

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**

**PROGRAMA DE POSGRADO EN AGRONOMIA TROPICAL
SOSTENIBLE**



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO
SAN SEBASTIAN Y SU IMPACTO EN LA SALUD Y CALIDAD
DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL CASERÍO SAN
SEBASTIÁN, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA,
DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN”**

**Presentada por:
Inga. Daysi del Carmen Acosta Orellana**

**TESIS
Presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestra en Gestión Integral del Agua**

San Salvador, El Salvador, Centroamérica, 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

Esta Tesis fue realizada bajo la dirección del Tribunal Evaluador de Tesis indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

Maestra en

Gestión Integral del Agua

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2015

Tribunal Evaluador de Tesis

Dr. Francisco Lara Ascencio

Asesor de Tesis y Presidente del Tribunal Evaluador de Tesis

Ing. M. Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez

Secretario y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis

Ing. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia

Vocal y Miembro del Tribunal Evaluador de Tesis

Ing. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia

Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua

Dedicatoria

A Dios, que por su infinito amor me ha dado la fuerza, voluntad, paciencia y sabiduría suficiente para culminar mi tesis. Bendito seas Señor.

A mis padres: Ana María Orellana de Acosta y René Acosta Márquez, por su amor, por ser las personas más importantes en mi vida, a quienes admiro y respeto mucho, por estar siempre conmigo apoyándome incondicionalmente con sus consejos y oraciones, compartiendo mis alegrías y tristezas. Los amo mucho y que Dios les bendiga.

A mis hermanos: Rene Alexander Acosta Orellana y Selcy Elizabeth Flores, por ser parte de mi vida, por su amor, comprensión y apoyo incondicional. Los quiero mucho y que Dios les bendiga.

A mis sobrinos: Rene Alejandro Acosta y Rene Alexander Acosta, quienes iluminan mi vida con su amor, su ternura y su inocencia. Los amo mucho y que Dios les bendiga.

A mi cuñis: Jenny por ser una persona muy especial en nuestras vidas. La queremos mucho y que Dios la bendiga.

A mi tía: Digna del Carmen Orellana Castro, por su amor y apoyo incondicional en la culminación de mi tesis. Que Dios le bendiga.

Para toda mi familia por el amor y cariño que siempre me han brindado.

A la Inga. Ana Enma Aragón, por ser mi compañera y amiga a lo largo de la maestría, con quien compartimos buenos y malos momentos, apoyándonos incondicionalmente. Te quiero mucho. Gracias por tu amistad y que Dios te bendiga.

A la Inga. Telma Nohemi García, por apoyarme a seguir adelante en este camino, quien me ayuda a crecer como persona y profesionalmente, con quien puedo contar en los buenos y sobretodo en los malos momentos. Gracias por su amistad sincera e incondicional. La quiero mucho y que Dios la bendiga.

A la Arq. Arline Carballo, por apoyarme incondicionalmente en la realización de mi tesis, por contar en los buenos y sobretodo en los malos momentos, se le quiere mucho amiguis. Que Dios la bendiga.

Mi triunfo es de ustedes también.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por ser mi mejor amigo, mi fortaleza, darme todo lo que tengo y no dejarme caer nunca. Gracias por su infinita Misericordia.

Al Dr. Francisco Lara Ascencio, por ser mi asesor de tesis, mi amigo, a quien quiero mucho por su apoyo incondicional a lo largo de mi maestría, por compartir ese bagaje de conocimientos y acompañarme a culminar este proyecto. Que Dios le bendiga.

Al Ing. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia, Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua. Agradecerle grandemente por la calidad de tiempo y apoyo incondicional ante cualquier duda que se presentó en la tesis, por compartir sus conocimientos y brindarme su amistad. Que Dios le bendiga.

Al Ing. M. Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez, por ser mi maestro de cátedra y asesor de tesis, quien me ha apoyado incondicionalmente, por compartir sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi maestría. Que Dios le bendiga.

Mis más sinceros agradecimientos a las autoridades de la Universidad Gerardo Barrios sede San Miguel, por el apoyo que me brindaron para la realización de los estudios de maestría.

Y a todas aquellas personas que en una forma directa e indirecta colaboraron con la realización de este trabajo.

Gracias por ayudarme a lograrlo.

Índice General

Contenido	Página
Resumen	1
Abstract.....	2
I.Introducción.....	3
II.Planteamiento del Problema	5
III. Objetivos	7
3.1. Objetivo General	7
3.2. Objetivos Específicos.....	7
IV. Hipótesis.....	7
V. Marco Teórico Conceptual	8
5.1. Desarrollo	8
5.2. Objetivos de Desarrollo del Milenio	9
5.3. Desarrollo Rural	10
5.4. Desarrollo Rural Sostenible.....	11
5.5. Género y Desarrollo	12
5.6. Desarrollo Local	14
5.6.1Respetar la capacidad de la naturaleza	16
5.7 Manejo Integrado de Cuencas	16
5.7.1Elementos que caracterizan la cogestión de cuencas	17
5.7.2 La Cuenca como Unidad de Planificación y Gestión Social	17
5.7.3 Enfoque de manejo de cuencas	17
5.8 Definición del Agua.	18
5.8.1 Valorización ecológica del agua	19
5.8.2 Valorización social	19
5.8.3 Valorización Económica	20
5.8.4 Recurso Agua en El Salvador	20
5.8.4.1. Capital hídrico de El Salvador	22
5.8.4.2 Desequilibrios en el ciclo del agua: dimensión cuantitativa	23
5.8.4.3 Contaminación del agua: dimensión cualitativa.	23
5.8.4.4 La institucionalidad del sector de recursos hídricos	24

5.8.4.5 Agua y Desarrollo	26
5.9 Calidad del Agua	27
5.10. Parámetros de calidad del agua	28
5.10.1 Parámetros Físicos	29
5.10.2 Sabor y Olor	30
5.10.3 Color	30
5.10.4 Conductividad Eléctrica	31
5.10.5 Solidos Disueltos	32
5.10.6 Sólidos en Suspensión	32
5.10.7 Solidos Totales disueltos	33
5.10.8 Turbidez	33
5.11 Parámetros Químicos	33
5.11.1 Potencial de Hidrogeno (pH)	34
5.11.2 Dureza	34
5.11.3 Alcalinidad	35
5.11.4 Cloruros	36
5.11.5 Sulfatos	37
5.11.6 Fosfatos	37
5.11.7 Hierro	38
5.11.8 Manganeseo	39
5.11.9 Nitratos	39
5.11.10 Oxígeno Disuelto	40
5.12 Calidad microbiológica del agua	41
5.12.1. Grupo Coliformes	41
5.12.2. Coliformes Fecales	41
5.12.3 <i>Escherichia coli</i>	42
5.12.4 Bacterias Heterótrofas	42
5.13 Contaminación del agua	43
5.13.1 Microorganismos patógenos	43
5.13.2 Desechos orgánicos	44
5.13.3 Sustancias químicas inorgánicas	44

5.13.4 Nutrientes vegetales inorgánicos	44
5.13.5 Compuestos orgánicos e inorgánicos	45
5.13.6 Sedimentos y materiales suspendidos	45
5.14 Metales Pesados	45
5.15 Daños de los metales pesados encontrados sobre la salud humana	45
5.15.1 Aluminio	45
5.15.2 Cobre	46
5.15.3 Hierro	47
5.15.4 Manganeseo	47
5.15.5 Mercurio	48
5.15.6 Plomo	49
5.15.7 Cadmio	50
5.15.8 Arsénico	50
5.16 Las Minas en El Salvador	51
5.16.1 Legado minero	52
5.16.2 Catástrofe ambiental	53
VI. Metodología	56
6.1 Ubicación del área en estudio	56
6.2 Ubicación de la cuenca del río San Sebastián	57
6.2.1 Fase de campo	58
6.2.2 Encuestas	59
6.2.3 Taller Rural Participativo (TRP)	60
6.2.4 Muestreo de fuentes de agua	61
6.2.5 Muestreo de Suelo	62
6.2.6 Recolección de muestras de agua	62
6.2.7 Identificación de las muestras de agua y suelo	63
6.2.8 Fase de Laboratorio	63
6.2.9 Muestreo para el Análisis microbiológico	63
6.3 Toma de muestras para análisis microbiológico	63
6.4 Parámetros Bacteriológicos	64
VII. Análisis de Resultados	65

7.1 Aspectos Sociales	65
7.1.1 Número de miembros por familia	65
7.1.2 Composición familiar por sexo	65
7.1.3 Edad del encuestado	66
7.1.4 Escolaridad	67
7.1.5 Responsable del hogar y de los hijos e hijas	68
7.1.6 Fuentes de Ingresos	69
7.1.7 Tipo de Vivienda	69
7.1.8 Tenencia de la Vivienda	70
7.1.9 Aspectos ambientales	70
7.1.9.1 Tipo de servicio sanitario que posee la vivienda	70
7.1.9.2 Materiales de construcción de las viviendas	71
7.1.9.3 Energía eléctrica	71
7.1.9.4 Sistema de alcantarillado y manejo de aguas residuales	71
7.1.9.5 Residuos sólidos	72
7.1.9.6 Procedencia del agua para beber	72
7.1.9.8 Frecuencia de la compra de agua	73
7.1.9.9 Uso del agua del río San Sebastián	73
7.2. Características del agua	73
7.2.1 Sabor	74
7.2.2 Color del agua del río San Sebastián	75
7.2.3 Olor del agua	76
7.2.4 Tratamiento al agua del río San Sebastián y de los pozos	76
7.2.5 Protección de los pozos donde obtienen el agua	77
7.2.6 Consumo de agua por día	78
7.3 Usos del suelo	80
7.3.1 Formas de preparación del suelo	80
7.3.2 Uso de semilla para la siembra	80
7.3.3 Tipo de fertilizantes utilizados por los productores en los cultivos	80
7.3.4 Tipo de agroquímicos utilizados por los productores	81
7.3.5 Tipos de herbicidas utilizados por los productores del c. San Sebastián ..	83

7.3.6 Producción y comercialización de los productos agropecuarios	83
7.4. Aspectos de salud	84
7.4.1 Acceso a la Unidad de Salud más cercana	84
7.4.2 Frecuencias de visitas por el Promotor de Salud	84
7.4.3 Padecimiento de Enfermedades	85
7.4.4 Tratamientos que reciben los habitantes del caserío San Sebastián.....	88
7.4.5 Frecuencias con que padecen las enfermedades	86
7.5 Calidad Microbiológica del agua del río y pozo	86
7.5.1 Parámetros físico-químicos analizados en el agua del río San Sebastián ..	92
7.5.2 Parámetros fisicoquímicos analizados en agua de pozo	101
7.5.3 Metales pesados analizados en suelos agrícolas ubicados en la ribera del río San Sebastián (parte media de la cuenca).	108
VIII. Conclusiones	110
IX. Recomendaciones	112
X. Bibliografía.....	114
XI. Anexos	122

Índice de Cuadros

	Página
Cuadro 1 Índice de Calidad del Agua (ICA) Propuesto por Brown.....	29
Cuadro 2. Norma Mexicana para fosfato, coliformes .y nitratos.....	38
Cuadro 3. Dotaciones de agua potable	79
Cuadro 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos del río San Sebastián en época seca	93
Cuadro 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos del río San Sebastián en época ll.....	94
Cuadro 6. Metales pesados arsénico, mercurio y plomo del río en epoca lluviosa.....	100
Cuadro 7. Análisis fisicoquímicos del agua de pozo en epoca seca.....	102
Cuadro 8. Análisis fisicoquímicos del agua de pozo en época lluviosa.....	106
Cuadro 9. Resultados de metales pesados en agua de pozo	107
Cuadro 10. Resultados de metales pesados plomo, arsénico y mercurio en suelo	109

Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Enfoque de manejo de Cuencas	18
Figura 2. Ubicación geográfica del municipio de Santa Rosa de Lima	57
Figura 3. Delimitación de la cuenca del río San Sebastián	58
Figura 4. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en la parte media.....	62
Figura 5. Composición familiar por sexo del caserío San Sebastián.....	66
Figura 6. Rangos de edad de las personas en caserío San Sebastian	67
Figura 7. Grado de escolaridad de los habitantes del caserío San Sebastián.....	68
Figura 8 .Tipo de servicio sanitario que posee la vivienda del caserío San Sebastián.....	70
Figura 9. Procedencia de agua para beber del caserío San Sebastián.....	72
Figura 10. Percepción de los habitantes en cuanto al sabor del agua del río San Sebastián	74
Figura 11. Aspecto del agua del río en el caserío San Sebastián.....	76
Figura 12. Protección del sitio donde obtienen el agua para consumo	78
Figura 13. Padecimiento de enfermedades por los pobladores del caserío San Sebastian	85
Figura 14. Coliformes Totales en el agua del río San Sebastián en época seca y lluviosa	87
Figura 15. Coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua del río San Sebastián.....	88
Figura 16. Coliformes totales en el agua de pozo del caserío San Sebastián.....	90
Figura 17. Coliformes fecales y en el agua de pozo del caserío San Sebastián.	91
Figura 18. Recuento de bacterias heterótrofas en el agua de pozo en el caserío San S.....	92

Índice de Anexos

	Página
Anexo 1. Encuesta	122
Anexo 2 .Aspecto del Río San Sebastián en época seca	133
Anexo 3. Aspecto del río San Sebastián en época lluviosa.....	133
Anexo 4. a) Río San Sebastián, utilizado para lavado de ropa, baño	134
Anexo 5. Calidad microbiológica del agua de río San Sebastián.....	135
Anexo 6. Calidad microbiológica del río San Sebastián	136
Anexo 7. Análisis microbiológico en agua de pozo	137
Anexo 8. Calidad microbiológica en agua de pozo	138
Anexo 9. Participación de la comunidad del caserío.....	139
Anexo 10. Socialización sobre el tema de riesgos a la comunidad	139
Anexo 11. Listado de participantes al Taller Rural participativo.....	140
Anexo 12. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Temas: Uso de Suelo	140
Anexo 13. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Riesgos	141
Anexo 14. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Socioeconomicos	141
Anexo 15. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Uso del agua	142
Anexo 16. Vaciado de información proporcionada por la comunidad y líderes comunales. Tema : Infraestructura	142
Anexo 17. Vaciado de información proporcionada por la comunidad y líderes comunales Tema: saneamiento.....	143

Resumen

Acosta Orellana, DC. 2015. Determinación de la calidad del agua y su impacto en la salud y calidad de vida de los habitantes del caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión. Tesis M. Sc. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. El Salvador. 143 p.

El propósito fundamental de esta investigación fue determinar la calidad del agua y su impacto en la salud y calidad de vida de los habitantes del caserío San Sebastián, cantón San Sebastián municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión. El método que se utilizó en esta investigación fue de tipo descriptivo-experimental y triangulación de resultados.

Entre los resultados más importantes sobresalen: Según los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico del agua del río San Sebastián y los pozos muestreados es considerada no apta para el consumo humano ni animal, ya que no cumple con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08. Los resultados de los análisis de metales pesados realizados al agua del río San Sebastián y de los pozos muestreados, demuestran que el contenido de Plomo supera los límites máximos permisibles por la Norma. Por lo tanto el agua del río y pozos es considerada no apta para el consumo humano ni animal. Los resultados de los análisis de metales pesados realizados en los terrenos agrícolas ubicados en la ribera del río San Sebastián en la parte media de la cuenca, el contenido de Arsénico supera los límites permisibles establecidos por la Norma Mexicana 147.

Palabras claves: Agua, metales pesados, calidad, análisis físico químico, microbiológico, cuenca, río, minas, San Sebastián.

Abstract

Acosta Orellana, DC. 2015. Determination the water quality and its impact in the health and life quality in the inhabitants of caserío San Sebastián, in the town of Santa Rosa de Lima, department of La Unión. Thesis of Teacher in Sciences. University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences.

The fundamental purpose of this research was to determine the water quality and its impact in health and life quality in the inhabitants of caserío San Sebastian, in the town of Santa Rosa de Lima, department of La Unión. The method used for this research was descriptive-experimental and resection of data. Among the most important are: according to the results physical analysis, chemical and microbiological water from de river San Sebastian in the sampled pit is considered unfit for human and animal consumption, because it does not meet with Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08. The results of the analysis of heavy metals carried water from the river San Sebastian and the sampled pit, shows that the lead content exceeds allowable limits by human and animal consumption. The results of the analysis of heavy metals carried on agricultural land located on the banks of the river San Sebastian in the middle part of the basin, the arsenic content exceeds the permissible limits established by the Norma Oficial Mexicana NOM-147. This negatively impacts the health and life quality in life of the inhabitants.

Clue Words: water, heavy metals, quality, physic-chemist analysis, microbiologic, basin, river mines, San Sebastian

I. Introducción

El agua es un factor determinante en el desarrollo económico y social de El Salvador y al mismo tiempo cumple la función básica de mantener la integridad del entorno natural. A pesar de ello, siendo el agua uno de los recursos naturales vitales, resulta imperativo que los temas hídricos no sean tratados de forma aislada, sobre todo en la calidad de las fuentes de agua, que pueden ser afectadas por procesos naturales o por las actividades antropogénicas. Entre los factores de origen natural de los cuales depende la calidad del agua están: la naturaleza del agua lluvia que rellena los acuíferos, los tipos de agua subterránea, la clase de suelo y la constitución de las diferentes rocas sobre las cuales yace el acuífero. Como factores antropogénicos se pueden considerar: la infiltración de las aguas procedentes de las malas prácticas agrícolas por el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas generadas por las comunidades; convirtiéndose en un problema de contaminación en aguas superficiales y subterráneas, y como uno de los principales medios de transmisión de enfermedades de origen hídrico.

Por la importancia del agua en El Salvador, en la zona oriental del país específicamente en el caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión, se realizó este estudio para conocer la calidad del agua que consumen los habitantes y el nivel de contaminación del río San Sebastián y de los pozos de los cuales se abastecen.

El río San Sebastián ha sido víctima de la minería de El Salvador, quienes de manera despiadada hacen vertidos directos al río de los procesos químicos que utilizan para la extracción del oro, lo que está provocando además de daños perjudiciales al recurso hídrico, enfermedades mortales a los(as) habitantes de la zona que hacen uso de dicho cuerpo de agua para lavado de ropa, baño y para consumo humano, impactando negativamente en la calidad de vida y en la salud de los habitantes del caserío San Sebastián.

La metodología que siguió la investigación se realizó en dos etapas: en la primera se hicieron visitas al caserío San Sebastián con la finalidad de obtener un diagnóstico de la zona de estudio, para lo cual se aplicaron encuestas, las cuales fueron diseñadas y validadas con el objetivo de recopilar información sobre aspectos económicos, sociales, educacionales, ambientales y de salud de los habitantes de la zona. Además, se realizó un taller con la finalidad de conocer las fortalezas y debilidades que poseen los habitantes del caserío y rescatar las potencialidades que sirvan de beneficio a la comunidad y ayuden a mejorar su calidad de vida. La segunda etapa fue la fase de campo, la cual se realizó en la parte media de la cuenca del río San Sebastián, para recolectar muestras de agua del río y de dos pozos artesanales de donde se abastecen los habitantes, para realizar los respectivos análisis físico químicos y microbiológicos; además, se realizó un muestreo de suelos de las parcelas agrícolas para analizar metales pesados como el Plomo, Mercurio y Arsénico.

Entre los resultados más importantes sobresalen que el agua que consumen los habitantes del caserío proviene de pozos artesanales, los cuales se alimentan del agua del río San Sebastián, que se encuentra contaminada por las descargas de agua con contenidos de metales pesados proveniente de la extracción minera, lo que ocasiona enfermedades y el deterioro de la calidad de vida de los pobladores. Además, los valores encontrados de coliformes totales y fecales en la época seca y lluviosa son altos y no cumplen con lo establecido por la Norma Oficial Salvadoreña para calidad de agua potable.

El suelo de los terrenos ubicados en la zona del caserío San Sebastián presentó altas concentraciones de plomo, sobrepasando los límites establecidos por la Norma Mexicana 147.

II. Planteamiento del Problema

En El Salvador es conocida la alarmante degradación de los recursos hídricos superficiales, los cuales presentan altos niveles de contaminación química y biológica en el 90% de dichos recursos.

Uno de los recursos hídricos más importantes que posee el cantón San Sebastián, en el municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión, es el río San Sebastián, el cual ha sido afectado antiguamente por las minerías de El Salvador. La historia de su contaminación comienza en 1904 por las actividades mineras, por una empresa de origen norteamericano que llegó al país buscando fortuna en la mina de San Sebastián, esta fue calificada como una de las minas más ricas del mundo, y en el informe de minerales de las Naciones Unidas del año 1969, se declaró que el yacimiento de oro de San Sebastián es la joya de la industria minera de El Salvador y la más importante a nivel centroamericano.

Debido a los procesos mineros que utilizaban para la extracción del oro, el río San Sebastián se convirtió en un peligro silencioso para los(as) habitantes del cantón y la vida acuática del río, por las altas concentraciones de metales pesados que se desprendieron de los procesos mineros, ya que en época de lluvias esta hace que dichos minerales se oxiden (desprendan ácido), al entrar en contacto con el aire y agua, complicando aún más la situación y haciendo que la contaminación se expanda.

El agua del río San Sebastián es utilizada por los pobladores del caserío San Sebastián para lavado de ropa, bañarse y para consumo humano. Los(as) pobladores reportan que no solo el agua está contaminada, sino también el aire, pues en época seca hay un olor fuerte de metal, lo que afecta la salud de los habitantes de la zona. Otra de las preocupaciones de los habitantes del cantón San Sebastián es que el agua que utilizan para consumo humano proviene de pozos artesanales que cada familia posee, los cuales se alimentan del agua proveniente del río San Sebastián, lo que agudiza aún más la situación, ya que existe infiltración de metales pesados al agua subterránea.

Por tal razón, la investigación busca responder a la interrogante ¿Cómo afecta el agua que consumen los(as) habitantes del caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de la Unión, en la salud y calidad humana de sus habitantes?

III. Objetivos

3.1. Objetivo General

Determinar la calidad del agua del río San Sebastián y su impacto en la salud y calidad de vida de los habitantes del caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la calidad del agua del río que consumen los habitantes del caserío San Sebastián, a través del análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Determinar la calidad del agua de los pozos que utilizan los habitantes del caserío San Sebastián para consumo, a través del análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Conocer el nivel de contaminación del río San Sebastián por metales pesados como Arsénico, Mercurio y Plomo.
- Investigar el nivel de contaminación del agua de los pozos por presencia de metales pesados como Arsénico, Mercurio y Plomo.
- Analizar el nivel de contaminación de los suelos agrícolas por metales pesados como Arsénico, Mercurio y Plomo.
- Conocer cómo influye la calidad del agua que consumen los habitantes del caserío San Sebastián en la salud y en el bienestar de la población.

IV. Hipótesis

Si el agua que consumen los habitantes del caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, en el departamento de la Unión, se encuentra contaminada por metales pesados, entonces se podrá afirmar que estos influyen en la salud y en la calidad de vida de sus habitantes.

V. Marco Teórico Conceptual

5.1. Desarrollo

Los retos que enfrenta la sociedad humana siempre han sido variables, en esa medida la concepción de lo que es la realización de una persona y lo que esta pueda lograr también ha variado con el paso del tiempo y el concepto de desarrollo no es la excepción. Lo anterior se plantea con la finalidad de cubrir las demandas de las poblaciones que se ven excluidas de estos procesos, mediante políticas o medidas con énfasis en la mejora de la calidad de vida de las personas en todos sus ámbitos.

Cuando el término desarrollo se aplica a una comunidad humana se refiere al modo en que la sociedad satisface sus necesidades básicas que se encuentran ligadas al progreso de aspectos económicos, religiosos, culturales, políticos y ambientales de dicha sociedad (Castells, 2007).

La satisfacción de las necesidades del ser humano corresponde a que cada integrante de la sociedad tenga un nivel de calidad de vida digna. Sin embargo, esta satisfacción de necesidades no son las mismas en todas las sociedades, esta puede variar según las prioridades de cada una de ellas, ya sean estas materiales o espirituales.

Es así que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1990) define el desarrollo humano como el proceso en el cual se amplían las oportunidades del ser humano. En principio estas oportunidades pueden ser infinitas y cambiar con el tiempo, sin embargo, a todos los niveles del desarrollo, las tres más esenciales son disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida decente. Si no se poseen estas oportunidades esenciales muchas otras alternativas continúan siendo inaccesibles (IDH, 1990).

En otras palabras, la idea del desarrollo es lograr realmente el bienestar y felicidad de las personas, para ello es necesario orientar los esfuerzos a alcanzar una mejor calidad de vida para todos los habitantes. Asimismo, se tiene que tomar en cuenta que dentro del desarrollo se desprenden componentes interdependientes que deben asegurarse, como lo son: el desarrollo económico, social y la protección del medio ambiente.

5.2. Objetivos de Desarrollo del Milenio

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, también conocidos como Objetivos del Milenio (ODM), son ocho objetivos que los 191 Estados miembros de las Naciones Unidas acordaron tratar de alcanzar para el 2015. La Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, firmada en septiembre de 2000, compromete a los dirigentes mundiales a luchar contra la pobreza, el hambre, la enfermedad, el analfabetismo, la degradación del medio ambiente y la discriminación contra la mujer. Los ODM dimanantes de esa Declaración tienen metas e indicadores específicos. Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio son:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

Tres de los ocho objetivos y ocho de las 18 metas guardan relación directa con la salud. Algunos países en desarrollo han realizado progresos extraordinarios hacia la consecución de los ODM relacionados con la salud, sus metas e indicadores. De los ODM se establece un nuevo marco para el desarrollo sostenible, pues exigen que a través del establecimiento de metas y objetivos de equidad social, se contribuya al desarrollo económico y a su vez se vele por la sustentabilidad ambiental. El PNUD está comprometido con los Objetivos del Milenio y en su quehacer busca establecer efectivamente un apoyo local, político y financiero para dar apoyo al desarrollo sostenible (PNUD, 2009).

La integración de los principios del desarrollo sostenible a las políticas nacionales es clave para una implementación y promoción exitosa de la sostenibilidad ambiental. En cuanto a Metas e Indicadores de los ODM, se establece en la meta 7:

- Incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales; invertir la pérdida de recursos del medio ambiente.

- Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable.
- Proporción de la población que utiliza fuentes de abastecimiento de agua potable mejoradas (PNUD, 2009).

5.3. Desarrollo Rural

El medio rural es el conjunto de regiones o zonas con actividades diversas como agricultura, industrias pequeñas y medianas, comercio, servicios, turismo, minería, otros y en las que se asientan pueblos, aldeas, pequeñas ciudades y centros regionales, espacios naturales y cultivados, otros (Cena, 1993).

Por su parte Perico (2002) definen el medio rural como el hábitat construido durante generaciones por la actividad agropecuaria, es el territorio donde este sector ha tejido a la sociedad. Incorpora además una visión multidisciplinaria que reivindica los aspectos antropológicos, sociopolíticos, ecológicos, históricos y etnográficos, abiertamente alternativo a la visión sectorial que predomina en las estrategias de política rural de nuestros países.

La ruralidad es una condición y característica asociada a territorios que tienen en esencia una construcción de orden histórico y social como procesos prolongados de conformación de sociedades y organizaciones territoriales. Para el caso latinoamericano, a partir de los importantes cambios sociales, económicos, ambientales y políticos que han afectado el entorno rural, han surgido nuevas demandas que se encuentran relacionadas con el cambio de estructura de oportunidades para el desarrollo del habitante como de la biodiversidad y los recursos naturales en función de la zona rural. Otro cambio, también importante fue la reconceptualización de lo rural o lo que el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) denominó como “La Nueva Ruralidad”, que cobró importancia hacia finales de la década de 1980 (IICA, 2000).

5.4. Desarrollo Rural Sostenible

El desarrollo rural sostenible se define como: “Un proceso de transformación de las sociedades rurales y sus unidades territoriales, centrado en las personas, participativo, con políticas específicas dirigidas a la superación de los desequilibrios sociales, económicos, institucionales, ecológicos y de género, que busca ampliar las oportunidades de desarrollo humano”(IICA, 2000). Para poder lograr el desarrollo rural sostenible es menester la participación en conjunto tanto del gobierno por medio de la implementación de políticas públicas como de los habitantes de las zonas rurales mediante la toma de conciencia de lo importante que es formar parte y cumplir las medidas que son necesarias para lograrlo.

El desarrollo rural puede entenderse como el proceso en el cual la cohesión social de las comunidades en las zonas rurales junto con la acción eficiente y eficaz del gobierno, permite generar las condiciones necesarias para la puesta en práctica de los diversos programas y medidas de políticas públicas para obtener beneficios específicos y generales en las zonas rurales y a nivel de país respectivamente (IICA, 2000).

Siguiendo los planteamientos del IICA y de especialistas en el tema, se reconoce la importancia de llevar a cabo la renovación o modernización del concepto de desarrollo rural, dándole una dimensión más completa en la medida en que se tomen en cuenta las necesidades reales de la población que se trata de beneficiar. Así como el de no reducirlo al mero desarrollo del sector agrícola, tal como se ha venido haciendo desde la introducción del concepto, ya que las realidades y necesidades de la población rural son diferentes dentro de los mismos asentamientos humanos (Pérez, 2008).

En esta medida puede decirse que la misma población que se dedica a actividades agrícolas puede estarse dedicando a otra clase de actividad para generar los ingresos suficientes que le ayuden a subsistir. En esa medida se optó por la aplicación de un nuevo concepto de desarrollo rural denominado como Desarrollo Rural con Enfoque Territorial. Este enfoque, en palabras de Sepúlveda (2009), “busca responder de manera parcial sobre qué es el territorio, enfatiza en la multidimensionalidad y multisectorialidad del desarrollo rural territorial y que una estrategia de desarrollo territorial es la clave del mismo desarrollo rural territorial que

implicaría la proyección del territorio hacia el futuro”. De esta forma se le otorga una visión holística, participativa, en la que se integren todos los agentes institucionales y civiles en el mismo proceso.

5.5. Género y Desarrollo

El enfoque de género en el desarrollo es relativamente nuevo y ha experimentado modificaciones e interpretaciones diversas adecuándose a las exigencias sociales y conceptuales de nuestra época.

Según Mendoza (2002) los enfoques en el proceso de incorporación del género en los planes y proyectos de desarrollo se pueden distinguir en cinco tipos, mismos que surgieron ante los vacíos o deficiencias de los enfoques de desarrollo surgidos desde la segunda guerra mundial y que generaron cambios en las políticas de los gobiernos. Los últimos tres son estrategias que permitieron el paso entre el enfoque MED (visión individualista de la mujer) al GED (visión integradora de sectores marginados) en la década de los 70-80's.

Los cinco tipos de enfoques de desarrollo planteados por Mendoza (2002) son: el enfoque de empoderamiento (ADEMUR, 2002), el enfoque de las necesidades prácticas e intereses estratégicos, el enfoque de autonomía, el enfoque de reglas y procedimientos, el enfoque de igualdad. Se tiene así que para finales de la década de 1970 y durante toda la década de 1980 tras las nuevas conceptualizaciones en materia de desarrollo, el debate en torno al género fue potenciado mediante el surgimiento de las luchas por la igualdad de género derivando en la formulación de nuevos enfoques que permitían la participación activa de la mujer en el proceso mismo de desarrollo de sus comunidades y de si mismas.

Sumado a esto, se originó un cambio en el paradigma del modelo económico dominante donde las políticas de desarrollo eran enfocadas al crecimiento económico mediante incrementos en la productividad. Teniendo como base lo anterior, a partir de la década de los 90's surge un nuevo paradigma de desarrollo promovido por las Naciones Unidas y publicado en el primer Informe mundial sobre Desarrollo Humano de 1990.

A partir de este nuevo paradigma, se genera otro nuevo aporte en materia del enfoque de género que incluía el nuevo concepto de desarrollo humano dado por el PNUD y originado en la IV Conferencia Mundial sobre las Mujeres en Beijing, China. En esta, la comunidad internacional se comprometió a velar por la igualdad de derechos entre mujeres y hombres. La igualdad de género fue concebida como un factor que afecta al desarrollo en todos sus ámbitos. Este enfoque se denominó como Género en Desarrollo (GED), cuyo objetivo era el desarrollo sostenible e igualitario con toma de decisiones compartidas entre hombres y mujeres (OXFAM, 1997).

El GED buscaba darle empoderamiento a las mujeres y a aquellos sectores menos favorecidos con las políticas que se aplicaban y las que se aplicarían desde ese momento hasta años recientes, es decir, se buscaba un cambio en las relaciones de poder en donde tanto hombres como mujeres pudiesen ser partícipes en la elaboración de programas y proyectos que les beneficiaran, por lo que el PNUD planteó el enfoque de Género y Desarrollo Humano (GDH).

Su análisis se enfoca en las relaciones de género dentro del marco del paradigma del desarrollo humano y enfatiza el impacto diferencial de las políticas en hombres y mujeres, así como el efecto negativo de la desigualdad de género en el desarrollo humano este enfoque apunta que la situación de desarrollo humano afecta a la equidad de género y la equidad de género impacta en la situación de desarrollo humano. Por lo tanto, la equidad de género es un aspecto integral e indivisible del desarrollo humano (PNUD, 2004).

Otro concepto interesante que incluye el enfoque de género y desde una óptica más solidaria es la economía del cuidado que según Corraigo y Escobar (2004) es en si misma un estilo de vida donde se coloca, siguiendo la línea central de economía solidaria, a la persona en el centro de la actividad económica y no al lucro. Este tipo de enfoque de género solidario es practicado en El Salvador sobre todo en aquellas zonas en las que durante el periodo de guerra civil se deterioró las condiciones de vida de los habitantes.

En este tipo de economía la mujer, sobre todo las que se encuentran en condiciones de pobreza, adquieren protagonismo ya que no solamente desarrollan las tareas del hogar, además

puede realizarse profesionalmente como parte de un proyecto por medio del cual no solamente aprende algo nuevo y lo pone en práctica, sino que además recibe un ingreso por ello, colaborando en la manutención del hogar y demostrando que la mujer no solo está para tener hijos/as, lavar platos, ropa y hacer la comida, lo que permite enseñar a la mujer sus derechos y cómo ejercerlos. Por otro lado también es posible incluirla en el medio ambiente, definiéndola como una mujer solidaria del cuidado de una economía ecológica, porque cuida la naturaleza, minimizando así daños irreparables a los medios de vida humana y ecológica. Toma en cuenta el bienestar del medio ambiente en la producción, reproducción, distribución, comunicación, comercialización y en el consumo que se realiza (Montoya, 2005).

5.6. Desarrollo Local

El desarrollo significa mejorar la calidad de vida y el bienestar de la población, empezando por las necesidades inmediatas: salud, alimentación, educación, trabajo, vivienda, ambiente limpio, sano y agradable. Para lograrlo es necesario llevar siempre hacia adelante un proceso que beneficie al conjunto de la población sin afectar a otros. Este proceso implica organizar mejor el espacio donde vive la población y el entorno que la rodea, y además, ir construyendo o reconstruyendo un tejido de relaciones sociales y oportunidades económicas que permita vivir en armonía al conjunto de la población presente y futura (Auradou, 2007).

Cuando hablamos de desarrollo local estamos hablando de este proceso de transformación pero referido a una localidad, a un lugar determinado, que cuenta con un territorio delimitado, una población y un gobierno o autoridad que rige sobre este espacio. En este sentido, en el país, este espacio local se puede referir a una localidad, un municipio, un grupo de municipios circunvecinos o conectados unos con otros (una microrregión), un departamento, o una región. Esto es así si nos guiamos principalmente por los límites políticos administrativos del territorio. Pero además, desarrollo local se puede referir también al proceso que se desarrolla en una cuenca hidrográfica, una subcuenca o una microcuenca, esto es si nos guiamos por los límites naturales del territorio (Auradou, 2007).

El desarrollo local es un proceso que se realiza en un territorio determinado del país, que considera las particularidades de estos lugares o localidades, pero que no es aislado, sino que

debe estar vinculado o articulado al desarrollo nacional, ya que forma parte de éste. El desarrollo implica componentes sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales, que tienen elementos que están interrelacionados, y para lograr un desarrollo equilibrado es necesario el avance de todos los componentes (CEPAL, 2010).

La participación de la población es el involucramiento de la gente en el quehacer del municipio o de un territorio determinado. Se refiere a la participación de la población que es parte de esta unidad territorial para conocer y analizar su situación, identificar y priorizar sus necesidades y problemas, proponer formas de atender esas necesidades y solucionar esos problemas. Es pues, la participación para decidir qué hacer en función del interés común del municipio; es participar, como individuos y como colectividad en la toma de decisiones de su localidad, caserío, cantón y municipio; es participar en la orientación de este proceso. Requiere entonces de planificación, organización, concertación, coordinación, de aportar en la realización de este proceso (CEPAL, 2010).

Está claro que son limitadas las posibilidades de desarrollo de una población que no cuenta con calles de acceso al municipio ni calles internas, o que éstas se encuentran en mal estado, o que carece de agua potable y energía eléctrica, o que le faltan locales adecuados para atender la educación y la salud de la población, o que no dispone de las instalaciones y las maquinarias y herramientas necesarias para poder crear riqueza.

Por otra parte, tampoco se puede decir que un municipio ha logrado su desarrollo por el hecho de tener resueltas la mayoría de necesidades en la cabecera municipal o casco urbano, si en las demás localidades (cantones y caseríos que son parte de ese municipio) sigue habiendo muchas necesidades que no se han resuelto.

Entonces, la cobertura de esta satisfacción debe ser en todo el municipio, o en todas las localidades que se encuentran dentro del área de una determinada unidad territorial (CEPAL, 2010).

5.6.1 Respetar la capacidad de la naturaleza

Si se logra mejorar la calidad de vida de la población, que es buena parte de lo que se busca con el desarrollo, pero a costa de sangrar a la naturaleza de una manera que esta no se recuperará, este desarrollo no será sostenible. De igual forma no habrá sostenibilidad, si la acción de la gente sobre el medio ambiente hace disminuir la productividad de la naturaleza de manera que esta no podrá proveer en el futuro los recursos con que contamos hoy. Esto significa que en la búsqueda del bienestar humano hay también límites que impone la naturaleza.

El desarrollo local debe asumir los condicionantes que implica respetar esos límites, pero a la vez debe buscar la recuperación, mejoramiento y conservación del ambiente para tener un mayor margen de servirse de la naturaleza en función del bienestar humano. Este desarrollo del medio ambiente, significa cuidar la tierra, los animales, las plantas, el agua; crear un lugar donde se pueda respirar a gusto, sin contaminaciones, con abundante agua limpia; y cuidar todo lo que la naturaleza nos proporciona (CEPAL, 2010).

5.7 Manejo Integrado de Cuencas

Al hablar de manejo integrado de cuencas se introduce el concepto de cogestión de cuencas, entendiéndose como la gestión conjunta, compartida y colaborativa mediante la cual diferentes actores locales integran esfuerzos, recursos, experiencias y conocimientos para desarrollar procesos dirigidos a lograr impactos favorables y sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y el ambiente en las cuencas hidrográficas, en el corto, mediano y largo plazo.

La cogestión enfatiza en los procesos de empoderamiento comunitario y de las organizaciones locales, pero armonizados, articulados y vinculados a las competencias de los diversos niveles y sectores nacionales relacionados con el manejo integral de cuencas (FAO, 2005).

En manejo de cuencas la gestión es el proceso para lograr la implementación de las actividades de cuencas, sirve para materializar la planificación y las necesidades de manejo. Se gestiona el recurso financiero, materiales, insumos, recursos humanos. También se gestiona el fortalecimiento de las organizaciones y el apoyo institucional.

5.7.1 Elementos que caracterizan la cogestión de cuencas

- Enfoque integral y sistémico de la cuenca, con el agua como recurso integrador de la misma.
- Participación activa, real, conjunta y colaborativa e integración de los actores clave en cada cuenca.
- Acción-investigación con mecanismos de reflexión para orientar las acciones y la toma de decisiones.
- Innovación, generación, intercambio y sistematización colaborativa de conocimientos y experiencias.
- Utilización de mecanismo de comunicación, alianzas de aprendizaje, convergencia, retroalimentación y formación de capital humano.
- Desarrollo de procesos y aprendizajes que permiten ajustes (adaptación) al proceso mismo, con base en las experiencias aprendidas.

5.7.2 La Cuenca como Unidad de Planificación y Gestión Social

La unidad de planificación y gestión es la cuenca, que difiere de los municipios, estados y naciones. Estos son determinados por la política, las cuencas son por fuerzas naturales. Es una nueva dimensión espacial, unificadora por naturaleza. Es un nuevo concepto de territorio para el cual las comunidades necesitan prepararse para comprender sus límites y fenómenos.

Mientras en las divisiones políticas el río todo lo divide, generalmente, en la cuenca el río a todo lo une. Todo lo que es hecho en una cuenca llegará al río, pues un río es la línea que une los puntos continuos de altitud más baja de la cuenca (Moya, 2006).

5.7.3 Enfoque de manejo de cuencas

Cuando el agua es el centro de la planificación y manejo, allí adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad de agua, y depende de cómo funciona y se maneja el sistema hídrico, se da origen al “manejo de cuencas”.

Cuando los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo, pero se mantiene al recurso hídrico como elemento integrador de la cuenca, se da origen al “manejo sostenible de cuencas”.

Cuando el enfoque es amplio y se define que el centro de la planificación y manejo es el ambiente, pero manteniendo el rol estratégico del recurso hídrico, se da origen al “manejo de integral de cuencas” (Moya, 2006).

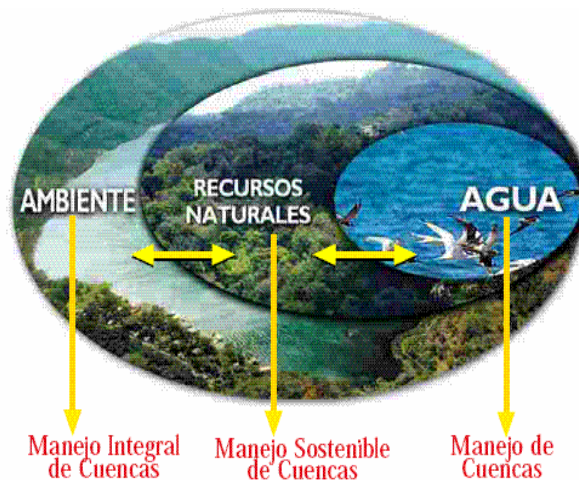


Figura 1. Enfoque de manejo de Cuencas.

5.8 Definición del Agua

El agua es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Las personas poseen el 65% al 75% de su peso en agua y el porcentaje es menor a medida que la persona crece, y en algunos animales supera el 99%. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), actualmente 80 países del mundo sufren debido a la falta de agua. En la China, donde se concentra 1/5 de la población mundial y menos de 1/10 del agua del planeta Tierra, se han secado el 35% de los pozos (Aparicio, 2001).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que alrededor de quinientos millones de personas al año contraen enfermedades incapacitantes transmitidas por el agua o relacionadas

con ella, con 10 millones de defunciones, de las cuales aproximadamente el 50% ocurren en la población infantil (CESTA, 2005).

De acuerdo a estimaciones del Banco Mundial, más de mil millones de habitantes en el mundo no tienen acceso a suministros de agua apta para el consumo y 1,700 carecen de saneamiento adecuado (USAID, 1999).

Según la OMS, garantizar el suministro a esos mil millones de personas requeriría una inversión cinco veces superior a la que se destina a este fin actualmente, es decir unos 50.000 millones de dólares al año. El abastecimiento de agua urbano cuesta unos 105 dólares por persona y una media de 50 dólares en el medio rural (OMS, 1998).

5.8.1 Valorización ecológica del agua

Para garantizar el agua como un bien público, la sociedad debe inicialmente reconocerla como un elemento natural que es del ciclo hidrológico. Se hace necesaria la sensibilización de las personas, en especial de los usuarios del agua para una cognición emocional de su pertinencia con el agua. Un ejemplo de esta implicación ecológica es considerar un 30% del flujo mínimo de un río (en un largo periodo) como un límite a ser respetado en el aprovechamiento del agua. Ningún uso aisladamente o la suma de todos los usos podrá secar un río en cualquiera de sus trechos, en cualquier momento (Moya, 2006).

5.8.2 Valorización social

La valorización social del agua como un bien público nos remete al principio fundamental de asegurar su disponibilidad para el consumo humano y de los animales. Todo y cualquier otro uso solamente podrá ser justificado después de que estos sean atendidos. La priorización de los usos del agua es siempre secundaria después del uso para consumo humano y animal, tanto domésticos como salvajes. Un ejemplo de esta implicación social es la reducción de las derivaciones del agua para los diversos tipos de uso en épocas de sequía, cuando esté comprometido el abastecimiento humano. Esto ni siempre es claro para los usuarios y es fuente de grandes conflictos, principalmente en aquellas cuencas en las cuales los puntos de

captación para el abastecimiento humano quedan más abajo de las captaciones para la producción de cultivos (Moya, 2006).

5.8.3 Valorización Económica

La valorización económica del agua como un bien público nos lleva a considerar que los sistemas de tratamiento del pasivo ambiental provocado por las aguas usadas, las aguas negras y por todas las demás formas de contaminación hídrica siempre representará más que el doble del costo que los sistemas de captación, tratamiento y distribución del agua. Lo que es público y de todos es el agua y no las aguas negras, las cuales pertenecen a quien las produce. La valorización económica del agua, en realidad, quiere decir la internalización del pasivo ambiental en cada actividad económica como un costo de producción de esta actividad, y no necesariamente la cobranza del agua como un activo o insumo (Moya, 2006).

5.8.4 Recurso Agua en El Salvador

El Salvador tiene una superficie de aproximadamente 20,742 km² y una población de 6, 279,783 habitantes. Es el país más pequeño y más densamente poblado del continente (316 habitantes / km². Se estima que el 90% de los cuerpos de agua dulce superficiales tienen alguna forma de contaminación por causa de desechos y vertidos domésticos, industriales, agroindustriales, hospitalarios (CESTA, 2005).

Según el PNUD los costos sociales reportan índices altos en muertes infantiles al año por contaminación de aguas. Los costos económicos son del orden del 1.2% a 1.7% del PIB, considerando a la población en general.

Al igual que la cantidad del recurso, el acelerado deterioro de la calidad se constituye en otro punto de vulnerabilidad del subsector de abastecimiento de agua potable para la población, la situación de escasez, los problemas originados por el deterioro de los cauces naturales con una secuela de inundaciones y avalanchas con ocasión de tormentas tropicales y huracanes, y la grave situación creada por la contaminación (PNUD, 2001).

El país carece de una política nacional de agua. Las acciones que se realizan ante situaciones de desastres, al igual que la legislación existente, son respuestas aisladas para situaciones específicas. Se debe de adoptar e implementar una política nacional para la gestión del recurso hídrico, cuya falta ha sido uno de los factores que contribuyó a que el recurso cayese a la situación en la que actualmente se encuentra en el país (Jenkins, 2003).

Según estudios del PNUD. El Salvador es uno de los países más privilegiados a nivel mundial en materia de agua, porque hay suficiente líquido para todos debido a que en El Salvador llueve tres veces más que el promedio del resto del mundo. Si de banco acuífero se tratara, “el Pulgarcito de América” tiene cantidades grandes de agua hasta para ganar intereses de los intereses, ya que apenas un 37% de las zonas de recarga es aprovechado en todo el territorio nacional (PNUD, 2001).

Sin embargo, no todos los salvadoreños gozan de esta abundancia del agua de forma equitativa. Esta realidad acompaña a pensar que bajo nuestra tierra existe una capa de agua cual si fuera una alfombra que nos permitiría descansar hasta la saciedad. No sólo por el confort, sino también por lo extensa de la misma. Pero el problema no para ahí sumado a la falta de agua en varios sectores de la sociedad, principalmente los sectores populares, el servicio y administración pública del agua es ineficiente y excluyente (PNUD, 2005).

La situación del recurso hídrico en El Salvador, aparte de ser indispensable para la vida, el agua es el recurso natural renovable más importante y estratégico para el desarrollo económico y el progreso social del país. Sin embargo, el principal problema de degradación ambiental del país está relacionado con este recurso (UNES, 2003).

En los últimos años, los evidentes problemas vinculados como la escasez, contaminación y acceso al recurso hídrico, se están convirtiendo en uno de los principales obstáculos para el logro de avances en materia de desarrollo. Lo anterior resalta la necesidad de tener un adecuado entendimiento de la crisis asociada con el agua, que permita avanzar hacia una gestión integrada de recursos hídricos. En este sentido, la problemática se comprende mejor si se adopta un enfoque multidimensional, es decir, bajo una dimensión cuantitativa (capital

hídrico y escasez física), cualitativa (contaminación), institucional y económica del agua (Miranda, 2003).

5.8.4.1. Capital hídrico de El Salvador

La lluvia representa la principal fuente de agua, ya que a través de esta se alimentan los distintos cuerpos receptores (ríos y lagos) y subterráneos (acuíferos), de las cuales el agua es extraída para satisfacer las necesidades de los diferentes sectores a nivel nacional. En El Salvador, la precipitación anual promedio es de aproximadamente 1,800 mm de lluvia, esto representa 38,283 millones de m³ de agua que caen en el territorio salvadoreño cada año.

Sin embargo, debido al proceso de evapotranspiración, solamente se disponen de 12,633 millones de m³ en concepto de aguas superficiales y subterráneas (33% del total del agua lluvia recibida), aunque se cuenta con un régimen de lluvias adecuado, su estacionalidad hace obligatoria la utilización óptima de dicho recurso (MARN, 2002).

De este capital hídrico anual que posee el país solamente se hace uso de un porcentaje muy reducido, debido a limitaciones físicas y tecnológicas. En 2002, solamente se extraía el 3.9% del total de recursos hídricos y el capital hídrico per cápita era de 2,774 m³ por persona (Banco Mundial, 2004).

Las aguas superficiales del país están representadas por 360 ríos, distribuidos en 10 regiones hidrográficas. Sin embargo, a pesar que El Salvador cuenta con una abundante oferta hídrica a través de la lluvia y sus fuentes superficiales y subterráneas, en los últimos años se ha venido experimentado una crisis severa asociada con la disponibilidad de este recurso. Dicha crisis está relacionada con:

- La escasez física del recurso debido a la disminución de la capacidad del territorio para infiltrar agua (dimensión cuantitativa). Esta pérdida de capacidad está asociada con la alteración del ciclo hidrológico.
- La disminución de la calidad del agua, debido a procesos urbanos y rurales de contaminación de aguas superficiales y subterráneas (dimensión cualitativa).

- Deficiente institucionalidad relacionada con el uso, desarrollo y administración del recurso (dimensión institucional).

5.8.4.2 Desequilibrios en el ciclo del agua: dimensión cuantitativa

Si bien es cierto que El Salvador posee un potencial considerable en términos de los flujos de agua que recibe anualmente, este potencial está cada vez amenazado, en buena medida, por la pérdida de la capacidad del territorio para infiltrar agua en las zonas de recarga de acuíferos. Cuando se altera el uso del suelo que permite la infiltración de agua, los suelos se vuelven impermeables, disminuyéndose así la capacidad de éstos para infiltrar agua. Esto genera un desequilibrio en el ciclo del agua.

El agua que estaba destinada a infiltrarse y a alimentar los acuíferos en época lluviosa, se suma a los volúmenes de agua que en condiciones normales se desplazan en la superficie (escorrentía), generándose así un exceso de agua que antes no se tenía. Este exceso puede manifestarse en inundaciones, procesos erosivos del suelo y aumentos en la sedimentación de las represas.

Además, la alimentación de los acuíferos y ríos en época seca se ve interrumpida, afectando de esta manera la disponibilidad física del recurso para usos residenciales e industriales, entre otros (Ventura, 1995).

Lo anterior resulta importante ya que la mayoría de las principales ciudades y áreas rurales de El Salvador se abastecen de agua a partir de fuentes subterráneas de agua de los Valles Interiores. Por lo tanto, en la gestión del recurso hídrico del país, la adecuada protección y conservación de las áreas de recarga resulta clave si se quiere mantener en forma sostenible los reservorios de agua.

5.8.4.3 Contaminación del agua: dimensión cualitativa

El problema relacionado con la disponibilidad del recurso hídrico también tiene expresiones en su dimensión cualitativa, manifestada en una disminución de su calidad debido a procesos de contaminación generados en zonas urbanas y rurales del país. La situación de la calidad del

agua en la mayoría de cuerpos superficiales y subterráneos en el país es alarmante. La mayoría de aguas servidas residenciales e industriales son una de las principales fuentes de contaminación, ya que son arrojadas a los ríos prácticamente sin ningún tratamiento. Solamente el 2% de las aguas residuales del país reciben algún tipo de tratamiento.

En 1981, un estudio sobre calidad sanitaria, realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en 40 ríos del país, señala que el 42.5% de estos cuerpos de agua presentaban una calidad sanitaria de “mediocre” a “pésima” y un 40% de “pésima” (Ventura, 1995).

Sobre lo anterior, se puede observar que en los últimos veinticinco años el país ha estado enfrentando severos problemas relacionados con la contaminación del agua en sus principales cuerpos de agua. Esto último tiene expresiones en los fuertes impactos relacionados con la disminución de la calidad del agua y las afecciones severas en la salud de las personas.

5.8.4.4 La institucionalidad del sector de recursos hídricos

Un aspecto crucial para enfrentar la crisis del agua que vive el país está relacionado con la construcción de una institucionalidad adecuada que permita el uso, desarrollo y gestión del recurso en forma integrada. Actualmente la institucionalidad asociada con la gestión del recurso hídrico posee un enfoque sectorial tradicional sobre gestión del agua, el cual fomenta una estructura institucional fragmentada y toma de decisiones que se superponen o generan conflictos entre los distintos usos.

Según el MARN existen 27 instituciones públicas vinculadas con la gestión del recurso hídrico, y la legislación y normas del país relacionadas a dicho recurso, se encuentran dispersas y bajo distintos regímenes normativos. Agrega, además, que actualmente no se cuenta con una Ley General de Aguas y de una institución rectora de la gestión integrada del recurso (MARN, 2002).

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) es la institución encargada de proveer los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el

país; sin embargo, la institución no logra proveer dichos servicios a la totalidad de la población. Desde su creación, la zona de influencia de ANDA se ha concentrado en las áreas urbanas de mayor población (OPS-OMS, 2000).

Actualmente los servicios de agua potable y saneamiento en el país son cubiertos por ANDA, alcaldías, sistemas comunitarios y por programas y proyectos financiados por la cooperación internacional.

Según ANDA, para 2003 el porcentaje de la población del país con acceso a servicios de agua potable y saneamiento fue de 65.3 y 72.6%, respectivamente (ANDA, 2003). En este contexto, la población rural del país se encuentra en desventaja frente a la urbana. Para ese mismo año, solamente 31.4% de la población rural tuvo acceso a agua potable, mientras que el porcentaje de la población urbana con acceso a dicho servicio fue de 97.9% (ANDA, 2003).

Con respecto al acceso a instalaciones de saneamiento, la participación de la población rural y urbana a dicho servicio fue de 52.6 y 91.8%, respectivamente (ANDA, 2003). A pesar que en los últimos años la institución ha mejorado la cobertura de los servicios en zonas rurales como urbanas, un estudio realizado por la OMS-OPS en 2000 señala que la institución enfrentaba problemas relacionados con la intermitencia de los servicios, obsolescencia, falta de rentabilidad y baja cobertura de los servicios en áreas rurales (OMS-OPS, 2000).

Con respecto a la contaminación del agua, y de acuerdo con la Ley del Medio Ambiente de 1998, el MARN es el encargado de elaborar los programas de prevención y control de la contaminación del agua; levantar inventarios de efluentes; y de velar por el cumplimiento de las normas técnicas de calidad ambiental del recurso agua (RENTCA, 2000).

En cuanto a la protección del recurso hídrico, se le asigna al MARN, mediante la citada Ley, promover el manejo integrado de las cuencas del país; supervisar la disponibilidad y calidad del agua; promover acciones para recuperar y proteger zonas de recarga. La gestión del recurso a nivel nacional encuentra sus principios rectores en la Política Nacional del Medio Ambiente de 2000 y la Política de Sostenibilidad de Recursos Hídricos de 2002.

Sobre lo anterior, el país enfrenta la necesidad de avanzar hacia un enfoque de gestión integrada del recurso hídrico, lo cual supone avanzar también en la creación de una institucionalidad eficiente y una gobernabilidad efectiva del agua (Peña, 2003).

5.8.4.5 Agua y Desarrollo

En El Salvador, de acuerdo con la OMS/UNICEF, entre 1990 y 2013, la cobertura de agua potable por cañería en la zona urbana subió del 69% al 85%, mientras que en la zona rural subió del 16% al 48%. Aunque son aumentos notables, es importante reconocer la brecha por cubrir (OMS, 2013).

Según el PNUD (2001) la crisis del agua en El Salvador tiene varias dimensiones: Una física, una social y una institucional. En la parte física, el agua dulce se vuelve escasa al disminuir la capacidad del territorio para infiltrar agua de lluvia; en lo social, la calidad del líquido se ha empobrecido por la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. En la institucional, los servicios de abastecimientos de agua y de saneamiento son deficientes debido a la gestión inadecuada del recurso hídrico en el país.

En El Salvador, el mal manejo del medio ambiente ha incrementado los niveles de vulnerabilidad y acelerado la contaminación de los recursos hídricos. Esto afecta en primer lugar a las familias más pobres, quienes tienen que emplear una parte importante de su tiempo para obtener agua de calidad que asegure su supervivencia. Según la investigación, realizada por la OMS sobre la crisis del agua, consideran que las familias más pobres de las zonas rurales emplean el 8.5% de su tiempo productivo para conseguir agua (PNUD, 2006).

En El Salvador, la ineficiente gestión del agua se manifiesta en conflictos sociales así como en la contaminación de los recursos hídricos, con la consiguiente amenaza para la salud humana por epidemias y otras enfermedades (OMS, 1998).

Si no se toman medidas para impulsar un esquema de manejo racional de los recursos hídricos en un horizonte de sostenibilidad, El Salvador podría estar experimentando una situación de tensión hídrica junto a otros trece países latinoamericanos hacia el año 2022. En términos

técnicos, la escasez de agua o situación de tensión hídrica ocurre cuando el suministro no alcanza el mínimo anual de 1,700 metros cúbicos de agua potable por persona, necesarios para una vida saludable (PNUD, 2006).

Sumando esta problemática, el cambio climático está intensificando los periodos de sequias e inundaciones, lo cual afecta el suministro de agua y se convierte también en obstáculo para la producción de alimentos.

En El Salvador, ante el aumento de temperaturas, se enfrentarían reducciones en la disponibilidad de agua hasta el 79% para el año 2100, según estimaciones del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, 2014).

También hay que tener presente que los caudales de los ríos del país han disminuido hasta en un 80%, principalmente en la zona norte, durante los últimos 30 años en época seca. El 50% de los ríos tiene calidad de agua regular, 31% son de mala calidad, 7% son de pésima calidad y únicamente el 12% del agua en los ríos está calificada como buena (MARN, 2014).

En cuanto al acceso del agua potable en el país, es en la zona rural donde se presenta mayor precariedad de acceso al agua. Según estadísticas del gobierno (EHPM, 2011), en promedio a nivel nacional 74 de cada 100 hogares del país tienen acceso a agua potable por cañerías, en el área urbana 84 hogares de cada 100, y en el área rural 53 hogares de cada 100. Frente a este escenario son las mujeres pobres quienes menos acceso tienen al suministro y gestión del agua, esto implica una mayor carga de trabajo puesto que para abastecerse de agua tienen que dedicarse más horas de trabajo para acarrearla. Además, la mala calidad del agua provoca enfermedades en los miembros de la familia y son las mujeres quienes mayor tiempo asumen la responsabilidad de cuidar las personas enfermas. Por tal razón se necesita de la aprobación de la Ley General de agua (Erazo, 2012).

5.9 Calidad del Agua

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características deberán permitir su empleo sin

causar daño, para lo cual deberá reunir dos características: a) Estar exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores; y b) Estar exenta de sustancias desagradables para el consumo (color, turbiedad, olor, sabor) (CONACYT, 1999).

Las características biológicas, químicas y físicas del agua afectan su capacidad para sustentar la vida y su idoneidad para consumo y uso humanos. Varios problemas de calidad del agua, incluidas la sedimentación, la eutrofización y la contaminación por bacterias y sustancias tóxicas, han persistido durante décadas.

La calidad del agua puede definirse como la capacidad de un cuerpo de agua para soportar apropiadamente usos benéficos, como los modos en que es utilizada el agua por humanos o vida silvestre, ya sea como bebida o hábitat (Guinea, 1999).

La manera más sencilla de estimar la calidad del agua consiste en la definición de valores o rangos para ciertas variables físicas, químicas o biológicas, que se consideran admisibles o deseables según el uso a que se destine. Corresponde al cumplimiento de determinados valores en función de distintos usos como los que se presentan en la Norma Oficial Salvadoreña O3.07.01.99 (CONACYT, 1999).

5.10. Parámetros de calidad del agua

El índice de Calidad del Agua (ICA), desarrollado por la National Sanitation Foundation, se determina a partir de 9 parámetros que son:

- Oxígeno Disuelto
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- Nitrógeno Total
- Fósforo Total
- Sólidos disueltos Totales
- Turbiedad
- Coliformes Fecales,
- pH
- Temperatura.

A los cuales se les asigna un valor que se extrae de la gráfica de calidad respectiva, el cual está en un rango de 0-100. La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1 Índice de Calidad del Agua (ICA) Propuesto por Brown

Intervalo	Calidad
91-100	Excelente
71-90	Buena
51-70	Regular
20-50	Mala
0-25	Pésima

Fuente: Lobos (2002).

Las aguas con ICA mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella. Las aguas con un ICA de categoría regular tienen menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Las aguas con un ICA de categoría mala pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando problemas con la contaminación. Las aguas con un ICA que caen en categoría pésima pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como la natación.

5.10.1 Parámetros Físicos

Son utilizados en el control de los procesos de tratamiento realizando ediciones de forma continua o discreta. Los parámetros físicos son: sabor y olor, color, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, sólidos en suspensión, sólidos totales disueltos, turbidez.

5.10.2 Sabor y Olor

Según APHA/AWWA/WPCF (1999), el sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas subjetivas, para las cuales no existen instrumentos de observación, ni registro ni unidades de medida, sin embargo el agua adquiere un sabor salado a partir de 300 ppm de cloro (Cl⁻), un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de sulfato (SO₄). El dióxido de carbono (CO₂) libre le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradable (Romero, 1999).

Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materia orgánica en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.

5.10.3 Color

El agua de uso doméstico e industrial tiene como parámetro de aceptación de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra coloreada y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se trata removiendo dicha coloración (APHA /AWWA/WPCF, 1999).

Las aguas superficiales pueden estar coloreadas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales. La presencia de hierro puede dar un color rojizo, y el manganeso un color negro (Romero, 1996).

El color que produce la materia suspendida y disuelta en el agua se le denomina color aparente, una vez eliminado el material suspendido el color remanente se le conoce como color verdadero (APHA/AWWA/WPCF, 1999). El color puede cambiar con el pH de la muestra, por lo que es necesario que al medir el color se reporte también el pH de la muestra (APHA/AWWA/WPCF, 1999).

5.10.4 Conductividad Eléctrica

Es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, de su movilidad y concentración relativa así como de la temperatura de medición. El agua pura prácticamente no conduce la corriente, y en su totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar, dándose casos de dos diferentes concentraciones con la misma conductividad (APHA /AWWA/WPCF, 1996).

El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de estos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

Algunas sustancias se ionizan en forma más completa que otras y por lo mismo conducen mejor corriente. Cada ácido, base o sal tiene una curva característica de concentración contra conductividad. Son buenos conductores los ácidos, bases y sales inorgánicas: HCl (cloruro de hidrógeno), NaOH (hidróxido de sodio), NaCl (cloruro de sodio), Na₂CO₃ (carbonato de sodio). Son malos conductores las moléculas de sustancias orgánicas que por la naturaleza de sus enlaces son no iónicas, como la sacarosa, benceno, hidrocarburos, carbohidratos y otros, estas sustancias se ionizan en el agua y por lo tanto no conducen la corriente eléctrica. Un aumento en la temperatura disminuye la viscosidad del agua y permite que los iones se muevan más rápidamente, conduciendo más electricidad. Este efecto de la temperatura es diferente para cada ion, pero típicamente para soluciones acuosas diluidas la conductividad varía de 1% a 4% (Romero, 1999).

Según la Norma Oficial Salvadoreña, el límite máximo permitido de conductividad para agua potable es de 1,600 micromhos/cm (NSO, 1999).

5.10.5 Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada que corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales, aunque para las aguas potables se indica un valor máximo deseable de 500 ppm (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

5.10.6 Sólidos en Suspensión

Son materiales sólidos de tamaño superiores a una micra, independientemente de que la naturaleza sea orgánica o inorgánica. Gran parte de estos sólidos son atraídos por la gravedad terrestre, se mantienen en el agua debido a su naturaleza coloidal que viene dada por las pequeñas cargas eléctricas que poseen estas partículas que las hacen tener una cierta afinidad por las moléculas de agua.

Este tipo de sólidos como tales son difíciles de eliminar siendo necesaria la adición al agua de agentes coagulantes y floculantes que modifican la carga eléctrica de estas partículas, consiguiendo que se agrupen en floculas de mayor tamaño para así poder separarlos mediante filtración (Tyler, 1994).

Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm de sólidos en suspensión, pero la superficial varía mucho en función del origen y las circunstancias de la captación. Se separan por filtración y decantación.

Estos sólidos enturbian el agua, reducen la aptitud de algunos organismos para encontrar alimento, reducen la fotosíntesis hecha por plantas acuáticas, alteran las redes alimenticias acuáticas, son un transporte de plaguicidas, bacterias y otras sustancias nocivas. El sedimento del fondo destruye los terrenos o sitios de alimentación de peces, obstruye y rellena los lagos, estanques, la fuente principal es la erosión terrestre (Tyler, 1994).

5.10.7 Sólidos Totales disueltos

Es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los sólidos totales suspendidos o porción de sólidos totales retenidos por un filtro y sólidos disueltos totales o porción que atraviesa el filtro (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

Según la Norma Salvadoreña, el límite máximo permitido de sólidos totales disueltos para agua potable es de 600 mg/L (NSO, 1999).

5.10.8 Turbidez

Es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y adsorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. La turbidez en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, plancton y otros organismos microscópicos. En el agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas como arcillas, limo, material orgánico e inorgánico finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos (Tyler, 1994).

La medición de la turbidez es una manera rápida que nos sirve para saber cuándo, cómo y hasta qué punto debemos tratar el agua para que cumpla con las especificaciones requeridas (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

Según la Norma Oficial Salvadoreña, el límite máximo permisible en el agua potable de turbidez es de 5 NTU (Unidades de Turbidez Nefelométricas) (NSO, 1999).

5.11 Parámetros Químicos

Se refiere a procesos estandarizados de tratamiento, se realizan de forma continua y discreta en tratamientos químicos.

5.11.1 Potencial de Hidrogeno (pH)

Según WHO (2003), el pH se define como el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno. La determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o alcalinidad. Un pH menor de 7.0 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor que 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino.

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6.5 son corrosivas, por el anhídrido carbónico disuelto desde la atmosfera o proveniente de los seres vivos, por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato / bicarbonato.

Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido o básico. El límite máximo permitido de pH para agua potable es 6.5-8.0, establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.2 Dureza

La dureza de las aguas se debe a la existencia de determinados cationes en solución, cuya acción sobre los cationes de sodio y potasio produce un precipitado al reaccionar el jabón soluble con dichos cationes para formar un jabón insoluble.

Otra propiedad es que las aguas que presentan cantidades grandes de cationes reaccionan con los pectatos de las legumbres para formar pectatos insolubles, impidiendo su cocción, a la vez que por ebullición pueden provocar depósitos incrustantes en los recipientes que los contienen. El agua debe tener una dureza comprendida entre 60 y 100 mg/l, no siendo conveniente aguas de dureza inferiores a 40 mg/l por su acción corrosiva. El valor máximo aceptable de Dureza Total (CaCO₃) es de 400 mg/L (Catalán, 1990).

Se ha demostrado que la dureza de las aguas tiene un efecto tampón sobre las trazas de metales, disminuyendo su toxicidad. Igualmente la dureza disminuye el riesgo de las

enfermedades cardiovasculares y de otras enfermedades, debido a ciertos elementos presentes en el agua dura; mientras que las aguas blandas, con bajo pH, disuelven fácilmente altas concentraciones de cadmio, plomo, cobre, cinc, los cuales pueden ser causa de algunas enfermedades (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/L de dureza. Niveles superiores a 500 mg/l son indeseables para uso doméstico. La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente, la cual puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación de precipitados formados por filtración, que se conoce como dureza de carbonatos y la que está determinada por todas las sales de calcio y magnesio, excepto carbonatos y bicarbonatos, es la permanente. No puede ser eliminada por ebullición del agua y también se le conoce como dureza de no carbonatos (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable es 500 mg/L, establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.3 Alcalinidad

Según APHA/AWWA/WPCF (1996) es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos, contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonatos (CO_3H^-), carbonato (CO_3^{2-}) y oxidrilos (OH^-), pero también los fosfatos, el ácido silícico u otros ácidos de carácter débil.

Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO_2 en el vapor, que es la fuente de corrosión en las líneas de condensado. También pueden producir espumas, provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas. Se mide en las mismas unidades que la dureza como mg/l en ppm de CaCO_3 (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable es 350 mg/l establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.4 Cloruros

El cloruro generalmente está presente en las aguas superficiales naturales en concentraciones bajas, los límites en el agua no contaminada suelen estar debajo de los 10 mg/l pudiendo ser a menudo menor que 1 mg/l, el ion cloruro (Cl^-) forma sales en general muy solubles, suele ir asociado al ion sodio (Na^+) especialmente en aguas muy salinas. El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de 300 ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al pequeño tamaño del ion que puede penetrar la capa protectora en la interface oxidometal y reaccionar con el hierro estructural. (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

La máxima concentración permisible de cloruros en el agua potable es de 250 ppm este valor se estableció más por razones de sabor que por razones sanitarias. Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

Los excrementos humanos, principalmente la orina, contienen cloruros en una cantidad casi igual a la de los cloruros consumidos con los alimentos y el agua. Esta cantidad es en promedio unos 6 gramos de cloruro por persona por día, que incrementa el contenido de cloro en las aguas residuales en unos 20 mg/l del contenido propio del agua (Tyler, 1994).

El sabor salado del agua producido por los cloruros es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de cloruro de sodio (NaCl). Cuando el cloruro está presente como una sal de calcio o de magnesio, el típico sabor salado de los cloruros puede estar ausente aún a concentraciones de 1,000 ppm (Romero, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable es de 250 mg/l, establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO 13.07.01.99).

5.11.5 Sulfatos

Los sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones. Los estándares para el agua potable tienen un límite máximo de 250 ppm de sulfatos, ya que a valores superiores tiene una acción purgante para las personas (Romero, 1996).

Los límites de concentración arriba de los cuales se percibe un sabor amargo en el agua son para sulfatos de magnesio de 400 a 700 ppm y para sulfato de calcio son de 250 a 400 ppm (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El sulfato es uno de los iones que contribuye a la salinidad de las aguas, encontrándose en la mayoría de aguas naturales. Algunas aguas no lo contienen, y otras presentan más de 2 g/l dependiendo del terreno (Romero, 1996).

Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm; y el agua de mar cerca de 3,000 ppm, aunque en agua pura se satura a unos 1,500 ppm, como sulfato de calcio (CaSO_4), la presencia de otras sales aumenta su solubilidad (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El agua con una concentración de sulfatos menores 600 mg/l es considerada un agua buena. El agua con una concentración superior a 750 mg/l tiene un efecto laxante (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable es de 400 mg/l, establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO 13.07.01.99).

5.11.6 Fosfatos

El ion fosfato (PO_4^{3-}) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico, lo que indica salinidad, contaminación agrícola, actividad bacteriológica, presencia de detergentes y fertilizantes, acción bacteriológica anaerobia (aguas negras). Los fosfatos también estimulan el crecimiento de algas, lo que puede ocasionar su crecimiento rápido (Guinea, 1990).

Los crecimientos rápidos de algas se pueden reconocer con facilidad como capas de limo verde y pueden eventualmente cubrir la superficie del agua. Al crecer las plantas y las algas, ahogan a otros organismos. Estas grandes poblaciones de plantas producen oxígeno en las capas superiores del agua pero cuando las plantas mueren y caen al fondo son descompuestas por las bacterias que usan gran parte del oxígeno disuelto en las capas inferiores. Las masas de agua con altos niveles de fosfatos generalmente tienen niveles altos de demanda biológica de oxígeno debido a las bacterias que consumen los desechos orgánicos de las plantas y posteriormente a los niveles bajos de oxígeno disuelto (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El límite máximo permitido según la Norma Mexicana es de 0.1 mg/para fosfatos y 1000 NMP/ 100 ml para coliformes fecales. El fosfato es un parámetro que no está especificado en la Norma Salvadoreña.

Cuadro 2. Límite máximo permitido según Norma Mexicana para fosfato, coliformes fecales y nitratos.

Parámetro	Fuente de abastecimiento de agua potable	Recreativo con contrato primario	Riego agrícola	Pecuario	Protección de la vida acuática
Coliformes fecales (Número más probable/100 ml)	1 000	200	1 000		200
Fosfato total (mg/l)	0.1				0.025(lagos), 0.05 (afluentes de lagos), 0.1 (ríos)
Nitrato (mg/l)	5			90	

Fuente:
DOF: Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. CE-CCA-001/89.
Diario Oficial de la Federación. México. 1989 (2 de diciembre).

5.11.7 Hierro

El ion hierro se presenta como ion ferroso (Fe^{+2}), o en la forma más oxidada del ion férrico, (Fe^{+3}). La estabilidad de las distintas formas químicas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solución, presencia de materia orgánica acomplejantes.

La presencia de hierro puede afectar la potabilidad del agua y, ocasionar manchas en la ropa de lavado y en la porcelana. Algunas personas son capaces de detectar el gusto astringente dulce-amargo a niveles por encima de 0.30 mg/l. En muestras de agua puede estar en forma de solución auténtica, en estado coloidal puede ser pectinado por materia orgánica, en complejos inorgánicos y orgánicos de hierro o en partículas suspendidas relativamente gruesas, puede estar en forma ferrosa o férrica suspendida o disuelta (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

La concentración suele estar entre 0 y 10 ppm de Fe^{+2} , pero al airear el agua precipita $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de color pardo-rojizo, y el contenido del ion disuelto se reduce a menos de 0.5 ppm. Solo las aguas de pH ácido pueden tener contenidos en hierro de varias decenas de ppm (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El valor máximo admisible en agua potable de hierro es 0.3 mg/l, establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.8 Manganeso

Se encuentra en las aguas subterráneas en forma iónica divalente soluble, debida a la ausencia de oxígeno, existe evidencia de que se encuentra en aguas superficiales en suspensión en su forma tetravalente, como en la forma trivalente en un complejo soluble relativamente estable, produce manchas tenaces en la ropa lavada y en instalaciones de servicios sanitarios (APHA, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable de manganeso es 0.10 mg/l establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.9 Nitratos

Es la forma más prevaleciente de Nitrógeno en el agua porque es el producto final de la descomposición aeróbica del nitrógeno orgánico. El nitrato en fuentes naturales se atribuye a la oxidación del Nitrógeno del aire y a la descomposición de la materia orgánica por la acción bacteriana (Tyler, 1992).

Según WHO (2003) las aguas normales contienen menos de 10 ppm y el agua de mar hasta 1 ppm, pero las aguas contaminadas por fertilizantes pueden llegar a varios centenares de ppm. Su presencia en las aguas superficiales conjuntamente con los fosfatos determinan la eutrofización, que se caracteriza por un excesivo crecimiento de algas (APHA/AWWA/WPCF, 1996).

El límite máximo permitido para agua potable de nitratos es 45.0 mg/l establecido por la Norma Oficial Salvadoreña (NSO, 1999).

5.11.10 Oxígeno Disuelto

Es la medida de oxígeno disuelto en el agua, expresado como mg de oxígeno por litro de agua. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es menor de 5 mg/l, indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Romero, 1996).

El agua de buenas características tiene un nivel de 8 mg/litro de oxígeno disuelto, dependiendo este valor de la temperatura. El oxígeno se encuentra en solución en todas las aguas superficiales y subterráneas, aumentando la salinidad y la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye. La presencia de oxígeno en el agua es debida a la absorción de este elemento del aire por parte del agua lluvia, que después retiene su contenido atravesando el terreno hasta llegar a los mantos acuíferos, manteniendo constante su nivel de oxígeno (Tyler, 1992).

La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces, a saturación y al nivel del mar oscila aproximadamente entre 15 mg/l a 0°C y 8 mg/l a 25°C (Rodier, 1989).

La Normativa Salvadoreña no especifica límite, y la Normativa de usos recreativos establecidas por la Organización Mundial de la Salud es de 6.5 mg/l.

5.12 Calidad microbiológica del agua

La presencia y extensión de contaminación fecal es un factor importante en la determinación de la calidad de un cuerpo de agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano. El examen de muestras de agua para determinar la presencia de microorganismos del grupo coliforme que habitan normalmente en el intestino humano y de otros animales de sangre caliente, dá una indicación. Dada la limitada capacidad de algunos miembros del grupo de organismos coliformes para sobrevivir en agua, sus números también pueden emplearse para estimar el grado de contaminación fecal (WHO, 2003).

5.12.1. Grupo Coliformes

Son bacterias Gram-negativas en forma de bastoncillos, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos que fermentan la lactosa a una temperatura de 35-37 °C, produciendo ácido, gas y aldehído en un periodo de 24-48 horas. Son oxidasa negativa y no forman esporas capaces de crecer en presencia de sales biliares u otros compuestos tensoactivos. Tradicionalmente se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia*, *citrobacter*, *enterobacter* y *klebsiella* (CEPIS, 2000).

La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que este 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 (Romero, 1996).

5.12.2. Coliformes Fecales

Son bacterias pertenecientes al grupo de la *Escherichia coli*. Son una familia que se encuentra comúnmente en plantas, suelo y animales, incluyendo a los humanos (Jawest, 2005).

La determinación de coliformes fecales en agua es un análisis de contaminación fecal más reciente que la determinación de coliformes totales, por eso los coliformes fecales son el microorganismo patrón utilizado por muchos laboratorios.

Se consideran coliformes fecales a: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*. Entre las enfermedades que producen las bacterias tenemos: *Escherichia coli* produce dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre; *Klebsiella* produce enfermedades respiratorias; *Citrobacter* produce alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal (Jawest, 2005).

5.12.3 *Escherichia coli*

Se refiere al grupo de bacterias que vive en el intestino de los seres humanos y animales de sangre caliente (Velásquez, 2012).

Bacilo Gram negativo, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas y que poseen la enzima B-D Glucoronidasa y es capaz de romper el sustrato fluorogénico con producción de fluorescencia con MUG (Metil umbeliferil glucoronido). La mayor especie en el grupo de coliformes termo tolerantes es la *Escherichia Coli* y en menor las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (CEPIS, 2000).

Escherichia Coli se encuentra muy difundida en la naturaleza y aunque la mayoría de las cepas tienen probablemente su origen de las heces, su presencia particularmente en pequeño número no significa necesariamente que los alimentos contengan materia fecal, pero sí sugiere un bajo nivel de higiene. Algunos serotipos son patógenos para las personas y los animales, causando gastroenteritis en niños y niñas, lactantes, infecciones de vías urinarias, diarrea de los viajeros, lesiones supuradas, diarrea blanca de los terneros (CEPIS, 2000).

5.12.4 Bacterias Heterótrofas

Las bacterias heterotróficas se definen como aquellas bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO_2 como fuente de carbono. Esta definición de bacteria heterótrofa es amplia e incluye tanto a las bacterias saprofitas como a las patógenas. Por lo tanto, las bacterias que causan enfermedades como las que no causan son heterótrofas (CEPIS, 2000).

5.13 Contaminación del agua

Es la incorporación de materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos de aguas residuales que deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para bebida, regadío, lugar de recreo, soporte de vida acuática. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inservible para los usos pretendidos. Entre los contaminantes del agua tenemos:

5.13.1 Microorganismos patógenos

El agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas en descomposición, fuentes minerales y materias fecales (Tyler, 1994).

La transmisión a través del agua de organismos patógenos ha sido la fuente más grave de epidemias de algunas enfermedades. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños(as). Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Un buen índice para medir la salubridad en lo que se refiere a estos microorganismos es el número de bacterias presentes en el agua (Tyler, 1994).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que en el agua para consumo no debe haber colonias de coliformes por 100 ml de agua. Se considera que el número de microorganismos portadores de enfermedad en el agua es proporcional al número total de microorganismos y que una cantidad total baja representa un menor riesgo de contraer una enfermedad; sin embargo, se han dado casos en que enfermedades virales han sido transmitidas por aguas que cumplen estrictamente con las normas de control de bacterias (OPS, 1998).

Entre las enfermedades más conocidas cuyos microorganismos pueden ser transmitidos por el agua están las siguientes:

- a) De origen bacterial: Fiebre tifoidea (*Salmonella typhi*), Fiebre paratifoidea (*Salmonella paratyphi*), Cólera (*Vibrio cholerae*), Disenteria bacilar (*Shigellaspt*), Gastroenteritis (*Salmonella spp*).
- b) Protozoos patógenos: Disentería amebiana (*Entamoeba histolytica*), Giardiasis (*Giardia lamblia*), Meningoencefalitis (*Naegleria gruberi*), Criptosporidiosis (*Cryptosporidium*).
- c) Virus: Los principales virus asociados con el agua son: Gastroenteritis Viral, Diarrea iral, Hepatitis Infecciosa, Virus del Polio (3 tipos), Virus Adeno (32 tipos), Virus Echo (34 tipos) (Romero Rojas, 1999).

5.13.2 Desechos orgánicos

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir, en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno (OPS, 1998).

5.13.3 Sustancias químicas inorgánicas

En este grupo están incluidos ácidos y sales que provienen de descargas domésticas, agrícolas, erosión del suelo e industrias de metales, tóxicos como el mercurio y el plomo que provienen de aparatos eléctricos, baterías de carro, plásticos, vidrio, cerámica. Si estos ácidos y sales se encuentran en grandes cantidades pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua (OPS, 1999).

5.13.4 Nutrientes vegetales inorgánicos

Los nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua con mal olor e inutilizable (Tyler, 1994).

5.13.5 Compuestos orgánicos e inorgánicos

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes y detergentes, acaban en el agua y permanecen en algunos casos largos periodos de tiempo, porque al ser productos fabricados por las personas tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos (Tyler,1994).

5.13.6 Sedimentos y materiales suspendidos

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son en términos de masa total la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos (Tyler, 1994).

5.14 Metales Pesados

Un hecho fundamental de entender los metales pesados es que se desplazan a lo largo de la cadena alimenticia, es decir, que si el agua tiene un determinado metal este puede pasar a las plantas, después si un animal consume esta planta se encontrará el metal en el tejido animal, si después las personas consumen carne de este animal o un derivado como la leche estos metales llegan a las personas y se acumulan en sus tejidos, esto hace de los metales pesados uno de los mayores responsables de la contaminación residual a nivel mundial y uno de los peligros mayores para la salud humana siempre a nivel global. También, porque la gran mayoría de ellos son cancerígenos (provocan cáncer) o teratígenos (provocan mutaciones genéticas) (OMS, 1998).

5.15 Daños de los metales pesados encontrados sobre la salud humana

5.15.1 Aluminio

El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero todavía, cuando uno es expuesto a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud.

Según Flaviano Bianchini la ingestión de aluminio puede tener lugar a través de la comida, sistema respiratorio y por contacto con la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como daños al sistema nervioso central, demencia, pérdida de memoria, apatía, temblores severos (Bianchini, 2008).

El aluminio es un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como son las minas, donde se puede encontrar en el agua. El aluminio se encuentra en altas concentraciones en lagos ácidos y en el aire, también en aguas subterráneas y suelos ácidos como los causados por el drenaje ácido de mina (OMS, 1998).

5.15.2 Cobre

Unas de las consecuencias de la alta acumulación de cobre en el tejido hace que se presente activación de enzimas y destrucción de membranas, lo cual puede causar mutaciones del ADN, cirrosis hepática o enfermedades hereditarias como el mal de Wilson y Menkes, que ocasiona la retención de cantidades excesivas de cobre en el hígado; la acumulación de cobre en el sistema nervioso central produce daño neurológico y en algunos aspectos tiene cierto parecido con la enfermedad de Parkinson, la cual puede acompañarse de manifestaciones siquiátricas, y la aparición en la córnea de un anillo parduzco pericorneal (anillo Kayser-Fleisher) (OMS,1998).

En los últimos años, la OMS (1998) ha presentado al cobre provisionalmente en el listado de elementos que pueden causar daños a la salud humana; por su parte, la Unión Europea ha incluido por primera vez el cobre en un listado similar; y el estado de California en Estados Unidos, ha establecido un nuevo límite máximo para el cobre en agua potable muy por debajo de la norma de la OMS y de la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos de América (USEPA); reduciendo el uso del cobre para cañerías y facilitando la aplicación de materiales alternativos. Es posible que el cobre disminuya la fertilidad en los machos y en las hembras.

5.15.3 Hierro

El hierro puede ser peligroso para el medio ambiente y puede ser encontrado en carne, productos integrales, papas y vegetales. El cuerpo humano absorbe hierro de origen animal más rápido que el hierro de origen vegetal. El hierro es una parte esencial de la hemoglobina: es el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través del cuerpo, pero en altas dosis puede provocar conjuntivitis, corioretinitis y retinitis si entra en contacto con los tejidos y permanece en ellos.

La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna llamada Siderosis. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares (OMS, 1998).

5.15.4 Manganeso

El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra, es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones.

Los efectos del manganeso mayormente ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro. Los síntomas por envenenamiento con Manganeso son: alucinaciones, olvidos y daños en el sistema nervioso. El Manganeso puede causar parkinson, embolia de los pulmones y bronquitis.

Cuando las personas se exponen al manganeso por un largo periodo de tiempo, el daño puede llegar a ser importante. Un síndrome que es causado por el manganeso tiene los síntomas: esquizofrenia, depresión, debilidad de músculos, dolor de cabeza e insomnio (OMS, 1998).

5.15.5 Mercurio

Las fuentes principales de mercurio son las siguientes: pescado, a causa de la contaminación de los mares, insecticidas (que contienen normalmente uno o dos metales pesados que se cuelean en la cadena alimentaria), agua potable (se supone que todo el agua contiene tóxicos a menos que se haya comprobado mediante análisis lo contrario), algunos medicamentos (especialmente los que regulan la alta presión sanguínea y la vacuna contra el tétanos), y el aire contaminado por la industria y los coches (por la tecnología de combustión). Otra fuente de mercurio muy importante es el traspaso de la madre al feto a través de la placenta y al bebé a través de la leche materna por procesos hormonales. Mediante estos procesos la madre traspasa del 40 al 60% de su carga al niño o niña (Sigel, 2005).

Pero la cantidad más grande entra en nuestros cuerpos por los empastes de los dientes. La amalgama usada en éstos contiene normalmente un 50% de mercurio.

Los principales y primeros síntomas del envenenamiento con mercurio son los siguientes: depresiones leves, temblores en las manos, pies y manos fríos, perturbaciones del sueño, entumecimiento, colesterol alto, pérdida de memoria, fatiga, problemas de las articulaciones, hay muchos más.

Entre los efectos que provoca el mercurio en el medioambiente se tiene:

- **Efectos psíquicos**

Ansiedad e inestabilidad emocional, timidez, síndrome de cansancio (crónico), disminución de la memoria, alteración del sueño, depresiones, tendencia al suicidio, pérdida de confianza en si mismo, negatividad, nerviosismo, falta de estímulos, falta de energía, pasividad, adicciones, indecisión, excitabilidad, epilepsia, hiperactividad de los niños y niñas, autismo, disminución de la capacidad de reacción, esclerosis múltiple, párkinson, alzhéimer.

- **Efectos físicos**

Manos y pies fríos, sudor durante la noche, dolores crónicos y de cabeza, pérdida de apetito, peso alto y bajo, herpes (no hay sin Hg), alzhéimer (Hg+Al), perturbaciones de la fertilidad, estreñimiento, problemas de las articulaciones (dolores), pérdida de pelo, impotencia, artritis, sabor metálico en la boca, debilidad general, resistencia a antibióticos, anemia, asma, tensión

sanguínea alta, eczemas en la piel, perturbaciones hormonales, colesterol alto, problemas de audición y de visión, susceptibilidad a infecciones, enfermedades del hígado y riñones (funcionamiento limitado), dislexia, palpitaciones de la boca, neurodermitis, dolores de espalda, debilidad del sistema inmunológico, temblor de las manos, sangrado de encías, úlceras en la boca, glaucoma, enfermedades del intestino y del estómago, arritmia cardíaca, sensibilidad a comestibles, enfermedades virales y de hongos, candida, lupus, alergias, perturbaciones en el funcionamiento del tiroides, vértigo, transpiración abundante, ciática (dolores constantes), lumbago, colitis, cáncer, enfermedades de las glándulas suprarrenales, reuma, rechinamiento de dientes (Sigel, 2005).

5.15.6 Plomo

El plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua. La ingesta de plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia.
- Incremento de la presión sanguínea.
- Daño a los riñones.
- Aborto y aborto sutiles.
- Perturbación del sistema nervioso.
- Daño al cerebro.
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma.
- Disminución de las habilidades de niños y niñas
- Perturbación en el comportamiento de niños y niñas como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.
- El plomo puede entrar a la placenta de la madre, debido a esto, puede causar varios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños y niñas por nacer.

El plomo también ocasiona daños al medioambiente, se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y del suelo. Estos se ven envenenados por plomo, los efectos sobre la salud de los crustáceos puede tener incluso cuando solo hay pequeñas concentraciones de plomo presente (OMS, 1998).

5.15.7 Cadmio

El cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre en combinación con el zinc. El cadmio surge como inevitable subproducto de las extracciones de cobre, zinc y plomo. Después de ser aplicado éste entra en el ambiente a través del suelo, porque es encontrado en estiércoles y pesticidas.

La ingestión del Cadmio por los humanos tiene lugar en gran parte en las comidas. Los alimentos que son ricos en Cadmio pueden en gran medida incrementar la concentración del mismo en el organismo, ejemplo son: mariscos, mejillones, champiñones, cacao y algas secas. Cuando las personas entran en contacto con el cadmio a través del aire pueden dañar severamente los pulmones y riñones (OMS, 1998).

Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el cadmio son:

- Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos.
- Fracturas de huesos.
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad.
- Daño al sistema nervioso central.
- Daño al sistema inmune.
- Desordenes psicológicos.
- Posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.

5.15.8 Arsénico

El arsénico es uno de los elementos que puede ser encontrado debido a sus efectos tóxicos; los enlaces de arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al arsénico a través de la comida, agua y aire. La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel e irritación de los pulmones, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel (OMS, 1998).

5.16 Las Minas en El Salvador

El Salvador es el país más pequeño en territorio, el más poblado y con el ecosistema más deteriorado en Centroamérica. Estas condiciones determinan que industrias extractivas como la minería de metales preciosos sean inviables económica, social y ambientalmente, principalmente porque todos los proyectos se ejecutarían sobre la cuenca del río Lempa.

Y esa es la valoración de instituciones como la estatal Comisión Nacional de Desarrollo (CND), la Conferencia Episcopal de El Salvador (CEDES) y las organizaciones ciudadanas que integran la Mesa Nacional frente a la Minería Metálica. Investigadores como Robert Moran (experto canadiense en minería) y Dina Larios (geóloga de la Ohio University) han proporcionado argumentos científicos inobjetable que advierten sobre la inconveniencia de impulsar la explotación minera en territorio salvadoreño (Moran, 2009).

Esta alerta es confirmada por los daños ambientales provocados por las actividades mineras realizadas en décadas pasadas en la zona nororiental del país (sur del departamento de Morazán y norte de San Miguel y La Unión), donde una decena de ríos están envenenados con cianuro, mercurio, cadmio y otros metales pesados que causan insuficiencia renal, cáncer y otras enfermedades mortales a los(as) pobladores de la zona (Moran, 2009).

A esto se suman los perjuicios que ya están generando las exploraciones mineras de Pacific Rim en el departamento de Cabañas, donde las perforaciones profundizan mantos acuíferos, secan nacimientos y dejan sin el vital líquido a centenares de familias. Esta empresa también ha provocado drenaje ácido en el Cerro Colorado y otros sitios de Metapán, en el occidental departamento de Santa Ana, según comprobó el Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio (CEICOM, 2008).

Pacific Rim también provoca conflictos comunitarios crecientes y ha logrado corromper a muchas autoridades de Cabañas, especialmente los alcaldes municipales, causando lo que representantes de la Mesa Nacional frente a la Minería Metálica llaman “contaminación institucional”. A pesar de esto, las compañías mineras canadienses, australianas y estadounidenses establecidas en el país insisten en ejecutar sus proyectos de explotación, sin

importarles los daños ambientales, pérdidas económicas y confrontaciones sociales que éstos provoquen (CEICOM,2008).

Para lograr los permisos impulsan una fuerte ofensiva mediática con la que buscan engañar a la población con los beneficios de la supuesta “minería verde” y presionar al gobierno salvadoreño que, vale decirlo, muestra una sospechosa pasividad ante el problema. Este texto trata de presentar en un breve resumen la situación de la problemática de la minería de oro y plata en El Salvador, la cual constituye la más grave amenaza para el agua, el medio ambiente y la continuidad de la vida humana, según organizaciones ecologistas, centros de investigación y destacados expertos en el tema.

5.16.1 Legado minero

En El Salvador existió actividad minera en la región nororiental durante unos 100 años, desde finales del siglo XIX (1880) hasta la década del setenta del siglo pasado. Esta industria, aunque llegó a representar el 15% de las exportaciones en 1903 y el 16% en 1913, según los historiadores económicos nunca significó un aporte real al desarrollo nacional, al contrario, se trató de un vil saqueo de los recursos minerales del país (Menjivar, 2008).

Lo que sí dejó la explotación minera de aquella época y que permanece hasta hoy son los daños ambientales. Un estudio del CEICOM efectuado por el químico italiano Flaviano Bianchini en septiembre de 2007, determinó que el río San Sebastián en Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión, está contaminado con venenos mortales como cianuro y metales pesados como manganeso, aluminio y hierro. El estudio señala que en este río no hay peces, anfibios y ni siquiera insectos se observan en las riberas.

En el caso del cianuro, los niveles encontrados rondan los 2.6 miligramos por litro de agua, más de cuatro veces el 0.6 que establece como límite la Organización Mundial de la Salud (OMS). En cuanto al manganeso es 586 veces mayor al nivel permitido, el aluminio es 1,800 veces superior y el hierro es 286 veces mayor a los límites establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y por las normas de la OMS (OMS,1999).

También, Rafael Cartagena y otros vulcanólogos del Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad de El Salvador (UES), examinaron el agua de siete ríos que confluyen en el río Grande de San Miguel, provenientes de El Divisadero, Jocoro y San Carlos, antiguas zonas mineras en el sur de Morazán. Los investigadores encontraron cantidades de mercurio y cadmio que superan con creces los estándares de la EPA y la OMS. De mercurio 36 veces más y de cadmio 72 veces arriba de lo permitido (Cartagena, 2010).

Estos metales pesados incorporados al cuerpo humano a través de alimentos vegetales y animales, el aire y el agua, están causando estragos en la salud de los pobladores. De hecho, la insuficiencia renal es la primera causa de muerte en el Hospital de San Miguel, el principal centro de salud pública al que asisten los habitantes de la zona.

Es necesario aclarar que la minería que dejó estas secuelas era de menor escala y con métodos artesanales. Por tanto, la extracción de metales preciosos a gran escala que ahora Pacific Rim y otras compañías pretenden ejecutar en toda la zona norte del país provocaría un desastre ambiental. Dina Larios advierte que las recargas acuíferas de esa región serían destruidas, los ríos se convertirían en cloacas pues sus caudales son inferiores a las cantidades de agua residual que saldría de las minas y sería el acabose para el principal afluente del país: el río Lempa (Larios, 2008).

5.16.2 Catástrofe ambiental

En el estudio de impacto ambiental del proyecto minero El Dorado (San Isidro, Cabañas), Pacific Rim presenta datos de la dimensión casi inimaginable de la tragedia ambiental, social y económica que sufriría el país si el gobierno y la población permiten la explotación minera, por ejemplo, declara la empresa canadiense que utilizaría sólo en la mina El Dorado, 10.4 litros de agua por segundo, es decir casi 900 mil litros diarios, la misma cantidad que abastecería a una familia promedio durante 20 años (Moran, 2009).

En total son 29 proyectos mineros los que Pacific Rim, Martinique Minerals, Minerales Morazán y otras compañías mineras extranjeras pretenden realizar en toda la franja norte del país, desde Metapán, Santa Ana (occidente), hasta Santa Rosa de Lima, en La Unión (oriente).

Toda esa zona del territorio contiene la principal reserva estratégica de agua debido a las áreas de recarga hídrica y la gran cantidad de ríos que abastecen al río Lempa, de donde proviene el 50% del agua potable del área metropolitana de San Salvador.

Otra dato revelador que ofrece la compañía minera en su solicitud de permiso ambiental presentado al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es el uso de 2 toneladas diarias de cianuro sólo en la mina El Dorado. Este veneno está prohibido en muchos países mineros y en varios estados de Canadá y Estados Unidos debido a los graves daños que causa a la salud de las personas, sin embargo, éste sería el químico que todas las empresas mineras utilizarían en El Salvador para separar el oro del resto de las rocas.

Durante un año, en El Dorado, Pacific Rim usaría 720 toneladas de cianuro y un total de 8,640 toneladas, si la extracción de metales preciosos durara 10 años. Si todas las minas tuvieran igual duración y utilizaran la misma cantidad de cianuro que la de El Dorado, sería 250,560 toneladas en los 29 proyectos.

Para la Mesa Nacional Frente a la Minería, esto significa que la poca agua subterránea y superficial que quedara después de la explotación minera, estaría contaminada con cianuro y con metales pesados y drenaje ácido—. Esto no sólo la haría inútil para el consumo y para las actividades productivas, sino que la convertiría en la peor amenaza para la salud de la población de la zona norte y de casi la mitad del país que necesita agua del río Lempa. (MNFM, 2008).

Según la OMS, la exposición a niveles altos de cianuro por períodos breves produce daños al cerebro y al corazón, estado de coma y muerte, y la exposición a niveles bajos por varios años produce dificultad para respirar, dolor de pecho, vómitos, cambios en la sangre, dolor de cabeza, agrandamiento de la glándula tiroides y otras enfermedades que conducen finalmente a la muerte (OMS, 1998).

La contaminación del agua también tiene como causas el desprendimiento de metales pesados y la generación de drenaje ácido. Esto porque en el subsuelo existe una gran cantidad y

variedad de metales pesados que son removidos y traídos a la superficie en los fragmentos de roca que contienen oro y plata. Así, metales peligrosos como el arsénico, plomo, selenio, talio, antimonio, cadmio y cromo, terminan contaminando ríos y aguas subterráneas, tal como sucedió con los ríos ubicados en antiguas zonas mineras en San Miguel, Morazán y La Unión (Bianchini, 2008).

Según Flaviano Bianchini cuando los metales entran en contacto con el aire y el agua, provocan drenaje ácido. El agua amarillenta del río San Sebastián es el ejemplo más contundente. Esto también desmiente otro de los falsos argumentos de Pacific Rim, referido a que el carácter alcalino del suelo salvadoreño neutraliza el drenaje ácido. En el país existe cal, pero no suficiente para contrarrestar el drenaje ácido. En Metapán, uno de los lugares donde hay más cal, las exploraciones de la compañía canadiense han provocado drenaje ácido (Larios, 2008).

VI. Metodología

Partiendo de los objetivos planteados en la investigación, ésta se fundamenta en procedimientos del método científico, caracterizada por ser de tipo descriptiva-experimental y triangulación de datos, en donde se analizó la calidad del agua y las condiciones de vida de los habitantes del caserío San Sebastián, Cantón San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión.

6.1 Ubicación del área en estudio

El estudio se realizó en el caserío San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de La Unión. Según el VI Censo de población y V de vivienda 2007, el municipio tiene una población de 27,693 habitantes. Está conformado por 8 cantones y 25 caseríos. Los cantones son los siguientes: (figura 1).

(DIGESTYC, 2007).

- 1) Los Mojones
- 2) El Algodón
- 3) La Chorrera
- 4) Pasaquinita
- 5) Copetillo
- 6) Las Pinas
- 7) San Sebastián (área de estudio)
- 8) Las Cañas.

El municipio de Santa Rosa de Lima cubre un área de 128.56 km², la cabecera tiene una altitud de 90 metros sobre el nivel del mar (msnm), a una distancia de 177 km al Este de San Salvador y a 52 km al Norte de la ciudad de La Unión, sobre la Ruta Militar que conduce de San Miguel a la frontera El Amatillo con Honduras. (DIGESTYC, 2007).

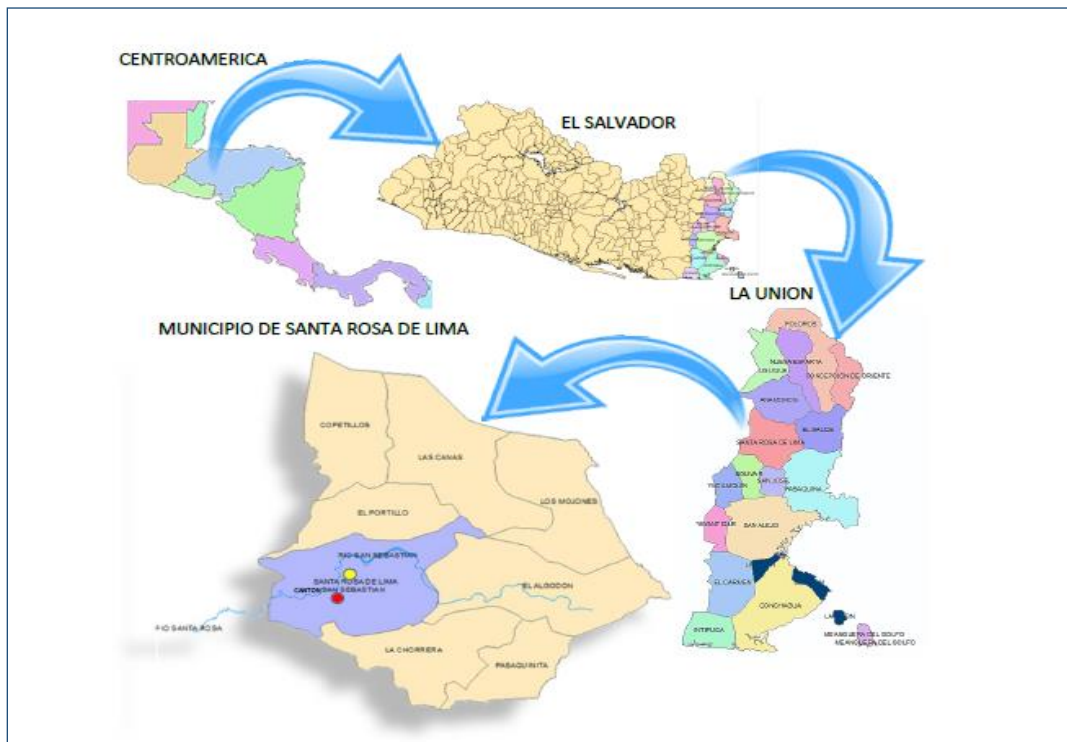


Figura 2. Ubicación geográfica del municipio de Santa Rosa de Lima

6.2 Ubicación de la cuenca del río San Sebastián

La cuenca del río San Sebastián está delimitada al Norte por el municipio de Santa Rosa de Lima, al Sur por el municipio de Bolívar y el municipio de San José, al Este con el departamento de Morazán y al Oeste con el municipio de Pasaquina.(figura 3).

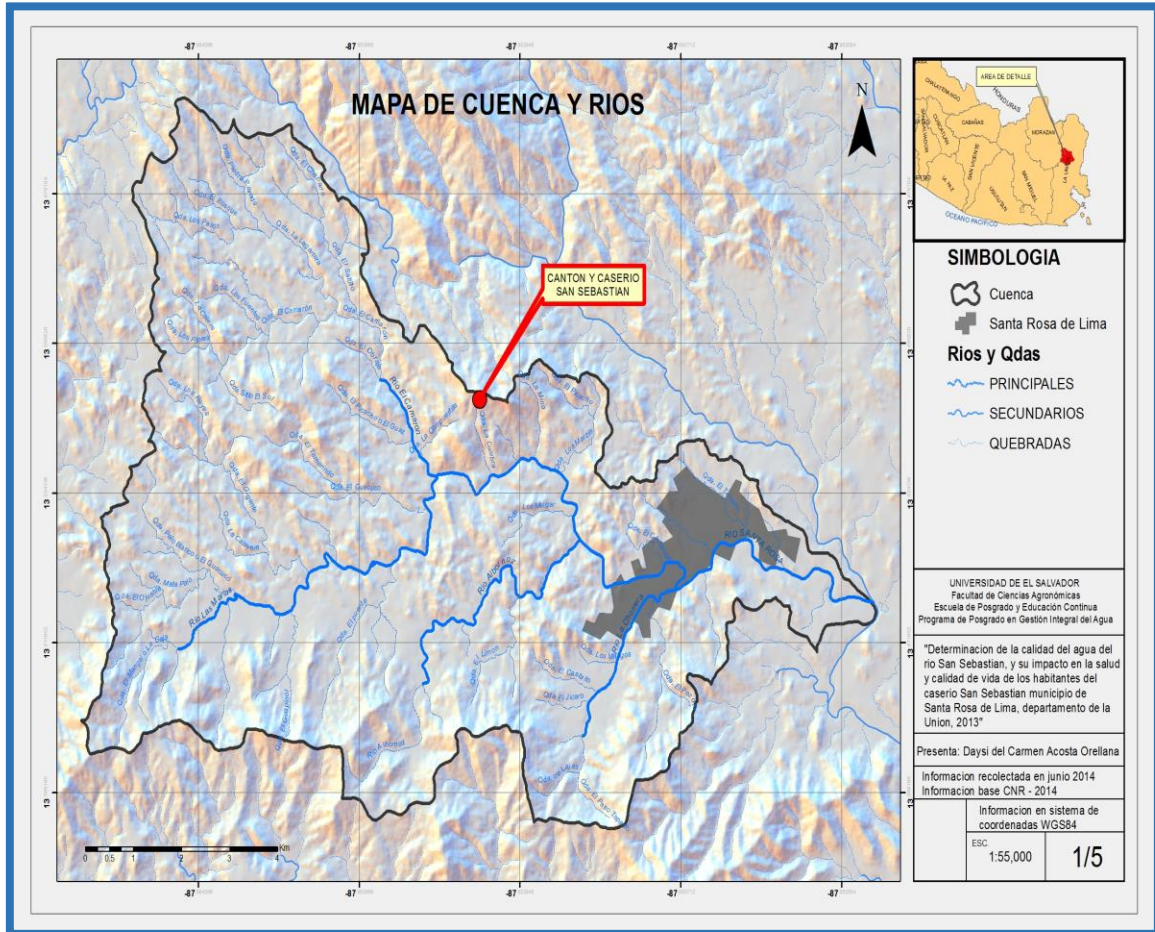


Figura 3. Delimitación de la cuenca del río San Sebastián

6.2.1 Fase de campo

La presente investigación se realizó en dos etapas:

En la primera etapa se visitó el caserío San Sebastián, en el periodo comprendido de julio a noviembre del 2013. Las visitas se realizaron bajo la orientación del líder comunal Lic. Orlando Laínez, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la zona a través de encuestas y de la realización de un taller rural participativo.

La segunda etapa la fase de laboratorio en la que se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en la parte media del río y a dos pozos artesanales que las familias del caserío San Sebastián poseen.

Además, se realizó un análisis de suelos, para determinar la presencia de metales pesados en la parte media de la cuenca San Sebastián.

6.2.2 Encuestas

Las encuestas fueron diseñadas y validadas con el objetivo de recopilar información sobre aspectos económicos, sociales, educacionales, ambientales y de salud, que los habitantes de la zona poseen.

Los datos obtenidos en las encuestas fueron analizados con el programa estadístico informático SPSS19, en el cual se realizaron tabulaciones, representación gráfica de frecuencias, así como la correlación de las variables de aspecto social, ambiental, uso del agua, económico, uso del suelo y aspectos de salud de la zona en estudio.

6.2.2.1 Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra poblacional se empleó el muestreo aleatorio simple, basados en la ecuación siguiente: (Bonilla, 2005).

$$n = z^2PQN / (N - 1) E^2 + z^2PQ$$

Dónde:

N: Tamaño de la población

n: Tamaño de la muestra

P: Proporción poblacional de la ocurrencia de la característica poblacional que se quiere estimar. Se considera = 0.5

Q: Proporción poblacional de la no ocurrencia de la característica poblacional que se quiere estimar. Se considera = 0.5

E: Error muestral, se considera 10% = 0.10

z: Nivel de confianza, se considera 95% que equivale a $z = 1.96$

Sustituyendo valores se tiene:

$$n = z^2PQN / (N - 1)E^2 + z^2PQ^*$$
$$n = 1.96^2 (0.5)(0.5)(1,127) / (1,127 - 1)(0.10)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)$$
$$n = 1,082.37 / 12.2204$$
$$n = 88.57$$
$$n = 89 \text{ encuestas}$$

Para el diseño de la muestra se consideró una población de 1,127 habitantes que conforman el caserío San Sebastián, obteniendo un tamaño de muestra de 89 encuestas, las cuales fueron aplicadas aleatoriamente a la población del caserío San Sebastián (anexo 1).

6.2.3 Taller Rural Participativo (TRP)

Se realizó un taller rural participativo con el objetivo de conocer la realidad de la comunidad de San Sebastián, es decir, rescatar cualitativamente el sentir y el pensar de los habitantes, en el que reconocen los problemas que los afectan, los recursos con los que cuentan y las potencialidades propias de la localidad, esto permite identificar, ordenar y jerarquizar los problemas comunitarios que pueden ser aprovechados en beneficio de todos, referidos principalmente al recurso hídrico.

El taller rural participativo fue coordinado por el líder comunal Lic. Orlando Laínez, quien apoyó en todo el proceso. Los temas considerados en este taller fueron: uso del agua, uso del suelo, infraestructura, riesgos, saneamiento básico, aspectos socioeconómicos y ambientales. El taller fue realizado en la casa de la promotora de salud Sra. María Joya, quien colaboró en confirmar la asistencia de los pobladores del caserío San Sebastián.

El taller inicio con un saludo a las participantes, el objetivo del taller, la importancia de los insumos que como comunidad facilitaron, explicándoles además hacía que se estaría encaminando la información que fuera proporcionada por la comunidad, el líder comunal dirigió un saludo y agradecimiento a los participantes por su asistencia y les solicitó la colaboración para que el desarrollo del taller fuera de mucho provecho.

El vaciado de la información proporcionada por los habitantes fue a través de seis matrices que estaban categorizadas por tema, problema, ubicación, causa, efecto que les ocasiona en la comunidad, posibles soluciones planteadas por los participantes y los actores que ayudarían a resolver la problemática existente.

La participación fue muy activa, estuvieron presentes 19 mujeres, en su mayoría amas de casa y 8 hombres dedicados a la agricultura, quienes expusieron los problemas que les afectan, las causas que lo provocan, que efectos poseen, cuáles podrían ser las posibles soluciones y los actores que podrían intervenir para plantear o proponer posibles soluciones a la comunidad.

La información de la encuesta y del taller rural participativo fueron analizados con estadística descriptiva y triangulación, es decir, a través de la estadística descriptiva se recolectaron, ordenaron, analizaron y se representaron a través de gráficos de frecuencia un conjunto de datos, con el fin de describir las características de la zona en estudio. La triangulación corrobora los hallazgos encontrados en la investigación a través de los métodos aplicados, es decir, a través de la triangulación se verifico y se comparó la información obtenida en diferentes momentos.

6.2.4 Muestreo de fuentes de agua

Se realizó un muestreo del agua del río San Sebastián, en la parte media de la cuenca, en la época lluviosa y se realizó otro muestreo de agua en el mismo lugar del río en la época seca, cuyas coordenadas fueron: 13°38.269' N, 87°55.114' O. Al mismo tiempo se hizo muestreo de agua en dos pozos artesanales que utilizan los habitantes del caserío.

Los análisis del suelo fueron realizados en el Laboratorio de Calidad Integral, de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES).

6.2.7 Identificación de las muestras de agua y suelo

Las muestras fueron etiquetadas conteniendo los datos siguientes: lugar de muestreo, fecha del muestreo, hora de toma de muestra, análisis requeridos y nombre del muestreador.

6.2.8 Fase de Laboratorio

Los elementos analizados fueron:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Sulfatos
- Hierro
- Dureza total
- Nitratos
- Alcalinidad
- Oxígeno disuelto
- Manganeseo
- Turbidez
- Cloruros

6.2.9 Muestreo para el Análisis microbiológico

Para la realización del análisis microbiológico se analizaron dos muestras de agua del río y de dos pozos artesanales, tanto en época lluviosa como en época seca, para la determinación de coliformes totales y fecales. Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos estériles de 250 ml, se conservaron en hielera para brindarle las condiciones óptimas a 4° C y posteriormente se transportaron al laboratorio.

6.3 Toma de muestras para análisis microbiológico

Se tomó una muestra de agua de 250 ml en frascos plásticos previamente lavados y esterilizados. Para el pozo uno la extracción del agua del río se hizo a través de una bomba que conduce el agua en tuberías de pvc hasta un chorro o grifo, a través de él se distribuye el agua

para lavado de ropa, baño y consumo. Antes de tomar la muestra se esterilizó el chorro donde toman el agua, se abrió complemente y se dejó que el agua fluyera 2 o 3 minutos para permitir la limpieza. Se llenó el frasco hasta 2 cm abajo del cuello, dejando el espacio suficiente de aire para la homogenización posterior mediante agitación.

Para el pozo dos, que es artesanal, se extrajo el agua de manera manual, utilizando un balde, se llenó el frasco hasta 2 cm abajo del cuello, dejando el espacio suficiente de aire para la homogenización posterior mediante agitación.

6.4 Parámetros Bacteriológicos

La calidad microbiológica del agua se determinó a través de la detección de coliformes totales y fecales, *Escherichia coli*, empleando la técnica del número más probable NMP/100 mL de acuerdo a los métodos de la APPA, 1992. El recuento de bacterias heterótrofas se realizó por el método de placa fluida.

VII. Análisis de Resultados

Con la información obtenida a través de la aplicación de la encuesta a los pobladores del caserío San Sebastián y la implementación del taller rural participativo (TRP), se verifico y se compararon por triangulación de datos, la información proporcionada en diferentes momentos, lo cual fue muy útil para la validación de la misma, para ampliar y profundizar la comprensión del fenómeno en estudio.

7.1 Aspectos Sociales

El análisis social de los pobladores del caserío San Sebastián se desarrolló en los siguientes aspectos: número de miembros por familia, composición familiar por sexo, edad del encuestado, escolaridad, responsable del hogar, fuentes de ingresos, tipo de vivienda, tenencia de la vivienda.

7.1.1 Número de miembros por familia

El 23.3% de las familias entrevistadas dijo que su grupo familiar lo integran 3 miembros; otro 23.3% dijo que lo integran 4 personas; el 22.1% expreso que su hogar lo conforman 5 miembros; el 10.5% dijo que su grupo familiar estaba integrado por 6 miembros; el 9.3% está conformado por dos miembros en su familia; el 4.7% su grupo familiar está compuesto por 8 miembros; el 3.5% lo conforman 7 miembros; el 2.3% su grupo familiar es de un miembro y un 1.0% está conformado por nueve miembros en la familia. Información que fue corroborada en el taller rural participativo, ya que los pobladores mencionaron que las familias del caserío San Sebastián estaban conformadas en su mayoría por tres a cinco miembros.

7.1.2 Composición familiar por sexo

La población está constituida por 44.2% por sexo masculino y un 55.8% por sexo femenino, en consecuencia la predominancia del sexo femenino en el caserío San Sebastián es resultado de la emigración de los hombres hacia la ciudades o al extranjero en búsqueda de mejores condiciones de vida para la familia (figura 5).

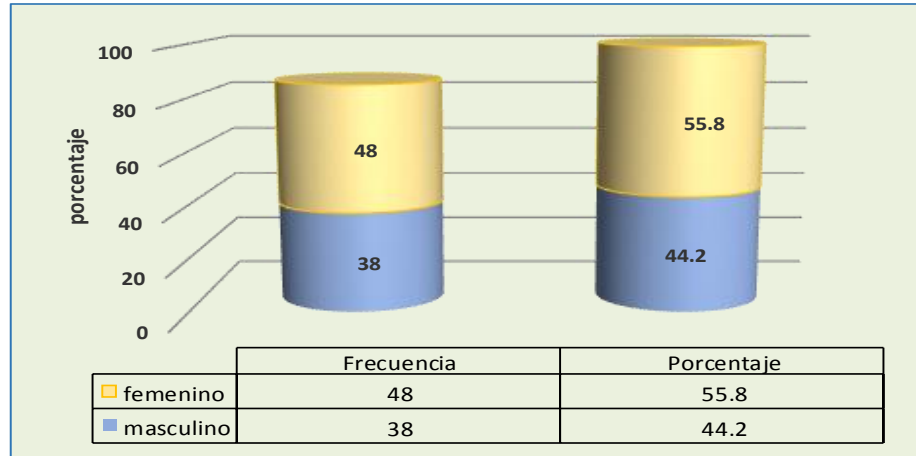


Figura 5. Composición familiar por sexo del caserío San Sebastián.

La emigración ha generado cambios en la división del trabajo por género, como el aumento de responsabilidades de las mujeres, quienes se inclinan a realizar inversiones agropecuarias como la compra de animales de corral que se crían cerca de la casa. Esta forma de inversión tiene sentido dadas las condiciones desfavorables de los precios de los granos básicos y los altos costos de producción, así como por la seguridad alimentaria.

En el taller rural participativo los pobladores mencionaron que no solo los jefes de familia emigraban al extranjero, sino que también los nietos, niños y niñas menores de edad (11-15 años), quienes eran conducidos por un “coyote” o familiar conocido, quien traslada gente a Estados Unidos. Los padres que se encuentran en el exterior, cancelan fuertes cantidades de dinero (\$6,000.00-\$10,000.00 dólares) para llevar a los hijos al extranjero y encontrarse con los padres, mencionaban que esto se había vuelto una práctica en el caserío San Sebastián, ya que les había funcionado por un largo tiempo.

7.1.3 Edad del encuestado

En un 23.3% de los habitantes del caserío San Sebastián, sus edades están comprendidas entre 18 a 25 años; el 22% está comprendido en edades de 35-45 años; el 17.4% sus edades oscilan entre 25-35 años; 16.3% sus edades oscilan entre 65 o más años; observándose que son edades económicamente activas las que prevalecen en el caserío San Sebastián; el 10.5% de los habitantes sus edades están comprendidas entre 45-55 años; y un 10.5% sus edades están entre 55-65 años (figura 6).

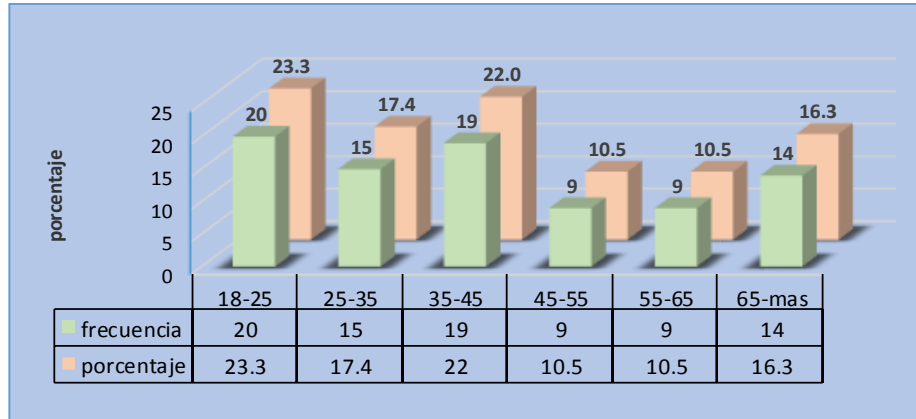


Figura 6. Rangos de edad de las personas en caserío San Sebastián.

7.1.4 Escolaridad

El cantón San Sebastián cuenta con 3 centros escolares:

- Centro Escolar Las Minas (1° – 6° grado)
- Centro Escolar La Presa (1° - 9° grado)
- Centro Escolar El Baratillo (1° - 6° grado)

De los tres centros escolares únicamente el centro escolar Las Minas, está ubicado en el caserío San Sebastián y cuentan solo con educación básica. Los otros dos centros educativos La Presa y El Baratillo se localizan a 10 km del caserío San Sebastián.

Según la información proporcionada por las familias entrevistadas, la escolaridad que poseen los habitantes del caserío San Sebastián es: 40.7% ha cursado únicamente educación básica, 17.4% educación media (7° a 9° grado), 15.1% estudios de bachillerato, 2.3% educación superior y el 24.5% no asistió a la escuela (figura 7).

Según los habitantes, las remesas enviadas desde Estados Unidos son utilizadas en su mayoría para continuar con los estudios, ya que los estudiantes tienen que desplazarse fuera del caserío para continuar los estudios después del sexto grado. El caserío solo cuenta con educación básica, es decir de 1° a 6° grado (figura 7).

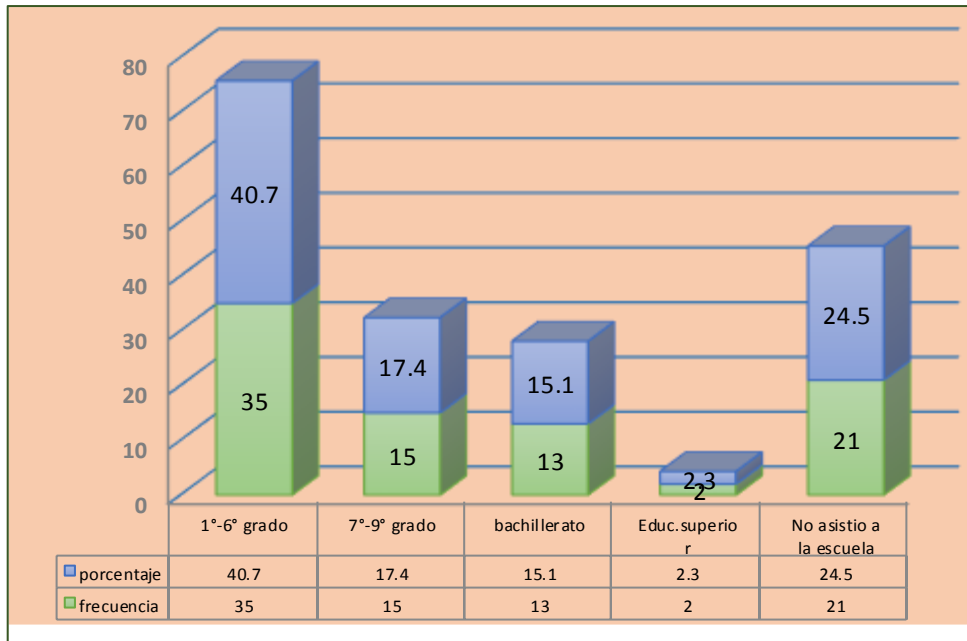


Figura 7. Grado de escolaridad de los habitantes del caserío San Sebastián.

El derecho y acceso a la educación en el caserío San Sebastián es limitado, ya que solo cuentan con educación básica, es decir, de primero a sexto grado. En la participación del TRP los pobladores argumentaban que por condiciones económicas y por la delincuencia no enviaban a los hijos a Santa Rosa de Lima, para continuar sus estudios de tercer ciclo y bachillerato.

Además, expresaron que los hijos recibían clases en condiciones inadecuadas en cuanto a infraestructura se refiere, el personal docente es muy limitado, generalmente recibían clases dos o tres días a la semana, y cuando es la época de lluvias disminuían las posibilidades de ser atendidos por los profesores, ya que suspendían las clases por las condiciones inadecuadas de infraestructura y la alta vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos en la zona.

7.1.5 Responsable del hogar y de los hijos e hijas

En un 51.2% el responsable del hogar es el padre, quien envía remesas desde Estados Unidos a su familia; 24.4% son las madres las responsables del hogar y de los hijos e hijas; en un 14% los responsables del hogar son los vecinos, ya que ni el papá ni la mamá se encuentran en el

hogar, en un 7% son los abuelos los responsables del hogar; 2.3% son la madre y el padre , y el 1.1% son los tíos que se responsabilizan por el cuidado y vigilancia de los hijos.

En el taller rural participativo los pobladores mencionaron que en su mayoría son las madres, abuelos o tíos los responsables del hogar, ya que el padre ha emigrado al extranjero o a la ciudad.

7.1.6 Fuentes de Ingresos

Las fuentes de ingresos en el caserío San Sebastián son en un 33.7% provenientes de las remesas, 30.2% por agricultura, 16.3% generado por el empleo; 11.6% por otras actividades como lavado de ropa, chapeo y limpieza de terrenos vecinos; un 4.7% es generado por negocios y el 3.5% no contestaron por temor o miedo a la situación de violencia que actualmente sucede en el caserío.

En el taller rural participativo los pobladores mencionaron que actualmente el único medio de subsistencia era el uso de la tierra para cultivo, anteriormente consideraban como medio de subsistencia el trabajo en las minas, ya que las empresas mineras los contrataban; en la actualidad ya no cuentan con este recurso.

7.1.7 Tipo de Vivienda

El tipo de vivienda que poseen los habitantes del caserío San Sebastián en la parte alta de la cuenca es en un 52.3% de sistema mixto; el 39.5% de adobe y 8.2% de lámina. Las familias ubicadas en la parte media de la cuenca dijeron que el 94.1% son casas de lámina; 4.7% es rancho de paja, y un 1.2% no respondió o dijo no tener vivienda, ubicados en la parte baja de la cuenca del río San Sebastián.

En el taller rural participativo las personas dijeron que el tipo de vivienda que predomina en el caserío eran casas construidas de adobe, debido en su mayoría a que no tienen acceso a materiales para construir una vivienda digna, considerando que las viviendas de adobe se desploman constantemente por los sismos o por inundaciones.

Según la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (2005), acceso a una vivienda digna es aquella en donde los ciudadanos o las familias pueden vivir con seguridad, paz y dignidad, por lo que los aspectos sociales mencionados impactan negativamente en la calidad de vida y en la salud de los habitantes.

7.1.8 Tenencia de la Vivienda

La tenencia de las viviendas en el caserío San Sebastián está constituida en un 97.7% como vivienda propia, 1.2% es arrendada y el 1.1% la vivienda ha sido cedida como parte del salario que recibe por comodato o promesa de venta.

7.1.9 Aspectos ambientales

Los aspectos ambientales considerados en el caserío San Sebastián fueron: tipo de servicio sanitario en las viviendas, alumbrado eléctrico, sistema de alcantarillado, manejo de desechos sólidos, forma de almacenar el agua, manejo de los recipientes de almacenamiento del agua.

7.1.9.1 Tipo de servicio sanitario que posee la vivienda

El 51.1% de las viviendas del caserío San Sebastián poseen letrinas de fosa, lo que contribuye a la contaminación de los mantos acuíferos debido al arrastre de materias fecales en época de lluvias, ocasionando problemas de salud; el 34.9% de las familias tienen inodoro de lavar; el 10.5% de los habitantes no poseen servicio sanitario; el 2.2% de las viviendas poseen letrinas aboneras y el 1.1% de las viviendas vierten directamente las heces fecales al río (figura 8).

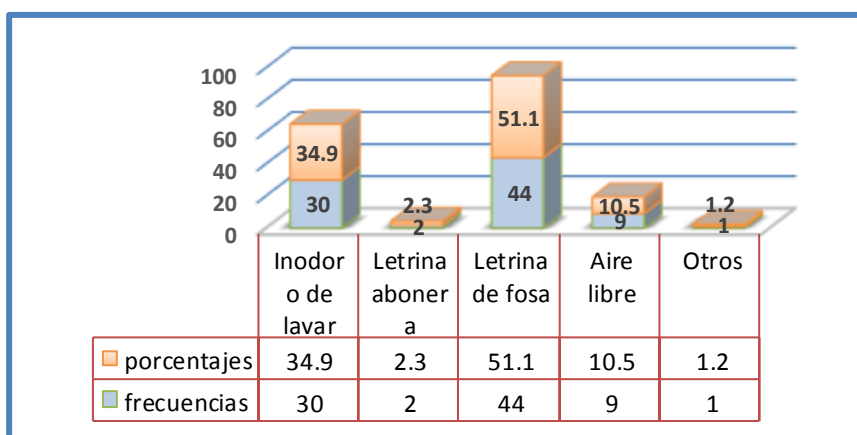


Figura 8. Tipo de servicio sanitario que posee la vivienda del caserío San Sebastián.

7.1.9.2 Materiales de construcción de las viviendas

El 52.3% de las familias entrevistadas en la parte alta de la cuenca dijeron que el techo de las viviendas está construido de teja, en un 39.5% el techo es de lámina de zinc y un 8.2% los techos son lámina de asbesto- lámina zinc. Las familias entrevistadas en la parte media de la cuenca dijeron que el 94.1% el techo es de lámina; 4.7% el techo es de teja y llantas y un 1.2% dijo no poseer vivienda y si tenían era de cartón.

En la parte alta de la cuenca el 52.3% de las paredes de las viviendas están construidas de ladrillo de cemento-arena o sistema mixto, 39.5 % de adobe y un 8.2% las paredes son de lámina. En la parte media de la cuenca el 94.1% de las paredes son de lámina; el 4.7% la pared es de llantas o cartones y un 1.2% dijo no poseer vivienda.

7.1.9.3 Energía eléctrica

El 96.5% de los habitantes del caserío San Sebastián poseen energía eléctrica, mientras que un 3.5% de la población no la poseen y hacen uso de candiles de mecha para poder alumbrar.

El caserío San Sebastián posee energía eléctrica desde el año 1995, proyecto implementado por la Empresa Eléctrica de Oriente (EEO).

7.1.9.4 Sistema de alcantarillado y manejo de aguas residuales

Los habitantes del caserío San Sebastián no cuentan con sistema de alcantarillado sanitario, ya que un 41.9% descargan las aguas residuales en las fosas sépticas; el 26.7% descarga la aguas residuales a la quebrada; el 24.4% arrojan las aguas residuales al suelo fuera de la vivienda y un 7% descargan las aguas residuales en el río San Sebastián.

Todo lo anterior genera contaminación en los cuerpos de agua, así como también en los estratos profundos y superficiales del suelo. Aunado a esto, genera insalubridad y un incremento de enfermedades de origen hídrico en los habitantes de la zona.

7.1.9.5 Residuos sólidos

El 93% de los residuos sólidos del caserío San Sebastián son quemados y un 7% lo entierran. La eliminación de la basura la realizan de esta manera ya que no cuentan con tren de aseo. Sin embargo, eliminar la basura a través de la quema produce contaminación al ambiente y daños a la salud de las personas por la inhalación del humo.

Al enterrar la basura el suelo tiene la capacidad de absorber algunos de los contaminantes que se filtran, convirtiéndose con el tiempo en fuente de contaminación de las aguas subterráneas.

7.1.9.6 Procedencia del agua para beber

Los habitantes del caserío San Sebastián obtienen el agua de: 48.9% dijo que la compraba, ya sea de pipa, barril, agua embotellada; 46.6% poseen pozos artesanales propios, 2.3% de manantial; 1.1% obtienen el agua del río San Sebastián y un 1.1% recolectan agua lluvia (figura 9).

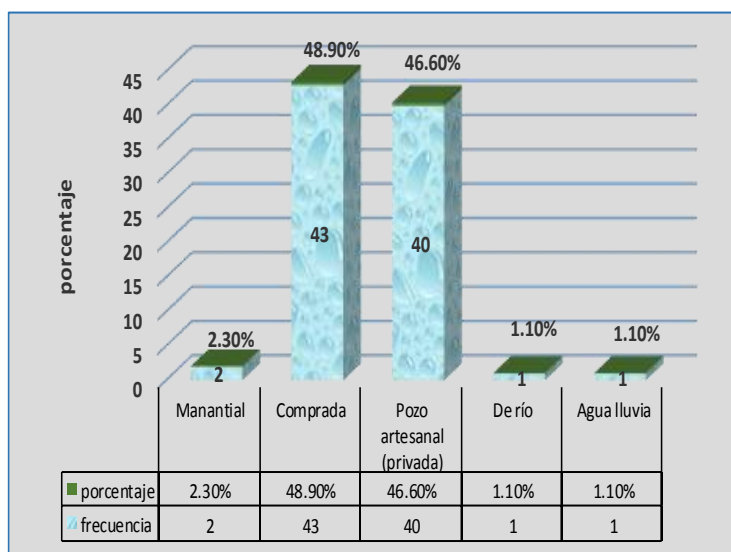


Figura 9. Procedencia de agua para beber del caserío San Sebastián.

Añadieron además que el agua que consumen de los pozos tiene un sabor ácido y un color aceitoso, que les provoca enfermedades de origen hídrico. En el taller rural participativo señalaron la posibilidad de abastecerse de otra fuente de agua localizada a 45 km de la ciudad de Santa Rosa de Lima o de construir por medio del apoyo de alguna institución una pila de captación de agua lluvia para ser utilizada para uso doméstico y para consumo.

El agua proveniente de los pozos artesanales privados son alimentados por el agua del río San Sebastián, quien recibe fuertes concentraciones de metales pesados como plomo, ocasionado por el uso y abuso inadecuado de este metal, producto de la explotación artesanal que ocasionalmente se hacen de las minas San Sebastián, provocando en los habitantes enfermedades mortales a causa de la ingesta de esa agua conteniendo metales pesados (cuadro 5).

7.1.9.7 Frecuencia de la compra de agua

El 50% de los habitantes del caserío San Sebastián compran agua todos los días, un 36% compra agua una vez por semana, el 1.2% compra agua una vez al mes; 8.1% la captan directamente del río y el 4.7% de los habitantes poseen pozos privados artesanales de donde se abastecen de agua todo los días.

7.1.9.8 Uso del agua del río San Sebastián

El 45.3% de la comunidad utiliza el agua del río para oficios domésticos, higiene personal y consumo; el 31.4% hace uso del vital líquido solamente para consumo; y un 23.3% de los habitantes captan el agua del río San Sebastián para usos domésticos y consumo, sobre todo los habitantes de la parte media y baja del río.

7.1.9.9 Recipientes donde almacenan el agua

El 48.8% de la comunidad almacena el agua para consumo en pilas, protegiéndolas con plástico para evitar que se contaminen de polvo, hojas, insectos. Un 30.2% la almacena en cántaros y expresan que los lavan cada tres días con lejía, ya que la utilizan para consumo, baño y oficios domésticos. Un 21% mantiene el agua en ollas de aluminio y en botellas de plástico.

7.2. Características del agua

La información obtenida por la población sobre las características del agua se realizó en base a los aspectos: sabor, olor, tratamiento del agua para consumo, mantenimiento de recipientes donde almacenan el agua y consumo de agua.

7.2.1 Sabor

Según los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua del río San Sebastián, el sabor es un parámetro no normado en El Salvador por la Norma.

En las encuestas realizadas, un 62.8% de la población considera que el agua no posee ningún sabor, lo cual fue validado en el TRP, en el cual expresaron que esto sucede solamente en la parte alta del río, en donde supuestamente el agua está pura, aunque constantemente padecen de dolores agudos de estómago, picazón en el cuerpo, otros.

El 33.7% de los encuestados dijeron que en la parte media y baja del río el agua tiene un sabor dulce; el 1.2% expresan que tienen un sabor ácido, ya que lo relacionan con la extracción minera, lo cual afecta la salud de los habitantes, quienes no tienen condiciones económicas para darle tratamiento al agua. El 2.3% no respondió (figura 10).

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con el enunciado por Stock 3(2003), quien dice que la presencia de metales pesados en el agua como el mercurio provoca un sabor ácido en el agua, especialmente ante la presencia de arsénico, el cual en la ingesta de agua puede ser acogido rápidamente por el cuerpo, provocando: dolores agudos estomacales, fatiga, ascariasis, depresión, irritabilidad, vértigo; efectos psíquicos como ansiedad, timidez, alteraciones del sueño, epilepsia; efectos físicos como sudores en manos y pies, entre otros.

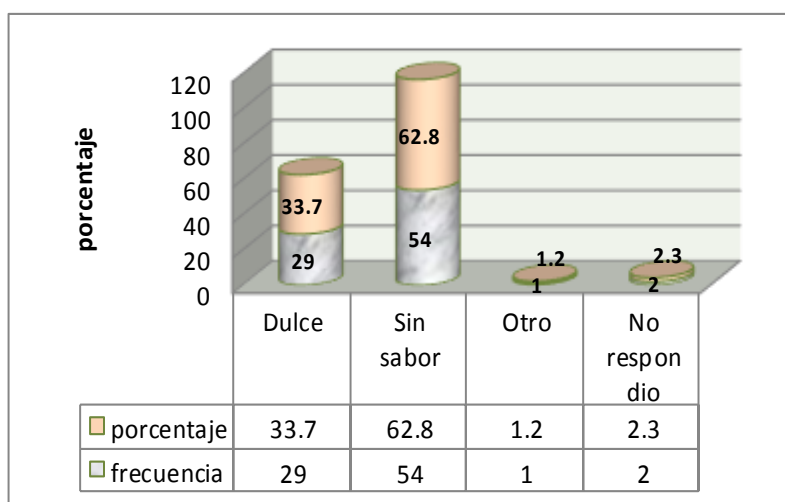


Figura 10. Percepción de los habitantes en cuanto al sabor del agua del río San Sebastián.

Debido a las actividades antropogénicas que realizan los habitantes del caserío San Sebastián en la parte alta de la cuenca, como la extracción minera realizada de manera artesanal, las concentraciones de metales pesados que se desprenden de estos procesos y por lluvia que hacen que dichos metales se oxiden, es decir, desprendan ácido, y dichas aguas son vertidas directamente al río San Sebastián sin ningún tratamiento, provocando la contaminación del mismo por metales pesados, ocasionando enfermedades de origen hídrico a los pobladores.

Según APHA/AWWA /WPCF (1999) el agua adquiere un sabor salado a partir de 300 ppm de cloro (Cl⁻), un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de sulfato (SO₄). El dióxido de carbono (CO₂) libre le da un sabor picante. Trazas de fenoles y otros compuestos orgánicos y químicos le confieren al agua un color y sabor desagradable.

7.2.2 Color del agua del río San Sebastián

El 94.3% de las personas entrevistadas dijeron que el color del agua del río San Sebastián es aparentemente clara, pero en el fondo de los recipientes, pilas, cántaros, barriles, queda una capa amarillenta-aceitosa, lo que le da al agua un aspecto poco agradable. Un 4.7% de los entrevistados considera que el agua para consumo tiene un aspecto turbio y un 1% mencionan que el agua posee un color café, y mal olor (figura 11).

El aspecto que posee el agua del río que consumen los habitantes del caserío San Sebastián no es fiable, ni agradable, debido a los procesos erosivos que ocurren en la parte media de la cuenca y que a través de la escorrentía se depositan grandes cantidades de sedimentos y materia orgánica en el río y en el fondo de los pozos artesanales que utilizan los pobladores para consumo. Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto al color del río San Sebastián, corrobora lo establecido por CONACYT, quienes expresan que el agua es apta para consumo humano si cumple las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características deberán permitir su empleo sin causar daño, para lo cual deberá reunir dos características:

1. Estar libre de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores.
2. Estar libre de sustancias desagradables para el consumo (color, turbiedad, olor, sabor).

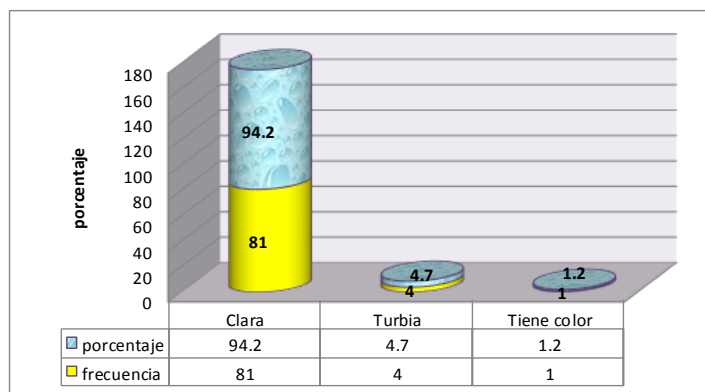


Figura 11. Aspecto del agua del río en el caserío San Sebastián.

7.2.3 Olor del agua

El 91.8% de los pobladores consideran que el agua no posee olor, mientras que un 8.2% dicen que el agua tiene olor a hojas podridas, olor fuerte a metal, entre otros. La presencia de olor en el agua para consumo, a pesar que son determinaciones organolépticas subjetivas, son indicadores que la calidad del agua no es fiable.

7.2.4 Tratamiento al agua del río San Sebastián y de los pozos

El 65.1% de las familias entrevistadas dijeron que no le da ningún tratamiento al agua, el 14% filtra el agua, quienes expresaron que hace años la organización CARITAS donó una cantidad de filtros de cerámica, sobre todo en la parte alta del río San Sebastián, los cuales actualmente los utilizan para tratar el agua para consumo humano; un 2.3% hierve el agua utilizando leña, mientras que un 3.5% tratan el agua con cloro y lejía, un 5.8% la exponen al sol, el 7% utiliza agua lluvia y un 2.3% la filtra y la expone al sol.

Las personas que hierven el agua que utilizan para consumo humano utilizan leña para darle tratamiento, lo que está contribuyendo a que la zona se encuentre cada vez más deforestada por la tala indiscriminada de árboles.

Según el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de la Propiedad Intelectual de Nicaragua (2003), existen tecnologías baratas y de fácil aplicación para disminuir metales pesados en el agua que se consume, especialmente arsénico. En las áreas rurales de Nicaragua y clasificadas como de extrema pobreza, se desarrollaron sistemas de tratamiento del arsénico,

usando arcillas naturales y activadas, seguidas de filtración. Como oxidante se uso hipoclorito de calcio, lográndose de esta manera una remoción de arsénico de más del 95% (Rugamas, 2011).

El 80.2% de las familias encuestadas lava con jabón y lejía los recipientes donde almacenan el agua para el consumo, el 9.3% lava los recipientes con la misma agua que almacenan para no desperdiciarla; el 5.8% utilizan Hipoclorito de Sodio (puriagua) para desinfectar el agua, esto lo realiza el promotor de salud, y el 4.7% no le dan ningún mantenimiento a los recipientes donde almacenan el agua para consumo.

La limpieza inadecuada de los recipientes que utilizan para almacenar agua para consumo humano por los habitantes del caserío San Sebastián, confirma lo que el Banco Mundial argumenta que más de mil millones de habitantes en el mundo no tienen acceso a suministro de agua apta para consumo y 1,700 carecen de saneamiento adecuado (USAID, 1999).

La Organización Mundial de la Salud (2000) calcula que alrededor de quinientos millones de personas al año contraen enfermedades incapacitantes transmitidas por el agua o relacionadas con ella, con 10 millones de defunciones, de las cuales aproximadamente el 50% ocurren en la población infantil.

7.2.5 Protección de los pozos donde obtienen el agua

El 60.5% de los habitantes poseen pozos privados artesanales para obtener agua de consumo, el 39.5% no tienen pozos.

los cuales están contruidos con paredes de cemento utilizan tapaderas para evitar que ingresen animales o insectos; el 39.5% no tienen pozos.

Del 100% de las personas que poseen pozos, el 60.5% tienen pozos contruidos con paredes de cemento para evitar desprendimientos de tierra; el 39.5% son paredes de tierra.

El 60.5% de las personas que poseen pozos los protegen con tapaderas de cemento, el 17.4% los protegen con algunos árboles forestales, el 8.1% los protegen con vegetación de chaparral, el 1.2% los protegen con cartones y el 12.8% no protege los pozos.

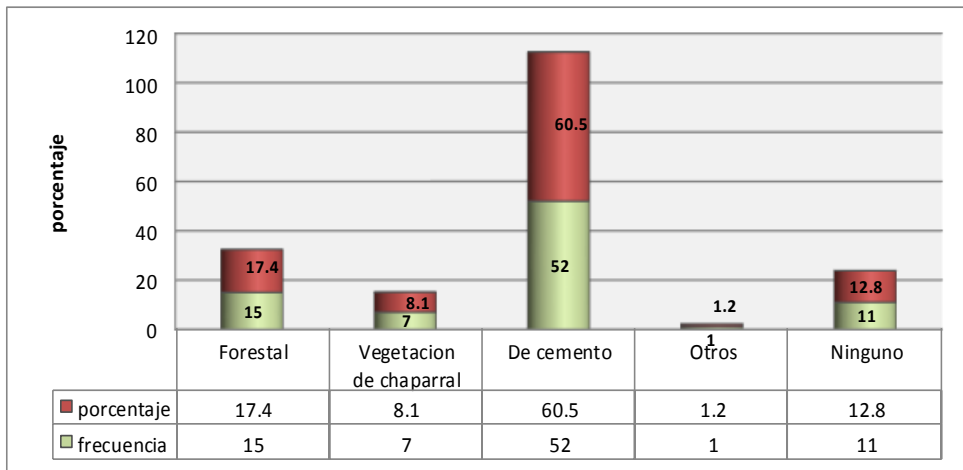


Figura 12. Protección del sitio donde obtienen el agua para consumo.

7.2.6 Consumo de agua por día

El 46.5% de los habitantes consumen de 1 a 3 “cántaros”¹ de agua por día; el 29% consume diariamente entre 2 a 3 “barriles”² de agua, el 16.3% de los habitantes consume un barril de agua diario ya que no cuentan con condiciones económicas suficientes para comprar más barriles con el vital líquido; el 4.7% de los habitantes consume cuatro barriles de agua por día para actividades domésticas, higiene personal y para consumo; el 3.5% desconocían la cantidad de agua que consumen. Además, según expresaron los participantes, en muchas ocasiones para no malgastar el agua ellos se bañan en el río y en otras ocasiones llevan ropa y trastos de cocina a lavar al río.

¹ 1 cántaro = 18,750 ml considerando que 1 cántaro = 25 botellas

² 1 barril = 54 gal= 2.04412 x 10¹² ml

Si la mayoría de la población (46.5%) en el caserío San Sebastián consumen entre 1-3 cántaros de agua por día, eso equivale entre 18,750ml y 56,250 ml, es decir consumen entre 18.75 litros y 56.25 litros de agua por día, equivalente a 20,531.25 litros de agua anuales (20.53 m³ de agua por año).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS 2004) “la escasez del agua se mide a través de la relación agua/población. El consumo mínimo de litros de agua por persona por día es de 1,800 litros.

Una zona experimentará estrés hídrico cuando su suministro anual de agua caiga por debajo de los 1,700 m³ por persona. Cuando ese mismo suministro anual cae por debajo de los 1,000 m³ por persona, entonces se habla de escasez de agua. Y de escasez absoluta o severa de agua cuando la tasa es menor a 500 m³.

Por lo tanto el caserío San Sebastián sufre de escasez de agua, lo que afecta a la calidad de vida de los habitantes.

Para dotaciones y caudales de agua potable, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas³ (CEDEX 2015) considera que a efectos del dimensionamiento básico de las líneas de tratamiento, y no existiendo en El Salvador datos estadísticos suficientes sobre las dotaciones de agua potable reales, se han establecido unos valores tipo, que se recogen en el cuadro 3 (CEDEX 2015).

Cuadro 3. Dotaciones de agua potable.

Habitantes	Dotaciones de agua potable (L/hab.d)*
100 – 2,000	150
2,000 – 10,000	175
> 10,000	200

³ CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, ES). 2015.

7.3 Usos del suelo

El 59.3% de las familias entrevistadas dijeron que hacen uso del suelo para cultivo de maíz y frijol destinado para consumo; el 25.7 % hacen uso del suelo para cultivo y crianza de aves, un 11.5% no se dedican a la siembra ya que no cuentan con recursos suficientes y dependen de las remesas y un 3.5% le da otros usos al suelo.

7.3.1 Formas de preparación del suelo

El 54.7% de los agricultores del caserío San Sebastián utilizan chuzo para la siembra de los cultivos, un 25.2% utiliza tractor y maquinaria para la siembra de los cultivos, el 18.6% no sembró por no contar con medios económicos y tecnológicos.

Los agricultores del caserío mencionaron que no cuentan con servicio de asistencia técnica de ninguna institución, para realizar las buenas prácticas agrícolas en sus cultivos, además, porque las tecnologías son costosas y no cuentan con condiciones económicas para implementar esos procesos.

7.3.2 Uso de semilla para la siembra

El 44.2% de los pobladores utiliza semilla certificada, un 20.9% no utiliza ningún tipo de semilla, es decir, no siembran; el 32.6 8% utiliza semilla criolla, y un 2.3% hacen uso de semilla criolla y certificada.

Los agricultores del caserío San Sebastián no cuentan con el apoyo de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) ni del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para ser capacitados sobre buenas prácticas agrícolas para los cultivos, o para el uso de abonos orgánicos en los terrenos.

7.3.3 Tipo de fertilizantes utilizados por los productores en los cultivos

El 72.1% de los productores utilizan fertilizantes químicos como sulfato de amonio, urea, fórmula 16-20-0, fórmula 20-20-0, otras, y consideran que no les provoca ningún problema en la salud de los habitantes; el 22% no utiliza fertilizantes ya que no siembran ningún tipo de

cultivo; 4.7% utilizan fertilizantes orgánicos provenientes del estiércol de ganado, así como de restos vegetales y el 1.2% utiliza fertilizantes combinados.

Los fertilizantes utilizados contienen entre otros elementos fósforo y nitrógeno, que favorecen el crecimiento de algas en aguas superficiales, las cuales pueden causar turbidez, olor, color, sabor desagradable, contaminando las aguas superficiales y subterráneas.

La agricultura afecta la calidad de las aguas subterráneas y de los ríos que las drenan por la formación de sedimentos, lo que puede dar origen a un elevado contenido de nitratos y metales pesados en el suelo.

Según Martínez (2009) una situación problemática bastante generalizada es la que se deriva de la aplicación abusiva de fertilizantes en el suelo, con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas y en esos momentos los fertilizantes pierden su acción beneficiosa y pasan a ser contaminantes del suelo, de niveles superficiales y subterráneos del mismo.

Según la FAO (1999) la agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, y es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de los desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación, sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas, contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos, que contribuyen al deterioro de su calidad.

7.3.4 Tipo de agroquímicos utilizados por los productores

El 45.3% de los productores utilizan insecticidas como volatón en sus cultivos, ya que es el agroquímico que más utilizan y que les ha dado buenos resultados en sus cultivos; el 33.7% no

utiliza ningún agroquímico ya que no cultivan ningún producto; un 17.4% utiliza otro tipo de agroquímico y un 3.6% utilizan insecticidas como Tamaron y Lannate.

Según el Ministerio de Salud (2004) el volatón es un insecticida organofosforado, el cual afecta la salud humana, ya que estos penetran el organismo humano por diversas vías como la ingestión, inhalación y la dérmica por absorción. El efecto tóxico de los organofosforados se debe a la inhibición de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa en el tejido nervioso y en los glóbulos rojos. También afecta a las colinesterasas plasmáticas presentes en el hígado y en el plasma.

La vía de entrada más importante de estos plaguicidas es la absorción dérmica, ya que la ingestión se debe a falta de higiene y por lo tanto a una mala práctica en su manejo. La inhalación depende de la técnica de aplicación, el disolvente sobre el que se constituye una formulación y la propia volatilidad del producto. La intoxicación se presenta de forma rápida en torno a las dos horas posteriores a la absorción dérmica. La manifestación de la misma suele corresponderse con:

- a) Efectos muscarínicos: sudoración, salivación, lagrimeo, bronco constricción, espasmos abdominales, vómitos y diarrea, bradicardia, pupilas puntiformes.
- b) Efectos nicotínicos: taquicardia, temblor muscular del diafragma y del músculo respiratorio.
Manifestaciones del sistema neurológico central: cefaleas, cansancio, vértigo, ansiedad, confusión, convulsiones, depresión del centro respiratorio y coma.
- c) Neurotoxicidad retardada: desmielinización de los tejidos nerviosos.

Todos estos efectos provocan muerte por fallo respiratorio o cardíaco, los efectos descritos son manifestación de diferentes niveles de intoxicación aguda producida de forma puntual por accidente o mal manejo de este grupo de plaguicidas organofosforados.

El efecto que producen en el medio ambiente es contaminar las aguas subterráneas, algunos son moderadamente tóxicos para aves y peces. Por ser altamente persistentes se ha prohibido su uso en muchos países.

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (FAO, 1993).

7.3.5 Tipos de herbicidas utilizados por los productores del caserío San Sebastián

El 55.8% de los productores utilizan gramoxone (paraquat); el 20.9% usan paraquat y hedonal (2,4-D) y un 23.3% aplican hedonal y paraquat mezclado.

Los Promotores de Salud del hospital de Santa Rosa de Lima explican a los agricultores el efecto en la salud que produce el paraquat, que es un herbicida que se conoce comercialmente como Gramoxone, pertenece al grupo de los bipyridilos y a la "docena maldita". Existe envenenamiento por ingestión, penetración cutánea, inhalación y absorción a través de heridas. Los efectos que produce en las personas son: dolor de cabeza, temblores, diarrea, insuficiencia respiratoria, alta toxicidad aguda y efectos irreversibles en los pulmones y riñones, conjuntivitis, entre otros.

7.3.6 Producción y comercialización de los productos agropecuarios

La comunidad San Sebastián produce en un 33.7% maíz, 15.1% maíz y frijol; 13.9% produce maíz, maicillo, frijol y aves de corral, 9.3% maíz y gallinas; 7% produce maíz y maicillo, y un 21% tiene crianza de aves de corral.

Las familias entrevistadas dijeron que el maíz y el frijol es lo que más producen y que la cosecha la utilizan para el consumo, ya que la consideran como alimentación básica debido a que la seguridad alimentaria de los habitantes del caserío San Sebastián depende en su mayoría de dichos productos.

El 19.8% comercializa sus productos en el mercado de la ciudad de Santa Rosa de Lima, en donde venden el maíz, frijol y las gallinas. Los agricultores consideran que es más ventajoso vender en la ciudad por las ganancias que obtienen; un 15.1% lo comercializa en la comunidad

cuando la producción es en menor cantidad. Un 62.8% no comercializa sus productos ya que en su mayoría lo utiliza para consumo y un 2.3% lo comercializa entre la familia.

7.4. Aspectos de salud

Se analizaron aspectos de salud como la existencia de una Unidad de Salud en la comunidad, ubicación de la unidad, periodicidad de visitas que realizan los pobladores a la unidad de salud, frecuencia de visitas por el promotor de salud a las viviendas del caserío, tiempo de visitas por el promotor de salud, padecimiento de enfermedades en la comunidad, frecuencia con que padecen las enfermedades, tratamiento que reciben ante el padecimiento de enfermedades y la disponibilidad de recursos económicos para tratar las enfermedades que padecen.

7.4.1 Acceso a la Unidad de Salud más cercana

El 86% de las familias entrevistadas dijeron que no existe una Unidad de Salud cercana a la comunidad, el 14% considera que existe una Unidad de Salud cercana. Los pobladores expresaron que la mayoría no tiene acceso a la red hospitalaria, ya que es muy limitado debido a la distancia que hay que recorrer y sus recursos económicos no se los permite. Sería conveniente para la comunidad la creación de una clínica comunal en la que tuviera mayor participación y apoyo el Ministerio de Salud, ya que poco o nada hacen por la comunidad.

7.4.2 Frecuencias de visitas por el Promotor de Salud

El 57% de la población considera que el Promotor de Salud visita las viviendas una o dos veces por semana, sobre todo en aquellos caseríos en donde reside el Promotor. En los pobladores se observaba mucho descontento al tocar esta temática y solicitan que se supervise el trabajo que los Promotores realizan. Un 43% considera que el Promotor de Salud no visita las viviendas.

En ocasiones los Promotores de Salud les proporcionan medicamentos que puedan aliviar malestares o dolores. En casos de gravedad se remiten a las Unidades de Salud más cercanas. Las familias que no gozan de esta atención tienen que incurrir en gastos al viajar hasta la ciudad en busca de la Unidad de Salud más cercana o en su caso al hospital nacional.

7.4.3 Padecimiento de Enfermedades

El 65.1% de la población del caserío padece de enfermedades como dolor de cabeza, diarreas, alergias en ojos y piel, dolor de estómago, ardor de estómago, mareos continuos, hongos, y un 34.9% considera que no padece o desconoce si padece de enfermedades (figura 13).

En el taller rural participativo los pobladores expresaron el padecimiento de otras enfermedades por la ingesta de metales pesados en el agua para consumo como son: insuficiencia renal, hipertensión, diabetes, provocando un deterioro en la salud y calidad de vida de los pobladores. Los resultados obtenidos por los entrevistados están relacionados con lo establecido por la OMS.

Según la OMS (1998) cuando el ser humano se expone a la presencia de metales pesados por un largo periodo de tiempo, el daño puede llegar a ser importante.

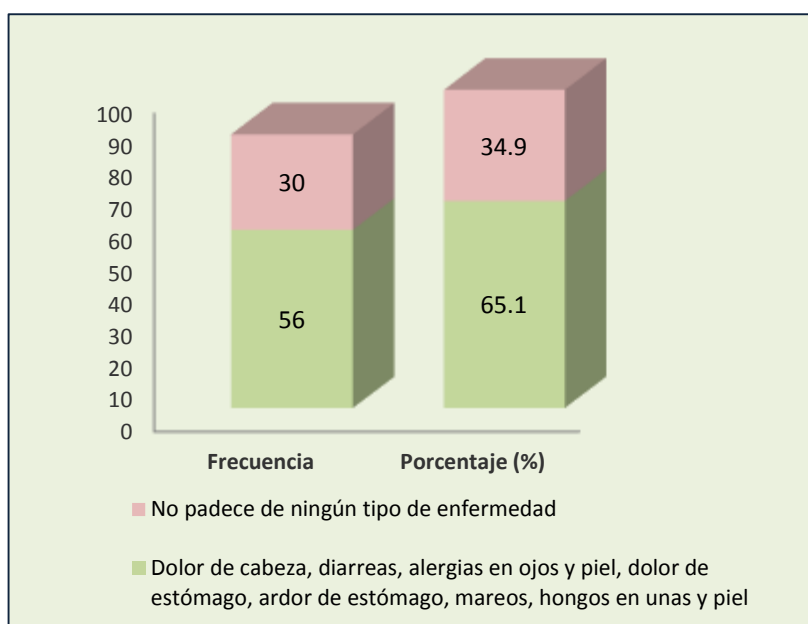


Figura 13. Padecimiento de enfermedades.

7.4.4 Tratamientos médicos que reciben los habitantes del caserío San Sebastián

El 41.9% de los pobladores no reciben ningún tratamiento médico ante el padecimiento de alguna enfermedad, ya que se automedican con medicinas que los abuelos utilizan para curarse de cualquier enfermedad. El 40.7% tratan sus padecimientos con analgésicos y antibióticos,

sin ninguna prescripción médica, y un 17.4% se trata con desparasitantes, analgésicos, antibióticos, otros.

7.4.5 Frecuencias con que padecen las enfermedades

El 52.3% de la población padece continuamente de enfermedades de origen hídrico, como diarreas, vómitos, parásitos, entre otros. El 44.2% dicen que padecen de enfermedades pero que no cuentan con recursos para poder tratarse y un 3.5% considera que siempre padecen de enfermedades, sobre todo aquellas provocadas por el agua del río San Sebastián.

Según el Ministerio de Salud (2008) las enfermedades diarreicas agudas (EDAS), infecciones respiratorias agudas (IRAS), enfermedades infecciosas producidas por virus, bacterias, hongos o parásitos, son las que afectan principalmente a niños y niñas menores de cinco años. Mundialmente causan 4.6 millones de muertes infantiles anuales, de los cuales el 70% ocurre por deshidratación.

Los factores relacionados con la infección respiratoria aguda es la variación climática, hacinamiento en la mayoría de viviendas, inexistencia de saneamiento básico, contaminación del medioambiente, inhalación de humo, contaminantes en el aire, entre otros. Los cuadros diarreicos suelen presentarse con mayor frecuencia en época seca y se debe principalmente a que no existe un saneamiento básico y por la ingesta de agua contaminada del río San Sebastián.

Según Miranda (2003) la situación de la calidad del agua en la mayoría de cuerpos superficiales y subterráneos en el país es alarmante. El conjunto de aguas servidas residenciales e industriales son una de las principales fuentes de contaminación, ya que son arrojadas a los ríos sin ningún tratamiento. Solamente el 2% de las aguas residuales del país reciben algún tipo de tratamiento.

7.5 Calidad Microbiológica del agua del río y pozo

Los resultados de los análisis microbiológicos del agua en el río San Sebastián son:

1) Coliformes Totales

Según los resultados de los análisis microbiológicos del agua del río San Sebastián, los valores de Coliformes Totales en la época seca es de 240 NMP /100 ml y en época lluviosa es de 700 NMP / 100 ml (figura 14, anexos 5 y 6).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, los valores de Coliformes Totales permitidos son menor de 1.1 NMP/ 100 ml.

Por lo anterior se concluye que los valores obtenidos de coliformes totales en el agua del río San Sebastián en época lluviosa y en época seca, son valores que sobrepasan los límites permitidos por la NSO 13.07.01:08, por lo cual el agua no es apta para consumo humano ni animal.

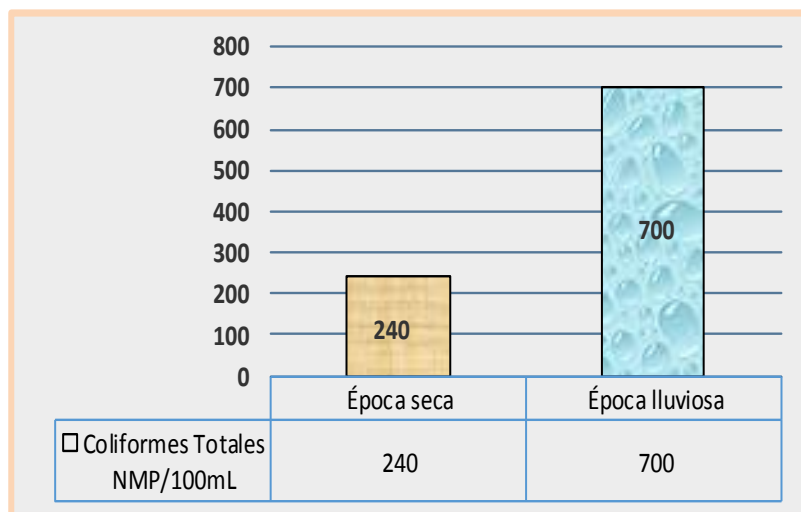


Figura 14. Coliformes Totales en el agua del río San Sebastián en época seca y lluviosa

Los resultados obtenidos para coliformes totales demuestran que la mayor parte de la contaminación proviene de las heces de origen humano y animal, lo que se debe al pastoreo de animales alrededor de los mantos acuíferos y por las heces humanas que son depositadas al aire libre. Los pobladores del caserío San Sebastián consumen agua del río sin ningún control sanitario, desconocen la calidad del agua que consumen, en la mayoría de los pobladores no hay conciencia sobre la importancia de preservar el recurso hídrico para no afectar la calidad del mismo, la comunidad es indiferente a proporcionar un tratamiento al agua o realizar análisis al agua que consumen.

2) Coliformes Fecales

Los valores encontrados de coliformes fecales en el río San Sebastián en época seca es de 240 NMP/100 ml y en época lluviosa es de 432 NMP/100 ml (figura 15, anexos 5 y 6).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, los valores de Coliformes Fecales permitidos son menores a 1.1 NMP/100 ml.

Por lo anterior se concluye que los valores encontrados de Coliformes Fecales en el río San Sebastián, sobrepasan los límites permitidos por la NSO 13.07.01:08, por lo cual el agua no es apta para consumo humano ni animal.

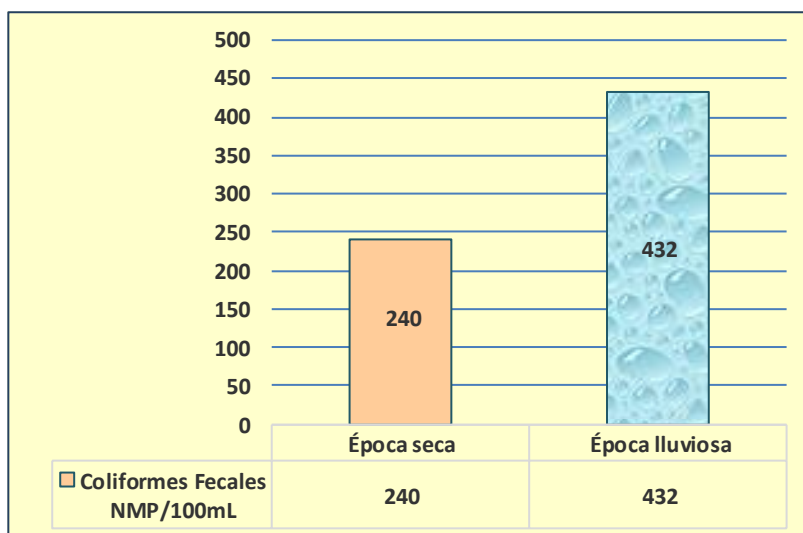


Figura 15. Coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua del río San Sebastián.

Los resultados demuestran que el agua del río San Sebastián presenta contaminación de heces de origen humano y animal. La mayor parte de la contaminación proviene de las heces de origen animal, por el pastoreo de estos en el río, y en menor cantidad por las heces humanas debido al mal uso de las letrinas de fosa que contaminan el río cuando hay arrastre, contribuyendo a la incidencia de enfermedades de origen hídrico en la comunidad.

Los valores de Coliformes fecales son mayores en la época lluviosa debido al arrastre de materia orgánica y de partículas en suspensión que llegan a los mantos acuíferos contaminando de esta manera el recurso agua, por lo que es necesario que se realicen procesos

de desinfección en las fuentes de suministro de agua antes de ser utilizada para el consumo humano.

Según CEPIS (2000) la presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que 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.

Según Jawest (2005) la determinación de coliformes fecales en agua es un análisis de contaminación fecal más reciente que la determinación de coliformes totales, por eso los coliformes fecales son el microorganismo patrón utilizado por muchos laboratorios. Se consideran coliformes fecales a: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*. Entre las enfermedades que producen las bacterias están: *Escherichia coli* produce dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre; *Klebsiella* produce enfermedades respiratorias; *Citrobacter* produce alteraciones a nivel del colon y a nivel intestinal.

Resultados de los análisis microbiológicos del agua de los pozos

1) Coliformes Totales

Los valores obtenidos de coliformes totales en el agua de los pozos en época seca es de 245 NMP/100 ml y en época lluviosa 500 NMP/100 ml (figura 16, anexos 7 y 8).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, los valores de Coliformes totales permitidos son menor a 1.1 NMP/100 ml.

Por lo anterior se concluye que los valores de Coliformes Totales encontrados en el agua de los pozos sobrepasan los límites permitidos por la NSO 13.07.01:08, por lo cual el agua no es apta para el consumo humano ni animal.

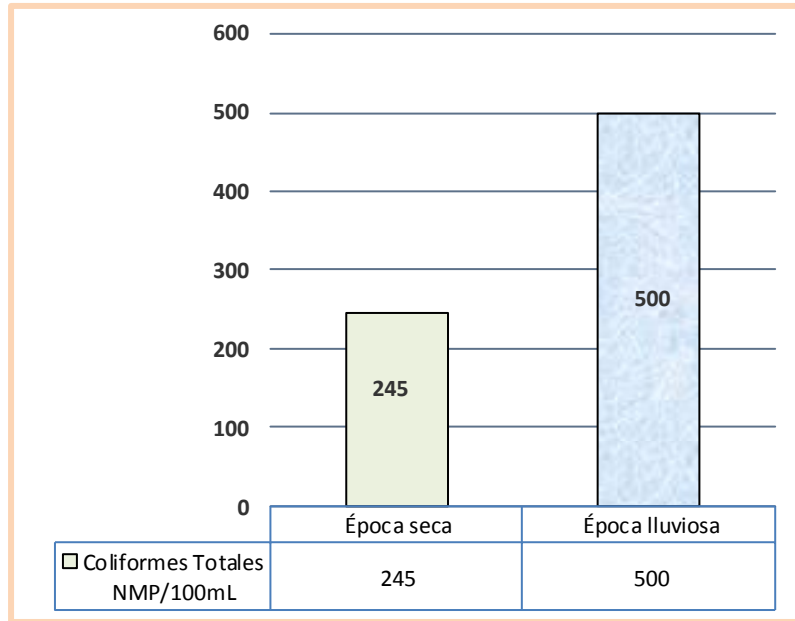


Figura 16. Coliformes totales en el agua de pozo del caserío San Sebastián

Los valores de coliformes totales son mayores en la época lluviosa debido al arrastre de materia orgánica y de partículas en suspensión que llegan a los pozos contaminando de esta manera el recurso agua.

2) Coliformes Fecales

Los valores encontrados de coliformes fecales en el agua de pozo en época seca es de 234 NMP/100 ml y en época lluviosa es de 430 NMP/100 ml (figura 17, anexos 7 y 8).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, los valores de Coliformes Fecales permitidos son menor de 1.1 NMP/100 ml. Por lo anterior se concluye que los valores encontrados de Coliformes Fecales están fuera de los límites establecido por la Norma, por lo cual el agua de los pozos muestreados no es apta para consumo humano ni animal.

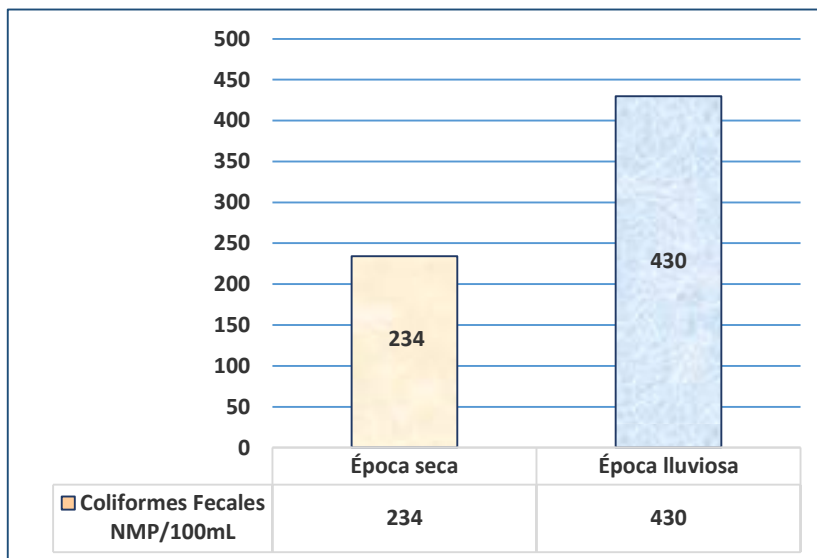


Figura 17. Coliformes fecales y en el agua de pozo del caserío San Sebastián.

Según estudios realizados por el CEICOM (2008), antes y después de la llegada del drenaje ácido al río San Sebastián, existe contaminación al río por bacterias coliformes totales y por bacterias coliformes fecales, las cuales son características de contaminación por materia fecal procedente de humanos y de animales de sangre caliente, que proviene de las letrinas de fosa así como de las heces del ganado y de aves de corral, lo cual contribuye a la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la comunidad.

3) Recuento de Bacterias Heterótrofas

Los valores obtenidos del recuento de bacterias heterótrofas en el agua de los pozos en época seca es de 3,380 UFC/ ml y en época lluviosa es de 3,500 UFC/ml.

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, los valores de Recuento de Bacterias Heterótrofas permitidos son menor a 100 UFC/ ml (figura 18 y anexo 8).

Por lo anterior se concluye que los valores encontrados del Recuento de Bacterias Heterótrofas en el agua de los pozos sobrepasa los límites establecidos por la NSO 13.07.01:08, por lo cual el agua no es apta para el consumo humano ni animal.

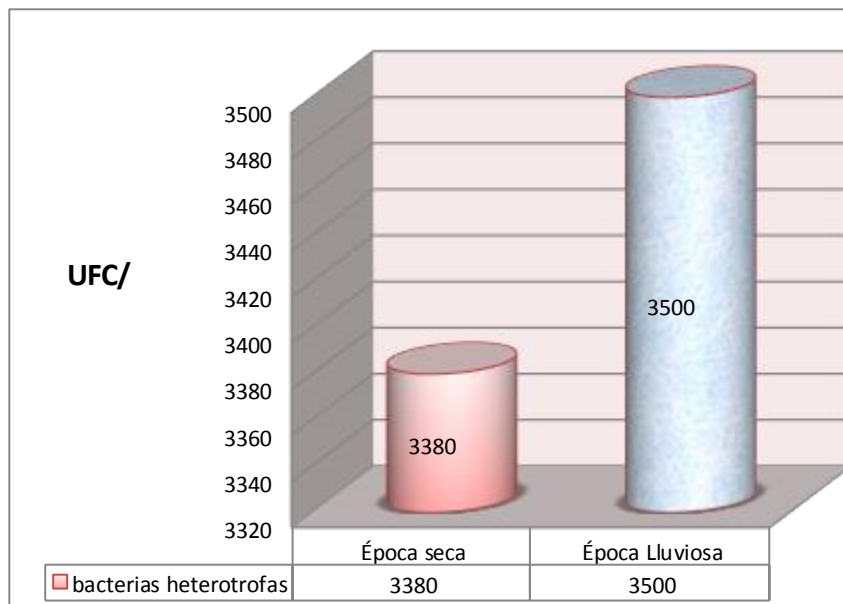


Figura 18. Recuento de bacterias heterótrofas en el agua de pozo en el caserío San Sebastián.

Según la OPS (2000) el recuento heterotrófico proporciona información sobre los microorganismos que se encuentran en el tracto intestinal de las personas y de los animales de sangre caliente y son eliminados a través de la materia fecal a los cuerpos de agua, por ejemplo *Escherichia coli*.

7.5.1 Parámetros físico-químicos analizados en el agua del río San Sebastián




Los parámetros físicos analizados en el agua del río San Sebastián presentaron los siguientes valores:

1) pH

Los valores de pH que se obtuvieron fueron 2.48 en época seca y en época lluviosa. De acuerdo a la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el pH del agua debe estar en un rango de 6.0- 8.5 (cuadro 4 y 5).

Los valores encontrados indican que el agua que consumen los habitantes del caserío San Sebastián tiene un alto grado de acidez, lo cual es causado por las descargas de metales pesados provenientes de las minas San Sebastián.

Cuadro 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua en el río San Sebastián en época

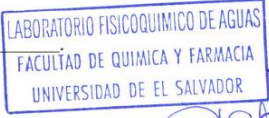
F - 09


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 09-13		INFORME DE RESULTADOS				
Nombre y dirección del cliente: DAISY ACOSTA, COLONIA INPEP, EDIFICIO 0-16 # 11. SAN SALVADOR.				Pág. 1 de 2		
Descripción de muestra: AGUA DE RIO Y POZO			N° DE MUESTRAS: 2			
Lugar de toma de muestra: RIO SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA. DEPARTAMENTO DE LA UNION.						
Fecha de elaboración del informe: VIERNES, 26 DE ABRIL DE 20013.						
Fecha de recepción de muestra: 17 DE ABRIL DE 2013.			Fecha de Análisis: DEL 17 AL 25 DE ABRIL DE 2013.			
Método de Análisis: POTENCIOMETRICO, FOTOMETRICO Y TITRIMETRICO.						
Parámetros	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08		
	CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE				
ARSENICO	09-13-01	RIO SAN SEBASTIAN ICA	NO DETECTADO	0.01 mg/L		
COLOR			219 Pt - Co	NO NORMADO		
CONDUCTIVIDAD			5840 µohms/cm	NO NORMADO		
DUREZA TOTAL			600 mg/L	500 mg/L		
HIERRO TOTAL			6.32 mg/L	* 0.30 mg/L		
MERCURIO			NO DETECTADO	0.001 mg/L		
NITRATOS			0.35 mg/L	45.0 mg/L		
pH			2.48 Uni - pH	6.0 - 8.5 Uni - pH		
PLOMO			4.35 mg/L	0.01 mg/L		
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS			3150 mg/L	1000 mg/L		
SULFATOS			5070 mg/L	400 mg/L		
TURBIEDAD			70.6 UNT	5 UNT		
Observaciones:						
1. 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.

FECHA DE ENTREGA: 30 APR 2013





Licda. Odette Rauda Acevedo
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas y Analista




Lic. Henry Alfredo Hernández
Analista

*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

seca

Cuadro 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua en el río San Sebastián en época lluviosa




F - 09


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

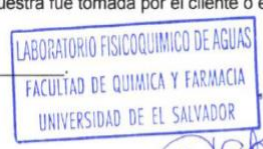
CODIGO N° 09-13		INFORME DE RESULTADOS		
Nombre y dirección del cliente: DAISY ACOSTA, COLONIA INPEP, EDIFICIO 0-16 # 11. SAN SALVADOR.				Pág. 1 de 2
Descripción de muestra: AGUA DE RIO Y POZO			N° DE MUESTRAS: 2	
Lugar de toma de muestra: RIO SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA. DEPARTAMENTO DE LA UNION.				
Fecha de elaboración del informe: MARTES, 24 DE SEPTIEMBRE DE 20013.				
Fecha de recepción de muestra: 19 DE SEPTIEMBRE DE 2013.		Fecha de Análisis: DEL 19 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 2013.		
Método de Análisis: POTENCIOMETRICO, FOTOMETRICO Y TITRIMETRICO.				
Parámetros	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
	CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
ARSENICO	09-13-01	RIO SAN SEBASTIAN ICA	NO DETECTADO	0.01 mg/L
COLOR			219 Pt - Co	NO NORMADO
CONDUCTIVIDAD			5840 µohms/cm	NO NORMADO
DUREZA TOTAL			600 mg/L	500 mg/L
HIERRO TOTAL			6.32 mg/L	* 0.30 mg/L
MERCURIO			NO DETECTADO	0.001 mg/L
NITRATOS			0.35 mg/L	45.0 mg/L
pH			2.48 Uni - pH	6.0 - 8.5 Uni - pH
PLOMO			4.35 mg/L	0.01 mg/L
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS			3150 mg/L	1000 mg/L
SULFATOS			5070 mg/L	400 mg/L
TURBIEDAD			70.6 UNT	5 UNT
Observaciones:				
1. 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.

FECHA DE ENTREGA: **27 SEP 2013**


 Licda. Odette Rauda Acevedo
 Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas
 y Analista


 Lic. Henry Alfredo Hernández
 Analista



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

2) Turbidez

Los valores de turbidez encontrados en el agua del río San Sebastián tanto en época seca como en época lluviosa fue de 70.6 UNT (cuadro 4 y 5).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor de turbidez permisible es de 5 UNT. Por lo cual se concluye que el valor de turbidez encontrado sobrepasa los límites permisibles por la Norma.

El valor encontrado de turbidez se debe a la variedad de materiales en suspensión que son arrastrados por las aguas del río, los que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas de arcillas limo, material orgánico e inorgánico finamente dividido, plancton y otros organismos microscópicos.

La turbidez es una medida de la calidad del agua, cuanto más turbia menor será su calidad. Es importante mencionar que niveles elevados de turbidez generan un aumento de la temperatura en el agua, ya que las partículas suspendidas absorben el calor de la luz solar, generando una reducción en la cantidad de oxígeno. Lo que indica que los pobladores del caserío San Sebastián consumen agua de muy mala calidad, ya que ellos mencionaban que el agua que consumían no era clara sino que presentaba una coloración turbia y sabor metálico.

Según APHA/AWWA/WPCF (2000) la medición de la turbidez es una manera rápida que sirve para saber cuándo, cómo y hasta qué punto se debe tratar el agua para que cumpla con las especificaciones requeridas.

3) Conductividad eléctrica

Según los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua del río San Sebastián, los valores de Conductividad en la época seca y en época lluviosa es de 5,840 micromhos/cm (cuadro 4 y 5).

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08 (CONACYT), los valores de Conductividad permisible son de 500 micromhos/cm – 1,600micromhos/cm. Por lo anterior se concluye que el valor de Conductividad encontrado sobrepasa los límites permisibles por la Norma.

El agua que consumen los habitantes del caserío San Sebastián está siendo alterada por la concentración de sales disueltas presentes en el agua.

4) Color del agua

El valor del color del agua encontrado en el río San Sebastián época seca y en época lluviosa es de 219 Pt-Co (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el parámetro analizado no se encuentra normado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus estándares para agua potable considera que el color del agua apta para consumo humano debe poseer como límite permisible 15 unidades de color, valores que excedan el límite permisible son considerados como agua no apta para consumo humano.

Los pobladores del caserío San Sebastián dijeron que el color del agua que consumen es de color amarillento y con un sabor aceitoso, lo que les provoca padecimientos de enfermedades como: diarreas, vómitos, dolores de cabeza, entre otros.

5) Dureza

Los valores de dureza encontrados en el agua del río San Sebastián en época seca y en época lluviosa son de 600 mg/ l (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO

13.07.01:08, el valor de Dureza permisible es de 500 mg/ l. Por lo anterior se concluye que el valor de Dureza encontrado no cumple con la Norma y es ocasionado por el contenido de carbonatos de calcio presentes en el agua del río, debido a las descargas de jabón, detergente, lejía, que son vertidas directamente al cuerpo receptor.

Según la OPS (2000) cuando la cantidad de carbonatos de calcio presente en el agua es mayor de 300 ppm, las aguas pueden ser consideradas como aguas muy duras y altamente nocivas en la salud humana.

6) Sulfatos

Según los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al agua del río San Sebastián, los valores de Sulfatos encontrados en época seca y en época lluviosa son de 5,070 mg/ l (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor de Sulfato permisible es de 400 mg/ l.

Por lo anterior se concluye que el valor de sulfatos encontrado sobrepasa el límite establecido por la Norma, y esto se debe a las descargas de agua que realizan los pobladores provenientes de las minas de San Sebastián, en las cuales se hace uso desmedido de metales pesados como arsénico, plomo y mercurio para la extracción de oro, ya que los mineros actualmente lo realizan de manera artesanal.

Los sulfatos son sales solubles en agua por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones. La presencia de sulfatos en el agua puede darle un sabor perceptible. El umbral a partir del cual se percibe este sabor varía desde 250 mg/litro (sulfato sódico) y 1,000 mg/litro (sulfato cálcico).

Según Clara (2005) cuando las concentraciones de sulfatos son mayores a 200 ppm se incrementa la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías, los cuales son altamente nocivos para la salud de los pobladores. Además, ingerir altas concentraciones de sulfatos de 1,000 – 1,200 mg/ l, estas actúan como laxantes, que superan la capacidad del intestino para absorberlos.

El grupo altamente vulnerable por la ingesta de agua con concentraciones de sulfatos es la población infantil, sobre todo en lactancia artificial, debido a la aparición de diarreas en recién nacidos.

7) Hierro

Los valores de Hierro encontrados en el agua del río San Sebastián en época seca y en época lluviosa es de 6.32 mg/l (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor de Hierro permisible en agua es de 0.30 mg/L.

Por lo anterior se concluye que el valor de Hierro encontrado en el río San Sebastián sobrepasa los límites establecidos por la Norma, esto se debe a que el Hierro es un elemento común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo esta puede disolver esos minerales y acarrearlos hacia el agua subterránea. La presencia de Hierro puede dar un color, sabor y olor rojizo indeseable al agua para consumo y es dañino para la salud de los habitantes.

8) Nitratos

Los valores de nitratos encontrados en el agua del río San Sebastián en época seca y en época lluviosa son de 0.35 mg/l (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de nitratos en agua es de 45 mg/l.

Por lo anterior se concluye que el valor de nitrato encontrado en el agua del río San Sebastián está dentro de los límites permisibles por la Norma. Desde el punto de vista de la potabilidad del agua, los nitratos no son nocivos, comunicando al agua un sabor agradable. Pero, por su posibilidad de reducirse a nitritos, las aguas que tienen un contenido excesivo de nitratos no se deben tomar y menos los niños y niñas, porque en el medio gástrico de los mismos se desarrolla una abundante flora bacteriana reductora capaz de reducir los nitratos a nitritos, lo que puede provocar cianosis (coloración azulada de la piel, uñas y mucosas), el alto contenido de nitrato en el agua puede causar la enfermedad llamada síndrome del bebe azul; ya que los

nitratos cambian la hemoglobina que transporta el oxígeno a metahemoglobina, que no lo transporta. El principal aporte de nitratos se debe al uso excesivo de fertilizantes químicos.

9) Sólidos Totales Disueltos

Según los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua del río San Sebastián, los valores de Sólidos Totales Disueltos encontrados en época seca y en época lluviosa son de 3,150 mg/l (cuadro 4 y 5). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Sólidos Totales Disueltos en agua es de 1,000 mg/l.

Por lo anterior se concluye que el valor de Sólidos Totales Disueltos encontrados sobrepasa los límites permitidos por la Norma, lo que afecta la calidad del agua.

En general y desde el punto de vista físico-químico la calidad del agua que consumen los habitantes del caserío San Sebastián no es apta para consumo humano ni animal, ya que todos los parámetros físicos-químicos analizados están siendo alterados según los requerimientos físicos establecidos por Norma.

10) Metales pesados del agua del río San Sebastián.




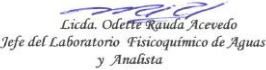


Según los resultados obtenidos de metales pesados en el agua del río San Sebastián, los valores de Plomo encontrados en época seca y lluviosa son de 4.35 mg/l (cuadro 6). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Plomo en agua es de 0.01 mg/l.

En otra muestra proveniente del mismo río los resultados de Plomo fue de 0.34, que supera al valor permisible de la Norma.

Por lo anterior se concluye que los valores de Plomo encontrados en el agua del río San Sebastián sobrepasan los límites establecidos por la Norma.

En el caso de los metales pesados arsénico y mercurio, los resultados de los análisis del agua del río San Sebastián lo reportan como no detectado para los dos metales.

Cuadro 6. Resultados de metales pesados arsénico, mercurio y plomo presentes en el agua del río San Sebastián en época lluviosa.

  				
F - 09				
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS				
CODIGO N° 34-13	INFORME DE RESULTADOS			
Nombre y dirección del cliente: DAISY ACOSTA, COLONIA INPEP, EDIFICIO 0-16 # 11. SAN SALVADOR.				
Pág. 1 de 2				
Descripción de muestra: AGUA DE RIO Y POZO				
N° DE MUESTRAS: 2				
Lugar de toma de muestra: RIO SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA. DEPARTAMENTO DE LA UNION.				
Fecha de elaboración del informe: MARTES, 24 DE SEPTIEMBRE DE 2013.				
Fecha de recepción de muestra: 19 DE SEPTIEMBRE DE 2013.				
Fecha de Análisis: DEL 19 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 2013.				
Método de Análisis: POTENCIOMETRICO, FOTOMETRICO.				
Parámetros	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
	CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
ARSENICO	34-13-01	RIO SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA. LA UNION.	NO DETECTADO	0.01 mg/L
MERCURIO			NO DETECTADO	0.001 mg/L
PLOMO			0.34 mg/L	0.01 mg/L
Observaciones: 1. 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.				
FECHA DE ENTREGA: <u>27 SEP 2013</u>				
 Licda. Odette Rauda Acevedo Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas y Analista		 Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras Analista		
				
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				

Según el taller rural participativo, los pobladores argumentan que padecen constantemente de enfermedades renales, problemas de fertilidad tanto hombres como mujeres, entre otros y dicen que es debido a la presencia de agroquímicos en los cultivos, que han originado la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales del río San Sebastián, además de las descargas de metales pesados provenientes de la mina.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo que los pobladores manifestaron en el TRP. El suelo para uso agrícola contiene cantidades de metales pesados como plomo, mercurio y arsénico, sobrepasando los límites establecidos por Norma Mexicana NOM-147, lo que está impactando en la salud de los habitantes, debido a la presencia de agroquímicos y metales pesados en los cultivos, contaminando así las aguas subterráneas y superficiales del río San Sebastián.

La OMS (1998) considera que si el agua tiene un determinado metal este puede pasar por la cadena alimenticia a las plantas, después si un animal consume esta planta se encontrará el metal en el tejido animal, si después las personas consumen carne de este animal o un derivado como la leche, los metales llegan a las personas y se acumulan en sus tejidos, esto hace de los metales pesados uno de los mayores responsables de la contaminación residual a nivel mundial y uno de los peligros mayores para la salud humana. También, porque la gran mayoría de ellos son cancerígenos (provocan cáncer) o son teratogénicos (provocan mutaciones genéticas).

7.5.2 Parámetros fisicoquímicos analizados en agua de pozo

Al momento de la investigación se tomaron dos muestras de agua en dos pozos. Los resultados se presentaron de un solo pozo, ya que los resultados del segundo pozo la muestra se precipitó, y no se obtuvo ningún resultado.




Según los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua de pozo, presentaron los siguientes valores:

1) pH

Los valores de pH que se obtuvieron al analizar el agua de pozo fueron de 6.6 en época lluviosa y 6.13 en época seca, y de acuerdo a la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de pH debe estar en un rango de 6.0-8.5 (cuadro 7 y 8).

Por lo anterior se concluye que los valores de pH encontrados se encuentran dentro de los rangos permitidos por la Norma.

Cuadro 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua de pozo de la comunidad San Sebastián, en época seca

F - 09

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO Nº 09-13		INFORME DE RESULTADOS		
Nombre y dirección del cliente: DAISY ACOSTA, COLONIA INPEP, EDIFICIO 0-16 # 11. SAN SALVADOR.				Pág. 2 de 2
Descripción de muestra: AGUA DE RIO Y POZO			Nº DE MUESTRAS: 2	
Lugar de toma de muestra: POZO VIVIENDA PARTICULAR DE CECILIA GARCIA JOYA. DEPTO. LA UNION				
Fecha de elaboración del informe: VIERNES, 26 DE ABRIL DE 20013.				
Fecha de recepción de muestra: 17 DE ABRIL DE 2013.		Fecha de Análisis: DEL 17 AL 25 DE ABRIL DE 2013.		
Método de Análisis: POTENCIOMETRICO, FOTOMETRICO Y TITRIMETRICO.				
Parámetros	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
	CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
ARSENICO	09 - 13 - 02	POZO ICAS	NO DETECTADO	0.01 mg/L
COLOR			38.4 Pt - Co	NO NORMADO
CONDUCTIVIDAD			552 µohms/cm	NO NORMADO
DUREZA TOTAL			300 mg/L	500 mg/L
HIERRO TOTAL			1.69 mg/L	0.30 mg/L
MERCURIO			NO DETECTADO	0.001 mg/L
NITRATOS			0.52 mg/L	45.0 mg/L
pH			6.13 Uni - pH	6.0 - 8.5 Uni - pH
PLOMO			NO DETECTADO	0.01 mg/L
SÓLIDOS TOTALES			290 mg/L	1000 mg/L
DISUELTOS				
SULFATOS			213 mg/L	400 mg/L
TURBIEDAD			20.7 UNT	5 UNT
Observaciones:				
1. 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.

FECHA DE ENTREGA: 30 APR 2013



Licda. Odette Rauda Acevedo
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas y Analista

LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS
 FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Lic. Henry Alfredo Hernández
Analista

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

Cuadro 8. Resultados de los análisis fisicoquímicos del agua de pozo de la comunidad San Sebastián, en época lluviosa

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

Ciudad Universitaria, 03 de octubre de 2012.

Resultado de Análisis

Usuario: Daysi Acosta

Fecha de Ingreso: 19 de septiembre de 2012.

Tipo de Muestra: Agua de pozo

Procedencia:



Análisis solicitados: pH, Turbidez, OD, Nitratos, Fosfatos, STD, T°, DBO.

No. MX	Análisis realizado	Resultado
193	pH	6.6
	Turbidez	1.0 FAU
	OD	3.93 mg/L
	Nitratos	41.2 mg/L
	Fosfatos	0.60 mg/L
	STD	379 mg/L
	T°	25° C
	DBO	0.9 mg/L

Analista: Lic. Fredy Carranza.

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

2) Turbidez

Los valores de turbidez encontrados en el agua de pozo en época seca son de 20.7 UNT y en época lluviosa son de 1.0 FAU, que es equivalente a 1.0 UNT (cuadro 7 y 8). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Turbidez es de 5 UNT.

Por lo anterior se concluye que los valores de turbidez encontrados en el agua de pozo sobrepasan los límites permitidos por la Norma, para época seca, pero no para la época lluviosa.

3) Oxígeno disuelto

Los valores de Oxígeno Disuelto encontrados en el agua de pozo en la época lluviosa fue de 3.93 mg/l (cuadro 8). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de oxígeno disuelto no se encuentra normado.

Según la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2000) establece que el Oxígeno Disuelto debe ser 6.5 mg/l.

Por lo anterior se concluye que los valores de Oxígeno Disuelto encontrados en el agua de pozo no cumplen con el valor de la normativa de la OMS.

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua y está asociado a la contaminación orgánica, su concentración aumenta al disminuir la temperatura. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que produce gas carbónico, nitratos y fosfatos (OMS 2000).

Una vez que se consume el oxígeno, comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno, esta descomposición provoca mal olor al agua, es decir, facilita la reproducción de bacterias en el agua porque asimilan el oxígeno presente en el agua, contaminando el agua de pozo que consumen los habitantes del caserío San Sebastián.

4) Fosfatos

El valor de Fosfatos encontrados en el agua de pozo en época lluviosa son de 0.60 mg/l (cuadro 8). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Fosfatos es de 0.30 mg/L.

Por lo anterior se concluye que el valor de los Fosfatos encontrados en el agua de pozo sobrepasa lo establecido por la Norma. La presencia de Fosfatos indica que hay contaminación por jabones, detergentes, lejía y fertilizantes, por la ubicación de los lavaderos, ya que se encuentran en cotas o elevaciones mayores que la ubicación de los pozos, razón por la cual el agua utilizada de los lavaderos contamina el agua subterránea de los pozos artesanales que los pobladores utilizan.

5) Nitratos

Los valores de nitratos encontrados en el agua de pozo del caserío San Sebastián en época seca son de 0.52 mg/L y en época lluviosa son de 41.2 mg/l. Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Nitratos son de 45 mg/l (cuadro 7 y 8).

Por lo anterior se concluye que los valores encontrados de Nitratos en el agua de pozo se mantienen dentro del valor permitido por la Norma.

6) Solidos Totales Disueltos

Los valores de Solidos Totales Disueltos encontrados en el agua de pozo son de 290 mg/l en época seca y de 379 mg/l en época lluviosa. (cuadro 7 y 8). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Solidos Totales Disueltos son de 1,000 mg/l.

Por lo anterior se concluye que los valores de Solidos Totales Disueltos encontrados en el agua de pozo se mantienen dentro del nivel establecido por la Norma.

7) Demanda Bioquímica de Oxígeno

Los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) encontrados en el agua de pozo en la época lluviosa es de 0.9 mg /l (cuadro 8). Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Demanda Bioquímica de Oxígeno no se encuentra normado.

La DBO mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO₅) y se mide en partes por millón (ppm) de O₂. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación.

La falta de sensibilización por parte de los pobladores del caserío San Sebastián en cuanto a las actividades antropogénicas que realizan, contaminan el agua de pozo ya que estos son alimentados del agua proveniente del río San Sebastián, lo que impacta en la calidad de vida y salud de los habitantes.

Los análisis fisicoquímicos realizados al agua de pozo proporcionaron información importante sobre la mala calidad de agua que posee el pozo que consumen los habitantes, por lo cual es considerada no apta para consumo humano.

8) Metales pesados en agua de pozo

Según los resultados de los análisis de metales pesados en el agua de pozo, no se encontró arsénico, ni mercurio, pero se encontraron concentraciones de plomo de 0.12 mg/l en época lluviosa (cuadro 8). en la época seca no se detectaron Arsénico, Mercurio ni Plomo.

Según la Norma Oficial Salvadoreña NSO 13.07.01:08, el valor permisible de Plomo es de 0.01mg/l. Por lo anterior se concluye que la concentración de Plomo encontrada en el agua de pozo sobrepasa el límite permitido por la Norma.

Cuadro 9. Resultados de metales pesados en agua de pozo



F - 09

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

CODIGO N° 34-13		INFORME DE RESULTADOS		
Nombre y dirección del cliente: DAISY ACOSTA, COLONIA INPEP, EDIFICIO 0-16 # 11. SAN SALVADOR.				Pág. 2 de 2
Descripción de muestra: AGUA DE RIO Y POZO			N° DE MUESTRAS: 2	
Lugar de toma de muestra: RIO SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA. DEPARTAMENTO DE LA UNION.				
Fecha de elaboración del informe: MARTES, 24 DE SEPTIEMBRE DE 20013.				
Fecha de recepción de muestra: 19 DE SEPTIEMBRE DE 2013.		Fecha de Análisis: DEL 19 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 2013.		
Método de Análisis: POTENCIOMETRICO, FOTOMETRICO.				
Parámetros	Identificación de la Muestra		Resultados	Norma CONACYT Agua Potable (2ª Actualización) NSO 13.07.01:08
	CODIGO LABORATORIO	CODIGO CLIENTE		
ARSENICO	34-13-02	AGUA DE POZO, VIVIENDA DE SRA. ROSA DEL CARMEN GUEVARA, SANTA ROSA DE LIMA. LA UNION.	NO DETECTADO	0.01 mg/L
MERCURIO			NO DETECTADO	0.001 mg/L
PLOMO			0.12 mg/L	0.01 mg/L
Observaciones: 1. 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.

FECHA DE ENTREGA: 27 SEP 2013

Licda. Odette Rauda Acevedo
Jefe del Laboratorio Físicoquímico de Aguas
y Analista

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras
Analista

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

7.5.3 Metales pesados analizados en suelos agrícolas ubicados en la ribera del río San Sebastián (parte media de la cuenca).

Los resultados obtenidos en el análisis de muestras de suelo realizado por el laboratorio de Calidad Integral de FUSADES reportó la presencia de metales pesados como Plomo, Mercurio, Arsénico. Los resultados fueron comparados con la Norma Mexicana 147, ya que no se tiene una Norma Salvadoreña para comparar la presencia de metales pesados en suelos.

1) Arsénico

Según los resultados obtenidos, el suelo posee 37.34 ppm de arsénico, sobrepasando los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana 147, que establece que el límite permisible de Arsénico para uso agrícola, residencial o comercial es de 22 ppm (cuadro 10).

2) Mercurio

El resultado de Mercurio encontrado en el suelo se encuentra en los límites permisibles por la Norma Oficial Mexicana 147, ya que considera que para suelos de uso agrícola la presencia de mercurio debe ser de 23 ppm y la encontrada en el suelo analizado fue de 2.82 ppm (cuadro 9).

Los niveles encontrados de Mercurio en el suelo indican que, solo con la presencia de Mercurio en el suelo aunque sea en bajas concentraciones, el suelo está contaminado y esto es debido a las descargas de metales pesados provenientes de las minas.

3) Plomo

Los resultados encontrados de Plomo en el suelo reportó valores permisibles por la Norma Oficial Mexicana (NOM147), la cual es de 400 ppm y la encontrada fue de 36.63 ppm. Esto se debe a las concentraciones de Plomo que utilizan en la explotación artesanal de las minas y en el uso de químicos utilizados en la agricultura (cuadro 10).

Según FUSADES (2011) solamente basta la presencia de metales pesados en el suelo, aire y agua, para provocar contaminación ambiental y deterioro en la salud de las personas.

VIII. Conclusiones

- Según los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico del agua del río San Sebastián, es considerada no apta para el consumo humano ni animal, ya que no cumple con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08.
- Según los resultados de los análisis físicos, químico y microbiológico del agua de los pozos muestreados en el caserío San Sebastián, es considerada no apta para el consumo humano ni animal, ya que no cumple con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08.
- Los resultados de los análisis de metales pesados realizados al agua del río San Sebastián demuestran que el agua es considerada no apta para el consumo humano ni animal, ya que el contenido de Plomo supera los límites máximos permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08.
- Los resultados de los análisis de metales pesados realizados al agua de los pozos muestreados en el caserío San Sebastián, demuestran que el agua es considerada no apta para el consumo humano ni animal, ya que el contenido de Plomo supera los límites máximos permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08.
- Según los resultados de los análisis de metales pesados realizados en los terrenos agrícolas ubicados en la ribera del río San Sebastián, en la parte media de la cuenca, el contenido de Arsénico supera los límites máximos permisibles establecidos por la Norma Mexicana NOM-147.
- La mayoría de los pobladores del caserío San Sebastián utilizan letrinas de fosa ubicadas en los patios ubicados cerca de las fuentes de agua, lo que provoca contaminación a los mantos acuíferos por las infiltraciones.

- Los habitantes del caserío San Sebastián que no poseen pozos artesanales, desconocen la procedencia del agua que compran para el consumo humano.
- Los aspectos sociales, ambientales, uso de agua, agricultura y salud del caserío San Sebastián son un referente de que no solamente el agua está contaminada, sino también el suelo, lo que conlleva al deterioro de la salud de la ciudadanía a través de la cadena alimenticia y la contaminación de animales y cosechas de granos básicos, lo cual impacta negativamente en la calidad de vida y salud de los habitantes.
- La falta de sensibilización de los pobladores al hacer un uso irracional del recurso hídrico, conlleva a que sea una población enferma y con poco o ningún nivel de producción o desarrollo para la comunidad o el país en general.
- Los habitantes del caserío San Sebastián no tienen acceso a una atención sanitaria oportuna, aceptable, asequible y de calidad satisfactoria, lo cual vuelve más vulnerable los problemas de salud a grupos marginados o con pobreza extrema.

IX. Recomendaciones

- La Asociación de Desarrollo Comunal (ADESCO) del caserío San Sebastián, cantón San Sebastián, municipio de Santa Rosa de Lima, en el departamento de La Unión, debe gestionar la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío, por parte de la Alcaldía Municipal de Santa Rosa de Lima, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), y el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL).
- La ADESCO del caserío San Sebastián debe gestionar en la oficina más cercana del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el que se les proporcionen en forma constante y permanente servicios de capacitación y asistencia técnica sobre el manejo, producción y comercialización de los productos agropecuarios que producen en la comunidad.
- En El Salvador se debe de elaborar una Norma Salvadoreña Oficial que establezca los parámetros permisibles de metales pesados en los suelos de uso agropecuario y forestal.
- La ADESCO del caserío San Sebastián y la Alcaldía Municipal de Santa Rosa de Lima junto con el apoyo y colaboración de Organismos Gubernamentales y No Gubernamentales deben implementar proyectos que contribuyan a mejorar la calidad del agua que consumen y utilizan los habitantes de esa comunidad.
- En el caserío San Sebastián se deben ejecutar proyectos en el corto y mediano plazo sobre cosecha de aguas lluvias, filtración y potabilización de agua, construcción de letrinas aboneras y sobre saneamiento ambiental, entre otros.
- El Gobierno de El Salvador no debe permitir que se sigan explotando las minas en el país, debido a los graves problemas que ocasiona en la salud de las personas y en la contaminación de los recursos hídricos y del medio ambiente.

- Que la comunidad participe de manera activa con un involucramiento suficiente para tener conciencia de las necesidades, y de la importancia de la conservación de la cantidad y calidad de agua en la cuenca.
- Que la comunidad denuncie de manera organizada ante los atropellos provocados por el vertimiento directo de materiales tóxicos, a los cuerpos de agua, suelo y aire.
- Que la comunidad sea consciente del daño que está provocando al recurso hídrico, suelo y aire, con el uso inadecuado de metales pesados, fertilizantes, vertimiento directos de drenaje ácido a los cuerpos de agua, carencia de saneamiento básico, lo cual provoca un deterioro en la salud y calidad de vida de los habitantes.

X. Bibliografía

- ACUA (Asociación Comunitaria Unida por el Agua y la Agricultura, SV). 2005. Unidos por el Agua (en línea). San Salvador. Consultado 18 sept. 2006. Disponible en www.acua.org.sv/
- ADEMUR (Asociación Comunal para el Desarrollo de la Mujer Rural, SV). 2002. Desarrollo y Genero (en línea). San Salvador. Consultado 18 de abril 2001. Disponible en www.perso.wanadoo.es/
- Amaya, 2010. Impacto de las Políticas Públicas en el Desarrollo Rural de El Salvador (en línea) Período 1992-2008. Consultado 26 mayo. Disponible en http://www.uca.edu.sv/deptos/economia/media/archivo/bb9b04_impactodelaspoliticaspublishaseneldesarrollorural.pdf.
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV).2001.Reforma del sector del recurso hídrico y saneamiento (en línea). San Salvador. Consultado 4 abril 2003. Disponible en www.anda.org.sv/
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV). 2001. Reforma del sector del recurso hídrico y saneamiento (en línea). San Salvador. Consultado 18 julio 2005. Disponible en www.anda.org.sv/
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV). 2004. Proceso de descentralización y rehabilitación de los sistemas de agua potable (en línea). San Salvador. Consultado 18 julio 2005. Disponible en www.anda.org.sv/
- Aparicio F. 2001. Fundamentos de Hidrología de Superficie (en línea). San Salvador. Consultado 17 sept 2010. Disponible www.slideshare.net/
- APHA (American Public Health Association, US); AWWA (American Waters Works Association, US), WPCF (Water Pollution Control Federation, US). 1996. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 16a Edición. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos S.A. p. 9 - 90.
- APHA (American Public Health Association, US), AWWA (American Waters Works Association, US), WPCF (Water Pollution Control Federation, US). 1999. Métodos standard para el análisis de aguas potables y aguas residuales. American Public Health Association Washington DC (en línea). Consultado 13 de marzo 2010. Disponible en www.mwa.co.th/
- Banco Mundial 2004. World Development Indicators. Washington. p.4-6
- Bianchini, F. 2008. Contaminación del agua en el área de explotación minera del proyecto San Martin y sus repercusiones en la salud humana. San Salvador (en línea). Consultado 28 junio 2013. Disponible en www.noalamineriametalica.org.sv/

- Bonilla, G. 2005. Elementos de estadística descriptiva y probabilidad. San Salvador. UCA Editores, 6ª. Edición. p. 558.
- Cartagena, R. 2010. Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad de El Salvador UES. San Salvador, (en línea) Consultado 12 de agosto 2012. Disponible en www.org/
- Castell, M. 2007. Hacia la búsqueda del desarrollo. Chile. McGraw-Hill. p 98-139
- Catalán, E.1990. Química del agua. Madrid. Editorial Bellisco (en línea). San Salvador.
- Consultado 13 de septiembre 1989. Disponible en www.grupovichycatalan.com/
- CEICOM (Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio, SV). 2008. Exploraciones mineras de Pacific Rim, (en línea). San Salvador. Consultado 25 de octubre 2010. Disponible en www.ceicom.org/
- Cena, JL. 1993. Desarrollo Rural. México, DF. McGraw Hill. p. 271-325.
- CEPIS 2000. Informe regional sobre agua potable y saneamiento. El Salvador, (en línea). Consultado 27 de mayo 1999. Disponible www.bvsde.ops-oms.org/
- CESTA (Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada). 2005. El Salvador va a una Crisis de Agua (en línea). San Salvador. Consultado 3 marzo 2006. Disponible www.cesta-foe.org.sv/
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologías, SV). 1999. Calidad de agua o de Salud Pública y Asistencia Social). COSUDE (Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación). El Salvador, editorial Bellisco. Consultado 24 de junio 2013. Disponible en [www. Books.google.com.sv/](http://www.Books.google.com.sv/)
- Diario Colatino.2010 San Sebastián; el secreto a voces de la contaminación minera (en línea) San Salvador. Consultado el 13 de agosto 2011. Disponible en www.diariocolatino.com
- Dimas, L. 2013. Recurso Agua en El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 10 marzo 2013. Disponible en www.fusades.org/index
- DYGESTYC (Dirección General de Estadísticas y Censos, SV). 2007. VI Censo Población Final (en línea). San Salvador. Consultado 11 de mayo 2012. Disponible en www.digestyc.gob.org/
- EHPM (Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples). 2011. Principales resultados de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (en línea). San Salvador. Consultado 22 de octubre. 2011. Disponible en www.digestyc.gob.sv/

- Erazo, C. 2012. Ley de Aguas evitaría conflictos sociales (en línea). San Salvador. Consultado 12 de septiembre. 2012. Disponible en www.contrapunto.com.sv/
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, SV). 1993. Estado Mundial de la Agricultura y Alimentación (en línea). Consultado 5 de diciembre 2013. Disponible en www.fao.org/
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, SV). 1999 (en línea). Agricultura y Ambiente. Consultado 26 noviembre 2013. Disponible en www.fao.org/
- FISDL (Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local, SV). 1999. Desarrollo local (en línea). San Salvador. Consultado 8 dic. 2012. Disponible en www.fisdgob.sv/
- FUNDAMUNI (Fundación de Apoyo a Municipios de El Salvador, SV). 2000. Guia Local en El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 18 oct. 2010. Disponible en www.fundaungo.org.sv/
- FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social, SV). 2011. Hacia la gestión sustentable del agua en El Salvador (en línea). Consultado 18 agosto. 2013. Disponible en www.unes.org.sv
- Guinea, J. 1990. Análisis microbiológico de aguas. Aspectos aplicados. Barcelona, España. Ediciones Omega, S.A. p. 23, 24, 25, 45,56.
- Guinea, J.1999. Análisis microbiológico de aguas. Aspectos aplicados. Barcelona, España. Ediciones Omega, S.A. p. 33, 34 67 69,87 89.
- IDH (Índice de Desarrollo Humano, SV). 1990. Informe de Desarrollo Humano (en línea). San Salvador. Consultado 10 sept. 1991. Disponible en www.hdr.undp.org/
- IDH (Índice de Desarrollo Humano, SV). 2001 Informe de Desarrollo Humano (en línea). San Salvador. Consultado 22 marzo 2003. Disponible en www.hdr.undp.org/
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, SV). 2000. Desarrollo Rural Sostenible (en línea). San Salvador. Consultado 10 mar. 2011. Disponible en www.iica.org.sv/
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad (en línea). San Salvador. Consultado 11 de junio 2014. Disponible en www.ipcc.ch/
- Jawest, N.1996. Microbiología Médica. 15a edición. México D.F. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. p. 250- 251.

- Jawest, N. 2005. Determinación de coliformes fecales en agua (en línea). San Salvador. Consultado 12 julio 2005. Disponible en www.redicces.org.sv/
- Jenkins, J. 2003. Vulnerabilidad de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en Áreas Rurales de El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 11 mayo 2009. Disponible en www.es.wikipedia.org/wiki/Manejo_del_recurso_agua.
- Larios, D. 2008. Foro. Peligros de la minería metálica en El Salvador. San Salvador (en línea) Consultado 21 de marzo 2009. Disponible en www.marn.org.sv/
- Lobos, J. 2002. Cálculo del índice de calidad de agua (en línea). San Salvador. Consultado 22 de mayo 2012. Disponible en www.snet.gob.sv
- Macana, S. 2008. Minería y la producción alimentaria (en línea). San Salvador. Consultado 26 mayo 2013. Disponible en www.macana.org.sv/
- Martínez, S. 2009. Aplicación de fertilizantes al suelo (en línea). San Salvador. Consultado 13 de marzo 2013. Disponible en www.mag.gob.sv/
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2002. Informe Nacional del Medio Ambiente (en línea). San Salvador. Consultado 14 nov. 2004. Disponible en www.marn.org.sv/
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2014. Niveles de contaminación en el agua y aire (en línea). San Salvador. Consultado 20 dic. 2014. Disponible en www.marn.org.sv/
- Mendoza, E. 2002. La igualdad de género en el sector rural (en línea). San Salvador. Consultado 18 Oct. 2000. Disponible en www.mujierrural.org/
- Menjivar. L. 2008. Acumulación originaria y desarrollo del capitalismo en El Salvador. San Salvador. Consultado 11 abril 2011. Disponible en www.wikipedia.org/
- Mesa de Agua, 2013. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en El Salvador (en línea). San Salvador. Consultada 10 abril 2013. Disponible en www.mesadeagua.org.sv/
- MINED (Ministerio de Educación, SV). 1995. Historia Natural y Ecología de El Salvador. Tomo I, El Salvador. p. 87-91.
- MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 2004. Efecto de los organofosforados en la salud humana (en línea). Consultado 25 octubre 2012. Disponible en www.salud.gob.sv/
- MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 2008. Enfermedades infecciosas (en línea). Consultado 14 de noviembre 2013. Disponible en www.salud.gob.sv/

- Miranda, A. 2003. Reformas Económicas Medio Ambiente y Urbanismo. Comisión Económica para América Latina y El Caribe. México. DF. McGraw-Hill. p.137-193.
- MNFM (Mesa Nacional Frente a la Minería, SV). 2008. Minería verde (en línea). Consultado 6 abril 2010. Disponible en www.mineria.org.sv/
- Morán, R. 2009. Revisión técnica del estudio de impacto ambiental del proyecto minero El Dorado. San Salvador (en línea). Consultado 25 de marzo 2012. p.29. Disponible en www.noalamineria.org/
- Moya, T. 2006. Manual de Cuencas Hidrográficas. Tesis Ing. Civil. SV. UNIVO. p. 78-153.
- MFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, NIC). 2003. Tecnologías baratas y de fácil aplicación para disminuir metales pesados. Nicaragua (en línea). Consultado 27 de octubre 2013. Disponible en www.fta-alca.org/
- NSO 13.07.01.08 (Norma Salvadoreña Obligatoria SV). 1999. Norma Salvadoreña para la calidad del agua potable. San Salvador, El Salvador. p. 8, 9, 17, 18, 20, 21, 27– 29.
- NOM-147 (Normativa Mexicana para Concentración de Metales Pesados, MX). 2004. Concentración de metales pesados en suelo (en línea). Consultado 21 mayo 2013. Disponible en www.conagua.gob.mx
- OMS (Organización Mundial de la Salud, US).1999. Guías para la calidad del agua potable Washington D.C. Organización Mundial de la Salud. 1999.
- OMS (Organización Mundial de la Salud, US).1999. Publicación Científica No 506. Criterios relativos para la medicina preventiva. Washington D.C. Organización Mundial de la Salud.
- OMS (Organización Mundial de la Salud, SV). 1998. Guías para la calidad de agua potable (en línea). San Salvador. Consultado 15 abril. 2000. Disponible en www.who.int/es/
- OMS (Organización Mundial de la Salud, SV). 2000. Informe sobre la salud en el mundo (en línea). Consultado 26 octubre 2013. Disponible www.who.int
- OMS/UNICEF OMS (Organización Mundial de la Salud, SV); UNICEF (Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas, US). 2013. Programa de Monitoreo conjunto 2013. San Salvador. Consultado 26 de abril 2011. Disponible en www.wssinfo.org
- OMS-OPS OMS (Organización Mundial de la Salud, SV); OPS(Organización Panamericana de la Salud, US). 2004. Cobertura de servicios en zonas rurales y urbanas de El Salvador (en línea). Consultado 13 mayo 2006. Disponible en www.oms.org.sv/.

- OACDH (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, EU). 2005. Derechos Humanos de Las Naciones Unidas (en línea). Consultado 23 enero 2013. Disponible en www.ohchr.org/SP
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, US) 1998. Manual de certificación de Microbiología. División de Contaminantes microbiológicos (en línea). Consultado 8 de julio 2012. Disponible en www.paho.org/
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, EU). 1998. Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 2 (en línea). Consultado 28 octubre 2011. Disponible en www.paho.org/
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, EU).1999.Sustancias Químicas e Inorgánicas y su Relación con la Salud. (en línea).Consultado 12 abril 2011. Disponible en www.bvsde.ops-oms.org/
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, EU) 2000. Coliformes totales y fecales en agua para consumo (en línea). Consultado 24 junio 2013. Disponible en www.paho.org/
- Peña, D. Gobernabilidad del agua.2003. San Salvador (en línea). Consultado 24 octubre 2013. Disponible en www.gwp.org/
- Perico, J. 2004. Modernización de Desarrollo Rural (en línea). El Salvador. UCA. Consultado 25 abril. 2011. Disponible en www.uca.edu.sv/
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV). 2009. Objetivos del Milenio (en línea) San Salvador. Consultado 10 feb. 2012. Disponible en www.pnud.org.sv/2007/odm/
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV).1990. Evaluación de los resultados del desarrollo (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 5 ene. 2000. Disponible en www.pnud.org.sv
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV) 2001. Recurso Agua en El Salvador (en línea). San Salvador. El Salvador. Consultado 9 ene. 2008. Disponible en www.pnud.org.sv/
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV) 2003. Informe sobre el Desarrollo Humano de El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 12 feb. 2010 El Salvador. Disponible en www.pnud.org.sv/
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV). 2005. Recurso Agua en El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 20 jun. 2000. Disponible en www.pnud.org.sv/

- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, SV). 2006. Más allá de la escasez, poder, pobreza y la crisis mundial del agua (en línea). San Salvador. Consultado 23 jul. 2009. Disponible en www.pnud.org.sv/
- Rodier, M.1989. Manual de técnicas analíticas (en línea). San Salvador. Consultado 3 jul 1995. Disponible en www.invemar.org.coredcostera1/
- Romero, R. 1996. Calidad del agua. México DF. Alfa Omega, S.A. p. 135-139.
- Romero, A. 1999. Calidad del agua. México D.F. Alfa Omega, S.A. p. 154 – 156.
- Sepúlveda, H.2009. Desarrollo rural con enfoque territorial. México D.F.Alfa Omega, S.A p.12-15.
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, SV). 2005. Índice de Calidad de Agua (en línea). San Salvador. Consultado 16 de sept. 2007. Disponible en www.snet.org.sv/
- Stock, A. 2003. Presencia de metales pesados en el agua (en línea). San Salvador. Consultado 3 de junio 2013. Disponible en www.greenpeace.org/ México
- Tyler, M. 1992. Ecología y Medio ambiente. México DF. McGraw-Hill. p. 203-241.
- Tyler, M. 1994. Ecología y Medio ambiente. México DF. Prentice Hall. p. 194-196.
- UNES (Unidad Ecológica Salvadoreña, SV). 2003. Recurso Hídrico en El Salvador (en línea) San Salvador. Consultado 13 nov. 2005. Disponible en www.unes.org.sv/
- UNES (Unidad Ecológica Salvadoreña, SV). 2005. Recurso Agua en El Salvador (en línea) San Salvador. Consultado 13 agosto. 2007. Disponible en www.unes.org.sv/
- UNES (Unidad Ecológica Salvadoreña, SV). 2011. El Salvador-crisis hídrica (en línea). San Salvador. Consultado 8 mayo. 2012. Disponible en www.unes.org.sv/
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional, SV). 1999. Recurso Agua en El Salvador (en línea). San Salvador. Consultado 3 abril 2010. Disponible en www.elsalvador.usais.gov/
- USAID, CARE, OPS/OMS. USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, US); CARE (CARE, US). 1999. Evaluación del sector de agua potable y saneamiento (en línea). San Salvador. Consultado 20 mayo 2010. Disponible. www.elsalvador.usais.gov/
- Velázquez, A. 2012. Efectos de la *Escherichia coli* en los lipopolisacáridos (en línea). San Salvador. Consultado 10 agosto 2012. Disponible en www.ops.org.ar/
- Ventura, C. 1995. Hidrología. El Recurso Agua. México, DF. McGraw-Hill. p 195-278.

- WHO (World Health Organization, SV). 2003. Informe sobre la salud en el mundo (en línea). San Salvador. Consultado 23 oct 2010. Disponible en www.who.int/whr/2003/es/

XI. Anexos

Anexo 1. Encuesta

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



Encuesta dirigida a la comunidad San Sebastián del Cantón San Sebastián municipio de Santa Rosa de Lima departamento de la Unión.

Objetivo: Recopilar información sobre aspectos económicos, sociales, salud y ambientales.

A. 1. Encuesta N°

2. Fecha

3. Sexo M _____ F _____

4. Número de miembros por familia: _____

5. Edad del encuestado

18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-mas

6. Grado de Escolaridad

Último grado aprobado: _____

B. ¿Quién es el responsable de su casa?

a) Mamá _____ b) Papá _____ c) abuelos _____ tíos _____ otros _____

B 1.¿ De dónde proviene la fuente de Ingreso del responsable de la casa?

Empleo	Agricultura	Negocio	Remesa	Otras actividades	Total

B2. Grupo familiar

Parentesco	Edad	Género	Grado de educación alcanzado	Ocupación	Estado civil	Total

Datos de la vivienda**B 3. ¿Qué tipo de vivienda posee?**

1. Rancho
2. Casa de lámina
3. Casa de bahareque
4. Casa de adobe
5. Casa mixta

B4. Tenencia de la vivienda

Su vivienda es:

- 1 Propia
- 2 Arrendada
- 3 Promesa de venta
- 4 Comodato
- 5 Otra

B5. ¿Cómo se distribuye su vivienda?

- a) Sala -----
- b) Comedor -----
- c) Cocina -----
- d) Dormitorios -----

e) Baño -----

f) Otro Explique -----

B 6. ¿Existe en la vivienda un solo cuarto para cocinar?

Si

No

Explique _____

B 7. ¿Qué tipo de servicio posee su vivienda?

1 Inodoro de lavar

2 Letrina abonera

3 Letrina de fosa

4 Aire libre

5 Otros

Explique _____

B8. ¿De qué material esta hecho el piso de la casa donde usted vive?

1	Tierra	<input type="checkbox"/>
2	Losa de cemento	<input type="checkbox"/>
3	Madera	<input type="checkbox"/>
4	Ladrillo de cemento	<input type="checkbox"/>
5	Ladrillo de barro	<input type="checkbox"/>
6	Otro (especifique)	<input type="checkbox"/>

B 9. ¿De qué material están hechas las paredes de su vivienda?

1	Concreto o sistema mixto/ ladrillo	<input type="checkbox"/>
2	Bahareque	<input type="checkbox"/>
3	Adobe	<input type="checkbox"/>
4	Madera	<input type="checkbox"/>
5	Lámina metálica	<input type="checkbox"/>
6	Paja, palma u otro vegetal	<input type="checkbox"/>
7	Desechos	<input type="checkbox"/>
8	Otros (Especifique)	<input type="checkbox"/>

B 10. ¿De qué material es el techo de su vivienda?

1	Losa de concreto (plafón)	
2	Lámina de asbesto	
3	Teja	
4	Lámina metálica	
5	Paja, palma u otro vegetal	
6	Desechos	
7	Otros (Especifique	

Aspecto Social y Ambiental

B 11. ¿Qué tipo de alumbrado posee su vivienda?

1	Electricidad	
2	Planta Eléctrica	
3	Gas (kerosene)	
4	Candela	
5	Candil	
6	Otro (especifique)	

B 12. ¿Dispone su vivienda de sistema de alcantarillado?

- 1 Alcantarillado
- 2 Fosa séptica
- 3 Al suelo fuera de la vivienda
- 4 Quebrada
- 5 Río
- 6 No dispone

B 13. ¿De qué forma es eliminada la basura de su vivienda?

- 1 Servicio municipal
- 2 Servicio particular
- 3 Quema
- 4 La entierra
- 5 Otro

AGUA

C 1. ¿De dónde proviene el agua para beber?

- 1 Por cañería
- 2 Dentro de la casa
- 3 Fuera de la casa
- 4 Chorro público (cantarera)
- 5 De pozo Privado (propio)
- 6 De pozo Privado (no propio)
- 7 De pozo Público
- 8 De pozo artesanal
- 9 De río
- 10 De manantial
- 11 Comprada (pipa/barril)
- 12 Comprada (embotellada)
- 13 Agua llovida
- 14 Otro lugar (especifique)

C 2. ¿Con qué frecuencia recibe el agua en su hogar?

- 1 Por horas
- 2 Todo el día
- 3 A la semana
- 4 Una vez al mes
- 5 Otros

C 3. ¿Qué usos que le da al agua?

- 1 Tomarla
- 2 Domésticos

- 3 Solo para lavar
- 4 Bañarse y lavar
- 5 Para todo uso

C 4. ¿Dónde mantiene el agua?

- 1 En pila
2. Cántaro
3. Olla aluminio
4. Olla peltre
5. Cántaro de barro
6. Otro especifique

C 5. ¿Qué sabor tiene el agua que consume?

- 1 Dulce
- 2 Salada
- 3 Acida
- 4 Tetelque
- 5 Amarga
- 6 Sin sabor
- 7 Otro especifique

C 6. ¿Qué aspecto tiene el agua que toma?

- 1 Clara
- 2 Turbia
- 3 Sucia
- 4 Tiene color

C 7. ¿Posee olor el agua?

- 1 Pescado
- 2 Hojas podridas
- 3 Ninguno
- 4 otro
- 5

C8. ¿El agua que beben le dan algún tratamiento (si su respuesta es No pase a la C10)

- 1 si
- 2 no

C9. ¿Qué tratamiento le dan al agua para beber?

- 1 Filtra
- 2 Hierve
- 3 Clora con lejía
- 4 Expone al sol
- 5 otro

C10. ¿Qué tipo de mantenimiento le da a los recipientes donde capta el agua?

- 1 Lavado con agua
- 2 Lavado con jabón y lejía
- 3 Tapón de puriagua
- 4 Ninguno
- 5 Otros

C11. ¿Qué tipo de protección tiene el lugar de donde obtiene el agua?

- 1 Forestal
- 2 Vegetación de chaparral
- 3 De cemento
- 4 Otros

C12. ¿Cuánto es el consumo de agua por día?

1 Barril	1	2	3	4	otro
2 Cántaro					
3 Pila					
4 otros					

E. Uso de suelo

E13. ¿Qué usos le da al suelo?

1. Cultivo
2. Producción animal
- 1.

E15. ¿Qué tipo de semilla que utiliza?

1. Certificada
2. Criolla
3. Otros

E16. ¿Qué tipo de fertilizantes usa en sus cultivos?

1. Químico
2. Orgánico
3. Fertilización combinada
4. Natural

E17. ¿Qué tipo de Agroquímico que utiliza?

1. Volaton
2. Tamaron
3. Lannate
4. Karate
5. Otro

E18. ¿Qué Herbicidas usa?

1. Paraquat (Gramoxone)
2. 2-4 amina (hedonal)
3. Glifosato (Ranger)
4. Otros
- 5.

E 19. ¿Qué se produce en la comunidad?

1. Maíz
2. Frijol
3. Maicillo
4. Frutales

5. Hortalizas
6. Cerdos
7. Gallinas
8. Ganado
- 10 caballos
- 11 conejos
- 12 otros.

E20. ¿Cuál es el destino de la producción que saca de su parcela?

1. Autoconsumo
2. Lo vende al mercado
3. Otro: _____

E 21.¿ Dónde comercializa los productos?

1. Ciudad
 2. Comunidad
 3. mercado
- SALUD

F1. ¿Dónde se ubica la unidad de Salud?

1. en la ciudad
2. en la casa comunal de la comunidad
3. otro _____

F 2. ¿Cuantas veces al año visita la Unidad de Salud y / u Hospital más cercano?

1. Una vez
2. Dos veces
3. De 3 a 6 veces
4. Más de 6 veces
5. No visita

6. F 4. Visita el promotor de salud su vivienda?

1. si
2. no

F3. ¿Cada cuánto tiempo los visita el promotor de salud?

1. Una vez a la semana
2. Una vez al mes
3. Tres veces al mes
4. Cada mes
5. otro

F 4. ¿Padece usted de las siguientes enfermedades?

1	Dolor de cabeza
2	Dolor de estomago
3	Ardor de estomago
4	Vómitos
5	Nauseas
6	Mareo
7	Diarrea
8	alergias
9	Picazón
10	Ninguna
total	

F5. ¿Con qué frecuencia la padece?

1. Una vez a la semana
2. Una vez al mes
3. Constantemente
4. Siempre
5. nunca las padece
- 6.

F6. ¿Cuál es el tratamiento que recibe?

1. Analgésicos
2. Antibióticos
3. Desparasitantes
4. No recibe tratamiento

F7. ¿Alguno de su familia sufre de las siguientes enfermedades?

1	Dolor de cabeza
2	Dolor de estomago
3	Ardor de estomago
4	Vómitos
5	Nauseas
6	Mareo
7	Diarrea
8	alergias
9	Picazón
10	Ninguna
total	

F8. ¿Con que frecuencia las padece?

1. Una vez a la semana
2. Una vez al mes
3. Constantemente
4. Siempre
5. nunca las padece

F9. ¿Dispone de los recursos económicos suficientes para tratar las enfermedades?

1. Si
2. No

F10. ¿Qué otro tipo de tratamiento dispone?

1. Lo brinda el hospital
2. De la comunidad parroquial

Anexo 2 .Aspecto del Río San Sebastián en época seca.



Anexo 3. Aspecto del río San Sebastián en época lluviosa.



Anexo 4. a) Río San Sebastián, utilizado para lavado de ropa, baño y consumo humano.



Anexo 4 b) Pozo de la comunidad San Sebastián quienes se abastecen del agua del río San Sebastián.



Anexo 5. Calidad microbiológica del agua de río San Sebastián.



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección Vegetal
Laboratorio de Investigación y Diagnóstico



RESULTADO DE ANÁLISIS

	Caldo LMX		Caldo EC	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
Coliformes Totales. NMP/100 mL	240	240		
Coliformes Fecales. NMP/100 mL			240	240
<i>Escherichia coli</i> (EMB agar)	+			
<i>Pseudomona sp</i> (Cetrimide agar)	+			
<i>Staphylococcus sp</i> (St. agar)				
<i>Salmonella sp</i> (S.S. agar)				
Indol	+			

Recuento de bacterias heterótrofas			
Dilución	Conteo por placa	Factor de conversión	Resultado por placa
10 ⁰		× 1	
10 ⁰		× 1	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻³		× 1000	
10 ⁻³		× 1000	
Total =			
RESULTADO (PROMEDIO)=			

Observaciones: El agua no es apta para consumo humano ni animal.


Licda. Rosmery Erroa
 Responsable de Laboratorio




Lic. M.V.Z. Rudy Ramos
 Responsable de realizar el análisis

Teshcal

Anexo 6. Calidad microbiológica del río San Sebastián.



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección Vegetal
Laboratorio de Investigación y Diagnóstico



RESULTADO DE ANÁLISIS

	Caldo LMX		Caldo EC	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
Coliformes Totales. NMP/100 mL	7 00	7 00		
Coliformes Fecales. NMP/100 mL			432	432
<i>Escherichia coli</i> (EMB agar)	+			
<i>Pseudomona sp</i> (Cetrimide agar)	+			
<i>Staphylococcus sp</i> (St. agar)				
<i>Salmonella sp</i> (S.S. agar)				
Indol	+			

Recuento de bacterias heterótrofas			
Dilución	Conteo por placa	Factor de conversión	Resultado por placa
10 ⁰		× 1	
10 ⁰		× 1	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻³		× 1000	
10 ⁻³		× 1000	
Total =			
RESULTADO (PROMEDIO)=			

Observaciones: El agua no es apta para consumo humano ni animal.



Licda. Rosmary Erroa
 Responsable de Laboratorio





Lic. M.V.Z. Rudy Ramos
 Responsable de realizar el análisis

Teshcal

Anexo 7.
Anexo 7. Análisis microbiológico en agua de pozo.



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección Vegetal
Laboratorio de Investigación y Diagnóstico




RESULTADO DE ANÁLISIS


	Caldo LMX		Caldo EC	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
Coliformes Totales. NMP/100 mL	500	500		
Coliformes Fecales. NMP/100 mL			430	430
<i>Escherichia coli</i> (EMB agar)	+			
<i>Pseudomona sp</i> (Cetrimide agar)	+			
<i>Staphylococcus sp</i> (St. agar)				
<i>Salmonella sp</i> (S.S. agar)				
Indol	+			


Recuento de bacterias heterótrofas			
Dilución	Conteo por placa	Factor de conversión	Resultado por placa
10 ⁰		× 1	
10 ⁰		× 1	
10 ⁻¹	338	× 10	3380
10 ⁻¹	338	× 10	3380
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻³		× 1000	
10 ⁻³		× 1000	
Total =			
RESULTADO (PROMEDIO)=			

Observaciones: El agua no es apta para consumo humano ni animal.



Licda. Rosmary Erroa
Responsable de Laboratorio





Lic. M.V.Z. Rudy Ramos
Responsable de realizar el análisis

Teshcal

Anexo 8. Calidad microbiológica en agua de pozo.



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección Vegetal
Laboratorio de Investigación y Diagnóstico



RESULTADO DE ANÁLISIS

	Caldo LMX		Caldo EC	
	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
Coliformes Totales. NMP/100 mL	245	245		
Coliformes Fecales. NMP/100 mL			234	234
<i>Escherichia coli</i> (EMB agar)	+			
<i>Pseudomona sp</i> (Cetrimide agar)	+			
<i>Staphylococcus sp</i> (St. agar)				
<i>Salmonella sp</i> (S.S. agar)				
Indol	+			

Recuento de bacterias heterótrofas			
Dilución	Conteo por placa	Factor de conversión	Resultado por placa
10 ⁰		× 1	
10 ⁰		× 1	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻¹		× 10	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻²		× 100	
10 ⁻³		× 1000	
10 ⁻³		× 1000	
Total =			
RESULTADO (PROMEDIO)=			

Observaciones: El agua no es apta para consumo humano ni animal.

Rosa
Licda. Rosmary Erroa
Responsable de Laboratorio



Rudy
Lic. M.V.Z. Rudy Ramos
Responsable de realizar el análisis

Teshcal

Anexo 9. Participación de la comunidad del caserío San Sebastián en el taller rural participativo.



Anexo 10. Socialización sobre el tema de riesgos a la comunidad del caserío San Sebastián.



Anexo 11. Listado de participantes al Taller Rural participativo

Asistencia de los miembros participantes en el Taller Rural Participativo.	
1. María Joya: promotora de salud	14. Karla Maricela Bonilla
2. Elena Aurora Ventura	15. Jessica Benítez
3. Paulina Larios	16. Salvadora Reyes Ortez
4. Marta Alicia Melgar	17. Evelyn Hernández
5. Filadelfo Bonilla Benítez	18. Jacqueline Vanessa Melgar
6. Rosa Estela Escobar	19. Madelyn Melgar
7. Will Alfredo Rivera	20. Jennifer del Carmen Joya
8. María Estela Escobar	21. Gabriel Bonilla
9. Yuri Maricela Escobar	22. Luis Reyes.
10. Dilma Joya	
11. Lidia Borjas	
12. Misalia Nineth Bonilla Reyes	
13. Carmen Aurora Joya	

Anexo 12. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Temas: Uso de Suelo

TEMA: TIERRA						
Problema	Ubicación		Causa	Efecto	Posible Solución	Posibles Actores
Contaminación de la tierra por cultivo	Caserío Sebastián,	San Sebastián	Uso de químicos (Gramoxone, Paraquat)	Abonos orgánicos, disminuye la contaminación	Capacitación a cargo de ingenieros agrónomos sobre buenas prácticas agrícolas Darle monitoreo y seguimiento al proceso	Ministerio de Agricultura y Ganadería Ingenieros y técnicos agrónomos Comunidad ya orientada ONG'S FAO

Anexo 13. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Riesgos.

TEMA: RIESGOS					
Problema	Ubicación	Causa	Efecto	Posible Solución	Posibles Actores
Desprendimiento de la tierra (derrumbes)	Caserío San Sebastián, Cantón San Sebastián	Uso inadecuado de vivienda Vivienda en zona de alto riesgo No existe ordenamiento territorial	Accesos y carreteras incomunicadas Arrastre de rocas, árboles, arbustos, etc.	Permitir las viviendas en zonas no catalogadas de alto riesgo Reasentamiento de la población de las viviendas vulnerables a otra zona segura	ONG'S Protección Civil Alcaldías Cruz Roja
Deslaves		Perdida del material, por no estar arborizado Incremento de viviendas en la parte baja de la cuenca del río			
Vivir cerca de la mina		Vivienda en zona de alto riesgo			
Desprendimiento de rocas		Alteración de las condiciones naturales del terreno			

Anexo 14. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Socioeconomicos.

TEMA: SOCIOECONOMICOS					
Problema	Ubicación	Causa	Efecto	Posible Solución	Posibles Actores
Uso de la tierra para cultivo	Caserío San Sebastián, Cantón San Sebastián	Su medio de subsistencia	Deterioro de la tierra	Generación de nuevos proyectos	Empresa Privada Gobierno
Desempleo		No hay generación de proyectos No vienen empresas a trabajar en la mina, que antes era su medio de subsistencia	Delincuencia No hay interés para inversión extranjera	Apertura de fuentes de trabajo Capacitar en otros oficios Ubicar alguna maquila u otra fuentes de ingreso	Empresa Privada Gobierno
No están organizados como comunidad		No hacen por gestionar proyectos para la comunidad	No hay inversión en la comunidad	Formar una ADESCO	Alcaldía, ONG'S
No hay unidad de salud, ni		Trasladarse hacia Santa Rosa (incremento de los gastos)	Desviar fondos para salud	Instalar clínica comunal	MINSAL

TEMA: SOCIOECONOMICOS					
Problema	Ubicación	Causa	Efecto	Posible Solución	Posibles Actores
ECO					
No hay escuela (a 2km únicamente)		Trasladarse a comunidad cercana para buscar educación (primaria) y hasta Santa Rosa para el 3er. ciclo y bachillerato	Desviar fondos para traslados Riesgo en época de lluvia y delincuencia	Implementación de escuela	MINED

Anexo 15. Vaciado de la información en una matriz por tema presentado a la comunidad y líderes comunales. Tema: Uso del agua.

Tema : Uso del Agua					
PROBLEMA	UBICACION	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCION	POSIBLES ACTORES
Contaminación por extracción minera	Caserio San Sebastián	Extracción minera	Cambio de las propiedades del agua	Tratamiento al agua	ONGS
Falta de recursos para comprar el vital líquido		Ingerir agua contaminada	Enfermedades de origen hídrico	Abastecerse de otras fuentes. Tanque dentro de la comunidad	alcaldía
No existe tratamiento al agua que se consume		Acidez	abate		
Necesidad de subsistir					

Anexo 16. Vaciado de información proporcionada por la comunidad y líderes comunales. Tema: Infraestructura.

Tema : Infraestructura					
PROBLEMA	UBICACION	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCION	POSIBLES ACTORES
Mal estado de las vías de acceso	Caserio San Sebastian	No están conformadas adecuadas	Arruinan los carros Quedan incommunicados	Darle tratamiento a las calles	Alcaldía ONGS
Casas construidas de adobe		Acceso a los materiales	Se desploman las causas ante la presencia de sismos	Cambiar el sistema constructivo	ONGS Caritas
Señalización flex beam		No hay indicación del tipo de calle	Vehículos se vayan a la quebrada	Colocar señalización vertical y horizontal	Alcaldías MOP

Anexo 17.

Anexo 17. Vaciado de información proporcionada por la comunidad y líderes comunales Tema: saneamiento.

Tema : Saneamiento					
PROBLEMA	UBICACION	CAUSA	EFEECTO	POSIBLE SOLUCION	POSIBLES ACTORES
Basura	Caserio San Sebastian	No poseen tren de aseo por parte de la municipalidad	Queman la basura La tiran a la calle	La comunidad saque la basura y la quema No tirarla a la calle	Alcaldía (tren de aseo cada tres días).
No se cuentan con servicios sanitarios		Servicios lavables Fosas sépticas	Mayor gasto de agua 1 pozo comunitario Tratan los servicios sanitarios con cal, aceite quemado	Fumigar una vez al año para contrarrestar plagas	ON GS