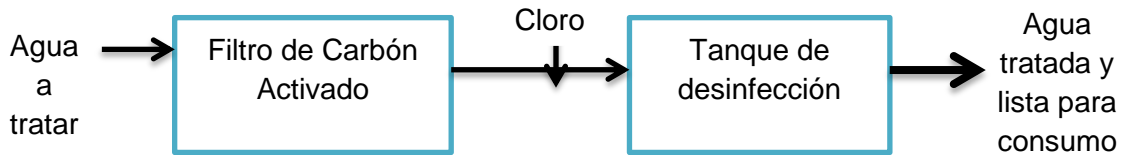


Figura 4.2 Diagrama de bloques de alternativa 2 (Elaboración propia).

4.1.3.2. ALTERNATIVA 7: “Sistema integrado de filtro de zeolita - cloración”

**a) Objetivo:**

Mejorar las condiciones de calidad del agua y promover la salud de la población mediante la integración de procesos, que conlleven a la correcta manipulación de las tecnologías para lograr una mayor eficiencia para la remoción de contaminantes.

**b) Descripción:**

Se considera un sistema integrado por dos procesos, el primero de filtración mediante zeolita y el proceso de desinfección mediante cloración. Considerándose como un sistema de tratamiento factible tanto técnico como a nivel económico.

➤ Filtración con zeolita: La filtración de agua es uno de los procesos donde interviene el uso de zeolitas, las cuales son sustratos filtrantes de origen natural. La aplicación de este sustrato ayuda a ofrecer un rendimiento alto. La zeolita posee una estructura a base de minerales volcánicos y cristales que funcionan como intercambiadores de iones. A su vez, poseen canales de materiales microporosos. En el intercambio de iones los canales absorben los elementos contaminantes del agua purificándola y filtrándola. Los poros de la zeolita con mayor volumen son aquellos que benefician en la retención de

partículas ya que logran delimitar su paso sin diferenciar entre tipo orgánico o amoniacal (LARREA, 2015).

Adicionando adecuadamente la zeolita en los sistemas de filtración, se puede alcanzar niveles de purificación de aguas bastante notables y lograr no solo la remoción de fosfatos, sulfatos y cloruros; sino también la eliminación de metales pesados como plomo, arsénico, níquel, cobre, etc. (LARREA, 2015).

➤ Desinfección: Por economía y operación se utilizará un método químico con el uso del cloro. El principal objetivo es la remoción bacteriológica así como evitar la proliferación de microorganismos. La adición del cloro garantiza la desinfección del agua con la eliminación de los organismos que estén presentes, también mantiene la calidad del agua potable después de salir del proceso con la adición del cloro residual. El procedimiento para adicionar el cloro se efectúa mediante un tanque de contacto donde se le adicionará en forma líquida el cloro durante un tiempo de contacto de 30 minutos con el propósito principal de reducir al 99.99% de patógenos entéricos (BRITO, 2007).

**c) Ventajas:**

Las principales ventajas de la combinación de los procesos radica en que al utilizar zeolita como medio filtrante genera una mayor superficie y porosidad, produce una mayor claridad en el agua filtrada, brinda un medio filtrante más durable (más de 5 años) requiriendo un simple retro lavado periódico para mantener su eficiencia y su desempeño. El proceso de cloración proporciona una reducción comprobada de bacterias y la mayoría de virus, proporcionando una protección residual contra la contaminación.

**d) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

El sistema acoplado por los procesos de filtración y desinfección presentan costo de inversión, de operación y mantenimiento relativamente bajo

comparado con otras tecnologías convencionales, presentando mayores tasas de rendimiento sin necesidad de altos requisitos de mantenimiento.

**e) Diagrama de bloques del sistema acoplado:**

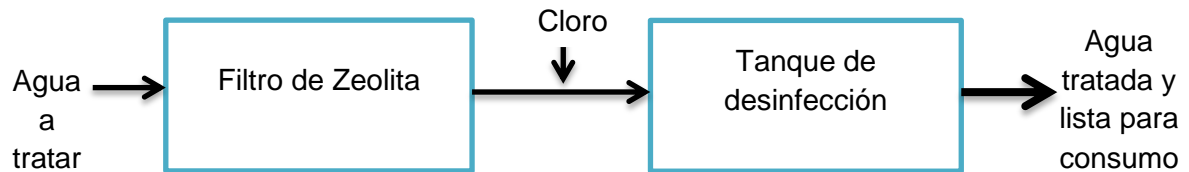


Figura 4.3 Diagrama de bloques de alternativa 1 (Elaboración propia).

## 4.2. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION DE AGUAS NEGRAS Y GRISES

El agua es uno de los recursos más importantes para el desarrollo del buen vivir de un ser humano. Es por esto, que su tratamiento es de suma importancia antes y después de ser utilizada, las aguas residuales (negras y grises) causan importante incidencia en la salud y es que al no contar con un buen servicio de las mismas, éstas pueden causar proliferación de vectores, epidemias, malos olores y un mal aspecto físico del sector.

Para lo cual se presentan a continuación una serie de alternativas para el tratamiento de aguas negras y grises de manera independientes de la comunidad Emiliani, ordenadas de la más factible a la menos factible considerando no solo tecnologías por si solas sino también como sistemas acoplados de ellas.

### 4.2.1. ALTERNATIVA DE AGUAS NEGRAS

#### 4.2.1.1. ALTERNATIVA: “Tanque séptico”

**a) Objetivo:**

El objetivo principal del tanque séptico es crear dentro de esta, una situación de estabilidad hidráulica que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas.

**b) Descripción:**

El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos (R., R., & L., 2009).

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan (R., R., & L., 2009).

Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C. El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción de los agentes patógenos. Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente (R., R., & L., 2009).

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de Oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia

orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo (R., R., & L., 2009).

**c) Ventajas:**

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, parques.
- Larga vida útil.
- No hay problemas con moscas ni olores si es usada correctamente.
- Bajos costos de instalación, operación, mantenimiento y limpieza.
- No hay consumo de energía eléctrica.
- La operación y mantenimiento son labores sencillas de realizar.

Fuente: (R., R., & L., 2009)

**d) Dimensionamiento:**

En El Salvador, los tanques sépticos deben ser diseñados de acuerdo a los criterios brindados por las unidades de salud, bajo la dirección del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (R., R., & L., 2009).

- **Determinación del volumen útil requerido para el tanque ( $V_u$ , en  $m^3$ ):** Se recomienda que los tanques sépticos, deban dimensionarse teniendo en cuenta un volumen destinado a la sedimentación y un volumen para la acumulación del lodo, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_u = 1000 + N(DT + L_f K)$$

Dónde:

$V_u$  = volumen útil del tanque séptico

$N$  = número de personas o unidades de contribución (habitantes o unidades)

$T$  = tiempo de retención (días)

$L_f$  = contribución de lodo fresco (l/h/d)

$D$  = dotación per cápita de aguas residuales por persona (l/h/d)

$K$  = tasa de acumulación de lodo (días)

Fuente: (R., R., & L., 2009)

A continuación se describen los valores de los parámetros de la ecuación anterior:

- ✓ Período de retención hidráulica (T en días)

Los valores de tiempo de retención deben ser considerados de acuerdo a la Tabla 4.3 que se presenta a continuación.

Tabla 4.3 Tiempo de retención en proporción al volumen que se debe tratar

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	Horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
De 4,501 a 6,000	0.75	18
De 6,001 a 7,500	0.67	16
De 7,501 a 9,000	0.58	14
mas 9,000	0.50	12

Fuente: (R., R., & L., 2009)

- ✓ Contribución de lodo fresco ( $L_f$ )

Se tomará como contribución de lodo fresco per cápita  $L_f = 1$  l/h/día, de manera general y para casos específicos se deben considerar los valores de la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Contribución de lodo fresco  $L_f$  en L/día

Predio	Unidades	Contribución de lodo fresco $L_f$ (L/día)
<b>Ocupantes permanentes</b>		$L_f$
<b>Residencia</b>		
Clase alta	Persona	1.00
Clase media	Persona	1.00
Clase baja	Persona	1.00
Hotel (excepto lavandería y cocina)	Persona	1.00
Alojamiento provisional	Persona	1.00
<b>Ocupantes temporales</b>		
Fabrica en general	Persona	0.30
Oficinas temporales	Persona	0.20
Edificios públicos o comerciales	Persona	0.20
Escuelas	Persona	0.20
Bares	Persona	0.10
Restaurante	Comida	0.01

Fuente: (R., R., & L., 2009)

- ✓ Tasa de acumulación de lodos digeridos (K)

Esta tasa de acumulación depende de la temperatura del lugar donde se construirá el tanque séptico y el intervalo de limpieza medido en años y tiene valores de acuerdo a la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Valores de tasa de acumulación de lodos digerido

Intervalos de limpieza (años)	Valores de K (días) por intervalo de temperatura ambiente (t) en °C		
	t = 10 °C	10 °C < t < 20 °C	t = 20 °C
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: (R., R., & L., 2009)

✓ Cálculo del volumen útil requerido de tanque séptico

DATOS:

1. Número de habitantes:  $N = 152$
2. Contribución de lodo fresco  $L_f = 1.00 \text{ l/h/d}$
3. Dotación per cápita de aguas residuales por persona, considerando el valor sugerido por la guía de tratamiento de aguas grises y negras del Ministerio de Salud para zonas rurales:  $D = 100 \text{ l/h/d}$
4. Periodo de limpieza de diseño: 2 años
5. Tasa de acumulación de lodo:  $K = 97$  días según tabla 4.5
6. Contribución de aguas negras diarias:

$$C = 0.8 * N * D = (0.8)(152h) \left( \frac{100L}{h. dia} \right) = 12,160L/dia$$

7. Tiempo de retención:  $T = 0.5$  día según tabla 4.3
8. Evaluación del volumen útil requerido de tanque séptico

$$V_u = 1000 + N(DT + L_f K)$$

$$V_u = 1000 + 152(100 * 0.5 + 1 * 97) = 23,344L = 23.34m^3 \approx 23m^3$$

El valor de volumen requerido de tanque séptico para el Caserío Emiliani, considerando los parámetros antes expuestos es de  $23m^3$ .

#### e) Evaluación del costo de la alternativa:

Para la determinación de los costos totales de la implementación de la tecnología de fosa séptica prefabricada se debe de considerar los costos de inversión de la adquisición de este, el costo de instalación, de mantenimiento y operación. Aunque se considera que es una alternativa económica para el tratamiento de aguas negras (R., R., & L., 2009).

#### f) Mantenimiento:

Se debe de efectuar inspección del tanque, con una frecuencia de una o dos veces al año y contemplando lo siguiente:

1. Impermeabilidad del tanque.
2. Revisión del ingreso de aguas extrañas al tanque.



3. Revisión de empaques en las conducciones, que conectan el tanque séptico con el sistema de disposición en campos de infiltración.
4. Revisión de la acumulación de lodo y espuma (R., R., & L., 2009).

Las capas de lodo y espuma se pueden medir con ayuda de elementos. Para medir el espesor de la capa de espuma se utiliza una vara en forma de L, la cual se empuja a través de la capa de espuma hasta alcanzar el fondo de la misma. El espesor de la capa se determina al leer la escala de la vara. Para medir el espesor de la capa de lodo se utiliza el ensayo de extinción de la luz. Tal prueba consiste en sumergir una fuente luminosa en el interior del tanque, la fuente de luz se puede observar mientras atraviesa la columna de agua, ya que cuando alcanza la capa de lodo se extingue (R., R., & L., 2009).

➤ Limpieza: se debe realizar la limpieza del tanque séptico una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento para el cual fue diseñado o cuando una inspección indique la necesidad de llevar a cabo tal función, esta situación será cuando el nivel de natas o lodos se encuentre muy cerca de la tubería de salida (boca de la T de salida) y se pueda correr el riesgo de los lodos o natas se dirijan hacia el drenaje. Generalmente, el diseño de un tanque séptico se realiza para un tiempo de almacenamiento de cinco años, sin embargo para el volumen propuesto de tanque se consideró un tiempo de 2 años. “Al realizar la limpieza de un tanque séptico se debe extraer solamente un 80% de su contenido, dejando el restante 20% de lodo, como reserva de bacterias vivas adaptadas que permitan continuar con el funcionamiento del sistema de tratamiento” (R., R., & L., 2009).

**g) Efectos residuales de la alternativa:**

- Lodos
- Natas

Fuente: (R., R., & L., 2009)

#### **h) Alternativa de mitigación de efectos residuales:**

Al realizar la extracción de lodos y natas de un tanque séptico, se debe tener en cuenta que estos residuos requieren un tratamiento posterior para luego ser dispuestos en un relleno sanitario. La razón de lo anterior se justifica porque al realizar la extracción del lodo del tanque, se saca el lodo viejo que puede estar muy estabilizado, así como lodo joven de reciente ingreso al tanque, el cual no tiene el tiempo suficiente de retención, para completar su proceso de biodegradación (R., R., & L., 2009).

El proceso de limpieza de tanque séptico se lleva a cabo por empresas privadas, las cuales posteriormente deben transportar estos residuos a sistemas de tratamiento para lodos de tanques sépticos y de esta forma asegurar una adecuada disposición final (R., R., & L., 2009).

### 4.2.2. ALTERNATIVAS DE AGUAS GRISES

#### 4.2.2.1. ALTERNATIVA 1: “Bio jardineras (humedales)”

##### **a) Objetivo:**

Evitar la contaminación y proliferación de vectores por aguas grises, separando en la fuente, dando tratamiento y utilizando el efluente para riego y otras actividades.

##### **b) Descripción:**

Los sistemas para el tratamiento de las aguas residuales, deben iniciarse mejorando los hábitos de consumo de la población para que al llevar a cabo tratamientos, éstos se realicen de acuerdo a cada descarga, origen y contenidos específicos. Las aguas grises, contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes, pudiendo presentarse bacterias o elementos que con procedimientos sencillos puedan recuperarse y reutilizarse. Por ello, si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada para mejorar su calidad se

estará produciendo un impacto negativo al ambiente, malos olores y focos para la posible transmisión de enfermedades (NEIRA, 2008).

Las aguas grises, de los lavamanos, duchas, lavandería y cocina, son las que se producen en mayor cantidad (cerca del 80% de todas las aguas domésticas saliendo de una casa) y al mezclarlas con las aguas provenientes de los inodoros, complican en forma significativa sus niveles de contaminación. Lo cual hará que al infiltrarlas o llevarlas a un cauce, potencialmente sean un vehículo de diseminación más rápido de las bacterias que producen enfermedades, al estar entonces directamente vinculadas con las heces (NEIRA, 2008).

El sistema de filtros-jardinera, puede reutilizar hasta un 70% del agua que ingresa al filtro. Del 30% restante, las plantas utilizan una parte para su crecimiento y evaporan otra. El efluente de las aguas grises saliendo del pre tratamiento (trampa de grasas), pasa a través de una bio jardinera consistente en una excavación rellena con piedras, donde se colocan plantas tropicales, tipo platanillos, heliconias, aneas, juncos, césped común de caña, etc. De esa manera, las aguas reciben un tratamiento físico por filtración horizontal y biológica, por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces. Los efluentes, de mucha mejor calidad, serán útiles para el riego de jardines (NEIRA, 2008).

Las plantas en la bio jardinera, se deberán sembrar, una semana después que el sistema ha comenzado su funcionamiento. Considerando que durante este período, el nivel de aguas dentro de la bio jardinera, ha alcanzado el nivel de salida y ya existe desarrollo bacteriano propicio para la alimentación de las mismas (NEIRA, 2008).

El tamaño de una bio jardinera o humedal construido depende del caudal y de la DBO que se necesita reducir. En general, un metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises (NEIRA, 2008).

➤ Material de relleno: El material de relleno del bio filtro tiene que cumplir con las siguientes exigencias:

- Alta resistencia contra el desgaste químico por las aguas residuales. - Tener una superficie rugosa (porosidad 50 %), que es la base para el establecimiento de una capa bacteriana apropiada.
- Dureza suficientemente alta, para no quebrarse con el peso de persona o equipos livianos.

El relleno de la bio jardinera se hace en capas de diferente granulometría: en los dos primeros metros (zona de entrada) y los últimos 1.5 m (zona de recolección) se utiliza piedra gruesa de diámetro entre 2 y 4 pulgadas, mientras que el resto del lecho filtrante se rellena con el mismo tipo de material, formando un lecho homogéneo con la misma granulometría. El material del lecho filtrante puede ser depositado dentro de la pila en camiones volquete o cargadora frontal y dejarlos en montones, teniendo mucho cuidado que no circule equipo pesado sobre el lecho filtrante, ya que esto provoca que el material se quiebre y se produzca un aumento de la granulometría fina. Por esta razón el material debe ser conformado a su nivel y estado final solamente con equipos manuales livianos (NEIRA, 2008).

➤ Tipos de plantas utilizadas: Las plantas a sembrar se pueden seleccionar en base a la eficiencia proporcionada en el tratamiento de las aguas residuales. Hasta el momento, se tiene información fundamentada sobre el uso de plantas como el platanillo (*Heliconia*), zacate taiwán (*Pennisetum purpureum*), carrizo (*Phragmites australis*), tule (*Typha domingüensis*), *Cyperus articulatus* y *Phalaris arundinacea* (NEIRA, 2008).

Todas estas plantas resultan efectivas en el tratamiento de aguas residuales y pueden indistintamente elegirse si se desea obtener algún efecto u obtener algún provecho de ellas. Por ejemplo, el platanillo u otras plantas de la familia de las Heliconia se pueden seleccionar con propósitos ornamentales, pues produce flores de diferentes colores, el zacate taiwán puede utilizarse como alimento de ganado vacuno y el tule y Phalaris arundinacea para obtener material de trabajo para la elaboración de artesanías (NEIRA, 2008).

**c) Ventajas:**

- La recuperación de las aguas grises es ecológicamente como económicamente beneficiosa.
- La planificación, ejecución como el mantenimiento no generan muchas complicaciones.
- Mejorar las condiciones higiénico- sanitario, y por consiguiente la salud del hogar, puesto que se controlará los criaderos de zancudos, moscas, etc.

Fuente: (NEIRA, 2008)

**d) Consideraciones para su construcción:**

- El terreno debe ser plano, con pendientes no mayores al 5%.
- Su ubicación debe estar en una parte más baja del punto de concentración de las aguas grises.

Debe haber suficiente espacio para la ubicación de los diferentes componentes, (trampa de grasas, bio jardinera, tanque de almacenamiento) (NEIRA, 2008).

**e) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Esta alternativa presenta presentan costo de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales, debido a que la operación en el caso de las bio jardineras, es mínimo, ya que estas no generan actividades que requieran, encender, conectar o manejar equipamientos eléctricos o mecánicos que requieran de personal para

operarlas. El agua proveniente de la vivienda escurre a través de las tuberías y bio filtro previamente construidos, sin ningún mecanismo (NEIRA, 2008).

**f) Esquema de bio jardinera:**



Figura 4.4 Esquema de sistema de biojardinera (NEIRA, 2008).

**g) Mantenimiento:**

La biojardinera requiere de mantenimiento en períodos más largos. La duración de esos períodos depende en gran medida del buen trabajo de mantenimiento que se le dé a la unidad para el tratamiento primario (trampa de grasas). Cuando hay problemas para que el agua fluya, se presentaran "charcos" o acumulaciones de agua, esto significa que se tienen zonas atascadas, llenas de sólidos y será necesario remover las piedras, lavarlas y volver a colocarlas en su sitio (NEIRA, 2008).

4.2.2.2. ALTERNATIVA 2: "Sistema integrado de fotocátalisis con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-humedales"

**a) Objetivo:**

Desinfectar el agua residual (gris) doméstica con fines de reutilización, evaluando el potencial de combinación de un proceso foto catalítico solar utilizando peróxido de hidrógeno como catalizador con un sistema de humedales como alternativa para el reúso del agua residual doméstica para riego.

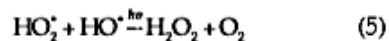
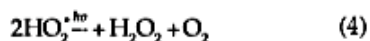
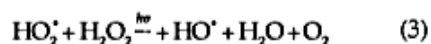
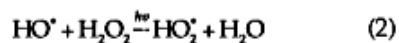
**b) Descripción:**

Las tecnologías de tratamiento tradicionales incluyen principalmente sistemas biológicos y fisicoquímicos, siendo los primeros de menor costo en operación y mantenimiento. Los humedales construidos, por ejemplo, conforman un método de tratamiento biológico natural que consiste en áreas saturadas por aguas residuales superficiales o subterráneas, con vegetación enraizada o flotante, donde la actividad microbiana facilita la degradación de los contaminantes con costos de operación y mantenimiento relativamente bajos. Las nuevas tecnologías de tratamiento incluyen Tecnologías Avanzadas de Oxidación (TAO), que se definen como procesos fotocatalíticos, donde por medio de la absorción de luz ultravioleta (UV) por parte del catalizador se generan especies oxidativas poderosas que convierten a los contaminantes en sustancias menos complejas (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA, Vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016).

La formación de radicales a partir de la disociación de la molécula de  $H_2O_2$  mediante la energía de los fotones tiene un rendimiento cuántico casi unitario ( $HO\bullet = 0.98$ ) a 254 nm, y produce casi cuantitativamente dos radicales  $HO\bullet$  por cada molécula de  $H_2O_2$ , según la reacción (1):



En relación con esta tecnología, las reacciones (2) y (5) consumen  $HO\bullet$  y disminuyen la probabilidad de oxidación, por la formación de radicales libres de menor poder de oxidación:



Sin embargo, la mineralización total a través de estos procesos puede resultar muy costosa. En consecuencia, la combinación de TAO y tratamientos

biológicos se considera una alternativa económica para alcanzar la conversión de compuestos complejos en sustancias fácilmente biodegradables, considerando que la mayor eficiencia se logra cuando los productos intermedios formados no poseen estructuras similares a los compuestos originales (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA, Vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016).

**c) Diagrama de bloques del sistema acoplado:**

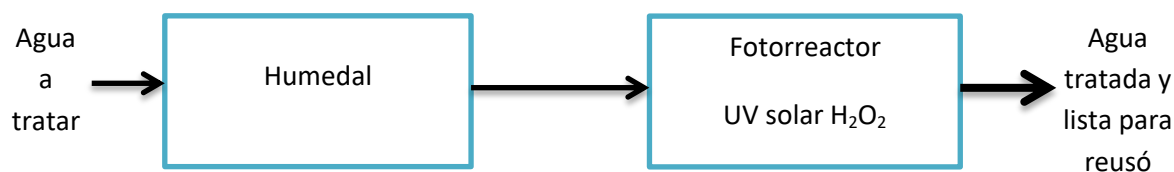


Figura 4.5 Diagrama de bloques para alternativa 1. Aguas grises (Elaboración propia).

**d) Ventajas:**

Las principales ventajas de la combinación de procesos biológicos y las TAO se centran en el efecto sinérgico de procesos químicos y biológicos, reducción en el consumo de productos químicos, flexibilidad en el manejo de tiempos de residencia hidráulicos totales y en mineralización costo-efectiva de los contaminantes orgánicos (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA, Vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016).

**e) Consideraciones para el costo de la alternativa:**

El sistema acoplado presenta costo de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales, por la energía solar y la capacidad fitodepuradora de los humedales (AGUA, TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA, Vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016).



#### 4.2.2.3. ALTERNATIVA 3: "Biodigestor"

**a) Objetivo:**

Remover los contaminantes de las aguas residuales disminuyendo la cantidad de desechos en vertidos, realizando un tratamiento de agua primaria para el beneficio y el cuidado del medio ambiente y evitar la contaminación de los mantos freáticos.

**b) Descripción:**

Un biodigestor es un tanque cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (en ausencia de aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso (aguas residuales) (PEREZ, 2010).

El biodigestor comercial está construido de polietileno de alta densidad, con dos cámaras de tratamiento anaerobio. La primera fase del tratamiento, la realiza una cámara de fosa séptica o sedimentador, continuando con un tratamiento en un reactor anaeróbico de flujo ascendente, con anillos fabricados de envase PET (polietileno de tereftalato) como elemento filtrante o de sustento para la biomasa (PEREZ, 2010).

Debido a su entrada mediante un codo a 90°, esta permite separar la materia flotante del resto del fluido, conduciendo el caudal a la fosa séptica donde se produce la decantación de los sólidos sedimentables y una posterior fermentación anaeróbica de los mismos hasta su estabilización. Esta fermentación da lugar al desprendimiento de metano y dióxido de carbono que son liberados a la atmósfera mediante las tuberías de conducción del fluido. Posteriormente pasa por un reactor anaerobio de flujo ascendente, en donde se utilizan anillos fabricados de envase PET, como material filtrante para después dirigirse a la disposición final del efluente o idealmente a un tratamiento complementario (PEREZ, 2010).

Los lodos se depositan en el fondo de la unidad y son expulsados por medios hidrostáticos a través de la tubería dispuesta para este propósito. Esta operación se realiza mediante la apertura de la válvula de control que se encuentra en el exterior, existiendo una pérdida de carga (diferencia de cota de entrada y salida) de 10 centímetros y una presión hidrostática para la expulsión de los lodos de 15 centímetros. Los componentes del biodigestor pueden resumirse de la siguiente manera: entrada de aguas residuales, tapa de registro, filtro anaerobio, tubería y válvula de extracción de lodos, tapa de registro de lodos y salida de agua tratada (PEREZ, 2010).

➤ Restricciones para la Ubicación

Se deberán considerar al menos las siguientes restricciones para la ubicación del biodigestor:

- Evitar la cercanía de aeródromos de servicio público o aeropuertos.
- No ubicarlo dentro de áreas naturales protegidas.
- Se deberá instalar a una distancia mínima de 500 m de cualquier núcleo poblacional.
- No ubicarlo en zonas de marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, zonas arqueológicas, fracturas o fallas geológicas.
- La distancia con respecto a cuerpos de aguas superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m como mínimo.
- Se deberá localizar fuera de zonas de inundación.
- La ubicación entre el límite del sistema y cualquier pozo de extracción de agua, deberá ser de 500 m.
- El manto freático deberá encontrarse a una profundidad mínima de 7 metros.

Fuente: (PEREZ, 2010)

**c) Ventajas:**

- Es posible utilizar los productos secundarios como abono o fertilizante.
- Fomenta el desarrollo sustentable.
- Impide la contaminación de mantos acuíferos.
- Larga vida útil.

Fuente: (PEREZ, 2010)

**d) Dimensionamiento:**

Como mínimo, el cálculo del volumen del biodigestor considerará la relación que existe entre el flujo del influente, carga orgánica y el tiempo de Retención Seleccionado. El volumen del digestor debe ser igual al volumen del agua a tratar, multiplicado por el tiempo de digestión necesario (PEREZ, 2010).

**e) Evaluación del costo de la alternativa:**

Para la determinación de los costos totales de la implementación de la tecnología de biodigestor prefabricada se debe de considerar los costos de inversión de la adquisición, el costo de instalación, de mantenimiento y operación. Se considera que esta alternativa es considerada como tecnología de costo elevado (PEREZ, 2010).

**f) Mantenimiento:**

- Se deberá realizar inspecciones periódicas del estado de la cubierta, buscando detectar fugas, rasgaduras y daños en general.
- Limpieza de filtro cada dos años o antes si este se obstruye o sustitución de acuerdo a las indicaciones del proveedor o fabricante.
- Descarga de lodos una vez al año o cada dos años.
- Se realizará el mantenimiento programado de moto generador, bombas, sopladores y todos los equipos, de acuerdo a las recomendaciones de los proveedores.

Fuente: (PEREZ, 2010)

**g) Efectos residuales de la alternativa:**

El digestor genera un subproducto líquido y sedimentos continuos (PEREZ, 2010).

**h) Alternativa de mitigación de efectos residuales:**

Los residuos generados por la aplicación de la alternativa pueden ser utilizados como excelentes fertilizantes para enriquecer la tierra (PEREZ, 2010).

**4.3. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SOLIDOS**

La deficiente gestión de desechos sólidos comunales y municipales impacta negativamente en el ambiente y en la salud de la población. Las comunidades disminuyen su capacidad de acogida cuando el entorno se vuelve insalubre por la basura eliminada al aire libre, ya que tal condición da origen a la proliferación de insectos y roedores, así como también a malos olores derivados del proceso de descomposición; ello sin mencionar el deterioro del paisaje, el cual ejerce una influencia negativa directa en la salud mental por la sensación de malestar e inseguridad (G.M &V, 2013).

Por lo que se presentan a continuación alternativas para desarrollar procesos para la mejora de la gestión y manejo integral de los desechos sólidos mediante una serie de pautas metodológicas que se describen de manera clara.

**4.3.1. ALTERNATIVA 1: “Programa de minimización”**

**a) Propósito:**

Promover la minimización y separación de desechos sólidos urbanos, propiciando la educación, participación y conciencia ciudadana respecto a los desechos sólidos, generando un cambio en los hábitos de consumo.

**b) Justificación:**

La minimización de los residuos sólidos tiene un impacto significativo dentro de ciclo de vida que tienen los residuos sólidos, y por ende en la gestión integral se genera un aumento en las tasas de separación debido al manejo de volúmenes menores de residuos. La minimización en los residuos sólidos se basa principalmente en el cambio de hábitos de consumo, identificación de empaques ecológicos que tengan un potencial de reciclaje alto. De igual forma se deberá tratar de reutilizar los residuos dándoles un segundo ciclo de vida y por ende generando un impacto significativo en cuanto a reducción de volúmenes de residuos (G.M &V, 2013).

**c) Objetivos:**

- Incentivar el reúso de materiales
- Incentivar la utilización de productos ecológicos en cuando a cantidad de materiales en empaques o bien que tengan potencial para una segunda vida útil.
- Buscar cambios en los hábitos de compra. Comprar envases de vidrio retornable, aluminio reciclable, reducir el uso de pilas, entre otros.
- Realizar campañas educativas bajo el marco del desarrollo de la cultura de sensibilización ambiental en la comunidad.

**d) Metodología:**

Desarrollar alternativas de solución, que contemplen la ejecución del programa de minimización. Considerando alternativas que mejor se adaptan a las condiciones de la comunidad. Se deberá tener en cuenta:

- Formular estrategias específicas de minimización de desechos en áreas comunes.
- Promover prácticas para minimizar la generación de desechos mediante la difusión de nuevos hábitos.
- Incluir programas de capacitación.

- Formular estrategias para la reutilización de materiales, como se muestra en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Consideraciones para la reutilización de elementos.

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>¿QUÉ HACER?</b>
Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar ambas caras</li> <li>• Utilizar medios magnéticos, revisar la información a imprimir para evitar el consumo innecesario de papel.</li> </ul>
Cartón	Utilizar las cajas de cartón para el almacenamiento de otros materiales, por ejemplo plásticos, papeles y cartón dentro de cada una de las dependencias.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar que se consuman menos productos que vengan en recipientes plásticos.</li> <li>• Utilizar recipientes para el almacenamiento de productos por parte del personal de aseo o agua en cada una de las dependencias.</li> </ul>
Vidrio	Almacenamiento.
Aluminio	No utilizar papel aluminio para envolturas.

Fuente: Elaboración propia.

#### **e) Consideraciones:**

- Incluir dentro del programa educativo charlas con el fin de promover la minimización de desechos.
- Reciclaje eficiente.
- Campañas de limpieza de la comunidad.
- Control y seguimiento al programa.

#### 4.3.2. ALTERNATIVA 2: “Programa de la separación en la fuente”

##### **a) Propósito:**

Promover la separación en origen, con los fines de reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final a través de la recuperación y reciclado. Este es sin lugar a dudas el programa más importante, todas las personas dentro de la comunidad, deberán ser capaces de separar en la fuente, como resultado de la reafirmación de los puntos ecológicos como puntos de

separación eficaces gracias a la adición de información y campañas de educación ambiental.

**b) Justificación:**

La separación en fuente es la principal actividad a partir de la cual los residuos se pueden reciclar, es por esto que la separación de materiales es de vital importancia porque debe llevarse a cabo bajo ciertas condiciones especiales. La separación debe darse sobre los materiales limpios pues una vez han estado en contacto o tienen material orgánico su potencial de reciclabilidad disminuye, limitando así la cantidad de material aprovechable. Actualmente en la comunidad, no hay separación eficiente de residuos sólidos y por ende todos los habitantes mezcla los residuos antes de llevarlos al centro de acopio. Es así que al disminuir la cantidad de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios el impacto paisajístico el vertimientos de lixiviados y uso de suelo y las emisiones atmosféricas disminuyen de manera significativa. El éxito del programa de separación en la fuente se basa en el programa de educación y sensibilización ambiental que enfocara esfuerzos y recursos en la adopción de la cultura del reciclaje y uso eficiente de los puntos de recolección (G.M &V, 2013).

**c) Objetivos:**

- Adicionar información a los puntos ecológicos en donde hay separación de desechos.
- Fomentar el hábito de separación en la fuente.
- Involucrar a las personas por medio de capacitaciones y anuncios.
- Disminuir la cantidad de desechos que siendo aprovechables se disponen en rellenos sanitarios.

**d) Metodología:**






- Implementar estrategias que puedan ser aplicadas como complementos de otras alternativas para el manejo de los desechos sólidos.

- Realizar programa de separación en la fuente con la participación e inclusión de todas las personas de la comunidad, creando comités que ayuden al desarrollo del programa los cuales deberán de considerar:
  - 1) Ejecutar el programa de separación en la fuente.
  - 2) Lograr una separación eficiente de los residuos que garantice el correcto funcionamiento del programa.
  - 3) Diseñar un sistema de recolección de residuos domiciliarios y limpieza de las zonas comunes.
  - 4) Implementar el sistema de monitoreo.

**e) Consideraciones:**

En la comunidad se deberá de implementar un código de colores simple, que facilitara la separación en la fuente y tener una mayor eficiencia en separación. Debido a las características de los desechos sólidos es suficiente el uso de cinco códigos de color como se muestra a continuación en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Caracterización por colores de desechos sólidos.

CLASIFICACIÓN	CARACTERIZACIÓN	COLOR
<b>Desechos aprovechables no peligrosos (Desechos Inorgánicos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel y Cartón: cartulina utilizada, centros de rollos de papel, cintas, etiquetas, papel bond, papel de oficina, papel periódico, empaques de papel que no hayan estado en contacto con grasas y que no sean esmaltados.</li> <li>• Plástico: envases de bebidas, tapas, empaques, botes de medicina, botellas de agua, vidrio, etc.</li> <li>• Aluminio: latas, botes de metálicos, etc.</li> </ul>	
<b>Desechos no aprovechables (Desechos sólidos sanitarios)</b>	Papel higiénico, toallas femeninas, bolsas plásticas, residuos de comida cocinados, zapatos viejos, papel con grasa, empaques de comida chatarra, etc.	
<b>Desechos orgánicos (Alimentos o Similares)</b>	Cascaras de frutas y verduras, partes de frutas y verduras, residuos de jardinería, comidas sin grasas, cenizas, hojas de árbol, etc.	
<b>Desechos Peligrosos</b>	Químicos (fármacos), bio sanitarios, tejidos, agujas, gasas en contacto con tejidos (bioinfecciosos), baterías.	
<b>Desechos Sólidos Ordinarios</b>	Papel carbón, empaques de papel plastificado, icopor, telas.	

Fuente: Elaboración propia.



**f) Marcación de recipientes:**

Se deberá trabajar con la simplicidad de la separación de los residuos en los cinco contenedores empleados, marcado cada uno por su código de color y al menos un ejemplo ilustrativo de los desechos que corresponde a cada uno.

**g) Ubicación:**

Para la ubicación de los recipientes con sus respectivos códigos de color se consideraran tres sitios los cuales son:

- 1) En cada casa de la comunidad, se debe de tener los cinco recipientes o bolsas (sacos) que contengan el código de color, esto permitirá un mejor desarrollo y trabajo en conjunto con las demás alternativas propuestas.
- 2) Se debe de implementar basureros en al menos una zona común, para el cual se haga un sistemas rotativo de recolección de los desechos contenidos en ellos para destinarlos al contenedor comunal.
- 3) En el contenedor comunal que se destinara como punto ecológico de la comunidad, será el destino final de tres tipos de desechos antes de ser transportado a los centros de acopio, la ubicación actual del contenedor comunal es propicia ya que está ubicado en la zona común más concurrida de la comunidad y de fácil acceso para el tren de aseo, por lo que se considera que no hay necesidad de reubicación del contenedor para aplicar la separación de desechos comunales.
  - División del contendor: Se deberá instalar con su respectivo código, un recipiente de color azul, un recipiente color naranja y un recipiente de color rojo siendo este último dividido en dos, un compartimento para desechos bioinfecciosos y otro para los electrónicos (baterías) como se muestra en la Figura 4.6.



Figura 4.6 Esquema de depósitos de basura para instalar en el contenedor comunal (Elaboración propia).

**h) Disposición Final de Desechos Sólidos:**

En la Tabla 4.8 se muestra la disposición final de los desechos generados según su clasificación.

Tabla 4.8 Disposición Final de Desechos Solidos

TIPO DE DESECHO	CODIGO DE COLOR	DISPOSION FINAL
Residuos aprovechables no peligrosos (Desechos Inorgánicos)	●	Estos residuos serán destinados a la comercialización a personas naturales.
Residuos orgánicos (Alimentos o Similares)	●	Estos residuos serán destinados directamente a los jardines de cada residencia (Compostera Familiar)
Residuos no aprovechables (Desechos sólidos sanitarios)	●	Estos desechos serán destinados al contenedor comunal (Punto ecológico), para ser trasladados por el tren de aseo.
Residuos Sólidos Ordinarios	●	
Residuos Peligrosos	●	Estos desechos se destinaran al contenedor comunal (Punto ecológico), los desechos bio infecciosos serán retirados por el promotor de salud quien es el encargado de llevarlos a su disposición final y los desechos electrónicos, baterías serán llevados a centro de especialización.

Fuente: Elaboración propia.

**i) Inspección:**

Se deberán hacer inspecciones periódicas del programa de separación en la fuente, conforme avance el programa la periodicidad puede ir siendo menos frecuente. En la Tabla 4.9 se muestra la línea base recomendada de inspección.

Tabla 4.9 Periodicidad de la inspección inicial.

<b>ZONA</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>PERSONAS</b>
Contenedor comunal	Una vez a la semana	Una persona
Casas	Una vez a la semana	De una a tres personas

Fuente: Elaboración propia.

**j) Cultura Ambiental:**

1. Designar personas para ser las encargadas de las inspecciones periódicas programadas y separar los residuos que en momento de inspección no estén almacenados en el recipiente correspondiente.
2. Desarrollar capacitaciones y talleres como se deben realizar los recorridos y cuáles deben ser las condiciones para poder disponer los desechos de acuerdo a sus características y condiciones.
3. Dar un incentivo a aquellos hogares que estén cumpliendo con la correcta separación de los desechos, como puede ser una etiqueta adhesiva de reconocimiento con logo ecológico y responsabilidad social colocada en la puerta de la casa.

4.3.3. ALTERNATIVA 3: “Programa Educativo y de Sensibilización”

**a) Propósito:**

Crear en todas las personas de la comunidad la responsabilidad ecológica mediante aspectos relacionados al manejo integral de desechos sólidos, logrando la participación pública verdadera y la educación comunitaria capaz de generar cambios de comportamiento esenciales para el éxito de los programas de manejo integral de residuos sólidos.

**b) Justificación:**

Es fundamental trabajar en la sensibilización y capacitación de todas las personas involucradas de manera directa e indirecta con el plan de manejo integral de desechos sólidos. Por lo que es de vital importancia para la implementación de los recursos y acciones necesarias, crear consciencia ambiental a través de la enseñanza y capacitación ambiental (G.M &V, 2013).

La capacitación estará enfocada a la enseñanza de los beneficios ambientales, económicos y sociales de la reducción, reutilización y reciclaje de los desechos sólidos para que cuando se implemente el plan de acción, no se presenten problemas debido al desconocimiento o baja participación de la comunidad (G.M &V, 2013).

**c) Objetivo:**

- Crear conciencia ambiental en todas las personas que habitan en la comunidad con respecto al manejo de los desechos sólidos y la conservación del medio ambiente.
- Involucrar a la población desde el inicio del programa y proveer un espacio para que puedan discutir el problema, identificar actores clave, discutir soluciones posibles, discutir y entender alternativas propuestas, implementar parte de las soluciones seleccionadas y participar en el monitoreo y evaluación de la soluciones.

**d) Metodología:**

La gestión actual por parte de la comunidad ha sido irrelevante, ya que no se ha logrado separar en la fuente la totalidad de los residuos generados e implementan métodos de incineración como disposición final de sus desechos.

Se debe comenzar a crear la conciencia ambiental partiendo del conocimiento que ya poseen dado las capacitaciones que se les han otorgado, es decir incentivar el uso correcto de los contenedores de separación en el origen, el uso adecuado del

contenedor comunal y la aplicación del programa de 3R. Para esto se ha elegido la siguiente alternativa:

- Capacitar a los habitantes de la comunidad para la correcta disposición de los residuos sólidos, el reúso, reducción y reciclaje de los residuos generados a través de la realización de tareas cotidianas.
- Establecer los mecanismos de participación, concretar cuál será la forma de trabajo de cada una.
- Estructurar el programa educativo con base en el desarrollo de la cultura de sensibilización ambiental, abordando de manera didáctica las alternativas de solución para mayor comprensión, mediante la proporción de material ilustrativo como panfletos, videos interactivos, dinámicas, etc. donde se consideren a todos los habitantes de la comunidad.
- Capacitar y enseñar mediante talleres sobre el reciclaje eficiente.

**e) Consideraciones:**

Se deberá tener en cuenta:

- Charlas sobre los riesgos ambientales generados por la mala disposición, falta de separación en la fuente y consumo exagerado de materiales.
- Técnicas apropiadas de información para propiciar la correcta separación en la fuente.
- Charlas sobre los beneficios que conlleva las buenas prácticas ambientales.

El desarrollo efectivo del programa de educación ambiental se basa en el desarrollo de material publicitario mediante la implementación de gráficos, panfletos y actividades lúdicas que generen impactos positivos en la población. Para la eficiencia del programa se recomienda que tenga una frecuencia cíclica continua y de integración de los habitantes de la comunidad, incluyendo a los niños para que desarrollen de manera integral las buenas prácticas ambientales.

#### **4.4. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE GESTION MUNICIPAL**

Los organismos, públicos y privados, vinculados con el manejo de residuos sólidos, requieren de herramientas que les permitan determinar eficiencia tanto de la perspectiva sanitaria-ambiental como económica y así tomar las decisiones más apropiadas para el mejoramiento del servicio (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

La mejor forma de resolver el problema de manejo de desechos sólidos de una comunidad es utilizando un sistema integrado de manejo de desechos sólidos, empleando una combinación de técnicas y programas de manejo, en el cual pueda hacerse un seguimiento y control de su funcionamiento, para ello surge la elaboración y uso de indicadores que permiten el mejoramiento de la calidad del servicio que se proporciona (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

En esta pauta se presenta una noción general del uso, formulación y aplicación de algunos indicadores destinados a la gestión de desechos sólidos, además contiene un listado de indicadores relevantes desde la perspectiva municipal (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

##### **4.4.1. GENERALIDADES SOBRE INDICADORES PARA GESTION DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS**

El mejoramiento de los servicios de aseo tendiente a alcanzar un nivel de funcionamiento satisfactorio tanto del punto de vista económico como sanitario, ha determinado que los municipios tomen una serie de decisiones estratégicas. A veces estas decisiones son tomadas empleando criterios intuitivos y subjetivos, lo cual no es suficiente ni apropiado para el manejo de los servicios de aseo. (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001)

Los indicadores son herramientas muy útiles para la toma de decisiones, además de permitir comparaciones más adecuadas entre servicios similares teniendo en cuenta la calidad del servicio prestado y las características de la población. El registro de parámetros de información básica que entrega datos cualitativos y cuantitativos, es de suma importancia para la elaboración y uso de los indicadores de para la gestión de Desechos Sólidos Domiciliarios (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

#### *4.4.1.1. INDICADOR DE GESTION DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS*

Los indicadores de gestión pretenden analizar aspectos tales como: calidad del servicio prestado; eficiencias relativas, necesidad de material rodante, etc. Su formulación debe hacerse pensando en que éstos entreguen una imagen de conjunto del problema en particular que afecta al servicio, descartando aquellos que representan problemas o situaciones particulares (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

Como se ha indicado anteriormente, los indicadores de gestión pretenden en especial analizar aspectos relacionados con la eficiencia y calidad del servicio de aseo, sin embargo para que este análisis quede cien por cien completo, el uso de los indicadores de gestión tendrá que ser acompañado de parámetros básicos, como por ejemplo frecuencia de recolección, número de vehículos de flota recolectora o números de viajes a disposición final, pues estos valores aportan a una visión útil y completa de cada servicio (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

A continuación se presenta un conjunto de indicadores útiles para la administración de los servicios relacionados con la gestión de desechos sólidos.

## a) INDICADOR GENERAL

### 1. *Producción per cápita (PPC)*

Formulación: 
$$\frac{\text{cantidad de residuos ingresados por año al relleno}}{365 * \text{poblacion total}}$$

Unidad: kg/ hab- día.

Utilidad: Este indicador es fundamental para cualquier estudio o proyecto que esté relacionado con el manejo integral de residuos sólidos urbanos. Es un indicador dinámico que va cambiando su valor en el tiempo de acuerdo a situaciones de tipo socioeconómicas.

Fuente: (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001)

## b) INDICADOR DE EFICIENCIA:

### 1. *Cobertura de recolección:*

Formulación: 
$$\frac{\text{Poblacion con servicio Comuna}}{\text{Poblacion total Comuna}} * 100$$

Unidad: % (porcentaje)

Utilidad: Este indicador permite identificar la cantidad de población que cuenta con servicio de recolección. Además permite programar futuras mejoras al servicio. Este indicador debe analizarse en conjunto con otros indicadores, como por ejemplo frecuencia de recolección, densidad poblacional y accesibilidad (camino disponibles, tipo caminos). De esta forma se evitará errores de interpretación, pues se puede tener un % alto de cobertura y una baja frecuencia de recolección, lo que no implica un servicio eficiente.

Fuente: (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).



## 2. Eficiencia de camiones recolectores:

Formulación: 
$$\frac{\text{Numero Total de Toneladas Recolectadas por Semana}}{\text{Suma (Capacidad camion*numero de viajes a desiposicion final en una semana)}} * 100$$

Unidad: % (porcentaje)

Utilidad: El valor obtenido indica el número de veces que la flota recolectora colma su capacidad en un día de trabajo, indica eficiencia y es un valor a comparar con otras flotas que tengan similitud en relación con la densidad poblacional, las características de la ciudad y tipo de vivienda predominante.

Observaciones: Resulta importante aclarar que el óptimo de eficiencia de un camión recolector se encuentra entre el 85%-90%, porcentajes superiores restringen los márgenes de operación del sistema de recolección y transporte.

Fuente: (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

## 3. Reclamos Comunidad:

Formulación: No requiere formulación, se obtiene directamente de información básica.

Unidad: N°/año

Utilidad: Este tipo de indicador refleja la percepción que tiene la comunidad respecto del servicio de recolección. Puede emplearse para evaluar tanto el servicio de recolección como el de disposición final.

Observaciones: Este valor debe ser calculado cuidando que los reclamos sean contabilizados por sector atendido, por lo que al momento de calcularlo hacerse considerando la población atendida por ese sector respectivo. En caso contrario deben contabilizarse unitariamente y presentarse como aparece en los valores de referencia.

Fuente: (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001).

### c) INDICADOR DE COSTOS

#### 1. Costo Total Recolección por tonelada:

Formulación: 
$$\frac{\text{Costo Total Anual Servicio de Recoleccion}}{\text{Toneladas Recolectadas en un año}}$$

Unidad: \$/ton

Utilidad: El valor obtenido puede usarse para comparar servicios de características, al igual que para estimar el presupuesto anual que destinará el municipio para esta actividad.

#### 2. Retorno de ingresos:

Formulación: 
$$\frac{\text{Ingresos por Cobro Tarifa Aseo}}{\text{Costo Total Servicio Aseo}} * 100$$

Unidad: % (porcentaje)

Utilidad: Indica el porcentaje de recuperación del gasto municipal por concepto de servicio de aseo, sobre la base del pago de derechos de aseo por parte de la comunidad.

Observaciones: Para porcentajes pequeños, el valor mostrará la pertinencia de analizar si el retorno de ingresos es deficiente debido a la evasión de pagos o porque la tarifa no refleja costos reales.

Fuente: (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001)

#### 4.4.1.2. SELECCIÓN DE INDICADORES DE GESTION RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS

Es importante seleccionar los indicadores teniendo en cuenta la capacidad técnica y económica de cada servicio así como del municipio. En la selección hay que tener presente 2 aspectos fundamentales:

- Utilidad del indicador para los efectos de evaluar un servicio o toma de decisiones.

- Factibilidad de recopilar la información necesaria para desarrollar él o los indicadores seleccionados.

Establecer un centro de información y referencia para municipios, que tenga como finalidad almacenar la información existente y futura, para generar de indicadores para la gestión integral de los servicios de aseo resultaría muy conveniente. (CHILE, INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS , 2001)

## **CAPITULO 5. ANALISIS DE SELECCIÓN DE PROPUESTA DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

### **5.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION VIABLE PARA EL RECURSO HIDRICO**

Se presenta en este capítulo la determinación de la alternativa adecuada mediante la aplicación de tecnologías que permitan obtener agua para consumo humano, tratamiento de agua grises para su reutilización y tratamiento adecuado de aguas negras generadas.

Para la selección de la alternativa adecuada para su aplicación en el Caserío Emiliani se realizó mediante el estudio de cada una de las alternativas expuestas en el capítulo 4, considerando las condiciones iniciales de la calidad del recurso con la que se cuenta presentado en el capítulo 3 y las condicionantes técnicos, funcionales y económicos que generen una factibilidad de aplicación en la comunidad.

#### **5.1.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO**

Según las condiciones iniciales del agua a tratar que se tiene en el Caserío Emiliani, se considera que la mejor alternativa es un sistema integrado de dos

procesos secuenciales, dado el grado de contaminación que se posee a nivel microbiológico y de sustancias tóxicas se eligió la Alternativa 1 “Sistema integrado de filtro de zeolita - cloración”, puesto que es la más adecuada teniendo en cuenta los condicionantes técnicos, funcionales y económicos.

Las zeolitas naturales son un medio filtrante nuevo y muy bueno disponible para la filtración del agua. Ofrece un funcionamiento superior a los filtros de arena y carbón, con una calidad más pura y mayores tasas de rendimiento sin necesidad de altos requisitos de mantenimiento. Tiene muchas ventajas sobre la arena y puede ser directamente reemplazado por la arena en un filtro normal de arena. Seguido de un proceso de cloración que nos proporcionaría una correcta desafección evitando que las bacterias perjudiciales para la salud crezcan, se reproduzcan o causen enfermedades, considerando además el aporte de cloro residual en el agua tratada, lo que nos garantizaría que el recurso llegue con correctas condiciones luego de la red de suministro.

Este sistema integrado se propone debido a que es el que cumple según el análisis bibliográfico con los requerimientos que se tienen dado el grado de contaminación que posee el recurso, este proporcionaría un nivel de calidad adecuado para el consumo cumpliendo con la Norma Obligatoria Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.02:08.

Los beneficios de aplicar este sistema de tratamiento no solo radica en sus altas tasas de rendimiento, en los beneficios económicos que trae la implementación de esta dado los bajos costos de inversión, operación y mantenimiento, sino también debido al aprovechamiento de los residuos generados por el proceso haciendo de este un sistema amigable con el ambiente.

### 5.1.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS NEGRAS

Para el mejoramiento de las condiciones de salubridad urbana del Caserío Emiliani, es de suma importancia que se disponga de servicios necesarios que tengan como objetivo el adecuado manejo, tratamiento y disposición final de las aguas negras, ya que estas generalmente albergan microorganismos incluyendo virus, protozoos y bacterias, que causan enfermedades de transmisión hídrica como por ejemplo: la diarrea y la gastroenteritis.

Es por ello que se considera que la alternativa que presenta ser factible para su aplicación teniendo en cuenta los condicionantes técnicos, funcionales y económicos es la implementación de “fosa séptica”, al ser uno de los más útiles y satisfactorios procedimientos hidráulicos de evacuación de excretas y otros residuos líquidos, que pueden ser construidos o adquiridos de manera prefabricada que ofician como tanque combinado de sedimentación y desgrasado, y como tanque de almacenamiento de lodos que se digieren en el fondo por digestión anaeróbica sin mezcla ni calentamiento.

Los fosas sépticas al ser dispositivos para tratar pequeños caudales de aguas residuales de tipo ordinario (no mayor de 50,000 m<sup>3</sup>/día), permiten el tratamiento preliminar, primario y secundario de las aguas residuales de tipo ordinario, por lo que se consideran como los prototipo de las plantas de tratamiento que tienen separados sus tratamientos unitarios, reduciendo su contenido en sólidos en suspensión, tanto sedimentables como flotantes, produciendo una mejora sanitaria en el sistema, al contrarrestar la presencia de bacterias patógenas e insecto.

Por lo que se realizó un dimensionamiento para determinar de la capacidad aproximada necesaria para el tratamiento de las aguas negras generadas por los habitantes del Caserío Emiliani, lo que dio como resultado que el valor aproximado

de volumen requerido de tanque séptico es de 23m<sup>3</sup>, teniendo en cuenta un volumen destinado a la sedimentación y un volumen para la acumulación del lodo.

Las fosas sépticas no solo presentara beneficios a la salud de las familias de la comunidad y la disminución de los impactos en el ambiente que les generaba su problemática, también tienen un bajo costo de construcción o adquisición, operación y mantenimiento, poseen una larga vida útil, presenta bajo impacto visual al disponer de las unidades enterradas, por lo que es una buena alternativa de saneamiento que cumple con los criterios técnicos sanitarios de la estructura organizativa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

### 5.1.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES

Para los procesos de depuración de agua gris de origen domiciliario del Caserío Emiliani, se ha propuesto como objetivo remover la mayor cantidad de contaminantes del agua gris generada, para que la misma sea reutilizada en sistemas de riego. Para ello se considera que la alternativa 1 "Bio jardineras (humedales)", es la más adecuada teniendo en cuenta los condicionantes técnicos, funcionales y económicos que presenta.

La alternativa propuesta tiene como objetivo principal evitar la contaminación y proliferación de vectores por aguas grises, separando en la fuente, dando tratamiento y utilizando el efluente para riego y otras actividades.

El efecto sumatorio del tratamiento del agua gris mediante el medio físico por filtración horizontal y biológica por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces, permite evidenciar una mejor calidad del agua cumpliendo con los requisitos establecidos en la Ley (NSO 13.49.01:09) y sus reglamentos especiales de aguas residuales (decreto N°39, año 2000), para efectos de reutilización en actividades como el riego, por lo que este tipo de tecnologías

acopladas puede ser una estrategia efectiva para mitigar la problemática de reúso del agua gris.

Esta alternativa presenta presentan costo de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales, debido a que la operación en el caso de las bio jardineras, es mínimo, ya que estas no generan actividades que requieran, encender, conectar o manejar equipamientos eléctricos o mecánicos que requieran de personal para operarlas. La aplicación del sistema genera de manera conjunta un beneficio no solo técnico económico sino también ambiental debido a la reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua.

## **5.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCION VIABLE PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS**

Para el mejoramiento de las condiciones de salubridad urbana del Caserío, es de suma importancia que se disponga de servicios necesarios que tengan como objetivo el adecuado manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, ya que estos generalmente albergan microorganismos incluyendo virus, protozoos y bacterias, que causan enfermedades de transmisión aérea y tópica como por ejemplo: la diarrea y la gastroenteritis.

El problema ambiental más sentido por la población del Caserío Emiliani, es la contaminación del suelo producida por los desechos sólidos provenientes de las actividades diarias. Los desechos tienen diversas características físicas, químicas y biológicas, con un efecto nocivo de distinta naturaleza sobre la salud humana, la flora y la fauna; además de los problemas de orden estético.

Para contribuir de alguna forma con la disminución de la contaminación en el caserío; se propone un programa pertinente con actividades puntuales en las fases más críticas del manejo interno de estos desechos; el cual consta de

proyectos dirigidos a: educación ambiental y sensibilización, almacenamiento selectivo, minimización, reutilización, incentivos ambientales y fomentar la formación de una organización comunitaria.

Para que las actividades de rescate y aprovechamiento de desechos sólidos puedan ejecutarse de manera eficiente, no solo incluye el trabajo realizado por la comunidad sino también de otros agentes como lo es el apoyo de la municipalidad y entes externos (sector privado y/o persona natural) que puedan brindar la ayuda requerida, con la finalidad de poder lograr un aporte de gestión ambiental integrado.





**DISEÑO DE SISTEMA PARA SANEAMIENTO  
AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN  
FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE.**

*“Una comunidad saludable es una manera de vivir en democracia, personas que trabajan en conjunto con el fin de resolver los problemas que los afectan”*

## **1. Introducción.**

El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación.

El presente documento tiene como finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida de la población del Caserío Emiliani, adoptando las alternativas de mayor viabilidad según el estudio del grado de contaminación con la que cuentan del recurso hídrico y manejo de los desechos sólidos.

Consolidándolo como un plan de acción referente al uso eficiente del agua y manejo de desechos sólidos, que conlleven al proceso de saneamiento logrando una educación ambiental en la población, con un enfoque de ayuda integral por entes externos y municipalidad.

## **2. Objetivos.**

### ***Objetivo General:***

Brindar un plan de acción a la problemática ambiental de recurso hídrico y manejo de desechos sólidos en el Caserío Emiliani, mediante propuestas de solución, que conlleven a la aplicación de procesos y programas ambientales que brinden una factibilidad técnico socioeconómico produciendo una mejora ambiental integral.

### ***Objetivos Específicos:***

- Disminuir la mayor cantidad de contaminantes en el agua para consumo de la población.
- Lograr minimizar el riesgo potencial de riesgos a la salud tanto por la ingesta de agua contaminada como por la contaminación producida por la mala manipulación de los desechos sólidos comunales.
- Establecer un criterio para la solución de la problemática ambiental actual.

- Incentivar un programa de educación ambiental que busque sensibilizar, capacitar y formar a la población de la comunidad, para que identifiquen los principales problemas ambientales existentes.
- Desarrollar acciones que apunten a fortalecer la cultura de respeto al entorno, sentido de pertenencia y el uso y manejo adecuado de los recursos naturales en su comunidad.

### **3. Misión**

Garantizar las alternativas y programas de desarrollo vinculados al saneamiento ambiental, que impactan la salud individual, colectiva y la calidad de vida de las personas del Caserío Emiliani.

### **4. Visión**

Desarrollar alternativas de solución que conlleven a la aplicación de técnicas de saneamiento ambiental que contribuyan a la salud colectiva y ambiental del Caserío Emiliani.

### **5. Rol de la municipalidad**

El buen manejo de los recursos naturales es responsabilidad de todos. Sin embargo, por las leyes establecidas en el país, parte de la responsabilidad recae en los gobiernos locales (municipalidades). Dentro de los roles de la municipalidad para que se lleve a cabo el plan de saneamiento ambiental son:

- Organizar y manejar el sistema de aseo público, incluida la provisión de infraestructura para el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólido.
- Apoyar la iniciativa del plan mediante programas de educación ambiental, monitoreo, incentivos ambientales, campañas de saneamiento (limpieza) y toda aquella actividad dentro de sus posibilidades que pueda impulsar la mejora continua del plan de desarrollo.
- Contribuir a la solución y aplicación de alternativas para la mejora del recurso hídrico, ayudando al establecimiento de tecnologías para la

obtención de agua con óptimos parámetros para consumo, tratamiento de aguas negras y reutilización de aguas grises.

- Generar una relación de trabajo municipalidad - comunidad que conlleve a la mejora comunal.
- Auxiliar en el proceso de ejecución del programa de saneamiento ambiental, considerando establecer relaciones con entes gubernamentales y entes externos que colaboren para la implementación del programa.
- Gestionar los recursos necesarios para la implementación de las propuestas de solución para la problemática ambiental.

## **6. Rol de personas civiles, asociaciones o empresas**

Para que el desarrollo del plan de saneamiento sea de una forma más factible, se recomienda que se incluya de manera integral la ayuda de agentes externos que permitan la ejecución de los programas, facilitando el proceso mediante:

- El incremento de la capacidad y participación de la comunidad en el manejo integral de los desechos sólidos.
- Apoyando en el desarrollo de programas de educación y sensibilización.
- Generando canales de comunicación entre las organizaciones y/o empresa y las autoridades gubernamentales que puedan contribuir para la gestión de plan de desarrollo
- Gestionar los recursos necesarios para el desarrollo de los programas e instalaciones de los sistemas de tecnologías necesarios para solventar la problemática.

## **7. Gestión interna:**

- a) *ASPECTO ORGANIZACIONAL:* Se debe de formar un grupo líder que esté conformado por un representante de la municipalidad, un representante de agentes externos y una representación de la directiva de la comunidad dentro de los cuales debe de estar el presidente, vicepresidente y tesorero.

b) *ASPECTOS FUNCIONALES*: Las siguientes son las responsabilidades del grupo:

- Velar por el cumplimiento del plan de saneamiento ambiental.
- Evaluar la aplicación del plan de gestión.
- Preparar los informes pertinentes para las autoridades de vigilancia y control.
- Gestionar los recursos necesarios para la ejecución y mejoramiento de las actividades del plan.
- Formación de sub grupos para la derogación de responsabilidades y programas, por ejemplo grupo de monitoreo de plan de saneamiento.

## **DISEÑO DE PROPUESTA DE PLAN DE ACCION DEL RECURSO HIDRICO**

### **1. Introducción.**

El manejo irresponsable de materiales tóxicos, el abuso de los agroquímicos en la agricultura, la contaminación generalizada de cuerpos de agua por vertidos domésticos e industriales sin ningún tratamiento previo y la presencia de todo tipo de desechos en los espacios públicos, ha generado en El Salvador problemas severos de saneamiento, graves consecuencias en la salud de las personas y los ecosistemas, así como limitadas posibilidades para el desarrollo de las actividades económicas(MARN,2013).

El enfoque de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) ha sido definido por la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership) como un proceso que fomenta el desarrollo y gestión coordinados de los recursos de agua, tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

En el Cantón Flor Amarilla el mayor problema con el que se cuenta es con la gestión integrada de los diferentes recursos hídricos, sean estos, el agua potable suministrada por ANDA, aguas negras y aguas grises. Este documento, pretende

plantear alternativas de solución que permitan un eficiente manejo de los recursos hídricos, brindando información necesaria para poder contar con una perspectiva general sobre cada tecnología sugerida y su viabilidad de aplicación.

## **2. Objetivos.**

### ***Objetivo General:***

Proponer procesos y tecnologías apropiadas a las problemáticas hídricas presentes en el Caserío Emiliani, seleccionadas tomando en cuenta los condicionantes técnicos, funcionales y económicos.

### ***Objetivos Específicos:***

- Plantear un sistema técnico económico que proporcione una remoción de contaminantes en el agua para consumo, que se acople al grado de contaminación que se tiene.
- Sugerir la aplicación de tecnologías prefabricadas para el tratamiento de aguas negras generadas por la comunidad.
- Proponer la aplicación de tecnologías para la remoción de contaminantes de aguas grises para su reutilización.
- Mitigar los impactos negativos y afectación a la salud debido a la calidad del agua y el mal tratamiento de las aguas residuales de tipo ordinario.
- Incentivar la aplicación de nuevas tecnologías para el tratamiento de potabilización y reutilización de aguas residuales de tipo ordinario.

## **3. Marco Conceptual.**

- *Agua potable:* Aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en esta norma.
- *Agua tratada:* Corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos o cualquiera de sus combinaciones.

- *Agua residual*: Es el agua resultante de cualquier uso, proceso u operaciones de tipo agropecuario, doméstico e industrial, sin que forme parte de productos finales.
- *Aguas residuales de tipo ordinario*: Agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como uso de servicios sanitarios, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.
- *Reusó de aguas residuales*: Aprovechamiento de aguas residuales tratadas antes o en vez de su vertido.
- *Agua negra*: Tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, que justamente proceden de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos.
- *Agua gris*: Proviene del uso doméstico, tales como el lavado de utensilios, de ropa, de regaderas, etc.
- *Tratamiento*: Conjunto de procesos y operaciones mediante los cuales se modifican las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, con la finalidad de reducir las afectaciones para la salud y la contaminación del medio ambiente.

#### **4. Propuestas.**

##### **4.1. PROPUESTA DE AGUA POTABLE:**

###### **“SISTEMA INTEGRADO DE FILTRO DE ZEOLITA – CLORACIÓN”**

###### **1. Presentación:**

Para proporcionar agua de excelente calidad al Caserío Emiliani, esta propuesta ofrece el estudio de la aplicación de un sistema integrado de tecnologías de filtración y desinfección para el tratamiento del agua, utilizando filtración por zeolitas y cloración por hipoclorito de sodio con bajos costos de producción, operación y mantenimiento con respecto a otros sistemas.

## **2. Objetivo del sistema:**

Mejorar las condiciones de calidad del agua y promover la salud de la población mediante la integración de procesos, que conlleven a la correcta manipulación de las tecnologías para lograr una mayor eficiencia para la remoción de contaminantes.

## **3. Descripción técnica:**

Se considera un sistema integrado por dos procesos, el primero de filtración mediante zeolita y el proceso de desinfección mediante cloración. Considerándose como un sistema de tratamiento factible tanto técnico como a nivel económico.

- Filtración con zeolita: La filtración de agua es uno de los procesos donde interviene el uso de zeolitas, las cuales son sustratos filtrantes de origen natural. La aplicación de este sustrato ayuda a ofrecer un rendimiento alto. La zeolita posee una estructura a base de minerales volcánicos y cristales que funcionan como intercambiadores de iones. A su vez, poseen canales de materiales microporosos. En el intercambio de iones los canales absorben los elementos contaminantes del agua purificándola y filtrándola. Los poros de la zeolita con mayor volumen son aquellos que benefician en la retención de partículas ya que logran delimitar su paso sin diferenciar entre tipo orgánico o amoniacal.

Adicionando adecuadamente la zeolita en los sistemas de filtración, se puede alcanzar niveles de purificación de aguas bastante notables y lograr no solo la remoción de fosfatos, sulfatos y cloruros; sino también la eliminación de metales pesados como plomo, arsénico, níquel, cobre, etc.

- Desinfección: Por economía y operación se utilizará un método químico con el uso del cloro. El principal objetivo es la remoción bacteriológica así como evitar la proliferación de microorganismos. La adición del cloro garantiza la desinfección del agua con la eliminación de los organismos que estén presentes, también mantiene la calidad del agua potable después de salir del



proceso con la adición del cloro residual. El procedimiento para adicionar el cloro se efectúa mediante un tanque de contacto donde se le adicionará en forma líquida el cloro durante un tiempo de contacto de 30 minutos con el propósito principal de reducir al 99.99% de patógenos entéricos.

#### 4. Ventajas:

Las principales ventajas de la combinación de los procesos radica en que al utilizar zeolita como medio filtrante genera una mayor superficie y porosidad, produce una mayor claridad en el agua filtrada, brinda un medio filtrante más durable (más de 5 años) requiriendo un simple retro lavado periódico para mantener su eficiencia y su desempeño. El proceso de cloración proporciona una reducción comprobada de bacterias y la mayoría de virus, proporcionando una protección residual contra la contaminación.

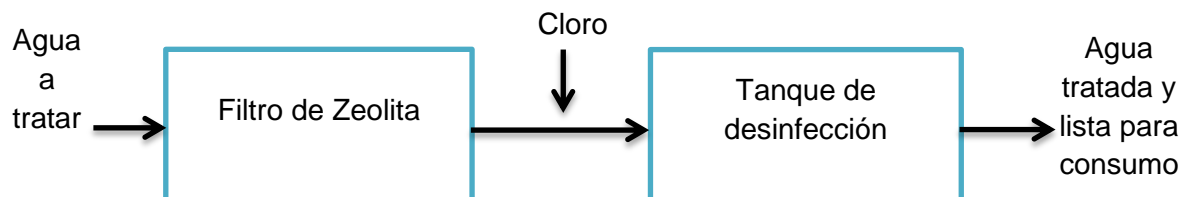
#### 5. Consideraciones para el costo de la alternativa:

El sistema acoplado por los procesos de filtración y desinfección presentan costo de inversión, de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales, presentando mayores tasas de rendimiento sin necesidad de altos requisitos de mantenimiento.

#### 6. Consideraciones de puesta en marcha del sistema:

El proceso de arranque del sistema de tratamiento para su operación, debe de considerar la capacitación para su operación y mantenimiento, para que trabaje de manera óptima arrojando los resultados esperados en la calidad del agua a la salida de él.

#### 7. Diagrama de bloques del sistema acoplado:



## 4.2. PROPUESTA DE AGUAS NEGRAS

### “TANQUE SÉPTICO”

#### 1. Objetivo:

El objetivo principal del tanque séptico es crear dentro de esta, una situación de estabilidad hidráulica que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas.

#### 2. Descripción:

El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan.

Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C. El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción de los agentes patógenos. Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de

agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente.

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de Oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

### **3. Ventajas:**

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, parques.
- Larga vida útil.
- No hay problemas con moscas ni olores si es usada correctamente.
- Bajos costos de instalación, operación, mantenimiento y limpieza.
- No hay consumo de energía eléctrica.
- La operación y mantenimiento son labores sencillas de realizar.

### **4. Dimensionamiento:**

En El Salvador, los tanques sépticos deben ser diseñados de acuerdo a los criterios brindados por las unidades de salud, bajo la dirección del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Considerando el número de habitantes, la contribución de lodos frescos de 1.00 l/h/d, dotación per cápita de aguas residuales por persona de 100 l/h/d, periodo de limpieza de dos años y una tasa de acumulación de lodos de 93 días el valor de volumen requerido de tanque séptico para la comunidad Emiliani es de 23m<sup>3</sup>, teniendo en cuenta un volumen destinado a la sedimentación y un volumen para la acumulación del lodo.

### **5. Evaluación del costo de la alternativa:**

Para la determinación de los costos totales de la implementación de la tecnología de fosa séptica prefabricada se debe de considerar los costos de inversión de la

adquisición de este, el costo de instalación, de mantenimiento y operación. Aunque se considera que es una alternativa económica para el tratamiento de aguas negras.

## **6. Mantenimiento:**

Se debe de efectuar inspección del tanque, con una frecuencia de una o dos veces al año y contemplando lo siguiente:

- a) Impermeabilidad del tanque.
- b) Revisión del ingreso de aguas extrañas al tanque.
- c) Revisión de empaques en las conducciones, que conectan el tanque séptico con el sistema de disposición en campos de infiltración.
- d) Revisión de la acumulación de lodo y espuma.

Las capas de lodo y espuma se pueden medir con ayuda de elementos. Para medir el espesor de la capa de espuma se utiliza una vara en forma de L, la cual se empuja a través de la capa de espuma hasta alcanzar el fondo de la misma. El espesor de la capa se determina al leer la escala de la vara. Para medir el espesor de la capa de lodo se utiliza el ensayo de extinción de la luz. Tal prueba consiste en sumergir una fuente luminosa en el interior del tanque, la fuente de luz se puede observar mientras atraviesa la columna de agua, ya que cuando alcanza la capa de lodo se extingue.

- Limpieza: se debe realizar la limpieza del tanque séptico una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento para el cual fue diseñado o cuando una inspección indique la necesidad de llevar a cabo tal función, esta situación será cuando el nivel de natas o lodos se encuentre muy cerca de la tubería de salida (boca de la T de salida) y se pueda correr el riesgo de los lodos o natas se dirijan hacia el drenaje. Generalmente, el diseño de un tanque séptico se realiza para un tiempo de almacenamiento de cinco años, sin embargo para el volumen propuesto de tanque se consideró un tiempo de 2 años. “Al realizar la limpieza de un tanque séptico se debe extraer solamente un 80% de su contenido, dejando el restante

20% de lodo, como reserva de bacterias vivas adaptadas que permitan continuar con el funcionamiento del sistema de tratamiento”.

#### **8. Efectos residuales de la alternativa:**

- Lodos
- Natas

#### **9. Alternativa de mitigación de efectos residuales:**

Al realizar la extracción de lodos y natas de un tanque séptico, se debe tener en cuenta que estos residuos requieren un tratamiento posterior para luego ser dispuestos en un relleno sanitario. La razón de lo anterior se justifica porque al realizar la extracción del lodo del tanque, se saca el lodo viejo que puede estar muy estabilizado, así como lodo joven de reciente ingreso al tanque, el cual no tiene el tiempo suficiente de retención, para completar su proceso de biodegradación.

El proceso de limpieza de tanque séptico se lleva a cabo por empresas privadas, las cuales posteriormente deben transportar estos residuos a sistemas de tratamiento para lodos de tanques sépticos y de esta forma asegurar una adecuada disposición final.

### **4.3. PROPUESTA DE AGUAS GRISES**

#### **“BIO JARDINERAS (HUMEDALES)”**

##### **1. Objetivo:**

Evitar la contaminación y proliferación de vectores por aguas grises, separando en la fuente, dando tratamiento y utilizando el efluente para riego y otras actividades.

##### **2. Descripción:**

Los sistemas para el tratamiento de las aguas residuales, deben iniciarse mejorando los hábitos de consumo de la población para que al llevar a cabo tratamientos, éstos se realicen de acuerdo a cada descarga, origen y contenidos específicos.

Las aguas grises, contienen diversos contaminantes del tipo orgánico y del tipo nutrientes, pudiendo presentarse bacterias o elementos que con procedimientos sencillos puedan recuperarse y reutilizarse. Por ello, si las aguas grises no son tratadas en forma adecuada para mejorar su calidad se estará produciendo un impacto negativo al ambiente, malos olores y focos para la posible transmisión de enfermedades.

Las aguas grises, de los lavamanos, duchas, lavandería y cocina, son las que se producen en mayor cantidad (cerca del 80% de todas las aguas domésticas saliendo de una casa) y al mezclarlas con las aguas provenientes de los inodoros, complican en forma significativa sus niveles de contaminación. Lo cual hará que al infiltrarlas o llevarlas a un cauce, potencialmente sean un vehículo de diseminación más rápido de las bacterias que producen enfermedades, al estar entonces directamente vinculadas con las heces.

El sistema de filtros-jardinera, puede reutilizar hasta un 70% del agua que ingresa al filtro. Del 30% restante, las plantas utilizan una parte para su crecimiento y evaporan otra.

El efluente de las aguas grises saliendo del pre tratamiento (trampa de grasas), pasa a través de una bio jardinera consistente en una excavación rellena con piedras, donde se colocan plantas tropicales, tipo platanillos, heliconias, aneas, juncos, césped común de caña, etc.

De esa manera, las aguas reciben un tratamiento físico por filtración horizontal y biológica, por la extracción de materia que hacen las plantas y la inoculación de oxígeno que simultáneamente se estará llevando a cabo por medio de las raíces. Los efluentes, de mucha mejor calidad, serán útiles para el riego de jardines.

Las plantas en la bio jardinera, se deberán sembrar, una semana después que el sistema ha comenzado su funcionamiento. Considerando que durante este período, el nivel de aguas dentro de la bio jardinera, ha alcanzado el nivel de

salida y ya existe desarrollo bacteriano propicio para la alimentación de las mismas.

El tamaño de una bio jardinera o humedal construido depende del caudal y de la DBO que se necesita reducir. En general, un metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises.

#### ➤ Material de relleno

El material de relleno del bio filtro tiene que cumplir con las siguientes exigencias:

- Alta resistencia contra el desgaste químico por las aguas residuales. - Tener una superficie rugosa (porosidad <sup>3</sup> 50 %), que es la base para el establecimiento de una capa bacteriana apropiada.
- Dureza suficientemente alta, para no quebrarse con el peso de persona o equipos livianos.

El relleno de la bio jardinera se hace en capas de diferente granulometría: en los dos primeros metros (zona de entrada) y los últimos 1.5 m (zona de recolección) se utiliza piedra gruesa de diámetro entre 2" y 4", mientras que el resto del lecho filtrante se rellena con el mismo tipo de material, formando un lecho homogéneo con la misma granulometría.

El material del lecho filtrante puede ser depositado dentro de la pila en camiones volquete o cargadora frontal y dejarlos en montones, teniendo mucho cuidado que no circule equipo pesado sobre el lecho filtrante, ya que esto provoca que el material se quiebre y se produzca un aumento de la granulometría fina. Por esta razón el material debe ser conformado a su nivel y estado final solamente con equipos manuales livianos.

#### ➤ Tipos de plantas utilizadas

Las plantas a sembrar se pueden seleccionar en base a la eficiencia proporcionada en el tratamiento de las aguas residuales. Hasta el momento, se

tiene información fundamentada sobre el uso de plantas como el platanillo (*Heliconia*), zacate taiwán (*Pennisetum purpureum*), carrizo (*Phragmites australis*), tule (*Typha domingüensis*), *Cyperus articulatus* y *Phalaris arundinacea*.

Todas estas plantas resultan efectivas en el tratamiento de aguas residuales y pueden indistintamente elegirse si se desea obtener algún efecto u obtener algún provecho de ellas. Por ejemplo, el platanillo u otras plantas de la familia de las *Heliconia* se pueden seleccionar con propósitos ornamentales, pues produce flores de diferentes colores, el zacate taiwán puede utilizarse como alimento de ganado vacuno y el tule y *Phalaris arundinacea* para obtener material de trabajo para la elaboración de artesanías.

### **3. Ventajas:**

- La recuperación de las aguas grises es ecológicamente como económicamente beneficiosa.
- La planificación, ejecución como el mantenimiento no generan muchas complicaciones.
- Mejorar las condiciones higiénico- sanitario, y por consiguiente la salud del hogar, puesto que se controlará los criaderos de zancudos, moscas, etc.

### **4. Consideraciones para su construcción:**

- El terreno debe ser plano, con pendientes no mayores al 5%.
- Su ubicación debe estar en una parte más baja del punto de concentración de las aguas grises.
- Debe haber suficiente espacio para la ubicación de los diferentes componentes, (trampa de grasas, bio jardinera, tanque de almacenamiento).

### **5. Consideraciones para el costo de la alternativa:**

Esta alternativa presenta presentan costo de operación y mantenimiento relativamente bajo comparado con otras tecnologías convencionales, debido a que



la operación en el caso de las bio jardineras, es mínimo, ya que estas no generan actividades que requieran, encender, conectar o manejar equipamientos eléctricos o mecánicos que requieran de personal para operarlas. El agua proveniente de la vivienda escurre a través de las tuberías y bio filtro previamente construidos, sin ningún mecanismo.

## 6. Esquema de bio jardinera:



## 7. Mantenimiento:

La bio jardinera requiere de mantenimiento en períodos más largos. La duración de esos períodos depende en gran medida del buen trabajo de mantenimiento que se le dé a la unidad para el tratamiento primario (trampa de grasas).

Cuando hay problemas para que el agua fluya, se presentaran "charcos" o acumulaciones de agua, esto significa que se tienen zonas atascadas, llenas de sólidos y será necesario remover las piedras, lavarlas y volver a colocarlas en su sitio.

## DISEÑO DE PROPUESTA DE PLAN DE ACCION DEL MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SOLIDOS

### 1. Introducción.

Una de las problemáticas actuales en cuanto al medio ambiente es la gestión de residuos sólidos, el aumento en la producción y consumo de materiales y/o productos y el actual modelo económico han incrementado de manera exponencial el volumen de los residuos generados y por ende la disposición en lugares inapropiados lo que evidencia una clara falta de educación ambiental.

El principal efecto nocivo generado debido a la falta de un manejo apropiado de los desechos sólidos en la comunidad Emiliani, es el deterioro estético de la comunidad y del paisaje natural, contaminación de suelos y cuerpos de agua y contaminación del aire. Es así que un programa de gestión integral de desechos sólidos debe basarse en la separación de los residuos por características físicas, disposición, almacenamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos, y disposición e inactivación de residuos peligrosos y especiales. Es por ello que este documento pretende girar las pautas que permitan un eficiente manejo de los desechos sólidos, para generar la sensibilización y educación para la comunidad en general.

## **2. Objetivos.**

### ***Objetivo General:***

Proporcionar un eficiente manejo de los desechos sólidos producidos por el Caserío Emiliani, considerando la adopción de medidas necesarias para la implementación de acciones concretas desde la generación hasta la disposición final en última instancia, con énfasis en la educación y sensibilización.

### ***Objetivos Específicos:***

- Sensibilizar, educar y promover la participación total de la comunidad con miras de minimizar la producción, separación en la fuente, reúso y reciclaje de residuos sólidos.
- Realizar una separación adecuada en la fuente para evitar la mezcla de todos los residuos y eliminar el potencial de reciclaje.
- Prevenir la formación de basurales.
- Mitigar los impactos negativos y afectación a la salud de los basurales existentes mediante tareas de saneamiento.

### 3. Marco Conceptual.

- *Residuos o desechos sólidos:* Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que no tienen la utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de actividades domésticas, comerciales, industriales y todo tipo que se produzcan en comunidad, con sola excepción de excretas humanas.
- *Residuo Aprovechable:* Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo.
- *Residuo No Aprovechable:* Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, por lo tanto requieren disposición final.
- *Residuo orgánico:* Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: Los restos de comida, de fruta, cáscaras, carnes, huevos.
- *Residuos Peligrosos:* Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la salud humana y el ambiente. As mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con ellos.
- *Gestión de desechos sólidos:* Toda actividad administrativa, de planificación, coordinación, estrategia, planes y programación de acciones de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional, local y empresarial.
- *Gestión integral:* Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

- *Programa educativo:* Sensibilización a la población con respecto al manejo sostenible de los residuos sólidos con miras del desarrollo sostenible.
- *Programas de Minimización:* Generar un cambio positivo en los hábitos de consumo, procurando la reducción y reutilización en los residuos generados.
- *Programas de Separación:* Generar el hábito de la separación en la fuente con respecto a las características físico-químicas de los residuos.
- *3R:* Programa de educación sobre la reutilización, reciclaje y reducción de los desechos sólidos.

#### **4. Factores importantes para el desarrollo del programa**

##### **4.1. Participación comunitaria.**

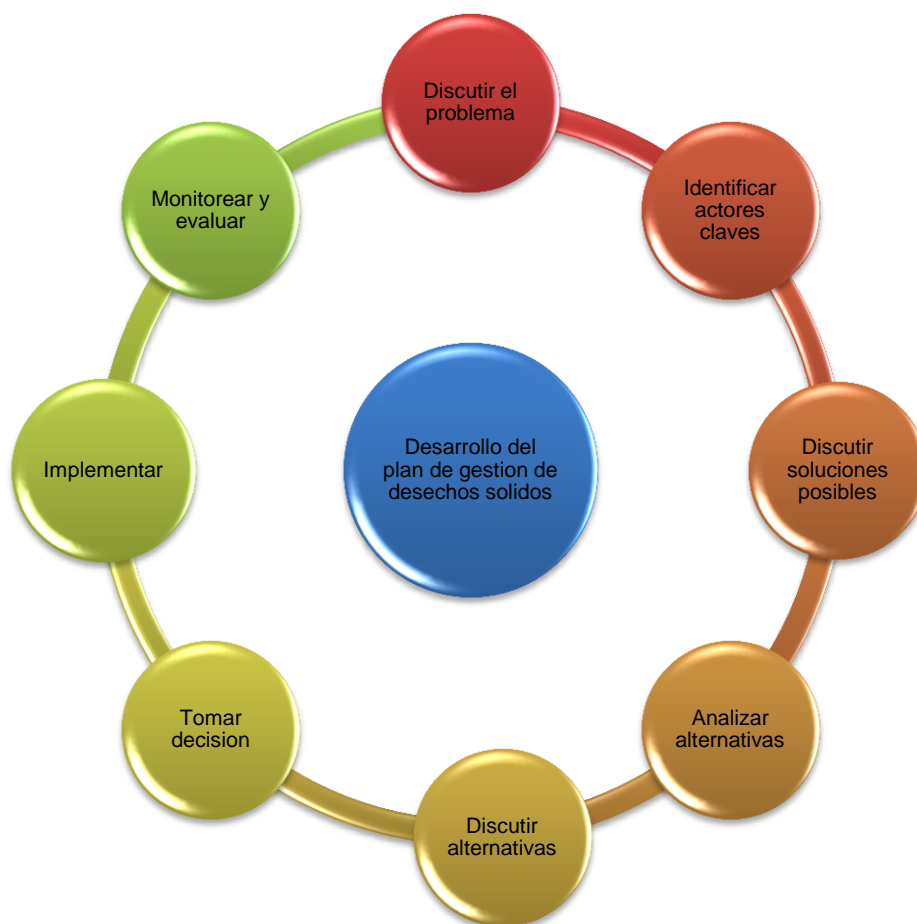
La participación comunitaria capaz de generar cambios de comportamiento es esencial para el éxito de los programas de manejo integral de desechos sólidos propuestos, dado que el manejo de los desechos es responsabilidad de todos los individuos y negocios que conforman la comunidad.

Teniendo como marco de referencia los programas propuestos del plan de acción, se considera que hay tres resultados meta para los cuales es esencial involucrar a los pobladores del Caserío Emiliani, como se detalla en la siguiente tabla.

RESULTADO META	CAMBIOS NECESARIOS	TIPO DE RELACIÓN CON LA POBLACION
<b>Apoyo comunitario:</b> La comunidad apoya a las decisiones y soluciones del problema.	La población entiende el problema y las alternativas de soluciones, involucrándose en el proceso de toma de decisiones desde el inicio.	Participación y educación comunitaria.
<b>Participación Actores:</b> Ayuda brindada por la municipalidad, grupos civiles y asociaciones (o empresas) que desempeñan un rol activo y organizado en el manejo de desechos sólidos.	La población se involucra en el proceso de análisis de actores claves y de soluciones alternativas.	
<b>Cambio de comportamiento:</b> La población cambia su comportamiento, implementa los principios de las "3R" y manteniendo la comunidad limpia.	El público entiende y practica los principios de las "R".	Educación de la población.

#### 4.2. Roles de la población en el desarrollo del plan.

Para el desarrollo del programa integral de desechos sólidos, se considera pertinente que la participación de la población sea de inclusión desde el inicio y provea un espacio para que puedan discutir el problema, identificar actores clave, discutir soluciones posibles, discutir y entender alternativas propuestas, implementar parte de las soluciones seleccionadas y participar en el monitoreo y evaluación de la soluciones. Todo esto como trabajo constante de manera cíclica para el buen funcionamiento y desarrollo del programa como se muestra en el siguiente diagrama.



## 5. Propuestas.

### 5.1. Programa de minimización

#### 1. Propósito:

Promover la minimización y separación de desechos sólidos urbanos, propiciando la educación, participación y conciencia ciudadana respecto a los desechos sólidos, generando un cambio en los hábitos de consumo.

#### 2. Objetivos:

- Incentivar el reúso de materiales

- Incentivar la utilización de productos ecológicos en cuando a cantidad de materiales en empaques o bien que tengan potencial para una segunda vida útil.
- Buscar cambios en los hábitos de compra. Comprar envases de vidrio retornable, aluminio reciclable, reducir el uso de pilas, entre otros.
- Realizar campañas educativas bajo el marco del desarrollo de la cultura de sensibilización ambiental en la comunidad.

### 3. Metodología:

Para el desarrollo del programa de minimización se debe de considerar las siguientes alternativas que mejor se adaptan a las condiciones de la comunidad.

- Formular estrategias específicas de minimización de residuos en áreas comunes
- Incluir programas de capacitación que promuevan las prácticas para minimizar la generación de desechos mediante la difusión de nuevos hábitos.
- Formular estrategias para la reutilización de materiales, como se muestra en la siguiente tabla.

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>¿QUÉ HACER?</b>
Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar ambas caras</li> <li>• Utilizar medios magnéticos, revisar la información a imprimir para evitar el consumo innecesario de papel.</li> </ul>
Cartón	Utilizar las cajas de cartón para el almacenamiento de otros materiales, por ejemplo plásticos, papeles y cartón dentro de cada una de las dependencias.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar que se consuman menos productos que vengan en recipientes plásticos.</li> <li>• Utilizar recipientes para el almacenamiento de productos por parte del personal de aseo o agua en cada una de las dependencias.</li> </ul>
Vidrio	Almacenamiento.
Aluminio	No utilizar papel aluminio para envolturas.

#### **4. Consideraciones:**

Incluir dentro del programa educativo charlas con el fin de promover la minimización de desechos:

- Aplicación de programa de 3R de manera eficiente.
- Campañas de limpieza de la comunidad.
- Control y seguimiento al programa.

#### **5.2. Programa de separación en la fuente**

##### **1. Propósito:**

Promover la separación en origen, con los fines de reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final a través de la recuperación y reciclado. Este es sin lugar a dudas el programa más importante, todas las personas dentro de la comunidad, deberán ser capaces de separar en la fuente, como resultado de la reafirmación de los puntos ecológicos como puntos de separación eficaces gracias a la adición de información y campañas de educación ambiental.

##### **2. Objetivos:**

- Adicionar información a los puntos ecológicos en donde hay separación de desechos.
- Fomentar el hábito de separación en la fuente.
- Involucrar a las personas por medio de capacitaciones y anuncios.
- Disminuir la cantidad de desechos que siendo aprovechables se disponen en rellenos sanitarios.

##### **3. Metodología:**






- Implementar estrategias que puedan ser aplicadas como complementos de otras alternativas para el manejo de los desechos sólidos.



- Realizar programa de separación en la fuente con la participación e inclusión de todas las personas de la comunidad, creando comités que ayuden al desarrollo del programa los cuales deberán de considerar:
- Ejecutar el programa de separación en la fuente.
- Lograr una separación eficiente de los residuos que garantice el correcto funcionamiento del programa.
- Diseñar un sistema de recolección de residuos domiciliarios y limpieza de las zonas comunes.
- Implementar el sistema de monitoreo.

#### 4. Consideraciones:

En la comunidad se deberá de implementar un código de colores simple, que facilitara la separación en la fuente y tener una mayor eficiencia en separación. Debido a las características de los desechos sólidos es suficiente el uso de cuatro códigos de color como se muestra a continuación en la tabla.

CLASIFICACIÓN	CARACTERIZACIÓN	COLOR
<b>Residuos aprovechables no peligrosos</b> (Desechos Inorgánicos)	Papel y Cartón: cartulina utilizada, centros de rollos de papel, cintas, etiquetas, papel bond, papel de oficina, papel periódico, empaques de papel que no hayan estado en contacto con grasas y que no sean esmaltados.	
	Plástico: envases de bebidas, tapas, empaques, botes de medicina, botellas de agua, vidrio, etc.	
<b>Residuos no aprovechables</b> (Desechos sólidos sanitarios)	Papel higiénico, toallas femeninas, bolsas plásticas, residuos de comida cocinados, zapatos viejos, papel con grasa, empaques de comida chatarra, etc.	
<b>Residuos orgánicos</b> (Alimentos o Similares)	Cascaras de frutas y verduras, partes de frutas y verduras, residuos de jardinería, comidas sin grasas, cenizas, hojas de árbol, etc.	
<b>Residuos Peligrosos</b>	Químicos (fármacos), bio sanitarios, tejidos, agujas, gasas en contacto con tejidos (bioinfecciosos), baterías.	
<b>Residuos Sólidos Ordinarios</b>	Papel carbón, empaques de papel plastificado, icopor, telas.	

## **5. Marcación de recipientes:**

Se deberá trabajar con la simplicidad de la separación de los residuos en los cinco contenedores empleados, marcado cada uno por su código de color y al menos un ejemplo ilustrativo de los desechos que corresponde a cada uno.

## **6. Ubicación:**

Para la ubicación de los recipientes con sus respectivos códigos de color se consideraran tres sitios las cuales son:

- a) En cada casa de la comunidad, se debe de tener los cinco recipientes o bolsas (sacos) que contengan el código de color, esto permitirá un mejor desarrollo y trabajo en conjunto con las demás alternativas propuestas.
- b) Se debe de implementar basureros en al menos una zona común, para el cual se haga un sistemas rotativo de recolección de los desechos contenidos en ellos para destinarlos al contenedor comunal.
- c) En el contenedor comunal que se destinara como punto ecológico de la comunidad, será el destino final de tres tipos de desechos antes de ser transportado a los centros de acopio, la ubicación actual del contenedor comunal es propicia ya que está ubicado en la zona común más concurrida de la comunidad y de fácil acceso para el tren de aseo, por lo que se considera que no hay necesidad de reubicación del contenedor para aplicar la separación de desechos comunales.
  - División del contendor: Se deberá instalar con su respectivo código, un recipiente de color azul, un recipiente color naranja y un recipiente de color rojo siendo este último dividido en dos, un compartimento para desechos bioinfecciosos y otro para los electrónicos (baterías), como se muestran a continuación.



## 7. Disposición Final de Desechos Sólidos:

A continuación se muestra la disposición final de los desechos generados según su clasificación.

TIPO DE DESECHO	CODIGO DE COLOR	DISPOSION FINAL
Residuos aprovechables no peligrosos (Desechos Inorgánicos)	●	Estos residuos serán destinados a la comercialización a personas naturales.
Residuos orgánicos (Alimentos o Similares)	●	Estos residuos serán destinados directamente a los jardines de cada residencia (Compostera Familiar)
Residuos no aprovechables (Desechos sólidos sanitarios)	●	Estos desechos serán destinados al contenedor comunal (Punto ecológico), para ser trasladados por el tren de aseo.
Residuos Sólidos Ordinarios	●	
Residuos Peligrosos	●	Estos desechos se destinaran al contenedor comunal (Punto ecológico), los desechos bio infecciosos serán retirados por el promotor de salud quien es el encargado de llevarlos a su disposición final y los desechos electrónicos, baterías serán llevados a centro de especialización.

## 8. Inspección:

Se deberán hacer inspecciones periódicas del programa de separación en la fuente, conforme avance el programa la periodicidad puede ir siendo menos frecuente. En la siguiente tabla se muestra la línea base recomendada de inspección.

<b>ZONA</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>PERSONAS</b>
Contenedor comunal	Una vez a la semana	Una persona
Casas	Una vez a la semana	De una a tres personas

- **Cultura Ambiental:**

1. Designar personas para ser las encargadas de las inspecciones periódicas programadas y separar los residuos que en momento de inspección no estén almacenados en el recipiente correspondiente.
2. Desarrollar capacitaciones y talleres como se deben realizar los recorridos y cuáles deben ser las condiciones para poder disponer los desechos de acuerdo a sus características y condiciones.
3. Dar un incentivo a aquellos hogares que estén cumpliendo con la correcta separación de los desechos, como puede ser una etiqueta adhesiva de reconocimiento con logo ecológico y responsabilidad social colocada en la puerta de la casa.

### **5.3. Programa Educativo y de Sensibilización**

#### **1. Propósito:**

Crear en todas las personas de la comunidad la responsabilidad ecológica mediante aspectos relacionados al manejo integral de desechos sólidos, logrando la participación pública verdadera y la educación comunitaria capaz de generar cambios de comportamiento esenciales para el éxito de los programas de manejo integral de residuos sólidos.

#### **2. Objetivos:**

- Crear conciencia ambiental en todas las personas que habitan en la comunidad con respecto al manejo de los desechos sólidos y la conservación del medio ambiente.
- Involucrar a la población desde el inicio del programa y proveer un espacio para que puedan discutir el problema, identificar actores clave, discutir soluciones posibles, discutir y entender alternativas propuestas,

implementar parte de las soluciones seleccionadas y participar en el monitoreo y evaluación de la soluciones.

### **3. Metodología:**

Se debe comenzar a crear la conciencia ambiental partiendo del conocimiento que ya poseen dado las capacitaciones que se les han otorgado, es decir incentivar el uso correcto de los contenedores de separación en el origen, el uso adecuado del contenedor comunal y la aplicación del programa de 3R. Para esto se ha elegido las siguientes alternativas:

- Capacitar a los habitantes de la comunidad para la correcta disposición de los residuos sólidos, el reúso, reducción y reciclaje de los residuos generados a través de la realización de tareas cotidianas.
- Establecer los mecanismos de participación, concretar cuál será la forma de trabajo de cada una.
- Estructurar el programa educativo con base en el desarrollo de la cultura de sensibilización ambiental, abordando de manera didáctica las alternativas de solución para mayor comprensión, mediante la proporción de material ilustrativo como panfletos, videos interactivos, dinámicas, etc. donde se consideren a todos los habitantes de la comunidad.
- Capacitar y enseñar mediante talleres sobre el reciclaje eficiente.

### **4. Consideraciones:**

Se deberá tener en cuenta:

- Charlas sobre los riesgos ambientales generados por la mala disposición, falta de separación en la fuente y consumo exagerado de materiales.
- Técnicas apropiadas de información para propiciar la correcta separación en la fuente.
- Charlas sobre los beneficios que conlleva las buenas prácticas ambientales.

## CONCLUSIONES

1. La salubridad en el manejo del agua potable y aguas grises en el Cantón Flor Amarilla está relacionada a factores de orden estructural, socio-económico, cultural y educativo.
2. El estudio de calidad del agua suministrada por ANDA al Caserío Emiliani dio como resultado que cinco parámetros no cumplen los límites que exige la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.02:08, los cuales son conductividad, oxígeno disuelto, plomo, coliformes totales y coliformes fecales, por lo que este recurso no es adecuado para la ingesta en su mayor parte debido a la contaminación con plomo y con coliformes fecales y totales, ya que la ingesta continua y prolongada de esta pueden producir efectos adversos a la salud, afectando principalmente a los niños y a personas de la tercera edad.
3. El agua captada por la institución ANDA es tratada mediante el proceso de potabilización convencional, dicho proceso logra disminuir los niveles de contaminación de la mayor parte de los parámetros después de la extracción, sin embargo no logra una remoción adecuada, debido a la presencia de contaminantes con niveles fuera de lo estipulado por la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO 13.07.02:08 como el plomo y la conductividad, que posiblemente estén indicando la necesidad de incluir tratamientos terciarios para potabilizar estas aguas, ya que existe contaminación no controlada en las fuentes de captación que puede ser de origen natural (fenómenos geológicos e hidrogeológicos) o antropogénico (vertidos industriales, lixiviación, otros).
4. La caracterización de los pozos del área del Caserío Emiliani dio como resultado que cuatro parámetros no cumplen con los límites máximos permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable NSO

13.07.02:08, los cuales son turbidez, oxígeno disuelto, hierro y plomo, por lo que su uso no puede ser destinado para la ingesta sin previo tratamiento.

5. Los resultados obtenidos de la calidad del agua de pozo, son un reflejo de los resultados de la Situación actual de los recursos hídricos en las Cuencas Sucio, Acelhuate y Cuaya realizada por la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas donde se analizaron los pozos del distrito de Atiocoyo, Zapotitán y los acuíferos de Opico, denominado proyecto Zona Norte del ANDA los cuales presentaron altos grados de contaminación debido a la presencia de bacterias coliformes fecales, hierro, manganeso, aluminio, cadmio y plomo.
6. La calidad del agua de los pozos, refleja la calidad de las aguas naturales superficiales que se encuentran en la región por lo que nos proporciona información sobre la calidad de agua consumida por los habitantes de la comunidad del Caserío Emiliani, valorando que los resultados de los parámetros de contaminación son muy similares a los parámetros de contaminación de agua suministrada por ANDA y agua de pipa que han sido estudiados.
7. Dados los resultados obtenidos en los análisis del agua de pipa que es suministrada al Caserío Emiliani por una persona natural, se considera que este recurso también se ve afectado por la contaminación ambiental con la que cuenta la región debido a la similitudes de los parámetros de calidad con los cuales tampoco cumple el agua suministrada por ANDA, verificando así que la mayor problemática de contaminación en este recurso son los contenidos de plomo y la contaminación con coliformes totales y fecales, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano.
8. Los resultados obtenidos experimentalmente para poder caracterizar la calidad del agua con la que se suministra al Caserío Emiliani, no son valores

que se puedan considerar como concluyentes para la evaluación de la calidad del agua debido a que fueron estudios basados en muestras compuestas de agua por sector del Caserío, por lo que su caracterización se basó en que con una muestras fuera del límite permisible se deduce que el parámetro no cumple lo estipulado en la NSO 13.07.02:08; además de considerar que el estudio se llevó a cabo durante un periodo corto realizado en el mes de junio no considerando así los cambios climáticos en las diferentes épocas del año que puedan de alguna manera afectar las concentraciones de los contaminantes en las fuentes de captación.

9. La importancia de conocer la eficiencia del proceso de potabilización que se le es aplicado al pozo de suministro de agua al Caserío Emiliani por parte de ANDA y la calidad del agua con la que cuenta la fuente de distribución es poder considerar la mejor ubicación para la implementación de la alternativa de solución técnica de potabilización del agua, contemplando dos puntos de localización; ya sea como una tecnología comunal aplicable en el Caserío o como una tecnología subsecuente en el proceso de tratamiento de la fuente de distribución perteneciente a ANDA.
10. El manejo inadecuado de las aguas grises se debe a que no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario o tratamiento de estas aguas. El agua estancada en los cauces, calles o patios de casas da lugar a la proliferación de mosquitos y al aumento de las moscas, que muchas veces son trasmisoras de enfermedades, por lo que se constata la importancia de implementar un proceso de recuperación de las aguas grises que permita la reducción de los sólidos suspendidos, la carga orgánica y microorganismos que mejoren sus condiciones estéticas y sanitarias.
11. El impacto generado por la problemática ambiental con la que cuenta el Caserío Emiliani dado la gestión del recurso hídrico y manejo de desechos



sólidos es negativo hacia la calidad de vida, produciendo colateralmente los riesgos sanitarios con los cuales cuenta la población del Caserío.

12. En el Caserío Emiliani las repercusiones que los desechos sólidos urbanos provocan son considerables, ya que producen contaminación de aire, suelo y agua, causa el desperdicio de recursos, crea la necesidad de espacios para su deposición, así mismo, presentan riesgos sanitarios provocando enfermedades.
13. La propuesta del programa de desarrollo sostenible creado y apoyado por la comunidad católica Familia Nueva y la Congregación Somasca, estaba constituido por proyectos, capacitaciones y talleres que se les impartirían a los habitantes del Caserío, siendo estos los entes fundamentales para el desarrollo, evolución y gestión mediante la formación de comités responsables de las actividades.
14. La ejecución del programa de desarrollo sostenible se dio mediante la implementación del proyecto de Manejo Integral de Desechos Sólidos en el Caserío Emiliani dado los beneficios que traería y la disponibilidad de la comunidad para su desarrollo y poder así mitigar la contaminación debido a la disposición de los desechos sólidos generados.
15. La producción per cápita es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían, este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo, a lo que el Caserío Emiliani presenta un valor de 0.18 Kg/habitante/día considerando este valor como la aportación de cada habitante que conforma la comunidad.
16. El Caserío Emiliani posee varios tipos de disposición final dado que algunos no utilizan el servicio de tren de aseo debido a que lo consideran innecesario y de difícil acceso, por lo que disponen de sus desechos quemándolos o

tirándolos en sus propiedades o en zonas comunes dado que se les es una práctica más accesible y de implementar con mayor frecuencia.

17. La implementación del Sistema de Gestión Ambiental permite asegurar que las consideraciones ambientales sean un componente integral en la toma de decisiones de las entidades, el cumplimiento sistemático y efectivo de la legislación vigente, el desarrollo de las regulaciones, procedimientos, normas y otras herramientas requeridas para una sólida gestión ambiental.
18. El desarrollo de prácticas de gestión ambiental y de procedimientos dirigidos a proteger el ambiente y los recursos naturales, a través de la prevención y minimización de los impactos en el aire, agua, suelo, producen una disminución en las afectaciones a la salud humana, considerando que la preservación de la biodiversidad es la garantía de la sostenibilidad.

## RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad del Cantón Flor Amarilla tome en cuenta las consideraciones que se describen en el presente trabajo, para el desarrollo integral de proyectos de saneamiento ambiental, de acuerdo con el grado de intervención que requiere cada uno de los sistemas.
2. Con el apoyo de instituciones nacionales, se debe iniciar la gestión para la puesta en marcha de las soluciones propuestas.
3. Se recomienda un estudio objetivo del comportamiento de la calidad del agua mediante un monitoreo constante de muestras simples que permita obtener resultados concluyentes, en un periodo de al menos un año para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, químicos y microbiológico, haciendo énfasis en los análisis de plomo, coliformes totales y fecales debido a los hallazgos de la presencia de estos contaminantes en el vital líquido.
4. Se debe de dar seguimiento sobre la caracterización de la calidad del agua del Caserío Emiliani para lo cual se debe de gestionar sobre los análisis de parámetros de calidad de antes y después del tratamiento del agua proveniente del pozo de abastecimiento a cargo de ANDA y del cual se le es proporcionado el recurso, ya sea por solicitud de miembros del Caserío, municipalidad o personas naturales que posean la interesa para el seguimiento de este estudio.
5. Se recomienda hacer un análisis riguroso sobre la contaminación por plaguicidas en el Caserío Emiliani, debido a la contaminación de las aguas en todo el municipio de Ciudad Arce por el mal uso de estos, según lo estipulado en el trabajo de graduación “Impacto Económico de las Intoxicaciones con Plaguicidas sintéticos de uso agrícola, en el Municipio de

San Juan Opico, Departamento de La Libertad”. Presentado en el año 2014 por la facultad de agronomía de la Universidad de El Salvador.

6. Se deberá coordinar, a corto plazo, la implementación de sistemas de desinfección para los sistemas en los que el agua se encuentra contaminada y, crear campañas de capacitación para la operación adecuada de los métodos existentes en cada sistema.
7. Promover campañas en materia de educación sanitaria y correcto uso del agua, con la participación de instituciones nacionales e internacionales; así como, de las organizaciones comunitarias, para que a través de ellas se difunda la información pertinente a todos los pobladores para mejorar su calidad de vida.
8. Fortalecer la participación comunitaria en la ejecución de proyectos, con el fin de crear en ellos la conciencia necesaria acerca de su importancia para el desarrollo de su comunidad.
9. Realizar la ejecución de los proyectos con base en la priorización contemplada en el diagnóstico municipal y con ello subsanar los problemas encontrados en el Caserío.
10. Para la eficiencia en el desarrollo del plan de saneamiento ambiental se debe de lograr un apoyo integral de la municipalidad, de entes externos como asociaciones y/o empresas; y de la población del Caserío Emiliani para poderse ejecutar de manera óptima.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (ANDA), A. N. (2015). *Boletín Estadístico 2015 - N°37*. El Salvador.
- (MARN), M. d. (2006). *SEGUNDO CENSO NACIONAL DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES*. El Salvador : ECOTRANS, S. A. de C. V.
- (MARN), M. d. (2010). *Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos en El Salvador*. El Salvador .
- (MARN), M. d. (2013). *ESTRATEGIA NACIONAL DE RECURSO HIDRICO*. El Salvador.
- (ORMUSA), O. D. (2012). *Las mujeres de Ciudad Arce. Perfil situacional*. El Salvador: Impresos Continental S.A. de C.V.
- GARCIA, A., GONZALEZ, K., LOPEZ, B., y RODRIGUEZ, S. (2010). *LEGISLACION AMBIENTAL Y SU APLICACIÓN PRACTICA ANTE LA CONTAMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL SALVADOR*. Santa Ana. El Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.DEPARTAMENTO DE CIENCIAS JURIDICAS.
- GUEVARA, P., MALDONADO, C., y VÁSQUEZ, A. (2013). *EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. San Salvador. El Salvador : UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.FACULTAD DE JURISPRUDENCIA Y CIENCIAS SOCIALES.
- IBAÑEZ ESQUIVEL, G. M. (2012). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA SUB CUENCA DEL RIO SAN PABLO*. LATACUNGA – ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- ORDOÑEZ, O., y ERASO, M. (2009). *PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL MUNICIPIO DE LLANADA-NARIÑO*. MUNICIPIO DE LA LLANADA – NARIÑO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- CHILE, G. D. (2001). *INDICADORES PARA GESTION MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS* . Chile .

- SISTEMA DE ASESORÍA Y CAPACITACIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL, S. (2013). *PLAN DE COMPETITIVIDAD DE LA MICRO REGIÓN ASOCIACIÓN DE MUNICIPALIDADES DEL VALLE DE SAN ANDRÉS (AMUVASAN), DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. El Salvador.
- (CONACYT), C. N. (2009). *AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR*. San Salvador. El Salvador: NORMA NSO 13.49.01:09.
- CALDERON, A. (2013). *TOMA DE MUESTRAS* . Obtenido de metodos de analisis de aguas:www.drcalderonlabs.com.
- GUEVARA, P., MALDONADO, C., Y VASQUEZ, A. (2013). *EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. SAN SALVADOR. EL SALVADOR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. ESCUELA DE CIENCIAS JURIDICAS.
- SALUD, M. d. (2009). *AGUA, AGUA POTABLE.Segunda Actualizacion*. San Salvador. El Salvador: NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA NSO 13.07.01:08.
- AGUA, I. M. (Vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016). *TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA*. Mexico: Consejo editor del Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua.
- AGUA, I. M. (Vol. VII, núm. 4, julio-agosto de 2016). *TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DEL AGUA* . Mexico: Consejo editor del Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua.
- AMBIENTE, M. D. (s.f.). *GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*. PERU .
- AMBIENTE, M. D. (MARZO 2009 ). *GUÍA TÉCNICA SANITARIA PARA LA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISAS* . EL SALVADOR, C.A.
- BRITO, N. (2007). *ALTERNATIVAS DE POTABILIZACION DEL AGUA QUE ABASTECERA A LA AMPLIACION DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CUIDAD DE MEXICO*. Mexico D.F: Instituto Politecnico Nacional .

- C., A., y E., D. (2008). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNIDADES DE TIPO BIOLÓGICO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL SALVADOR*. San Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR .
- CEPAL, y CHILE, M. D. (2016). *GUIA GENERAL PARA LA GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS* . Copyright © Naciones Unidas.
- CHILE, G. D. (s.f.). *Tecnología SBR (Reactores Biológicos Secuenciales)* . Fundacion Chile .
- G., C., y D., V. (2016). *MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politecnica DEe LITORAL .
- G., C., y D., V. (2016). *MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTA DE TRATAMIENTO EN LA COMUNA SACACHÚN-CANTÓN SANTA ELENA-PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Guayaquil, Ecuador: Escuela superior Politecnica del Litoral .
- G., I. (2012). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL* . Latacunga, Ecuador: Universidad Tecnica de Cotopaxy.
- H., M., J., B., X., V., y A., C. (2016). DESINFECCION DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA MEDIANTE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO ACOPLADO CON FINES DE REUSO. *Tecnologia y Ciencia del Agua*.Vol. VII, núm. 4, 97-111.
- I., V., y C., J. (2016). HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS SERVIDAS EN CHILE: REFLEXIONES. *Tecnologia y Ciencia del Agua*.Vol. VII, núm. 3, 19-35.
- J., C., A., L., y E., B. (2010). *DESINFECCION DE AGUA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES BASADAS EN PROCESOS AVANZADOS DE OXIDACION* . Puebla,Mexico: Universidad de las Americas.
- JOSE, L. (2017). *EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE POTABILIZACIÓN A BAJO COSTO EN COMUNIDADES PALAFÍTICAS EN EL CARIBE NORTE COLOMBIANO* . Barranquilla, Colombia : Universidad del Norte .

- LEAL ASCENCIO, M. T. (s.f.). *TECNOLOGIAS CONVENCIONALES DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y SUS LIMITANTES*. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- OPS, y COSUDE. (2006). *ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS EN AGUA Y SANEAMIENTO UTILIZADAS EN EL ÁMBITO RURAL DEL PERÚ*. Lima.
- R., G., R., P., y L., S. (2009). *PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS URBANAS Y AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN ZONAS UBICADAS AL NOR - ORIENTE DEL CASCO URBANO EN EL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. San Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- SALUD, M. D., y ARQUITECTOS, A. S. (2015). *PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE NORMA TÉCNICA PARA REGULAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO RURAL*. San Salvador: Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica.
- SOCIAL, M. D. (2005). *ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE EL MANEJO SANITARIO DE AGUAS RESIDUALES*. San Salvador, El Salvador: Unidad de atención al ambiente.
- MONTOYA, A. (2012). *CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS TECNOLOGICOS DE ANTIOQUIA*. Medellín, Colombia: TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA.
- NEIRA, I. S. (2008). *MANUAL DE BIOJARDINERAS*. Managua, Nicaragua: INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS.
- PEREZ, J. (2010). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA APLICACION EN PEQUEÑOS GANADEROS Y LECHEROS*. Santiago De Chile : Universidad De Chile.
- LARREA, C. (2015). *APLICACION DE UN FILTRO DE ZEOLITA PARA POTABILIZACION DEL AGUA NIVEL DOMICILIARIO SITIO PALESTINA CANTON EL GUABO PROVINCIA EL ORO. MACHALA,EL ORO: UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA*.



# **ANEXOS**

## ANEXO 1.

Encuesta realizada al Caserío Emiliani, Cantón  
Flor Amarilla. Ciudad Arce



**ENCUESTA DE HOGARES CANTON FLOR AMARILLA  
COMUNIDAD EMILIANI**

SONDEO DE OPINIONES ACERCA DE:

- RECURSO HIDRICO (agua potable, gris, negra, residual y de riego)
- MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Nombre Persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Dirección (número de casa): \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

**RECURSOS HÍDRICOS**

1) ¿Cuál considera usted que es el problema más grave en relación al manejo del agua en su comunidad?

- Agua potable
- Agua grises
- Agua negras
- Agua residual
- Agua de riego

2) ¿Cuáles son las fuentes de agua con la que cuenta para usos domésticos (en casa)?

- Red municipal(ANDA)
- Camión cisterna  Otro (especifique) \_\_\_\_\_
- Pozo artesanal (casa)  Si es otro pozo especificar nombre : \_\_\_\_\_
- Otros pozos

Pozo la ENA: \_\_\_\_\_ ; Pozo Los Chorros: \_\_\_\_\_ ; Pozo de la Arenera: \_\_\_\_\_

**AGUA SUMINISTRADA POR ANDA**

- 3) ¿Desde cuándo tienen agua suministrada por ANDA? \_\_\_\_\_
- 4) ¿Cuánto es el costo mensual aproximado por el agua suministrada por ANDA? (tomar foto de factura de ANDA ) \_\_\_\_\_

5) ¿Cuáles son los usos que se le da al agua que se les suministra por ANDA?

- Cocinar
- Lavar
- Consumo
- Para higiene personal  Otro (especifique) \_\_\_\_\_

6) ¿Alguna vez usó el agua suministrada por ANDA para consumo humano y preparación de alimentos?

Sí   
No

observaciones: \_\_\_\_\_

7) ¿Desde cuándo dejó de tomar y usar agua suministrada por ANDA para consumo humano? ¿por qué?

8) ¿Qué alternativas buscaron para superar este problema?

9) ¿Qué otras fuentes de agua con las que cuenta cree que contienen mejor calidad que la suministrada por ANDA y por qué?

10) ¿Qué recomiendan para contar con una solución definitiva?

**POZO ARTESANAL**

11) ¿Si posee pozo artesanal, desde cuando lo tiene?

¿Tiene bomba para el agua de pozo? Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿Usa balde para sacar agua de pozo? Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

¿Qué mantenimiento le da? \_\_\_\_\_

12) ¿Con que frecuencia utiliza el agua de pozo artesanal?

Periodicidad	Cantidad	unidad
Diario		
semanal		
mensual		
eventualmente		

¿Para que la usa?

- Cocinar
- Lavar
- Consumo
- Para higiene personal

13) ¿Cómo observa la calidad del agua de pozo?

- Sucia
- Limpia y fresca
- Igual que la de ANDA
- Peor que la de ANDA

¿Desde cuándo a ha observado con esas características en agua de pozo?

- Siempre
- Hace unos meses
- Hace unos años
- No recuerdo

¿Qué ventajas representa para usted contar con el agua de pozo en su casa?

\_\_\_\_\_

14) ¿Qué limitantes tiene con el agua de pozo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### CAMIÓN CISTERNA

15) ¿Cada cuánto tiempo compra agua purificada (camión cisterna)? \_\_\_\_\_

¿De dónde procede el agua suministrada por el camión cisterna?: \_\_\_\_\_

- No sabe
- De persona natural
- De empresa

Nombre de persona natural: \_\_\_\_\_  
Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

16) ¿Los tanques donde almacenan el agua del camión cisterna, les parecen adecuados? ¿Le dan mantenimiento?

- Si  No  Si  No

No. de tanques: \_\_\_\_\_

17) ¿Cómo recolecta el agua del tanque a su casa y donde la almacena en su casa?

- Baldes  Especificar otros: \_\_\_\_\_
- Otro  La almacena en: \_\_\_\_\_

18) ¿Desde cuándo compran agua de pipa?

\_\_\_\_\_

19) ¿Cuánto gasta en su adquisición ya sea semanalmente o mensualmente?

20) ¿Cómo observa esta agua en relación a su calidad?

- Sucia
- Limpia y fresca
- Igual que la de ANDA
- Peor que la de ANDA
- Mejor que ANDA

21) ¿Cuáles son los usos que se le da al agua que se les suministra el camión cisterna?

- Cocinar
- Lavar
- Consumo
- Para higiene personal
- Otro (especifique) \_\_\_\_\_

22) ¿Cree que ha tenido alguna vez problemas de salud por la ingesta de esta agua?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

Si ha tenido que favor especificar: ¿Qué tipo de problemas?

\_\_\_\_\_

#### AGUAS GRISES Y NEGRAS

23) Su vivienda cuenta con:

- Conexiones a Fosa séptica
- Conexión a red de alcantarillado
- Alfombra
- Otro (especifique) \_\_\_\_\_

24) ¿Las conexiones de aguas grises y aguas negras en su vivienda están unidas o separadas?

- Unidas
- Separadas

25) ¿Sabe en qué parte de su vivienda se unen las tuberías de aguas negras con aguas grises?

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

En caso positivo mostrar adonde (hacer croquis de ubicación)

\_\_\_\_\_

¿Se podría tomar una muestra de aguas grises en su casa?

Si   
 No   
 No sé

26) ¿Qué problemas enfrenta actualmente sobre el manejo de aguas grises y negras? \_\_\_\_\_

27) ¿En qué condiciones se encuentra la fosa séptica de la comunidad?

Buena   
 Regular   
 Dañada   
 Fuera uso

Si es regular, dañada o fuera de uso ¿cuál ha sido el problema de la fosa séptica?: \_\_\_\_\_

Si no funciona, ¿desde cuándo dejó de funcionar?: \_\_\_\_\_

28) ¿Qué uso se le da a la fosa séptica actualmente? \_\_\_\_\_

29) ¿Cómo era el manejo de aguas grises y negras con la fosa séptica en funcionamiento?

Buena   
 Regular   
 Mala

¿Tenían problemas? \_\_\_\_\_

30) ¿Qué opina sobre el funcionamiento de la caja colectora común de aguas grises y negras que construyeron y se ubica al fondo después de casas 15 y 16, al lado de fosa séptica?

Buena   
 Regular   
 Mala

Observación (explicar): \_\_\_\_\_

¿Cómo es su mantenimiento? \_\_\_\_\_

#### SALUD DE LA POBLACIÓN

31) ¿Qué enfermedades son más comunes en su grupo familiar? Y ¿Cuáles las causas?

Gastrointestinales   
 De la piel   
 Otras

Especificar: \_\_\_\_\_

Causas: \_\_\_\_\_

32) ¿La Alcaldía o Unidad de Salud les han apoyado en atención o prevención enfermedades?

La alcaldía   
 Unidad de salud   
 Ninguna   
 Otros

Especificar otros: \_\_\_\_\_

33) ¿Le aplican o le han aplicado algún tratamiento a las aguas residuales que se descargan en sus terrenos provenientes de actividades agropecuarias aledañas y de otras localidades?

Si   
 No

Observaciones: \_\_\_\_\_

#### AGUAS DE RIEGO

34) ¿Cómo es el servicio de la Asociación de Regantes del Valle de Zapotitan?

Buena   
 Regular   
 Mala

Porqué: \_\_\_\_\_

35) ¿Cuál es la fuente del agua de riego? \_\_\_\_\_

36) ¿Desde cuándo reciben agua para riego de esta asociación? \_\_\_\_\_

37) ¿Qué opina sobre la calidad de del agua de riego? \_\_\_\_\_

Buena   
 Regular   
 Mala

Por qué? : \_\_\_\_\_

38) Usos del agua de riego : \_\_\_\_\_

#### DESECHOS SÓLIDOS

39) ¿Separa los diferentes tipos de desechos sólidos según sus características?

Si   
 No



40) ¿cómo separa los desechos sólidos? ¿lugar dónde los almacena y destino final?

	Tipo	almacenamiento	Disposición final *
restos alimentos cocinados	orgánico		
cáscaras y semillas de vegetales y frutas	orgánico		
Papel higiénico, toallas sanitarias, algodones y curitas usadas	orgánico		
Jeringas usadas	bioinfecciosos		
aluminio	inorgánico		
plástico	inorgánico		
vidrio	inorgánico		
Papel y cartón	orgánico		
ripio	Inorgánico		

\* Destino final desechos sólidos:

- Alimento para perro
- Tren de aseo
- Compostera
- En área de fosa séptica
- Otros

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Si

No

41) ¿pasa el tren de aseo por su comunidad?

42) ¿Con que frecuencia y horario?

Frecuencia: \_\_\_\_\_

Horario fijo (indicar hora): \_\_\_\_\_

Horario variable (indicar horarios frecuentes): \_\_\_\_\_

43) ¿Cómo es el proceso para entrega de desechos sólidos al tren de aseo

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

44) ¿Qué limitantes observa con el tren de aseo? Y ¿Tiene algunas recomendaciones sobre el tren de aseo?

Limitantes: \_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

45) Su municipalidad dispone de los servicios siguientes:

Planta de compost : si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

Planta de reciclaje : si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

Depósitos de residuos peligrosos si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

Colecta selectiva si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

Lugares autorizados para desalojo de ripio si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

Lugares autorizados para residuos bio infecciosos: si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ No sabe: \_\_\_\_\_

46) ¿Qué cantidad promedio de los siguientes materiales maneja o desecha?

material	tipo	Periodicidad (mensual/anual/semanal)	cantidad	unidad
aluminio				
plástico				
vidrio				
Papel y cartón				
bioinfecciosos				
electrónicos				
ripio				

47) ¿Qué hace con estos materiales una vez usadas?

material	Los quema	Bota cualquier parte	Los vende	A quien	regala	A quien	Tren aseo	Deposita en lugar o recipiente comunitario
aluminio								
plástico								
vidrio								
Papel y cartón								
bioinfecciosos								
electrónicos								
ripio								

48) Recomendaciones sobre los desechos bioinfecciosos, electrónicos y ripio

Bioinfecciosos: \_\_\_\_\_

Electrónicos: \_\_\_\_\_

Ripio: \_\_\_\_\_

49) Si queman ustedes envases ya usados de vidrio, plástico, papel, cartón y aluminio, ¿por qué lo hace?

Es más fácil

No hay quien los recoja

No hay un deposito comunal

Otros

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Especifique: \_\_\_\_\_

50) ¿Está de acuerdo en separar y tener depósitos en su casa para colocar los diferentes tipos de desechos sólidos, a fin de trasladarlos a depósito colectivo comunal para reciclaje o al tren de aseo?

Vidrio: si \_\_\_ no \_\_\_ porqué: \_\_\_\_\_

Aluminio: si: \_\_\_ no \_\_\_ porqué: \_\_\_\_\_

Papel y cartón: si: \_\_\_ no: \_\_\_ porqué: \_\_\_\_\_

Plástico: si \_\_\_ no: \_\_\_ porqué: \_\_\_\_\_

51) Estaría dispuesta a hacer una prueba 1 semana de recolectar estos desechos para verificar cantidades que se producen si se le entrega una bolsa.

Si   
No

52) ¿Qué Ventajas y desventajas cree que hay en separar y reciclar los plásticos, vidrio, aluminio, papel y cartón? ¿Qué recomendaciones tiene para estos residuos?

Ventajas: \_\_\_\_\_

Desventajas: \_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

53) ¿Está de acuerdo con aplicar un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos como el que ha impulsado la Comunidad Católica Familia Nueva en su caserío en 2016?

Si: \_\_\_ no: \_\_\_

54) ¿Qué opina de este programa que impulsó Familia Nueva? Ventajas, desventajas, limitantes, recomendaciones

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

55) ¿Los jóvenes que se nombraron para comisiones y la Directiva se involucraron y le orientaron?

Jóvenes: si: \_\_\_ no: \_\_\_

Directivos: si: \_\_\_ no: \_\_\_

Explicar cómo lo hicieron en caso afirmativo o comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

56) ¿Qué le parecieron las capacitaciones que recibieron el año pasado de la comunidad Familia Nueva?

Excelente  
Buena  
Mala  
Regular

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

57) ¿Necesitan más capacitación? Si: \_\_\_ no: \_\_\_

58) ¿Cuenta con indicaciones escritas sobre el manejo de desechos sólidos? (preguntar por hoja plastificada con indicaciones sobre manejo de DS) o con documento escrito del Programa?

Si: \_\_\_ No: \_\_\_

En caso afirmativo constatar y tomar foto donde se encuentra.

59) ¿Conoce lo que es una compostera? Si: \_\_\_ no: \_\_\_

60) ¿Qué tipo de desechos se colocan en una compostera? \_\_\_\_\_

61) ¿Usa la compostera que se construyó en 2016 en su terreno comunal? Si: \_\_\_ no: \_\_\_

Porqué: \_\_\_\_\_

Periodicidad:

Semanal   
Diariamente   
Quincenal

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

62) ¿Quiénes son los encargados de manejar la compostera (mezclarla y aplicar en terreno el compost)? \_\_\_\_\_

63) ¿Qué opina del uso de la compostera: limitantes, beneficios y recomendaciones?

Limitantes: \_\_\_\_\_

Beneficios: \_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

64) Opiniones sobre contenedor:

¿Piensa que es necesario y útil un contenedor comunitario de basura?

Si: \_\_\_ No: \_\_\_

Porqué: \_\_\_\_\_

Ventajas \_\_\_\_\_

Desventajas \_\_\_\_\_

¿Qué opina del diseño del contenedor?

\_\_\_\_\_

65) ¿Qué tipo de desechos va a colocar en el contenedor?

\_\_\_\_\_

66) ¿Por qué cree no se ha finalizado la construcción del contenedor, de los rótulos y de los basureros comunales si ya se cuenta con los materiales y que recomendaciones tiene?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2.

Respuesta oficial 066-2017 de la Administración  
de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).



En las instalaciones de la Unidad de Acceso a la Información Pública de LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA): En la ciudad de San Salvador, a las quince horas con diez minutos del día dieciocho de mayo del año dos mil diecisiete.

La suscrita Oficial de Información **CONSIDERANDO QUE:**

- I) El día dieciocho de abril del presente año, se recibió vía correo electrónico en la Unidad de Acceso a la Información Pública de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (en adelante UAIP ANDA), solicitud de información, por parte de la ciudadana: **MELANI REBECA AREVALO VARGAS**, quien se identificó por medio de su Documento Único de Identidad número: cero cuatro millones setecientos setenta y siete mil setecientos ochenta y siete- seis, solicitando lo siguiente: **"POZO (S) DE ANDA QUE ABASTECE A COMUNIDAD EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, ZAPOTITAN: a. Cuál es el número de pozos que abastecen a la comunidad de Emiliani, Zapotitan. b. Cuál es el caudal de estos pozos. c. Cuál es la calidad del agua de estos pozos. d. Se le da algún tipo de tratamiento previo al agua, antes de ser distribuida a las comunidades de parte de ANDA. POZOS ARTESANALES, PRIVADOS, COMUNALES DE ANDA: a. Información sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales, privados y del ANDA, de la comunidad de Emiliani, cantón Flor Amarilla. b. Mapas de ubicación de pozos artesanales, privados, y del ANDA de sub cuenca río sucio, particularmente del valle de Zapotitan, Cantón Flor Amarilla."**
- II) Mediante resolución de las catorce horas con treinta minutos del día veintiuno de abril de dos mil diecisiete, se le previno a la ciudadana **Melani Rebeca Arévalo Vargas**, que completara el formulario de solicitud de información, a fin de que cumpliera con los requisitos exigidos en el artículo 66 de la Ley de Acceso a la Información Pública (en adelante LAIP) en relación al artículo 54 del Reglamento de dicha Ley, facilitándole la suscrita el formulario el cual debería contener la firma autógrafa o huella digital según sea el caso. Para lo cual contó con cinco días hábiles contados a partir de su notificación para subsanar la prevención, con base al artículo 278 del Código Procesal Civil y Mercantil (CPCM). Dicha prevención interrumpió el plazo de entrega de la información.
- III) El día veintiséis de abril del presente año, mediante correo electrónico la ciudadana subsanó la prevención relacionada en el romano II) de la presente resolución, remitiendo el formulario que contenía la firma autógrafa y replanteando su requerimiento en dicho formulario de la manera siguiente: **"POZOS DE ANDA QUE ABASTECE A COMUNIDAD EMILIANI CANTÓN FLOR AMARILLA, ZAPOTITAN: a) Cual es el número del pozos que abastecen a la comunidad de Emiliani, Zapotitlán. b) Cuál es el caudal de estos pozos. c) Cuál es la calidad del agua de estos pozos antes y después de ser distribuida. d) Se le da algún tipo de tratamiento previo al agua, antes de ser distribuida a las comunidades de parte de ANDA. POZOS ARTESANALES, PRIVADOS, COMUNALES DE ANDA: a) Información sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales, privados y del ANDA de la comunidad de Emiliani, Cantón Flor Amarilla. b) Mapas de ubicación de pozos artesanales, privados y del ANDA de sub cuenca río sucio, particularmente del valle de Zapotitan, Cantón Flor Amarilla"**, habiendo dado la suscrita por subsanada dicha prevención se continuó con el trámite de Ley, dicha solicitud fue admitida el día **veintiséis de abril** del año en curso.
- IV) El artículo 70 de la Ley de Acceso a la Información Pública (en adelante LAIP), establece que el o la Oficial de Información Pública transmitirá la solicitud a la unidad administrativa que tenga o pueda

poseer la información, con el objeto de que ésta la localice, verifique su clasificación y en su caso, le comunique la manera en que se encuentra disponible. En virtud de lo anterior, se remitió la solicitud de información número 066-14-2017 a la Unidad administrativa, la cual pudiese poseer la información solicitada por la peticionaria.

Mediante resolución de las quince horas con cuarenta minutos del día once de mayo del presente año, la suscrita concedió **AMPLIAR** el plazo de entrega de información en **cinco días hábiles** más, sobre lo requerido por la ciudadana, los cuales comenzaron a contarse a partir del día **viernes doce de mayo del año dos mil diecisiete**, quedando como nuevo plazo de vencimiento el día **jueves dieciocho de mayo del año dos mil diecisiete**, lo anterior a petición de la Gerencia de la Región Central, quien manifestó que de acuerdo a lo establecido en el Art. 28 de la Ley de Acceso a la Información Pública (LAIP), dicha Unidad Administrativa debido a la carga laboral con la que cuenta en el desempeño de las funciones delegadas hizo saber que se encontraba recopilando la petición realizada en la solicitud de información interpuesta, por lo que de acuerdo a lo regulado en el artículo 71 inciso 2º de la Ley de Acceso a la Información Pública (LAIP), requirió a la suscrita ampliación de plazo de respuesta, atendiendo dicha petición y con la finalidad de cumplir con el principio de integridad establecido en el artículo 4 literal d) LAIP, se resolvió ampliar el plazo original de entrega de información.

La Gerencia de la Región Central, a través del Coordinador de producción y el Jefe del departamento de Operaciones de la Región Central, en atención a lo peticionado manifestó lo siguiente: "Pozos de ANDA que abastece a comunidad Emiliani Cantón Flor Amarilla, Zapotitán, a) **Cual es el número del pozos que abastecen a la comunidad de Emiliani, Zapotitán. R// 1; b) Cuál es el caudal de estos pozos. R// 48.1 L/S; c) Cuál es la calidad del agua de estos pozos antes y después de ser distribuida. d) Se le da algún tipo de tratamiento previo al agua, antes de ser distribuida a las comunidades de parte de ANDA. R// Si, se le da un tratamiento previo al agua antes de llegar a la red de distribución el cual cumple la norma, brindándole a la población una calidad de agua para el consumo humano. Pudiendo verificar el proceso de potabilización del agua que la ANDA trata en general, en la página institucional [www.anda.gob.sv](http://www.anda.gob.sv) en el ítem de TEMAS-Calidad del Agua, al siguiente link:**

**control de calidad <http://www.anda.gob.sv/calidad-del-agua/control-de-calidad/> potabilización <http://www.anda.gob.sv/calidad-del-agua/potabilizacion/> Pozos Artesanales, privados, comunales de ANDA: a) Información sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y números de pozos artesanales, privados y del ANDA de la comunidad de Emiliani, Cantón Flor Amarilla. R// Se hace saber que los pozos que no son propiedad de ANDA, no le compete el monitoreo, por lo que no se cuenta con dicha información, ya que no es de su competencia de acuerdo a las facultades de la Ley de creación de la autónoma.**

En lo que respecta al literal B) Mapas de ubicación de pozos artesanales, privados y del ANDA de sub cuenca río sucio, particularmente del valle de Zapotitán, Cantón Flor Amarilla, la Unidad de Catastro Central de Redes manifiesta que: *dicha información se encuentra clasificada como información RESERVADA habiendo sido declarada bajo reserva para un plazo de 7 años, contados a partir del tres de enero del año dos mil trece, en razón a lo establecida en el Artículo 19 literales b), d), g) y h) en relación con el Artículo 21 literales b) y c) ambos de la LAIP.*

*Lo anterior se encuentra debidamente clasificado en el índice de información reservada en el numeral R-01-2016, el cual según mandato de Ley se encuentra publicado en el portal de Transparencia de la Institución en el ítem OIR- Índice de Información Reservada, pudiendo buscarlo al siguiente link:*

*[http://publica.gobiernoabierto.gob.sv/instituciones/administracion-nacional-de-acueductos-y-alcantarillados/informacion\\_standards/indice-de-informacion-reservada](http://publica.gobiernoabierto.gob.sv/instituciones/administracion-nacional-de-acueductos-y-alcantarillados/informacion_standards/indice-de-informacion-reservada)*





- V) A partir del deber de motivación establecido en los artículos 65 y 72 LAIP, las resoluciones de los entes obligados deberán entregarse a la solicitante, a través del oficial de información mediante escrito con mención breve pero suficiente de sus fundamentos.

Con base a las facultades legales previamente señaladas y en vista que la solicitud si cumple con todos los requisitos establecidos en el Art. 66 de La ley de Acceso a la Información Pública (LAIP) y los Artículos 50, 54 del Reglamento de la Ley de Acceso a la Información Pública, luego de haber analizado el fondo de lo solicitado y haber realizado el procedimiento de Ley que establece el Artículo 70 de la LAIP, en razón de lo antes expuesto y en lo estipulado en el Artículo 18 de la Constitución de la República de El Salvador, la suscrita Oficial de Información **RESUELVE: I) CONCÉDASE EL DERECHO DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA** dentro del plazo establecido por la LAIP, información que fue suministrada por la Gerencia de la Región Central, a través del Coordinador de producción y el jefe del departamento de Operaciones de la Región Central, la cual se encuentra relacionada en el Romano **IV)** de la presente resolución **II)** En lo que respecta a Mapas de ubicación de pozos artesanales, privados y del ANDA de sub cuenca río sucio, particularmente del valle de Zapotitan, Cantón Flor Amarilla, **CONFÍRMASE** que esa información se encuentra clasificada bajo **RESERVA** en razón a lo establecido en el Artículo 19 literales b), d), g) y h) en relación con el Artículo 21 literales b) y c) ambos de la LAIP. **III) ACLARÉSE** a la peticionaria que le asiste el derecho de interponer el recurso de apelación, de conformidad al artículo 72 inciso segundo de la LAIP. **IV) NOTIFÍQUESE** la presente resolución y entreguese la información pública solicitada al correo electrónico establecido por el ciudadano en el formulario de solicitud número 066-14-2016, como medio de comunicación y déjese constancia en el expediente respectivo.

  
  
Oficial de Información Pública de ANDA

Oficina de información y respuesta



UNIDAD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA  
Final Av. Don Bosco, Centro Urbano Libertad, Edificio ANDA 5º Nivel, San  
Salvador, Correo Electrónico: [uaip@anda.gob.sv](mailto:uaip@anda.gob.sv) . [www.anda.gob.sv](http://www.anda.gob.sv) Tel. 2244-2610

### ANEXO 3.

Respuesta oficial 117-2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).



Oficina de información y respuesta

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES  
GOBIERNO DE  
**EL SALVADOR**  
UNÁMONOS PARA CRECER

### RESOLUCIÓN MARN-OIR N°117 -2017

San Salvador, a las doce horas del día jueves once de mayo de dos mil diecisiete, EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, luego de haber recibido y admitido la solicitud de información No.MARN-2017-0157 presentada ante la Oficina de Información y Respuesta de esta dependencia por parte de MELANI REBECA ARÉVALO VARGAS, quien se identifica con su respectivo documento único de identidad DUI y solicita la siguiente información; *POZOS ARTESANALES, PRIVADOS, COMUNALES, DE ANDA: a. Información sobre los monitoreos de análisis de calidad, caudal y número de pozos artesanales, privados y del ANDA, de la comunidad de Emiliani, cantón Flor Amarilla. b. Mapas de ubicación de pozos artesanales, privados, y del ANDA de sub cuenca río suelo, particularmente del valle de Zapotitan, cantón Flor Amarilla. c. Lugares autorizados para desalojo de ripio de CIUDAD ARCE d. Lugares autorizados para desechos bio-infecciosos de CIUDAD ARCE e. Lugares o comunidades que tienen este tipo de programa de desechos sólidos implementado.*

Considerando que la solicitud cumple con todos los requisitos establecidos en el art.66 de La ley de Acceso a la Información Pública, esta oficina procedió a admitir y solicitar la información a las Direcciones Generales de Evaluación y Cumplimiento, Observatorio Ambiental y de Saneamiento Ambiental, quienes nos enviaron la información solicitada vía correo electrónico en esta fecha y esta oficina resuelve enviarla al solicitante vía correo electrónico según el siguiente detalle:

- ✓ Información de 3 pozos, registros de niveles (2 Págs.)
- ✓ Mapa "Pozos de monitoreo automático de niveles freáticos"
- ✓ Listado de autorizados para el transporte de desechos bio-infecciosos a sitios de disposición final
- ✓ Lista de autorizados para el tratamiento y disposición final de diferentes materiales peligrosos, incluidos los desechos bio infecciosos.
- ✓ Asimismo le sugerimos realizar la consulta con ANDA, a continuación el contacto:  
Morena Guadalupe Juárez Guzmán, Oficial de Información ANDA; Edificio Administrativo ANDA, Colonia Libertad, Av. Don Bosco, San Salvador. [morena.juarez@anda.gob.sv](mailto:morena.juarez@anda.gob.sv) , 22-44-2610.



Lic. Marina Sandoval  
Oficial de Información, MARN

OFICINA DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
Kilómetro 5 ½ Carretera a Santa Tecla, Calle y Colonia Los Mercedes, Edificio MARN (Instalaciones ISTA), S.S. Teléfono Comutador  
2132-6276; Oficina OIR: 2132-9522; correo electrónico: [oir@mam.gob.sv](mailto:oir@mam.gob.sv), <http://www.mam.gob.sv>

- Gráficos de niveles de altitud de pozos

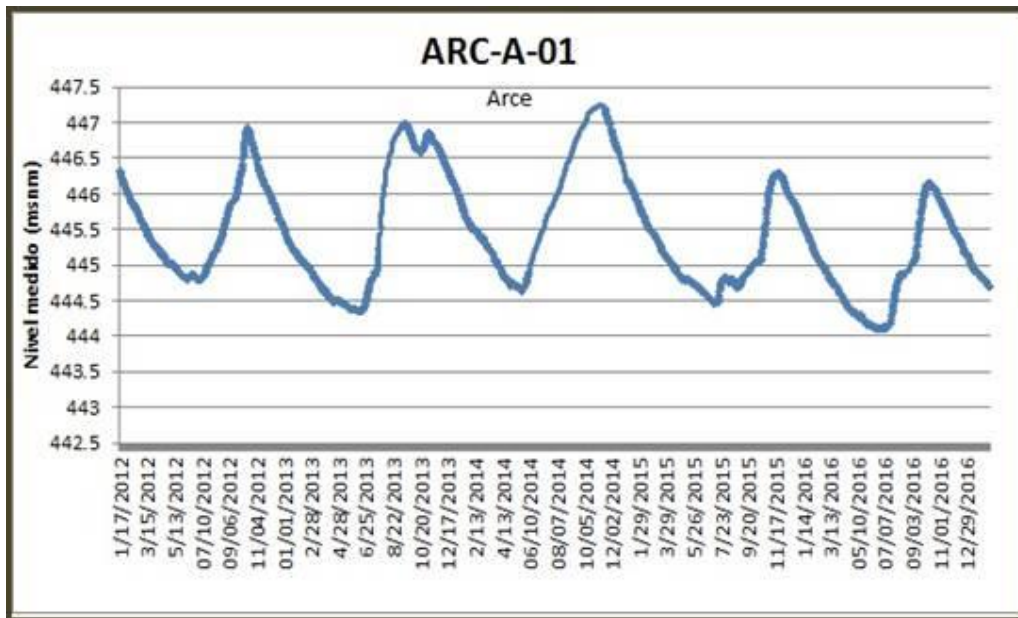


Figura.1 Grafico de niveles de altitud de pozo 1

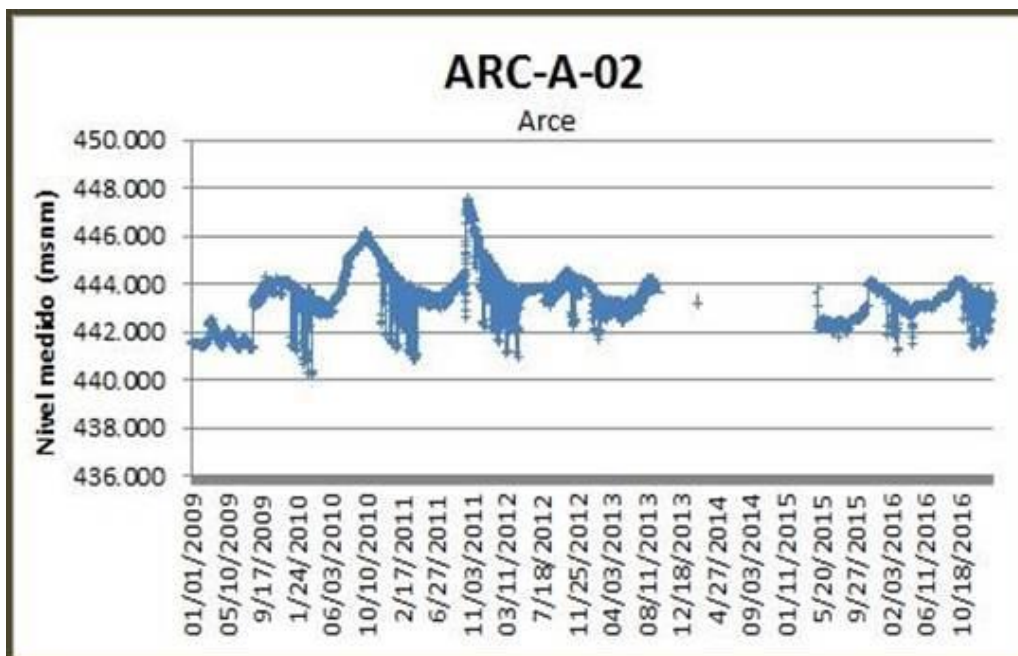


Figura.2 Grafico de niveles de altitud de pozo 2

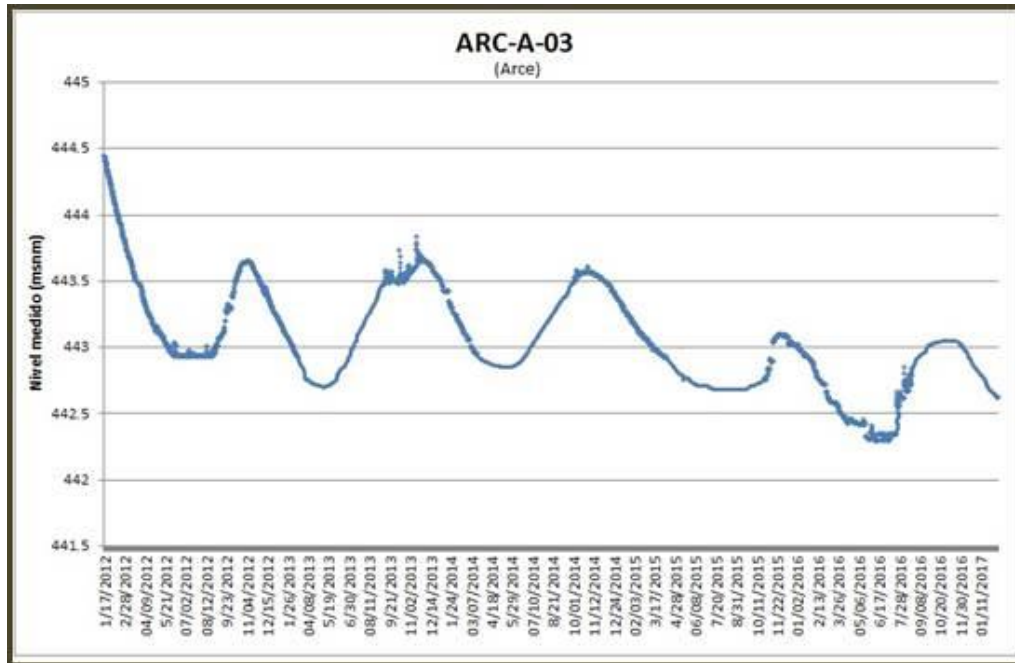


Figura 3 Grafico de niveles de altitud de pozo 3

## ANEXO 4.

Requisitos de envases para muestras de agua.



<b>Tipo II: Productos secundarios de desinfección</b>			
Monocloramina	P o V	En terreno 200 ml (análisis en lab.)	No requiere
Dibromoclorometano Bromodichlorometano Tribromometano Triclorometano	V/PTFE	100 ml	HCl, pH entre 1-2 unidades, además de 0,1 gr. de ácido ascórbico si hay cloro residual. (3)
<b>Tipo III: Elementos radiactivos Determinado por la autoridad competente</b>			
<b>Tipo IV : Físicos</b>			
Color verdadero	V	500 ml	No requiere
Olor	V	500 ml	No requiere, se debe llenar el envase
Sabor	V	500 ml	No requiere, se debe llenar el envase
<b>Tipo IV : Inorgánicos</b>			
Amoniaco	P	100 ml	$H_2SO_4$ , pH < 2
Cloruros	P o V	100 ml	No requiere
pH	P o V	En terreno 100 ml (análisis en lab.)	No requiere
Sulfatos	P o V	100 ml	No requiere
Sólidos disueltos totales	P o V	200 ml	No requiere
<b>Tipo IV : Orgánicos</b>			
Compuestos fenólicos	V	500 ml	$H_2SO_4$ , pH < 2
<b>Tipo V : Parámetros de desinfección</b>			
Cloro residual libre	Recolección directa No se usa envase	En terreno	No requiere
<p>(1): En algunos casos, como por ejemplo metales o parámetros físicos, con el volumen indicado en esta tabla, se pueden determinar todos los elementos que requieran de un mismo preservante.</p> <p>(2): Este volumen de solución neutraliza hasta 15 mg/L de cloro residual.</p> <p>(3): Alternativamente se puede usar tiosulfato de sodio como agente decolorante.</p> <p><b>Nota</b> – Si el método de ensayo establece alguna condición adicional, ésta debe ser considerada.</p>			
P	:	Polietileno de alta densidad.	
V	:	Vidrio neutro.	
P(A) o V (A)	:	Envase enjuagado con ácido nítrico 1+1.	
Va (S)	:	Vidrio neutro color ámbar, lavado con el mismo solvente utilizado para el ensayo.	
V/PTFE	:	Vidrio neutro, provisto de tapa rosca que disponga de septa de silicona recubierta de politetrafluoretileno.	

## ANEXO 5.

Requisitos de tiempo máximo de almacenamiento y condiciones de preservación de muestras.

Parámetros	Tiempo máximo de almacenamiento (1)	Condiciones de preservación (2)
<b>Tipo I: Bacteriológicos y turbiedad</b>		
Coliformes totales <i>Escherichia coli</i>	20 horas (3)	Mantener muestras bacteriológicas refrigeradas durante el transporte, a $T^{\circ} \leq 10^{\circ} C$ evitando el congelamiento. Una vez recibidas en laboratorio refrigerar entre $1-4^{\circ} C$ , salvo si se analizan inmediatamente.
<b>Turbiedad</b>	analizar a la brevedad, máx. 20 horas	refrigeración
<b>Tipo II :Elementos esenciales</b>		
Cobre	1 mes	pH < 2
Cromo total	1 mes	pH < 2
Fluoruro	28 días	refrigeración
Hierro	1 mes	pH < 2
Magnesio	1 mes	pH < 2
Manganeso	1 mes	pH < 2
Selenio	1 mes	pH < 2
Cinc	1 mes	pH < 2
<b>Tipo II:Elementos no esenciales</b>		
Arsénico	1 mes	pH < 2
Cadmio	1 mes	pH < 2
Cianuro	analizar a la brevedad, máx. 14 días	pH > 12 refrigeración y oscuridad
Mercurio	1 mes	pH < 2
Nitrato	24 horas	refrigeración
	48 horas	refrigeración y agregar 2 ml. de $H_2SO_4$
Nitrito	analizar a la brevedad, máx 48 horas	refrigeración
Plomo	1 mes	pH < 2
<b>Tipo II :Sustancias orgánicas</b>		
Tetracloroetano	analizar a la brevedad, máx 7 días	pH 1- 2 y refrigeración
Benceno -Tolueno - Xilenos	analizar a la brevedad, máx 7 días	pH 1- 2 y refrigeración
<b>Tipo II : Plaguicidas</b>		
DDT+ DDD+ DDE Lindano Metoxicloro	72 horas	refrigeración y agente decolorante
2,4 D Pentaclorofenol	72 horas	refrigeración y agente decolorante

<b>Tipo II: Productos secundarios de desinfección</b>		
Monocloramina	analizar a la brevedad, máximo 24 horas <sup>2</sup> Los servicios de agua potable que presenten amoniaco como parámetro crítico, deberán analizar en terreno, antes de 15 min.	refrigeración
Dibromoclorometano Bromodichlorometano Tribromometano Triclorometano	analizar a la brevedad, máx 7 días	pH 1- 2 y refrigeración
<b>Tipo III:Elementos radiactivos</b> Determinado por la autoridad competente		
<b>Tipo IV : Físicos</b>		
Color verdadero	24 horas	refrigeración
Olor	24 horas	refrigeración
Sabor	24 horas	refrigeración
<b>Tipo IV : Inorgánicos</b>		
Amoniaco	7 días	pH < 2 y refrigeración
Cloruros	28 días	refrigeración
pH	de inmediato	en terreno Si en algún caso particular, se determina en laboratorio, debe informarse como tal.
Sulfatos	28 días	refrigeración
Sólidos disueltos totales	de preferencia 24 horas, máximo 7 días	refrigeración
<b>Tipo IV :Orgánicos</b>		
Compuestos fenólicos	28 días	pH < 2 y refrigeración
<b>Tipo V : Parámetros de desinfección</b>		
Cloro residual libre	de inmediato	en terreno
<p>(1): El requisito se verifica si se registra fecha y hora de recolección, además de fecha y hora de análisis.</p> <p>(2): Refrigeración de muestras para ensayos F-Q, durante el transporte o almacenamiento en laboratorio <math>4 \pm 2^{\circ}\text{C}</math>, evitando el congelamiento.</p> <p>(3): En casos calificados por la autoridad competente, se podrá aceptar máximo 30 hrs., indicando condiciones de transporte.</p> <p><b>Nota:</b> Si el método de ensayo establece alguna condición adicional, esta debe ser considerada.</p>		

## ANEXO 6.

Resultados de análisis de muestras de agua de ANDA, agua de pipa, agua de pozo y agua gris del Caserío Emiliani, realizado por el Laboratorio Físicoquímico de Aguas.



F - 09



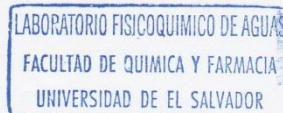
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 1 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-01	No de mx: 1 Código: MAAN 1 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico		0.34 mg/L	0.01 mg/L	
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 28 JUN 2017



Lic. Henry Alberto Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Miriam Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Pofio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

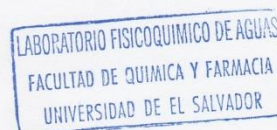
CODIGO N° 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 2 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-02	No de mx: 2 Código: MAAN 2 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.22 mg/L	0.01 mg/L L
<b>Observaciones:</b> - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

- NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

28 JUN 2017

FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_



Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Polfo Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FISCOQUÍMICO DE AGUAS

<b>CODIGO N° 21-17</b>		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			
<b>Nombre y dirección del cliente:</b> MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 7 de 9
<b>Descripción de muestra:</b> AGUA POTABLE					<b>N° DE MUESTRAS:</b> 9
<b>Lugar de toma de muestra:</b> CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
<b>Fecha de elaboración del informe:</b> JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
<b>Fecha de recepción de muestra:</b> MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			<b>Fecha de Análisis:</b> DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-07	No de mx: 3 Código: MAAN 3 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.44 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b> - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

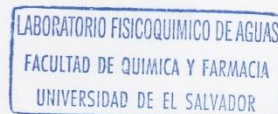
**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.

- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.

- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 28 JUN 2017



Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Poffo Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO Nº 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 5 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-05	No de mx: 4 Código: MAAN 4 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.40 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 20 JUN 2017

LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Pofío Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



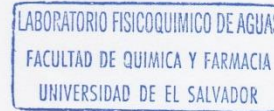
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

<b>CODIGO Nº 21-17</b>		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			
<b>Nombre y dirección del cliente:</b> MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 6 de 9
<b>Descripción de muestra:</b> AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 9
<b>Lugar de toma de muestra:</b> CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
<b>Fecha de elaboración del informe:</b> JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
<b>Fecha de recepción de muestra:</b> MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			<b>Fecha de Análisis:</b> DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-06	No de mx: 5 Código: MAAN 5 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.46 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b> - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

- NOTA:**
- El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.
  - Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.
  - El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

**FECHA DE ENTREGA:** 2 R JUN 2017



*Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras*  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

*Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara*  
Analista

*Lic. María del Carmen Polfo Martínez*  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09



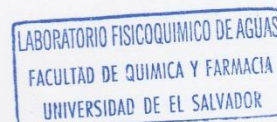
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO Nº 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 4 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-04	No de mx: 6 Código: MAAN 6 Muestra simple	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.36 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 2 JUN 2017



Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Polfo Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 9 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-09	No de mx: 7 Código: MAAN 7 Muestra simple	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.49 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 28 JUN 2017

LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Pofío Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09



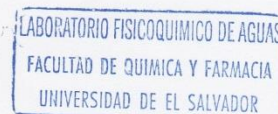
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 8 de 9
Descripción de muestra: AGUA RESIDUAL					N° DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma Salvadoreña Agua. Agua Residuales descargadas a un cuerpo receptor NSO 13.49.01:09
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Aceites y Grasas	Gravimétrico	21-17-08	No de mx: 1 Código: MAR 1 Muestra simple Agua residual	39.46 mg/L	20 mg/L
Observaciones: - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.ifqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 28 JUN 2017



*Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras*  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

*Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara*  
Analista

*Lic. María del Carmen Polio Martínez*  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



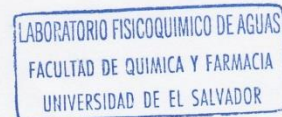
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 21-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 3 de 9
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 9
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 15 DE JUNIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MARTES, 6 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 8 AL 14 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	21-17-03	No de mx: 1 Código: MAP 1 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.10 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b> - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 28 JUN 2017



*Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras*  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

*Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara*  
Analista

*Lic. María del Carmen Pollo Martínez*  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09




UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

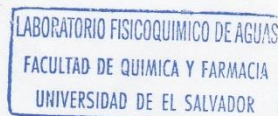
CODIGO Nº 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 6 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-06	No de mx: 1 Código: MAAN 1 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.37 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.


**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUL 2017

  
Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



  
Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

  
Lic. María del Carmen Pofío Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

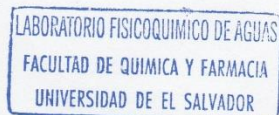
CODIGO Nº 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 5 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-05	No de mx: 2 Código: MAAN 2 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.37 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.


- NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUN 2017

  
Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



  
Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

  
Lic. María del Carmen Pofio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09




UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

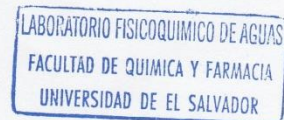
CODIGO N° 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 4 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-04	No de mx: 3 Código: MAAN 3 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.41 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b>					
- La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.


**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: [quejas.sgc.lfqa@gmail.com](mailto:quejas.sgc.lfqa@gmail.com).

FECHA DE ENTREGA: 07 JUL. 2017

  
Lic. Henry Abad Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



  
Lic. Rosa Miran Rivas de Lara  
Analista

  
Lic. María del Carmen Polio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

acé®

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: [labfqa\\_ues@yahoo.com](mailto:labfqa_ues@yahoo.com)



F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

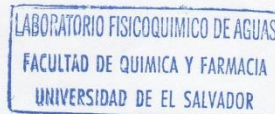
<b>CODIGO N° 26-17</b>		<b>INFORME DE RESULTADOS</b>			
<b>Nombre y dirección del cliente:</b> MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 3 de 7
<b>Descripción de muestra:</b> AGUA POTABLE					<b>N° DE MUESTRAS:</b> 7
<b>Lugar de toma de muestra:</b> CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
<b>Fecha de elaboración del informe:</b> JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
<b>Fecha de recepción de muestra:</b> MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			<b>Fecha de Análisis:</b> DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-03	No de mx: 4 Código: MAAN 4 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.39 mg/L	0.01 mg/L
<b>Observaciones:</b> - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

- NOTA:**
- El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.
  - Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.
  - El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUN 2017

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Pofio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

act

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

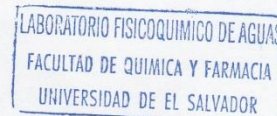
CODIGO N° 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 2 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-02	No de mx: 5 Código: MAAN 5 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.35 mg/L	0.01 mg/L
Observaciones: - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

**NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUL 2017

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

Lic. María del Carmen Pofio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ael\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09




UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

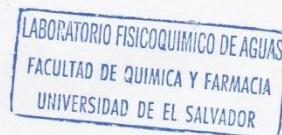
CODIGO Nº 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 1 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					Nº DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Arsénico	Colorimétrico	26-17-01	No de mx: 1 Código: MAP 1 Muestra compuesta	NO DETECTADO	0.01 mg/L
Plomo	Fotométrico			0.02 mg/L	0.01 mg/L
Observaciones: - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

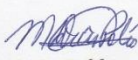
- NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUL 2017

  
Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



  
Lic. Rosa Miriam Rivas de Lara  
Analista

  
Lic. María del Carmen Poffo Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com





F - 09

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO Nº 27-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 1 de 1
Descripción de muestra: AGUA DE POZO					Nº DE MUESTRAS: 1
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: LUNES, 10 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: VIERNES, 30 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: 30 DE JUNIO DE 2017.		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Plomo	Fotométrico	27-17	Muestra No 1, Código MAPAC, Muestra compuesta	0.21 mg/L	0.01 mg/L
Observaciones: - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

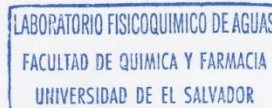
**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.

- NOTA:** - El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.  
- Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.  
- El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 10 JUL 2017

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista

Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista



FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com



F - 09



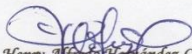
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA  
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 26-17		INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: MELANI REBECA AREVALO VARGAS. EDIFICIO 0-37B15 No. 15. COLONIA ZACAMIL. MEJICANOS. SAN SALVADOR.					Pág. 7 de 7
Descripción de muestra: AGUA POTABLE					N° DE MUESTRAS: 7
Lugar de toma de muestra: CANTON EMILIANI FLOR AMARILLA. CIUDAD ARCE. LA LIBERTAD.					
Fecha de elaboración del informe: JUEVES, 06 DE JULIO DE 2017					
Fecha de recepción de muestra: MIERCOLES, 28 DE JUNIO DE 2017			Fecha de Análisis: DEL 28/06/17 AL 05/07/17		
Parámetros	Método de Análisis	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma Salvadoreña Agua. Agua Residuales descargadas a un cuerpo receptor NSO 13.49.01:09
		CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
Aceites y Grasas	Gravimétrico	26-17-07	No de mx: 1 Código: MAR 1 Muestra simple Agua residual	4.6 mg/L	20 mg/L
Observaciones: - La toma de muestra estuvo a cargo del interesado.					

**Advertencia:** Los Resultados del informe solo se refieren a las muestras analizadas.


- NOTA:**
- El informe de análisis sólo puede ser reproducido parcial o totalmente con la autorización escrita del laboratorio.
  - Se especificara en observaciones, si la muestra fue tomada por el cliente o el laboratorio.
  - El Laboratorio Físicoquímico de Aguas pone a su disposición la siguiente dirección electrónica para que reporte alguna no conformidad al servicio prestado: quejas.sgc.lfqa@gmail.com.

FECHA DE ENTREGA: 07 JUL 2017

  
Lic. Henry Alberto Hernández Contreras  
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas  
y Analista



  
Lic. Rosa Mirian Rivas de Lara  
Analista

  
Lic. María del Carmen Polio Martínez  
Analista

FIN DEL REPORTE

ack\*

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio", Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A.  
Teléfono Directo: 2531-2948. Correo electrónico: labfqa\_ues@yahoo.com

## ANEXO 7.

Resultado análisis de coliformes totales y fecales, muestras de agua de ANDA y agua de pipa del Caserío Emiliani, realizado por el Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN5 (muestra 5) Código: 280605

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 10:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	2.2 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; **< :** Menor a; **> :** mayor a

**OBSERVACIONES:**

\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN4 (muestra 4) Código: 280604

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 9:35 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	2.2 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**  
\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN3 (muestra 3) Código: 280603

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 9:15 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	6.9 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.

MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN2 (muestra 2) Código: 280602

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable  
Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 8:55 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; **< :** Menor a; **> :** mayor a

**OBSERVACIONES:**  
\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN1 (muestra 1) Código: 280601

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable  
Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 8:30 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAP1 (muestra 1) Código: 280606

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 28-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 27-06-2017 Hora de Muestreo: 10:20 a.m.

Persona que tomó la muestra: Melani Rebeca Arévalo

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.

*Amy Elieth Morán Rodríguez*



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 28-06-2017



INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: MAAN8 (muestra 8) Código: 060608

Punto de muestreo: \_\_\_\_\_

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017  
Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

NMP: Número más Probable; mL: mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**  
\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.

MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 06-06-2017

\* Hoja de análisis de la muestra con código MAP1





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN7 (muestra 7) Código: 060607

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable  
Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; **< :** Menor a; **> :** mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN6 (muestra 6) Código: 060606

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	9.2 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; **< :** Menor a; **> :** mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN5 (muestra 5) Código: 060605

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	2.2 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN4 (muestra 4) Código: 060604

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017



**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN3 (muestra 3) Código: 060603

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017  
Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	12 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; **< :** Menor a; **> :** mayor a

**OBSERVACIONES:**

\* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".  
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.

*[Handwritten Signature]*



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017





**INFORME DE ANÁLISIS**

Nombre de la muestra: MAAN2 (muestra 2) Código: 060602

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

NMP: Número más Probable; mL: mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a

**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.



MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017



INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: MAAN1 (muestra 1) Código: 060601

Punto de muestreo: -----

Procedencia: Cantón Emiliani, Flor Amarilla, Ciudad Arce, La Libertad

Solicitante: Andrea Cardona / Melani Arévalo Fecha de emisión: 23-06-2017

Determinación de Coliformes Fecales por el Método del Número más Probable

Método: (NMP)

Fecha de Muestreo: 05-06-2017 Hora de Muestreo: 8:00 a.m.

Persona que tomó la muestra: Andrea Lucía Cardona

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Bacterias coliformes totales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	> 23 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL

**NMP:** Número más Probable; **mL:** mililitro(s) de muestra; < : Menor a; > : mayor a


**OBSERVACIONES:**

- \* Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:08 "Agua. Agua Potable".
- El informe corresponde únicamente a la muestra remitida y ensayada.

MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez  
QUIMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 06-06-2017

**ANEXO 8.**  
**Manual de prácticas de laboratorio**

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	01
	Calibración y medición con el sensor de pH Vernier	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar de manera precisa el sensor de pH Vernier</li> <li>• Realizar la medición de pH en muestras de agua utilizando el dispositivo de Vernier</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Calibración: es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).</p> <p>Proceso de calibración: El proceso de calibración se inicia con el diseño del instrumento de medida que ha de ser calibrado. El diseño tiene que ser capaz de "soportar la calibración" a través de su intervalo de calibración</p> <p>Medición: es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.</p> <p>Dispositivo Vernier: es un sistema que opera con sensores, en este caso se utiliza la sonda de pH, para obtener una medición rápida y precisa.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <p>Dispositivo Vernier          Sensor de pH          Beaker          Frasco de muestra          Agua destilada          Papel toalla</p>		
<p><b>Procedimiento de calibración:</b></p> <p>Para llevar a cabo ningún tipo de calibración, necesitará una o más referencias externas de su sensor. Por ejemplo, para realizar una calibración de dos puntos para un sensor de pH se necesitan dos soluciones tampón de pH. Su calibración es sólo tan buena como su conocimiento de los valores de referencia. Nota: Para obtener los mejores resultados, los dos puntos de calibración deben ser ampliamente separados y estar a ambos lados de las lecturas que anticipa en su experimento.</p> <p>En la mayoría de los casos no es necesario calibrar los sensores; Sin embargo, para una precisión óptima, es posible optar por calibrar manualmente.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conectar el sensor en LabQuest. Se mostrará la lectura del sensor.</li> <li>2. Seleccione Calibrar en el menú Sensores y toque Calibrar ahora.</li> <li>3. Preparar el sensor para el primer punto. Por ejemplo, si una calibración de un sensor de pH, retire la botella de almacenamiento del electrodo (si procede), enjuague la punta del sensor con agua destilada, y coloque el</li> </ol>		

sensor en la primera solución estándar de manera que se sumerge la punta.

Si está calibrando un sensor de fuerza, quitar toda la fuerza del gancho y orientar el sensor, ya que será utilizada en el experimento.

4. Introducir el valor conocido para la Lectura 1 (por ejemplo, si está utilizando un sensor de pH, introduzca el valor conocido de la solución estándar).
5. Cuando la lectura de voltaje estabiliza, tap Keep.
6. Preparar el sensor para el segundo punto de calibración. En el caso del ejemplo del sensor de pH, se debe enjuagar el sensor con agua destilada y colocarlo en la segunda solución estándar.
7. Introduzca el valor conocido para la lectura 2. Cuando la lectura de voltaje estabiliza, tap Keep.
8. (Opcional) Si desea almacenar la calibración en el propio sensor, púntee en la ficha de almacenamiento en la parte superior de la pantalla. Si desea utilizar la calibración sólo para el experimento actual, vaya al paso 9.
9. En la página de almacenamiento, pulse Guardar calibración de sensor. Aparecerá un mensaje: "Cómo guardar esta calibración al sensor dará lugar a que sea la nueva calibración 1. personalizados" Toque en OK para continuar.
10. Pulse Aceptar para completar el proceso de calibración.


Puede restablecer el sensor para su calibración de fábrica siguiendo estos pasos:

1. Seleccione Calibrar en el menú de sensores.
2. Pulse en la ficha Almacenamiento.
3. Pulse en Restaurar valores predeterminados de fábrica del sensor.

### **Referencia Bibliográfica**

Manual de instrucciones de aparato Vernier. Rev.5/24/07, [www.vernier.com](http://www.vernier.com)




	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	02
	Calibración y medición con el sensor de conductividad Vernier	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar de manera precisa el medidor de conductividad Vernier</li> <li>• Realizar la medición de conductividad en muestras de agua utilizando el dispositivo de Vernier</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Calibración: es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).</p> <p>Proceso de calibración: El proceso de calibración se inicia con el diseño del instrumento de medida que ha de ser calibrado. El diseño tiene que ser capaz de "soportar la calibración" a través de su intervalo de calibración</p> <p>Medición: es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.</p> <p>Dispositivo Vernier: es un sistema que opera con sensores, en este caso se utiliza la sonda de conductividad, para obtener una medición rápida y precisa.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <p>Dispositivo Vernier          Sensor de conductividad          Beaker          Frasco de muestra          Agua destilada          Papel toalla</p>		
<p><b>Procedimiento de calibración:</b></p> <p>Si está utilizando la sonda de conductividad para el análisis de la calidad de agua, puede optar por calibrar para lecturas más exactas. La sonda de conductividad puede calibrarse fácilmente en dos niveles conocidos, usando cualquier de los programas de colección de datos de Vernier. Las unidades de calibración pueden ser <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>, <math>\text{mg}/\text{L}</math> como TDS, <math>\text{mg}/\text{L}</math> como NaCl, o salinidad, en ppt.</p> <p>Seleccione el rango de conductividad establecido en la caja de la sonda: bajo= 0 a 200 <math>\mu\text{S}</math>, medio= 0 a 2000 <math>\mu\text{S}</math>, y alto = 0 a 20,000 <math>\mu\text{S}</math>. Para nuestras muestras se elige el rango medio ya que entre esos valores se espera tener nuestros valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de calibración de cero: Simplemente realice este punto de calibración con la sonda fuera de cualquier líquido o solución (ej., en el aire). una lectura de voltaje muy pequeña se mostrará. Llame a este valor 0 <math>\mu\text{S}</math> o 0 <math>\text{mg}/\text{L}</math>.</li> </ul>		

- Punto de calibración de solución estándar: Ponga la sonda de conductividad en una solución estándar (solución de concentración conocida), tal como el estándar de cloruro de sodio que se suministra junto con la sonda. Asegúrese de que toda la superficie del electrodo está sumergido a través del agujero de la solución estándar.

Espere a que el voltaje mostrado se estabilice. Entre el valor de la solución estándar ( e.g., 1000  $\mu$ S, 491 mg/L como NaCl, o 500 mg/L como los TDS ).

**Referencia Bibliográfica**


Manual de instrucciones de aparato Vernier. Rev.5/24/07, [www.vernier.com](http://www.vernier.com)

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	03
	Calibración y medición con el sensor de turbidez Vernier	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar de manera precisa el sensor de turbidez Vernier</li> <li>• Realizar la medición de pH en muestras de agua utilizando el dispositivo de Vernier</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Calibración: es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).</p> <p>Proceso de calibración: El proceso de calibración se inicia con el diseño del instrumento de medida que ha de ser calibrado. El diseño tiene que ser capaz de "soportar la calibración" a través de su intervalo de calibración</p> <p>Medición: es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.</p> <p>Dispositivo Vernier: es un sistema que opera con sensores, en este caso se utiliza la sonda de turbidez, para obtener una medición rápida y precisa.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <p>Dispositivo Vernier          Sensor de turbidez          Beaker          Frasco de muestra          Agua destilada          Papel toalla</p>		
<p><b>Procedimiento de calibración:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si su agua de muestra es muy clara, es posible que desee dejar que el sensor de turbidez caliente durante unos cinco minutos para asegurar un voltaje estable.</li> <li>2. Introduzca la rutina de calibración para su programa de recopilación de datos.</li> <li>3. Primer Punto de Calibración: Obtener el valor de la turbidez del recipiente que contiene la solución Estándar de Turbidez (100 NTU) y suavemente invertir cuatro veces para mezclar en cualquier partícula que pueda tener colocado en el fondo. Importante: No agite el estándar. Agitando introducir pequeñas burbujas de aire que afectarán las lecturas de turbidez.</li> <li>4. Limpie el exterior del recipiente con un paño suave o sin pelusa.</li> <li>5. Sosteniendo el estándar por la tapa, colóquelo en el sensor de turbidez. Alinear la marca en el recipiente con la marca en el Sensor de Turbidez. Importante: Estas marcas debe ser alineado cada vez que se toma una lectura.</li> </ol>		

6. Cierre la tapa.
7. Introduzca 100 como el valor en NTU.
8. Quite el estándar.
9. Segundo punto de calibración: Prepare un espacio en blanco enjuagando el recipiente vacío con agua destilada, y luego llenarlo hasta la parte superior de la línea con agua destilada. Importante: La parte inferior del menisco debe estar en la parte superior de la línea medida a lo largo de esta prueba. Este nivel de volumen es crítico para obtener valores de turbidez.
10. Cierre con la tapa el recipiente. Limpie el exterior con un paño suave o sin pelusa.
11. Sujete el recipiente por la tapa, colóquela en la ranura del sensor de turbidez. Asegúrese de que las marcas están alineadas. Cerrar la tapa.
12. Ingrese 0 como el valor en NTU. Ahora está listo para recoger datos de turbidez.

**Referencia Bibliográfica**

Manual de instrucciones de aparato Vernier. Rev.5/24/07, [www.vernier.com](http://www.vernier.com)

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	04
	Calibración y medición con el sensor de oxígeno disuelto Vernier	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar de manera precisa el sensor de oxígeno disuelto Vernier</li> <li>• Realizar la medición de pH en muestras de agua utilizando el dispositivo de Vernier</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Calibración: es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar).</p> <p>Proceso de calibración: El proceso de calibración se inicia con el diseño del instrumento de medida que ha de ser calibrado. El diseño tiene que ser capaz de "soportar la calibración" a través de su intervalo de calibración</p> <p>Medición: es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.</p> <p>Dispositivo Vernier: es un sistema que opera con sensores, en este caso se utiliza la sonda de oxígeno disuelto, para obtener una medición rápida y precisa.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <p>Dispositivo Vernier          Sensor de oxígeno disuelto          Beaker          Frasco de muestra          Agua destilada          Papel toalla</p>		
<p><b>Procedimiento de calibración:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepare el sensor de oxígeno disuelto para su uso.             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Quite el tapón azul de protección de la sonda. Este tapón ya puede ser desechado.</li> <li>b. Quite la tapadera de la membrana de la punta de la sonda.</li> <li>c. Usando una pipeta, llene el tapón de la membrana con 1ML de solución de calibración.</li> <li>d. Con cuidado una la parte superior del tapón de la membrana con el electrodo.</li> <li>e. Coloque la sonda en una cubeta llena con 100 ML de agua destilada.</li> </ol> </li> <li>2. Conecte la sonda de oxígeno disuelto al ordenador el programa identificará de forma automática la sonda de oxígeno disuelto.</li> <li>3. Es necesario calentar el sensor de oxígeno disuelto durante 10 minutos antes de tomar lecturas. Para calentar la sonda suméjrala en agua y conéctela a la interfaz funcionando durante 10 minutos. La sonda debe permanecer conectada todo el tiempo para que permanezca caliente.</li> </ol>		

Si se desconecta durante unos minutos, será necesario volver a calentar la sonda de nuevo.

4. Escoja el método de calibración para la sonda de oxígeno disuelto.
  - a. Si desea utilizar la calibración almacenada en el fichero de experimento use el paso 5.
  - b. Si desea realizar una nueva calibración, siga el siguiente procedimiento:


*Calibración a nivel de oxígeno 0*

- a. Escoja la opción calibrar en el menú experimento y pulse **Calibrate Now**.
- b. Saque el sensor del agua e introdúzcalo en la solución de sulfito de sodio  
Importante: No puede haber ninguna burbuja de aire debajo de la punta de la sonda o esta detectará un nivel de oxígeno disuelto impreciso. Si el voltaje no baja rápidamente, toque el lado de la botella con la sonda para desalojar las burbujas. La lectura debe estar entre 0,2 y 5 voltios.
- c. Escriba 0 (valor conocido en mg/l) en el recuadro.
- d. Cuando el voltaje mostrado lectura tras lectura se estabilice (1 minuto aproximadamente) pulse **Keep** y después Done.

Nuestro sensor ya está calibrado y puede utilizarse.

**Referencia Bibliográfica**

Manual de instrucciones de aparato Vernier. Rev.5/24/07, [www.vernier.com](http://www.vernier.com)

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	05
	Determinación de la Dureza	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar las soluciones estándar para la determinación de la dureza en cada muestra de agua</li> <li>• Determinar por medio de volumetría la dureza en cada muestra de agua</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.</p> <p>La dureza total del agua de calcio y magnesio, se puede determinar por medio de una titulación directa con EDTA utilizando como indicador el negro eriocromo T o la calmagita. El complejo que se forma entre el <math>\text{Ca}^{2+}</math> y el indicador es demasiado débil para que ocurra el cambio de color adecuado. Sin embargo, el magnesio forma un complejo más estable que el calcio y se obtiene un punto final apropiado en un amortiguador de amoniaco a pH 10. Si la muestra no contiene magnesio se puede agregar un poco de sal de magnesio al EDTA antes de estandarizarlo. De esta manera, el titulante (pH 10) es una mezcla de <math>\text{MgY}^{2-}</math> y <math>\text{Y}^{4-}</math> y cuando se agrega a la solución que contiene <math>\text{Ca}^{2+}</math>, se forma la sal <math>\text{CaY}^{2-}</math>, que es más estable, y se libera el <math>\text{Mg}^{2+}</math> que reacciona con el indicador para formar el <math>\text{MgIn}</math> de color rojo. Cuando todo el calcio se ha agotado, el titulante adicional convierte el <math>\text{MgIn}</math> en <math>\text{MgY}^{2-}</math> y el indicador regresa a la forma <math>\text{Hin}^{2-}</math> de color azul</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <p>3 matraces volumétricos de 1000 ml          3 matraces volumétricos de 100 ml          1 cápsula de porcelana          2 soporte con pinzas para bureta          2 buretas          15 matraces erlenmeyer de 125 ml          1 pipeta de 10 ml          2 frascos goteros de 100 ml          Agua destilada          Papel toalla</p>		
<p><b>Reactivos</b></p> <p>Solución Buffer PH 10          Solución De Eriocromo Negro T          Solución De EDTA (sal disódica)          Solución de <math>\text{CaCl}_2</math> 0.01 N</p>		

**Procedimiento de preparación de soluciones:**

- Solución Buffer PH 10

Disolver 6.56 gr. de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y 57 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  en agua destilada y aforar a 100 ml.

- Solución De Eriocromo Negro T

Disolver 0.5 g de Eriocromo negro T y 4.5 gr. de clorhidrato de hidroxilamina en 100 ml de etanol.

- Solución De EDTA (sal disódica)

Disolver 2 gr de EDTA (sal disódica) más 0.05 gr de  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y aforar a 1000 ml.

- Solución de  $\text{CaCl}_2$  0.01 N

Disolver 0.5 gr de  $\text{CaCO}_3$  secado a  $110^\circ$  centígrados durante 2 horas y disolverlo en 10 ml de  $\text{HCl}$  3N y aforar a 1000 ml con agua destilada.

**Estandarización del EDTA**

La estandarización del EDTA (sal disódica) se hace de la siguiente manera: colocar 5 ml de solución de  $\text{CaCl}_2$  en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, se añaden 5 gotas de solución buffer de pH 10 y 3 gotas de indicador de Eriocromo negro T, aparece un color púrpura en presencia de iones de calcio y magnesio, y se procede a titular con la solución de EDTA cuya normalidad se desea conocer, se termina hasta la aparición de un color azul.

La Normalidad del EDTA se calcula así:

$$N_2 = \frac{V_1 \times N_1}{V_2}$$

Dónde :

$N_2$  = Normalidad del EDTA

$V_1$  = ml de solución de  $\text{CaCl}_2$

$N_1$  = normalidad de la solución de  $\text{CaCl}_2$   $V_2$  = ml gastados de EDTA

**Procedimiento**

- Colocar 50 ml de la muestra de agua en un matraz erlenmeyer de 125 ml
- Agregar 1ml de buffer PH 10
- Añadir 3 gotas de eriocromo negro T
- Titular con EDTA (sal disódica) 0.01 N
- Vire de púrpura a azul



### **Cálculos**

$$\text{meq/l Ca}^{+2} \text{ y Mg}^{+2} = \frac{V \times N \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Dónde :

V = ml gastados de EDTA

N = Normalidad del EDTA

### **Referencia Bibliográfica**

American Society for testing and Materials. Annual book of Standards 1994  
Determinación de dureza en agua. Método ASTM D 1126-92

Standard methods for the examination of water and waste water, publicado por  
la APHA. Determinación de Dureza en agua Método 2340 C, 1995.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de  
Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia 04/10/07  
“DUREZA TOTAL EN AGUA CON EDTA POR VOLUMETRÍA”.



**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO  
AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR  
AMARILLA, CIUDAD ARCE**

06

Determinación de Nitratos

**Objetivo:**

- Preparar las soluciones estándar para la determinación de nitratos en cada muestra de agua
- Realizar curva de calibración adecuada usando el espectrofotómetro
- Determinar por medio de espectrofotometría los nitratos en cada muestra de agua.

**Marco Teórico:**

Esta técnica solamente se utiliza para seleccionar muestras con bajo contenido en materia orgánica (aguas naturales incontaminadas y suministros de agua potable).

Las medidas de absorbancia -UV a 220 nm permiten la determinación de nitratos que son absorbentes a esta longitud de onda. Debido a que las materias orgánicas también pueden absorber a esta longitud de onda debemos hacer una segunda lectura a 275 nm para obtener la medida relativa sólo a nitratos.

**Material y equipo:**

- Espectrofotómetro para uso a 220 nm y 275 nm .
- Cubetas de sílice iguales, de 1cm de recorrido de luz o más.
- 15 beaker de 50 mL
- Papel toalla
- Pizeta
- Vidrio reloj
- Espátula
- 3 matraces volumétricos de 1000mL
- 1 pipeta volumétrica de 50 mL, 1mL.

**Reactivos**

- Agua destilada de máxima pureza para soluciones y disoluciones.
- Solución madre de nitrato.
- Solución intermedia de nitratos.
- Solución de ácido clorhídrico HCl 1N.

**Procedimiento de preparación de soluciones:**

- Solución madre de nitrato: secar nitrato potásico  $\text{KNO}_3$  en un horno a  $105^\circ\text{C}/24$  horas, disolver 0,7218 gramos en agua con balanza analítica y

diluir a 1.000 mL (1mL = 100 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N).

- Solución intermedia de nitratos: Diluir 100 mL de solución madre de nitrato a 1.000 mL con agua (1,00 mL=10,0mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N).
- Solución de ácido clorhídrico HCl 1N: medir 98.784 ml de HCl concentrado y aforar a 1 litro.

#### **Preparación de curva de calibración:**

Se han de preparar estándares de calibrado de nitrato en el rango de 0 a 7 mL NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N/l por dilución a 50 mL de los siguiente volúmenes de solución intermedia de nitrato. Se han de tratar los patrones de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> del mismo modo que las muestras.

#### **Procedimiento:**

##### Tratamiento de la muestra:

Sobre 50 mL de muestra transparente, filtrada si fuera preciso, añadir 1mL de solución de HCl y homogeneizar.

##### Medida espectrofotométrica:

Leer la absorbancia o transmitancia frente al agua destilada, con la que previamente se ha ajustado a absorbancia 0. Para esta determinación se utilizará la longitud de onda de 220 nm para obtener la lectura de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y 275nm para determinar la interferencia.

##### Expresión de resultados:

Para muestras y patrones debemos restar 2 veces la absorbancia leída a 275nm de la lectura a 220nm para obtener la absorbancia debida a los NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y construir la curva de calibrado de la cual se obtiene la concentración de la muestra. Detergentes, nitritos y Cr<sup>6+</sup> pueden provocar distorsiones en las medidas.

#### **Referencia Bibliográfica**

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia 29/06/07  
“DETERMINACION DE NITRATOS EN AGUAS POR ESPECTROFOTOMETRIA UV”



## DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE

Determinación de Sulfatos

07

### Objetivo:

- Preparar las soluciones estándar para la determinación de sulfatos en cada muestra de agua
- Realizar curva de calibración adecuada usando el espectrofotómetro
- Determinar por medio de espectrofotometría los sulfatos en cada muestra de agua.

### Marco Teórico:

Los sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones.

Las aguas de minas y los efluentes industriales contienen grandes cantidades de sulfatos provenientes de la oxidación de la pirita y del uso del ácido sulfúrico.

Los estándares para agua potable del servicio de salud pública tienen un límite máximo de sulfatos, ya que a valores superiores tiene una acción "purgante".

La presencia de sulfatos es ventajosa en la industria cervecera, ya que le confiere un sabor deseable al producto.

En los sistemas de agua para uso doméstico, los sulfatos no producen un incremento en la corrosión de los accesorios metálicos, pero cuando las concentraciones son superiores a 200 ppm, se incrementa la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías de plomo.

### Material y equipo:

- Espectrofotómetro para uso a 220 nm y 275 nm .
- Cubetas de sílice iguales, de 1cm de recorrido de luz o más.
- 15 beaker de 50 mL
- Papel toalla
- Pizeta
- Vidrio reloj
- Espátula
- 3 matraces volumétricos de 1000mL
- 1 pipeta volumétrica de 50 mL, 1mL.

### Reactivos

Solución ácida acondicionadora

Reactivo de  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (tamaño de partícula: malla 20 a 30)

Solución patrón de 100 ppm de  $\text{SO}_4^{=}$

**Procedimiento de preparación de soluciones:**

- Solución ácida acondicionadora: Añadir 50 ml de glicerina a una solución que contenga:
  - 30.0 ml de HCl concentrado.
  - 300 ml de agua destilada.
  - 100 ml de alcohol etílico.
  - 75 g de cloruro de sodio
- Reactivo de  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (tamaño de partícula: malla 20 a 30): Se requieren 0.5 g de cristales para cada muestra.
- Solución patrón de 100 ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$ : Disolver 0.1479 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  secados a  $110^\circ\text{C}$  durante 2 horas y aforar a 1000 ml.

**Preparación de curva de calibración:**

Preparar una curva de calibración con los siguientes puntos: 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Se colocan en 6 matraces volumétricos de 100 ml los siguientes volúmenes de solución estándar de 100 ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$ : 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ml, se afora con agua destilada hasta la marca. Continúe los pasos marcados en el procedimiento, para desarrollar la turbidez. Grafique absorbancia contra las ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$ .

**Procedimiento:**Blanco

Preparar un blanco con agua destilada y reactivos y ajustar la absorbancia a un valor de 0

Tratamiento de la muestra

Colocar 10 ml de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 50 ml.

Añadir 1 ml de la solución ácida acondicionadora.

Mezclar bien

Agregar 0.5 g de  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Agitar durante 1 minuto.

Transferir la muestra a una celda de 1 cm del espectrofotómetro y leer la absorbancia a una longitud de onda de 420 nm dentro de los 2 minutos siguientes.


**Referencia Bibliográfica**

Aguilera Rodríguez, I.; Pérez Silva, R. M.; Marañón Reyes, A.

DETERMINACIÓN DE SULFATO POR EL MÉTODO TURBIDIMÉTRICO EN AGUAS Y AGUAS RESIDUALES. VALIDACIÓN DEL MÉTODO

Revista Cubana de Química, vol. XXII, núm. 3, 2010, pp. 39-44

Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	08
	Determinación de Hierro Total	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar las soluciones estándar para la determinación de sulfatos en cada muestra de agua</li> <li>• Realizar curva de calibración adecuada usando el espectrofotómetro</li> <li>• Determinar por medio de espectrofotometría los sulfatos en cada muestra de agua.</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>El hierro crea problemas en suministro de agua, estos problemas son más comunes en aguas subterráneas y en aguas del hipolimnio anaeróbico de los lagos estratificados y en algunos casos de aguas superficiales de lagos y ríos. Puede presentarse como sulfuro de hierro o como carbonato ferroso. El hierro entra en solución en el agua por la acción biológica.</p> <p>La prueba de medición de hierro total para llevarse a cabo requiere de digestión para la determinación de contenido en la muestra del líquido a investigar.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectrofotómetro para uso a 220 nm y 275 nm.</li> <li>• Cubetas de sílice iguales, de 1cm de recorrido de luz o más.</li> <li>• 15 beaker de 50 mL</li> <li>• Papel toalla</li> <li>• Pizeta</li> <li>• Vidrio reloj</li> <li>• Espátula</li> <li>• 3 matraces volumétricos de 1000mL</li> <li>• 1 pipeta volumétrica de 50 mL, 1mL.</li> </ul>		
<p><b>Reactivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución estándar de <math>\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2</math>: (0.0100 mg/mL) – preparar 100 ml*</li> <li>• Solución de hidrocloreuro de hidroxilamina</li> <li>• Solución de 1,10-fenantrolina</li> <li>• Solución de. acetato de sodio</li> </ul> <p><b>Procedimiento de preparación de soluciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución estándar de <math>\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2</math>: pesar 0.0100 mg/mL – preparar 100 ml, Añadir 0.20 mL de <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> concentrado al matraz donde se preparará la solución.</li> <li>• Solución de hidrocloreuro de hidroxilamina: 5.0 g de <math>\text{H}_2\text{NOH}\cdot\text{HCl}</math> en 50 ml</li> </ul>		

de agua destilada.

- Solución de 1,10-fenantrolina: 0.250 g en 250 ml.
- Solución de acetato de sodio; pesar 24.71 gramos de acetato de sodio (1.2 M 250 mL).

#### **Preparación de curva de calibración:**

- Transfiera 25.00 mL de la solución estándar de hierro (II) a un matraz volumétrico de 100 mL.
- A otro matraz volumétrico de 100 mL añada 25 mL de agua destilada.
- A ambos matraces añada: 1 mL de hidroxilamina, 10 mL de acetato de sodio, y 10 mL de 1,10-fenantrolina. Deje descansar las mezclas por 5 minutos, luego diluya hasta la marca con agua destilada y mezcle bien.
- Lave dos celdas y enjuague tres veces con la solución a la que vaya a medir su absorbencia. Mida la absorbencia de la solución estándar y la de la solución blanco (la solución que contiene todos los reactivos excepto la solución estándar de hierro) con respecto a agua destilada. Anote los
- datos.
- Repita los pasos del 2 al 4 variando la alícuota de solución estándar de hierro como sigue:
  - 20 mL de la solución estándar de hierro
  - 15 mL de la solución estándar de hierro
  - 10 mL de la solución estándar de hierro

Prepare un blanco adecuado para cada una de estas soluciones.

#### **Procedimiento:**


Determinación de hierro (II) en una muestra de agua. Longitud de onda 510

1. Transfiera 25.00 mL de la muestra de agua a un matraz de 100 mL. Lleve a cabo el mismo procedimiento que con la solución estándar de hierro y mida la absorbencia.


Repita el procedimiento con 15.00 mL de la muestra.

#### **Referencia Bibliográfica**

Norma venezolana "AGUA, DETERMINACION DE HIERRO". COVENIN 212084.

	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	09
	Determinación de Cloro	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la cantidad aproximada de cloro en las muestras de aguas</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>La mayoría de las enfermedades más comunes que se encuentran en comunidades traumatizadas después de un desastre, están relacionadas con el consumo de agua contaminada. La contaminación se puede dar por microorganismos o por productos químicos naturales o hechos por el hombre. El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; se le llama cloro libre. El cloro libre permanece en el agua hasta perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación.</p>		
<p><b>Material y equipo:</b>          Estuche de <b>medidor OTO</b> (<i>ortotolidina</i>)</p>		
<p><b>Reactivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortolidina</li> </ul>		
<p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recoger una muestra de agua en la cubeta del medidor.</li> <li>2. Una vez recogida el agua, añadimos cinco gotas de OTO y esperamos a que el agua se tiña de color para comparar el nivel y leer en la escala del aparato</li> <li>3. Anotar los valores resultantes en nuestro cuaderno de registro.</li> </ol>		
<p><b>Referencia Bibliográfica</b>          Métodos para medición de cloro en aguas  <a href="http://piscinas-iguazu.es/2015/05/27/metodos-para-medir-el-cloro-y-el-ph-de-tu-piscina/">http://piscinas-iguazu.es/2015/05/27/metodos-para-medir-el-cloro-y-el-ph-de-tu-piscina/</a></p>		



	<b>DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SANEAMIENTO AMBIENTAL EN CASERÍO EMILIANI, CANTÓN FLOR AMARILLA, CIUDAD ARCE</b>	10
	Determinación de Fluoruros	
<p><b>Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar de manera precisa el medidor de fluoruros ExStick FL700</li> <li>• Preparar estándares de fluoruros para 1, 5 y 10 ppm para ser utilizados en la calibración del medidor de fluoruros FL700.</li> <li>• Realizar la medición de fluoruros en muestras de agua utilizando el ExStick FL700</li> </ul>		
<p><b>Marco Teórico:</b></p> <p>Estándar primario: es un compuesto de alta pureza que sirve como material de referencia en los métodos volumétricos de titulación.          Esta sustancia debe cumplir con una serie de requerimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta pureza (más de 99 %)</li> <li>2. Debe ser estable al aire</li> <li>3. Ausencia de agua de hidratación para evitar variaciones con los cambios de humedad el ambiente</li> <li>4. Fácilmente obtenible a costo moderado</li> <li>5. Razonable solubilidad en el medio de titulación</li> <li>6. Masa molar relativamente alta para minimizar los errores asociados con su pesada: si la masa molar es alta, se necesitará mayor masa para obtener la cantidad necesaria en moles.</li> </ol> <p>Solución estándar o solución patrón: Es una solución que se prepara para utilizarla como patrón en métodos volumétricos.          Las propiedades deseables en una solución patrón son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suficientemente estable en el tiempo para determinar su concentración una vez (no se necesita determinar nuevamente su concentración cada vez que se utilice)</li> <li>2. Reacción rápida con el analito</li> <li>3. Reacción más o menos completa para alcanzar el punto final</li> <li>4. Reacción con el analito por medio de una reacción selectiva que pueda ser descrita por una ecuación química balanceada.</li> </ol> <p>Las soluciones estándar se pueden preparar por:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesada directa de un patrón primario y dilución a un volumen conocido en un balón volumétrico. En este caso se denomina solución patrón primario, como es el caso de la solución de ftalato ácido de potasio.</li> <li>2. Cuando no se dispone de un patrón primario, se prepara esta solución y luego se estandariza contra un estándar primario. En este caso se le denomina solución patrón secundario, como es el caso de una solución de ácido clorhídrico.</li> </ol> <p>Medidor de fluoruros ExStick FL700: es un sistema diseñado específicamente para la medición rápida y precisa de iones de flúor en el agua potable y otras</p>		

muestras acuosas.

Tabletas TISAB: Tabletas de Buffer de Ajuste Iónico Total para usar con el fluorímetro de ExStik

**Material y equipo:**

1 Balanza analítica  
1 Vidrio reloj  
1 Espátula  
1 Pizeta  
1 Balón volumétrico de 250 mL  
3 Balones volumétricos de 100 mL  
1 Pipeta volumétrica de 20 mL  
1 Pipeta volumétrica de 10 mL  
1 Pipeta volumétrica de 2 mL  
1 Agitador de vidrio  
1 beaker de 100 mL  
Medidor de fluoruros ExStick FL700  
Tabletas TISAB  
Beaker  
Frasco de muestra  
Agua destilada  
Papel toalla

**Reactivos**

- Fluoruro de sodio pureza del 99.9 %
- Agua des ionizada

**Procedimiento de preparación de soluciones:**

Prepara 3 soluciones de NaF de 100 ml cada una (1ppm, 5ppm y 10 ppm). Ya que en la planta piloto solo se tienen balanzas analíticas de 4 unidades significativas, No es posible pesar las cantidades necesarias para su preparación directa, por lo que se debe prepara una solución de mayor concentración y posteriormente diluir a conveniencia.

**Preparación de la solución de 50 ppm**

1. Realizar los cálculos para la obtención de la masa a medir de NaF.
2. Pesar 0.2002 gramos de NaF en un vidrio reloj con la balanza analítica.
3. Diluir en un beaker de 100 mL agregando poca agua des ionizada y agitando cuidadosamente.
4. Aforar a 250 mL en balón volumétrico y se homogenizó.
5. Almacenar en un recipiente de plástico y refrigerar

**Preparación de la solución de 10 ppm**

1. Realizar los cálculos para determinar el volumen a diluir para alcanzar la concentración deseada

Concentración 1 (C1) = 10 ppm

Volumen 1 (V1) = 100 ml

Concentración 2 (C2) = 50 ppm

V2 = ?

$V_1C_1 = V_2C_2$

$(100 \text{ mL}) (10 \text{ ppm}) = (V_2) (50 \text{ ppm})$

$$(1000 \text{ mLppm})/50 \text{ ppm} = V2$$

$$V2 = 20 \text{ mL}$$

2. Tomar con pipeta volumétrica 20 mL de solución concentrada y se agregar al balón aforado de 100 mL.

3. Aforar y homogenizar mediante inversión.

4. Almacenar la solución en un recipiente de plástico.

#### **Preparación de la solución de 5 ppm**

1. Realizar los cálculos para determinar el volumen a diluir para alcanzar la concentración deseada

$$\text{Concentración 1 (C1)} = 5 \text{ ppm}$$

$$\text{Volumen 1 (V1)} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{Concentración 2 (C2)} = 50 \text{ ppm}$$

$$V2 = ?$$

$$V1C1 = V2C2$$

$$(100 \text{ mL}) (5 \text{ ppm}) = (V2) (50 \text{ ppm})$$

$$(500 \text{ mLppm})/50 \text{ ppm} = V2$$

$$V2 = 10 \text{ mL}$$

2. Medir con pipeta volumétrica 10 mL de solución concentrada y se agregaron a balón aforado de 100 mL.

3. Aforar y se homogeneizó mediante inversión.

4. Almacenar la solución en un recipiente de plástico.

#### **Preparación de la solución de 1 ppm**

1. Realizar los cálculos para determinar el volumen a diluir para alcanzar la concentración deseada

$$\text{Concentración 1 (C1)} = 1 \text{ ppm}$$

$$\text{Volumen 1 (V1)} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{Concentración 2 (C2)} = 50 \text{ ppm}$$

$$V2 = ?$$

$$V1C1 = V2C2$$

$$(100 \text{ mL}) (1 \text{ ppm}) = (V2) (50 \text{ ppm})$$

$$(100 \text{ mLppm})/50 \text{ ppm} = V2$$

$$V2 = 2 \text{ mL}$$

2. Medir con pipeta volumétrica 2 mL de solución concentrada y se agregaron a balón aforado de 100 mL.

3. Aforar y se homogenizar mediante inversión.

4. Almacenar la solución en un recipiente de plástico.

#### **Preparación de curva de calibración:**

El FL700 puede calibrarse en 4 diferentes puntos de calibración. 0.5, 1.0, 5.0 o 10 ppm de ión fluoruro. El siguiente procedimiento de calibración proporciona el punto de calibración de 10 ppm como ejemplo, para los otros puntos se realiza igual operación.

1. Definir en el modo ppm y se apaga el medidor FL700.

2. Preparar una solución estándar de fluoruro de 10 ppm y colocar una tableta

de TISAB en un frasco de muestra y luego se debe añadir 20 ml del estándar de fluoruro de 10 ppm al frasco de muestra.

3. Preparar una solución de enjuague que se utilizara entre las mediciones de muestras disolviendo 1 tableta TISAB en 20 ml de agua destilada. La solución de enjuague promueve tiempos de respuesta más rápidos.

4. Enjuagar el electrodo del FL700 en esta solución de enjuague y luego se seca minuciosamente con un pañuelo de papel.

5. Colocar el FL700 en el estándar de 10 ppm preparado y encender el instrumento con el botón ENCENDIDO/APAGADO. El instrumento ejecutara la auto-calibración.

6. El instrumento entrara en el modo HOLD en unos 35 segundos cuando se haya estabilizado en la solución estándar de 10 ppm.

7. Mantener presionada la tecla CAL, cal, aparecerá en la pantalla seguido de 0.5 ppm y luego 5.0 ppm. Se mantendrá pulsado el botón CAL hasta 10 ppm y CAL aparecen en la pantalla. Se soltará la tecla CAL.

8. Se espera hasta que la pantalla deje de destellar; el instrumento entrará en el modo de medición normal.

9. El instrumento estará calibrado y listo para su uso.

10. La H en un círculo en la pantalla indicará que la gama alta (H) ha completado la calibración.

11. Si desea calibrar la gama baja, obtener 0.1 ppm o 0.5 ppm de estándar de flúor y se repite el procedimiento de calibración ajustando el punto de calibración para la correcta configuración de ppm (0.1 o 0.5 ppm) en el paso 6.

**Procedimiento:**

1. Medir en el frasco para muestras 20 ml de agua, añadiendo una tableta TISAB a la muestra de concentración de flúor desconocida.

2. Disolver una tableta TISAB en la muestra de agua y agitar el frasco para muestras hasta homogenizar.

3. Una vez calibrado el exstik FL700 limpiar completamente el extremo del electrodo utilizando agua destilada o solución de enjuague antes de realizar la medición.

4. Colocar el electrodo del FL700 en la muestra de agua preparada con el TISAB.

5. Revisar si el instrumento se encuentra en modo RETENCIÓN (hold), presionar el boton MODO/HOLD para desbloquear RETENCIÓN 4. Esperas hasta que el instrumento indique el valor de la concentración de fluor en el agua.

Nota: Presionar el botón MODO / HOLD durante 3 segundos para guardar las lecturas en la memoria. En la etapa de pruebas de efectividad de remoción de fluoruros mediante las pruebas de jarras se utilizó solución TISAB preparada en una relación 1:1 con cada muestra analizada en lugar de utilizar tabletas TISAB.

## Cálculos

### Cálculos:

#### Solución de 50 mg/L

50 ppm = 50 mg/L

Volumen = 250 ml

Masa de soluto = ?

$\text{Ppm} = \text{mg soluto} / \text{L solución}$

$\text{Mg soluto} = 50 \text{ mg/L} * 0.25 \text{ L} = 200 \text{ mg}$

Masa de NaF = 0.2g/%pureza

Ejemplo %pureza = 99.9%

Masa de NaF =  $0.2\text{g} / 0.999 = 0.2002$

#### Dilución de soluciones

$V_1C_1 = V_2C_2$

### Referencias Bibliográficas:

FLIR SYSTEMS, INC. (2016). [www.extech.com](http://www.extech.com). Recuperado el 18 de Mayo de 2016, de [www.extech.com](http://www.extech.com)

[http://translate.extech.com/instruments/resources/manuals/FL700\\_UM-es.pdf](http://translate.extech.com/instruments/resources/manuals/FL700_UM-es.pdf)

<http://www.extech.com.es/instruments/product.asp?catid=73&prodid=462>