



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de tecnología de la construcción.

Monografía

**CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE CONSUME LA POBLACIÓN EN LA
ZONA CENTRAL URBANA DEL MUNICIPIO LA LIBERTAD CHONTALES,
PERMITIENDO LA VERIFICACIÓN DE LA SALUD DE LOS MISMOS, EN
SEPTIEMBRE DEL 2017**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Concepción Marina Balladares Laguna

Br. Tana María Balladares Laguna

Br. José Antonio García Solano

Tutor:

Ing. Manuel González Murillo

Managua, Agosto 2019

Agradecimiento

Agradecemos en primera instancia, a Dios todo poderoso que nos ha guiado y protegido en el transcurso de nuestras vidas, otorgándonos las fuerzas necesarias para continuar luchando cada día por un futuro, y a todas las personas que nos dieron su apoyo para alcanzar nuestra meta:

A nuestros padres, hermanos, familiares, y amigos que nos han apoyado durante la duración de esta investigación les debemos gratitud, respeto y cariño, ya que son la fuente de motivación que impulsa la realización de este trabajo.

A nuestros profesores que nos han apoyado, en especial al ingeniero Manuel González Murillo, que nos ha venido dando instrucciones y recomendaciones de cómo elaborar este documento con pertinencia, coherencia y sobre todo objetividad.

Nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto investigativo, con sus opiniones, ideas y sugerencias, aportadas para el mejoramiento de la calidad de su contenido.

Agradecemos a todas las personas que de una forma u otra han estado ahí dándonos su apoyo, ayudándonos a conseguir nuestra meta.

Br. Concepción Marina Balladares Laguna

Br. Tana María Balladares Laguna

Br. José Antonio García Solano

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo investigativo, principalmente a Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto de nuestras vidas y otorgarnos salud y fortaleza para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres y familiares, que nos han apoyado en todo momento, por sus consejos, por la motivación constante que nos dan todos los días, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que nos inculcaron siempre, por el valor mostrado para salir adelante y sobre todo su amor incondicional.

A Nuestros maestros, por su gran apoyo y motivación para lograr concluir la presente investigación.

Al profesor e ingeniero Manuel González, por guiarnos y dedicarnos parte de su tiempo para corregir y darnos sus recomendaciones, para mejorar y terminar satisfactoriamente este trabajo.

A las instituciones que nos ayudaron, facilitándonos información, nuestros más sinceros agradecimientos y gratitudes por el tiempo que nos dedicaron. También a todas las personas que nos apoyaron en todo el transcurso de este sondeo.

Br. Concepción Marina Balladares Laguna

Br. Tana María Balladares Laguna

Br. José Antonio García Solano

Resumen Ejecutivo

El presente informe, manifiesta de forma breve, la descripción del problema que representa la falta de investigación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de La Libertad Chontales. El cual por medio de encuestas realizadas a grupos focales, se determinó la problemática que presenta para la población la falta de seguimiento operativo y buen mantenimiento al sistema de agua potable de la Libertad chontales.

La encuesta de percepción, es la base principal que se usó para determinar la necesidad de realizar mejoramientos en el tratamiento del agua potable. Se demostró mediante este estudio, los riesgos que presentan las diversas formas de contaminación a las fuentes hídricas, exponiendo de esta manera en primera instancia la salud de quienes hacen uso de este servicio indispensable para la vida.

Debido a la ubicación y los diversos sectores que rodean la población de La Libertad, y en consecuencia a la fuente hídrica utilizada para potabilizar; se determinó la importancia de realizar más estudios que verifiquen la condición en la que se encuentra el agua, ya que se ha demostrado que los pobladores consideran que está siendo contaminada y esto perjudica su nivel de vida.

La investigación se realizó mediante encuestas a las personas afectadas, así como también se realizaron entrevistas al personal de la Alcaldía Municipal, y al personal del sistema de tratamiento de agua potable de la ciudad. El estudio generó potenciales deficiencias en el sistema de potabilización, y para el cual se hace una propuesta de equipos para mejorar la calidad del agua con su respectivo plano general. También, en el estudio se materializa con evidencia el temor de la población al consumir el agua potable de las redes, por el riesgo de padecer de enfermedades de índole diarreicas entre otros tipos que genera el agua mal potabilizada.

Índice

CAPÍTULO I.-GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5. HIPÓTESIS	6
1.5.1 Operacionalización de la variable	6
1.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO EN ESTUDIO	7
1.6.1 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO.....	7
1.6.2 Macro-Localización de la zona en estudio.....	8
1.6.3 Micro localización del sitio en estudio	8
CAPÍTULO II.-MARCO TEÓRICO	11
2.1 CALIDAD DEL AGUA	11
2.1.1 Características físicas del agua	12
2.1.2 Características químicas del agua	14
2.1.3 Características Microbiológicas del agua.....	16
2.1.4 Características Orgánicas del agua	17
2.2 ESTADO DE SALUD.....	17
2.2.1 Enfermedades causadas por Microorganismos	17
2.3 PARÁMETROS ACEPTABLES DEL AGUA POTABLE	19
2.4 APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	22
2.4.1 Proceso de tratamientos para la potabilización del agua	22
2.5 MEJORES CONDICIONES DEL AGUA POTABLE	27
CAPÍTULO III.-DISEÑO METODOLÓGICO	30
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.2 LÍNEAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.3 CORTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.4 MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	31

3.5 DETERMINACIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	32
3.6 UNIVERSO.....	32
3.7 POBLACIÓN.....	33
3.8 MUESTRA.....	33
3.8.1 Tamaño de la muestra poblacional.....	33
3.9 TIPO DE MUESTREO.....	34
3.10 TIPO DE MUESTRA.....	35
3.11 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	35
3.12 PLAN DE ANÁLISIS.....	35
3.13 ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA POTABLE DOMICILIAR.....	36
CAPÍTULO IV.-CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	38
4.1 ENCUESTA A POBLADORES.....	38
4.2 ENTREVISTA AL ÁREA DE PROYECTO.....	61
4.3 SITUACIÓN ACTUAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	77
4.3.1 Posibles causas del problema.....	80
4.4 ESTADO ACTUAL DE LA SALUD DE LAS PERSONAS.....	81
4.5 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL LABORATORIO.....	81
4.5.1 Observaciones de resultados del laboratorio.....	82
4.6 COMPROBACIÓN Y RECHAZO DE LA HIPÓTESIS.....	83
4.7 PROPUESTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE.....	83
4.7.1 Descripción del proyecto propuesto.....	84
CAPÍTULO V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1 CONCLUSIONES.....	88
5.2 RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90

ANEXOS

Índice de cuadro

Cuadro 1: Operacionalización de la variable	6
Cuadro 2 Afectaciones a la salud causada por microorganismos.	18
Cuadro 3: Parámetros físico-químicos.	20
Cuadro 4: Parámetros organolépticos.....	21
Cuadro 5: Parámetros para sustancias no deseadas.....	21
Cuadro 6: Tiempo de vivir en la zona central	38
Cuadro 7: Edad de los encuestados.....	39
Cuadro 8: Calidad actual del agua potable.....	40
Cuadro 9. Importancia de calidad del agua	41
Cuadro 10. El agua perjudica la salud.....	42
Cuadro 11. Afectaciones a la salud	43
Cuadro 12. Problemas de enfermedades.....	44
Cuadro 13. Enfermedades causadas por el agua	45
Cuadro 14. Evaluación de calidad del agua	46
Cuadro 15. Color del agua en invierno	47
Cuadro 16. Sabor del agua potable.....	48
Cuadro 17. Afectación a economía por agua	49
Cuadro 18. Agua que consume la población.....	50
Cuadro 19. Agua para los quehaceres	51
Cuadro 20. Mejora en porcentajes	52
Cuadro 21. Cambio de la economía	53
Cuadro 22. Presencia de sustancias contaminantes.....	54
Cuadro 23. Estudios de calidad del agua	55
Cuadro 24. Servicio de agua potable	56
Cuadro 25. Nivel de satisfacción	57
Cuadro 26. Análisis sobre la calidad del agua.....	58
Cuadro 27. Acciones para mejorar el agua	59
Cuadro 28. Participación a capacitaciones sobre agua.....	60
Cuadro 29. Edad y género	61
Cuadro 30. Tiempo de laborar en Alcaldía	62

Cuadro 31. Condiciones del agua potable.....	63
Cuadro 32. Características más importantes de calidad	64
Cuadro 33. Afectaciones a la salud	65
Cuadro 34. Parámetros más importantes del agua	66
Cuadro 35. Estándares no tomados en cuenta	67
Cuadro 36. Principales fuentes de contaminación.....	68
Cuadro 37. Afectaciones a la economía.....	69
Cuadro 38. Importancia de rangos de calidad.....	70
Cuadro 39. Responsables de mejorar agua potable	71
Cuadro 40. Medidas para solucionar el problema	72
Cuadro 41: Resultados del laboratorio	82

Índice de gráfico

Gráfica 1. Tiempo de vivir en la zona central	38
Gráfica 2. Edad de los encuestados.....	39
Gráfica 3. Calidad actual del agua potable.....	40
Gráfica 4. . Importancia de calidad del agua	41
Gráfica 5. El agua perjudica la salud	42
Gráfica 6: Afectaciones a la salud	43
Gráfica 7: Problemas de enfermedades	44
Gráfica 8: Enfermedades causadas por el agua.....	45
Gráfica 9: Evaluación de calidad del agua	46
Gráfica 10. Color del agua en invierno	47
Gráfica 11. Sabor del agua potable	48
Gráfica 12. Afectación a economía por agua	49
Gráfica 13. Agua que consume la población	50
Gráfica 14. Agua para los quehaceres	51
Gráfica 15. Mejora en porcentajes.....	52
Gráfica 16. Cambio de la economía	53
Gráfica 17. Presencia de sustancias contaminantes	54
Gráfica 18. Estudios de calidad del agua	55

Gráfica 19. Servicio de agua potable.....	56
Gráfica 20. Nivel de satisfacción	57
Gráfica 21. Análisis sobre la calidad del agua	58
Gráfica 22. Acciones para mejorar el agua	59
Gráfica 23. Participación a capacitaciones sobre agua	60
Gráfica 24. Edad y género.....	61
Gráfica 25. Tiempo de laborar en Alcaldía	62
Gráfica 26. Condiciones del agua potable	63
Gráfica 27. Características más importantes de calidad	64
Gráfica 28. Afectaciones a la salud	65
Gráfica 29. Parámetros más importantes del agua	67
Gráfica 30. Estándares no tomados en cuenta.....	68
Gráfica 31. Principales fuentes de contaminación.....	69
Gráfica 32. Afectaciones a la economía	70
Gráfica 33. Importancia de rangos de calidad	71
Gráfica 34. Responsables de mejorar agua potable.....	72
Gráfica 35. Medidas para solucionar el problema	73

Índice de Figuras

Figura 1. Macro localización del sitio.....	8
Figura 2. Micro localización del sitio	9
Figura 3. Diagrama de Proceso de tratamiento del agua	23
Figura 4. Presa ubicada en río San Miguel y Desarenador	77
Figura 6. Etapas de proceso de potabilización	78
Figura 7. Planta de tratamiento y Tanques de almacenamiento.....	79
Figura 9. Época de invierno y época de verano	80
Figura 11. Esquema del proceso de pre-tratamiento.....	85

Índice de anexo

Anexo 1. Elaboración de las preguntas de los instrumentos seleccionados.	II
Anexo 2: FODA	VIII
Anexo 3: DOFA	IX
Anexo 4: Calidad del Agua Potable en La Libertad Chontales	X
Anexo 5: Tabla de normas CAPRE	XI
Anexo 6: Resultados de análisis a muestra de agua del grifo.	XII
Anexo 7. Encuesta sobre la calidad del agua potable	XIII
Anexo 8: Entrevista sobre la calidad del agua potable	XVII
Anexo 9: Pruebas piloto	XXI
Anexo 10: Ilustraciones del sitio en estudio.....	XXXV
Anexo 11: Resultados bacteriológicos en el Río San Miguel	XLII
Anexo 12: Equipos convencionales de tratamiento de Agua.....	XLIV
Anexo 13: Sistemas de filtración con tecnología de membrana	XLVI

Capítulo I. Generalidades

Capítulo I.-Generalidades

1.1.Introducción

El agua es uno de los componentes principales necesarios para la subsistencia, y todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, seguro y accesible). La mejora del acceso a este líquido de consumo humano, puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Se debe hacer el máximo esfuerzo para lograr que este recurso hídrico sea tan seguro como sea posible, (Organización Mundial de la Salud OMS, 2018).

Sobre la calidad del agua potable la Organización Panamericana de la salud y la OMS (2015), señalan que en Nicaragua, se suministra anualmente a la población alrededor de 220 millones de metros cúbicos, de ellos el 82 % son de origen subterráneo y un 18% proviene de otros tipos de fuentes. En el país se tiene una alta disponibilidad de recursos hídricos, sin embargo la calidad de estos ha sido afectada en todo el territorio nacional, especialmente en las zonas urbanas (p. 5)

La contaminación de las aguas superficiales con diversas sustancias altamente perjudiciales para la salud e incluso mortales, afectan en gran medida a la población de municipios del departamento de Chontales, esto es por el desarrollo de diversos sectores económicos. Esto degrada la calidad de vida, sobre todo en las comunidades con menos recursos monetarios.

El presente estudio se realizó con el fin de establecer las condiciones en las que se encuentra actualmente la “Calidad del agua potable que consume la población en la zona central urbana del municipio de La Libertad, Chontales, permitiendo la verificación de la salud de los mismos”.

1.2. Antecedentes

La población del municipio de La Libertad, se abastece de agua del río San Miguel, ubicado a 1 km. de la planta de tratamiento. El recurso hídrico es captada mediante represa, y esta es enviada a un desarenador, posteriormente el líquido es bombeado hasta el equipo encargado de la potabilización, que fue puesto en funcionamiento en el año 2004.

La situación actual de la planta, por información recopilada, se conoce que tiene dos años de no recibir mantenimiento a los equipos filtrantes. Esto implica desconfianza por parte de la población, que advierten la posibilidad de que el recurso hídrico llegue a sus hogares contaminado.

La presencia de sustancias que contaminan las fuentes hídricas como, metales pesados, sustancias químicas o bacterias, ha sido la mayor preocupación de las autoridades encargadas como, la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

La infraestructura utilizadas para el tratamiento de agua potable, en el interior del país, principalmente en las zonas norte, central y sur, operan sistemas de abastecimiento con tomas en fuentes superficiales, generalmente ríos, que requieren de tratamiento de potabilización. En estos procedimientos se han aplicado tecnologías de bajo costo y convencionales. La capacidad conjunta de estas obras potabilizadoras, están formadas en un 78% de plantas de filtración rápida y el 22% comprenden plantas de filtración lenta. (ENACAL, 2004)

En un estudio sobre diagnóstico ambiental realizado en el 2007 en la cuenca alta de los ríos Mico y Siquia, se encontró que el Río San Miguel presentó presencia de bacterias tales como Coliformes totales, Coliformes termo tolerantes, E coli y Estreptococos fecales. Según indicó este análisis, esto se debe a la contaminación fecal de heces animales y humanas, producto de la inadecuada ubicación de letrinas, prácticas de fecalismo al aire libre y descarga de aguas residuales domésticas (Yelba Flores Meza & Heyddy Calderón Palma, 2007).

A partir del análisis bibliográfico realizado se encontró, que en el año 2015, se realizaron estudios por la Organización Panamericana de la salud y la OMS (2015), que demostraron que los ríos como el Siquia (115 km. de longitud) y el Mico (189 km.), reciben metales pesados (plomo, cianuro, mercurio, arsénico), producto de la actividad minera en los municipios de La Libertad y Santo Domingo, en Chontales (p. 5)

A pesar de realizar una búsqueda en fuentes secundarias de información, no se encontraron más evidencias de trabajos realizados similares a los propuestos en este estudio monográfico.

1.3. Justificación

Una vez finalizado este estudio monográfico de calidad del agua que consume la población del Municipio de La Libertad del Departamento de Chontales se obtendrán los siguientes beneficios:

- Conocer la percepción de la población del municipio de La Libertad acerca del agua que consumen actualmente.
- Que las autoridades –INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), CONAPAS (Comisión Nacional de Agua y Saneamiento), ENACAL y Alcaldía de La Libertad, conozcan la percepción de los habitantes del municipio de la Libertad acerca del agua que consumen.
- Este estudio permitirá que los encargados de tomar las decisiones, realicen un sondeo para analizar la calidad del agua, y tomen medidas para resolver la situación actual que vive la población del Municipio de La Libertad Chontales.
- A través de esta investigación monográfica, plantear una alternativa de solución al problema de tratamiento del agua potable que consumen actualmente los habitantes de La Libertad.
- Contribuir con este estudio, a mejorar la calidad del agua y por ende la salud y el sistema de vida de la población.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la Calidad del agua potable que consume la población en la zona central urbana del municipio de La Libertad Chontales, permitiendo la verificación de la salud de los mismos, en septiembre del 2017.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1 Identificar la calidad del agua que consume la población permitiendo la definición del estado de la salud de estos.
2. Evaluar los parámetros aceptables del agua de consumo humano reconociendo la aplicación de estándares de calidad de la misma.
3. Clasificar los rangos de calidad del agua buscando la obtención de mejora, tanto en la salud como también en la economía de los habitantes de la zona central.
4. Demostrar la necesidad de la optimización de las condiciones del agua potable en La Libertad con el fin de una mejor condición de vida de los habitantes.

1.5. Hipótesis

“La realización de estudios estadísticos de percepción efectuados a la población de la Libertad Chontales sobre calidad del agua potable, producirá información que ayudará a la elaboración de proyectos de mejora del agua de consumo”.

1.5.1 Operacionalización de la variable

Cuadro 1: Operacionalización de la variable

Hipótesis	Variables	Sub-variables	Indicadores	Fuente de información	Técnica e Instrumento
La realización de estudios estadísticos de percepción efectuados a la población de la Libertad Chontales sobre calidad del agua potable producirá información que ayudará a la elaboración de proyectos de mejora del agua de consumo.	Población.	Censo poblacional	Registros públicos.	Alcaldía municipal personal técnicos de proyectos.	Entrevista
	Calidad del agua potable.	Estudios físico-químicos.	Laboratorios especializados.	Población de la zona central.	Revisión documental, observación y encuesta.

Fuente: propia

En el cuadro se puede observar que en la hipótesis planteada están inmersas 2 variables siendo la independiente población; se hizo un análisis en donde el instrumento que se aplicó fue la entrevista, aplicándosele a la Alcaldía Municipal, esto ayudó a obtener información sobre las condiciones del recurso hídrico. La segunda es la dependiente, la cual es calidad del agua potable, empleándose tres técnicas las cuales son, revisión documental, observación y encuesta, las dos primeras al recurso hídrico mientras que la tercera a los habitantes.

1.6. Características generales del sitio en estudio

1.6.1 Descripción del municipio

La Libertad es un municipio del Departamento de Chontales, se encuentra ubicada a 175 kilómetros de la Capital Managua, se sitúa a 32 kilómetros de Juigalpa cabecera departamental. Cuenta con una extensión territorial de 774.55 km² aproximadamente, se ubica entre la cordillera de Amerrisque y los ríos que descienden hacia las llanuras de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS); sus límites son: al Norte municipio de Camoapa, Sur San Pedro de Lóvago, al Este con el municipio de Santo Domingo y El Ayote, y al Oeste con los municipios de Juigalpa y Cuapa.

Este municipio tiene un total de 14,144 habitantes; los cuales están distribuidos en 6,412 personas o sea el 45.33% en el casco urbano y 7,732 equivalente al 54.67% de la población ubicados en el área rural. El territorio urbano tiene una extensión territorial de 5 km², está localizado al sur del cerro "La Cruz" y en los márgenes del río Mico. El casco urbano está conformado por tres distritos que abarcan cuatro zonas. El área rural cuenta con un territorio de 769.55 km², esta es muy pobre en infraestructura, pero muy rica tanto en el suelo como en subsuelo, esta se subdivide en 25 comarcas.

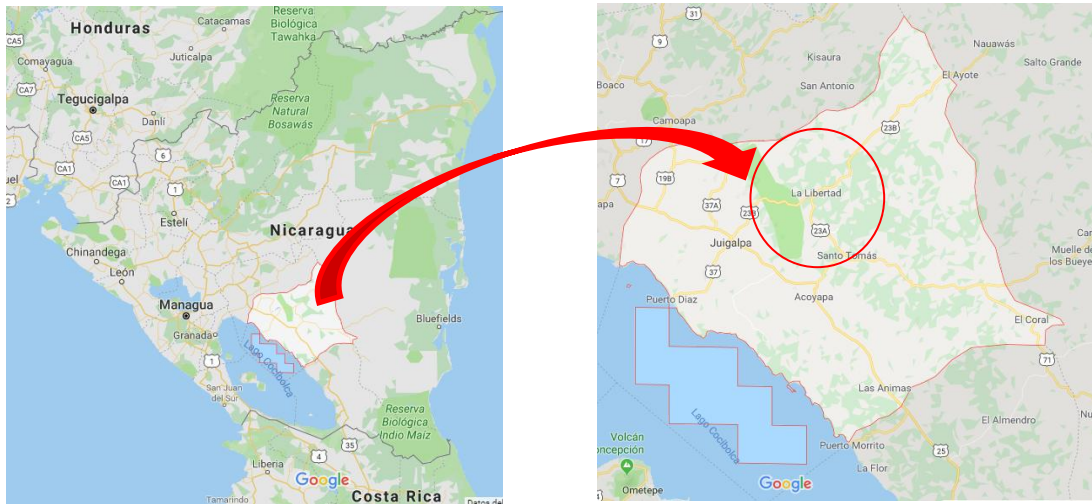
Las principales actividades económicas del municipio son: la ganadería y agricultura (área rural), y la minería (oro y plata), a cielo abierto siendo esta la más grande de Nicaragua, y minería en menor escala estas se desarrollan en el área urbana y sub-urbana.

En la Libertad predomina el clima húmedo tropical, con precipitaciones anuales 1,200 y 2,000 mm cúbicos; este municipio presenta temperaturas promedio que varían de 24 a 27° C.

(Datos tomados de Wikipedia la enciclopedia libre)

1.6.2 Macro-Localización de la zona en estudio

Figura 1. Macro localización del sitio.



Fuente: Google Maps

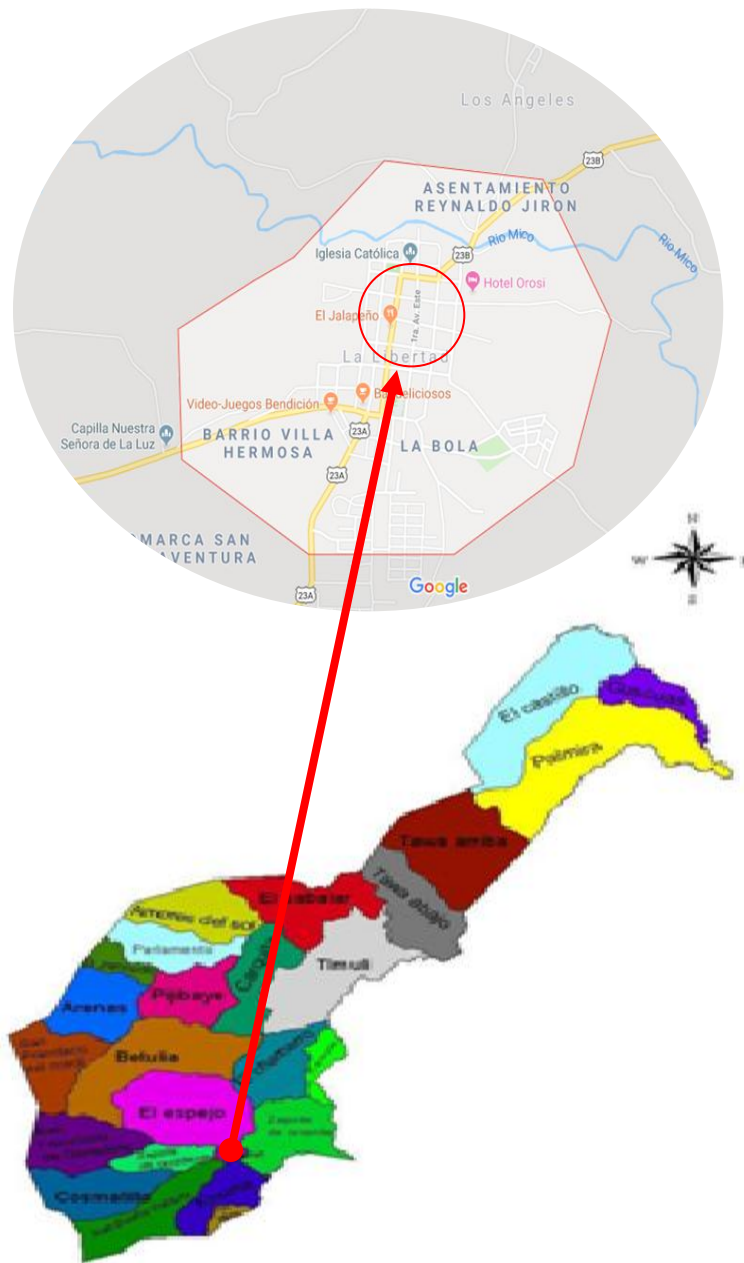
El departamento de Chontales se encuentra ubicado en la región central del país entre los $11^{\circ} 40'$ y $12^{\circ} 30'$ de latitud norte y $84^{\circ} 35'$ y $85^{\circ} 40'$ de longitud oeste. Limita al norte con el departamento de Boaco, al sur con Río San Juan, al este con la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) y al oeste con el lago Cocibolca.

1.6.3 Micro localización del sitio en estudio

El municipio de La Libertad tiene por límites:

Al Norte con el municipio de Camoapa, al Sur el municipio de San Pedro de Lóvago, al Este los municipios de Santo Domingo y El Ayote y al Oeste con los municipios de Juigalpa y Cuapa.

Figura 2. Micro localización del sitio



Fuente: Google

En la figura 2. Se puede observar la ubicación exacta de La Libertad Chontales situada entre las zonas rurales, que ocupan la mayor extensión territorial del Municipio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Capítulo II.-Marco teórico

El agua potable, es aquella que recibe un determinado tratamiento para ser apta para el consumo humano. Ésta además de ser utilizada para la ingesta de las personas es necesaria para realizar las diversas actividades, como es; la preparación de alimentos, higiene personal, lavado de ropa y utensilios domésticos, limpieza del hogar, entre otros usos.

El recurso hídrico no debe representar un peligro para los usuarios, es por ello que debe cumplir con parámetros de calidad, cumpliendo con los requisitos que se describen más adelante en este documento, estas medidas tienen la finalidad de convertir el agua en adecuada para el consumo de las persona.

2.1 Calidad del agua

La calidad del agua es un tema de suma importancia para el desarrollo económico y social de un país, es por ello que cada comunidad debe desarrollar políticas efectivas que garanticen un excelente servicio a las personas que hacen uso de este importante recurso, asegurando que esta no cause afectaciones a la salud de los habitantes.

Para conseguir una buena gestión de agua potable de calidad, es necesario la implementación de medidas efectivas, tales como el constante monitoreo de las fuentes hídricas, la preservación del manto acuífero y la integración de nuevas tecnologías capaces de proporcionar un mejor y efectivo sistema de tratamiento a las aguas destinadas para el consumo humano.

Las Naciones unidas en su artículo (2012), mencionan al Centro de Prensa de UNICEF en el cual expresan que, dado que no es posible medir la calidad de los recursos hídricos a escala mundial, el progreso para alcanzar la meta de agua potable del ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio) se mide por medio de la recopilación de datos sobre el uso de fuentes mejoradas de este líquido. Es preciso entonces realizar esfuerzos considerables para garantizar que las fuentes mejoradas de agua sean seguras y lo sigan siendo en el futuro (p.2).

Para determinar la calidad del agua, es necesario conocer sus propiedades como son: físico-químicas, microbiológicas y organolépticas. A continuación se describen cada una de estas características, así como también los parámetros aceptables que rigen el agua para consumo humano.

2.1.1 Características físicas del agua

Las características físicas del agua son aquellas que tienen que ver con el aspecto de la misma, algunas de ellas son perceptibles por las personas, mientras que otras es necesario hacer uso de laboratorios especializados. Dentro de las perceptibles tenemos: el color, olor, y sabor, las demás particularidades son: temperatura, turbiedad, conductividad, y sólidos totales.

- Color

El color es causado por material suspendido, se le conoce como “color aparente”. Las partículas que lo causan son cargadas negativamente y su remoción del agua se realiza por medio de la coagulación. El color verdadero es producido por sustancias de tipo coloidal.

Cualquier presencia de color en el agua, significaría la presencia de material contaminante y por lo tanto, constituye un posible riesgo a la salud de los consumidores, además de que esto es causa de inseguridad.

- Olor y Sabor

El agua destinada para consumo humano, no debe presentar ni olor o sabor que sea desagradable para quienes hacen uso de ella. La presencia de estos, se debe muchas veces a la presencia de químicos como, fenoles, hidrocarburos, cloro, materia orgánica en descomposición, o sustancias liberadas por algas o plantas.

También las sales o los minerales dan sabor salado o metálico al agua. La eliminación del olor se da mediante aireación o con el uso de carbón activado como material filtrante, entre otros tratamientos.

- Temperatura

El aumento de la temperatura del agua, constituye la disminución de la solubilidad de los gases (oxígeno), aumentando las sales. También ocasiona la deficiencia de las unidades de tratamiento, como son los procesos de desinfección.

A temperaturas bajas, la viscosidad del agua aumenta causando una menor velocidad de sedimentación de sólidos, esto debido a la resistencia que proporciona al movimiento descendente de las partículas floculantes.

- Turbiedad

La turbiedad del agua es causada por partículas que están en suspensión en forma coloidal. Las mediciones de turbidez, se basan en las propiedades ópticas de sustancias disueltas que causa que la luz se disperse o se absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

La arcilla es probablemente la causa más común de turbiedad, esta es compuesta principalmente por sílice y aluminio, con cantidades apreciables de hierro, álcalis y suelo alcalino.

La turbiedad en sí, no causa afectaciones a la salud de quienes la consumen, sin embargo, puede causar una desinfección deficiente, dado que los microorganismos pueden protegerse de los efectos de la purificación con cloro, causando la proliferación de bacterias dañinas para el ser humano.

- Conductividad

La conductividad del agua, es la capacidad que esta tiene para transportar una corriente eléctrica. Esta depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas y la temperatura a la cual se haga la determinación. Por lo cual, cualquier variación en la cantidad de sólidos disueltos, equivale a un cambio en la conductividad.

La conductividad del agua es muy utilizada en los laboratorios, esto para estimar de forma rápida la cantidad de sólidos disueltos en el agua.

- Sólidos totales

Los sólidos totales, constituyen todos los contaminantes en estado de suspensión, contenidos en el agua, exceptuando los gases. Estas son todas aquellas partículas mayores de 1 μm , esto debido a que la mayoría de los filtros retienen las que están por debajo de este tamaño.

2.1.2 Características químicas del agua

Los recursos hídricos contienen múltiples compuestos químicos que pueden ser de origen natural o industrial, y ser beneficiosos o dañinos para la salud humana de acuerdo con su composición y concentración. Las principales características químicas utilizadas para la evaluación de la calidad del agua, son la alcalinidad, hierro y manganeso, oxígeno disuelto, pH, dureza y compuestos nitrogenados.

A continuación se especifican cada una de las características químicas presentes en el agua sin tratar:

- Alcalinidad

La alcalinidad del agua es la capacidad que esta tiene para neutralizar ácidos, reaccionar con iones de hidrógeno, aceptar protones o como la medida total del contenido de sustancias alcalinas. La alcalinidad es importante en el proceso de coagulación química, ablandamiento y, control de corrosión y la capacidad incrustante sobre todo en tuberías.

La alcalinidad en el agua cruda es comúnmente causada por tres clases de iones, los cuales son los que se mencionan a continuación:

- Bicarbonatos
- Carbonatos
- Hidróxidos

- Hierro y manganeso

La presencia de hierro en el agua no afecta la salubridad, pero esta proporciona un sabor desagradable, además este causa manchas indelebles en los accesorios sanitarios así como también en la ropa blanca.

Comúnmente el hierro y el manganeso se presentan de forma conjunta, son raras las aguas que los contienen de forma separada.

- Oxígeno disuelto

Las aguas superficiales comúnmente están llenas de oxígeno, lo que es de gran importancia para la vida. Si el nivel de esta es bajo, significa la contaminación con materia orgánica, lo que indica mala calidad del recurso hídrico.

- pH

El agua en estado natural puede presentar pH ácidos por el CO_2 disuelto desde la atmosfera, provenientes de los seres vivos, por ácidos sulfúricos resultantes de algunos minerales, o por ácidos húmicos presentes en los suelos. La principal sustancia básica presente en las fuentes acuáticas es el carbonato cálcico.

- Dureza

La dureza en el agua natural es causada sobre todo por la presencia de sales de calcio y magnesio, también en menor proporción por el hierro, aluminio entre otros metales. Aunque esta característica de las aguas no tiene efectos significativos en la salud humana, presenta una desventaja al momento de realizar el lavado de ropa ya que esta condición causa mayor consumo de jabón para lograr producir espuma. Además tiene un efecto incrustante en las tuberías.

El agua puede ser ablandada mediante la aplicación de carbonato de sodio y cal, o por filtración haciendo uso de las zeolitas naturales o artificiales, que absorben los iones metálicos que producen la dureza. Esta característica consta de una escala expresada como mg/L CaCO_3 , siendo la siguiente:

- Agua ablandada <100 mg/L
- Medianamente dura 100-200 mg/L
- Agua dura de 200-300 mg/L

– **Compuestos nitrogenados**

Los compuestos nitrogenados son compuestos no deseados en el agua potable de consumo público; los más significativos son los siguientes:

- Nitrógeno amoniacal: significa degradación incompleta de material orgánico.
- Nitrógeno de nitritos: esta puede deberse a la descomposición incompleta del amoníaco o a la reducción de nitratos presentes en el agua.
- Nitrógeno de nitratos: estos pueden derivarse de la contaminación orgánica o por abonos químicos.

2.1.3 Características Microbiológicas del agua

Los microorganismos componen la parte biológica de la contaminación del agua. Si bien la mayoría son inofensivos, los hay también infecciosos. Existen muchos microorganismos patógenos que se encuentran en el medio ambiente.

En el agua se pueden hallar bacterias, como: Shigella, Escherichia coli, Vibrio y Salmonella. Virus como el virus Norwalk, y rotavirus.

Las bacterias y los virus contaminan las aguas superficiales y subterráneas, mientras que los protozoos parasitarios contaminan las fuentes que se encuentran en el exterior.

Los microorganismos infecciosos, pueden estar presentes en los excrementos de personas y animales. Los pozos y demás fuentes de agua pueden resultar contaminados por las aguas pluviales procedentes de carreteras, granjas y explotaciones ganaderas, vertidos de tratamiento de aguas residuales o derramados de sistemas sépticos. (Estela Munguía & Justina Moncada, 2008)

La presencia de microorganismos, corresponde la mayor preocupación al momento de proporcionar saneamiento al agua, dado que estos sin el debido tratamiento de desinfección pueden sobrevivir amparados en turbiedades elevadas.

2.1.4 Características Orgánicas del agua

La materia orgánica es cualquier residuo vegetal o animal, este mediante la descomposición húmica se convierte en fuente de enriquecimiento de los suelos, el cual al ser arrastrada por las lluvias, quedan disueltas en el agua de fuentes superficiales principalmente.

2.2 Estado de salud

Las organizaciones que se encargan de investigar las propiedades del agua potable, también son las responsables de estudiar los aspectos de la salud y como afectan estas al bienestar de las personas.

Las diversas enfermedades que son causadas por la ingesta de agua contaminada, van en observancia del tipo de contaminantes que esta tenga disueltas en ella. Esto quiere decir, que las sustancias que intoxican una determinada área, van en dependencia del uso que se le dé al suelo, y de las actividades económicas que se desarrollen en este.

2.2.1 Enfermedades causadas por Microorganismos

Las enfermedades transmitidas a través del consumo de agua contaminada, son a causa de bacterias que llegan al líquido por las heces fecales humanas o de animales principalmente, estas causan que, un sin número de microorganismos que son perjudiciales para la salud y la integridad física de una persona, se propaguen por las fuentes hídricas, esto ocasiona una situación de riesgo sobre todo para las comunidades más necesitadas.

Según la Organización Mundial de la salud (2016), expresa que la calidad microbiológica del agua es de importancia fundamental para luchar contra las

infecciones en los entornos sanitarios. El agua no debe contener patógenos que representen riesgos para la salud, y se debe proteger contra cualquier foco de contaminación dentro del establecimiento sanitario. (p.23)

El siguiente cuadro se muestra las principales afectaciones a la salud humana causadas por diferentes microorganismos o bacterias presentes en aguas contaminadas.

Cuadro 2 Afectaciones a la salud causada por microorganismos.

Microorganismos	Algunas enfermedades y síntomas
Bacterias	Gastroenteritis (incluye diarrea y dolores abdominales), salmonelosis (intoxicación por alimentos), cólera, otitis, conjuntivitis, enfermedades respiratorias, de la piel, entre otras.
Virus	Fiebre, resfríos, gastroenteritis, diarrea infecciones respiratorias, hepatitis.
Protozoarios	Gastroenteritis, criptosporidiosis y giardiasis (incluye diarrea y calambres abdominales), disentería.
Lombrices	Perturbación digestiva, vómito, inquietud, tos, dolor en la caja torácica, fiebre y diarrea.

Fuente: (Estela Munguía & Justina Moncada, 2008)

Los contagios por consumo de líquidos contaminados con patógenos, son frecuentes en lugares donde no se realizan los cumplimientos de las normas de seguridad, que, deben ser acatadas por su importancia para la salud.

En los puestos de atención médica, es aún más importante realizar estudios del tipo de agua que se consume, ya que los pacientes que tienen una enfermedad se ven más expuestos a empeorar o sufrir de otras afectaciones, esto debido a que se encuentran con el sistema inmunológico bajo y son propensos a infecciones.

2.3 Parámetros aceptables del agua potable

La calidad del agua potable es un factor sumamente importante para los países de todo el mundo. La necesidad de fijar parámetros es la principal preocupación, esto con el fin de conseguir que el líquido sea sano y seguro para la ingesta humana; las normas que indican que el recurso hídrico es apto, se basan en los límites de aceptabilidad de las características de sustancias físico-químicas, microbiológicas y organolépticas mencionadas anteriormente.

El ente que regula estos factores, es la Normativa Regional de Agua de Consumo Humano para América Central y el Caribe (CAPRE), que son las normas utilizadas en Nicaragua.

Según Palacios (2013), en su tesis expresa que los principales parámetros indicadores de calidad del agua son: Parámetros Organolépticos, Parámetros Físico-Químicos y Parámetros Bacteriológicos, Cada uno de los cuales está orientado a evaluar la salubridad del líquido, buscando indicadores que puedan afectar la salud de los consumidores. Siendo los parámetros bacteriológicos y organolépticos los que suelen presentar más problemas en sistemas de abastecimiento, ya que estos pueden mostrar cambios en cortos períodos de tiempo, por la influencia de factores externos. (p.20)

El constante cambio en el clima que se ha venido experimentando a lo largo de los últimos años, ha propiciado modificaciones bruscas en los parámetros físicos, según se explica en la cita anterior, esto indica que las estructuras que se presentan en un tipo determinado de agua, cambiaran continuamente. Por tal razón, es necesario la toma de muestras y el monitoreo frecuente de las fuentes hídricas, para tener datos reales y actualizados de las características cambiantes del líquido, y poder dar soluciones a los nuevos problemas que se presenten.

En los siguientes cuadros se observan los principales parámetros de calidad que regulan el agua potable para el consumo humano según normas “CAPRE”.

Cuadro 3: Parámetros físico-químicos.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Máximo Permissible Para Consumo
Temperatura	°C	18 a 30	-
Concentración Iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5	-
Cloro residual	mg/L	0.5 a 1.0	(a)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	μS/cm	400	-
Dureza	mg/L CaCO ₃	400	-
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L	-	0.2
Calcio	mg/L CaCO ₃	100	-
Cobre	mg/L	1	2.0
Magnesio	mg/L MgCO ₃	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L	-	10
Sólidos totales disueltos	mg/L	-	1000
Zinc	mg/L	-	3.0

a) 5 mg/L en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

Fuente: (Estela Munguia & Justina Moncada, 2008)

Las instituciones encargadas de realizar análisis al agua en Nicaragua, son principalmente la empresa de operaciones ENACAL, CONAPAS (Comisión Nacional de Agua y Saneamiento) y la empresa de regulación INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), todos ellos tienen el deber de proporcionar agua de calidad además de velar por el cumplimiento de normas.

Cuadro 4: Parámetros organolépticos.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	NTU	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C

Fuente: (Estela Munguía & Justina Moncada, 2008)

Cuadro 5: Parámetros para sustancias no deseadas.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitratos	mg/L	25	45
Nitritos	mg/L	0.1	1
Amonio	mg/L	0.05	0.5
Hierro	mg/L	-	0.3
Magnesio	mg/L	0.1	0.5
Fluoruro	mg/L	-	0.7-1.5
Sulfuro Hidrógeno	mg/L	-	0.05

Fuente: (Estela Munguía & Justina Moncada, 2008)

En su informe de Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano López (2013), afirma que el análisis de aceptabilidad está dado por los mayores pesos de los parámetros básicos E. coli, indica posible contaminación fecal, Coliformes Totales evalúa la eficacia del saneamiento e integridad del sistema de distribución, Cloro residual libre indicador de potabilidad microbiológica del agua y previene pos contaminación, siendo su presencia deseable para la seguridad del agua distribuida. (p.10)

El tratamiento de las aguas se basa en determinar qué tipo de sustancias dañinas se encuentran presentes en esta, una vez determinado esto se procede la aplicación de los respectivos procesos de desinfección, que van en dependencia del grado de contaminación que se presenten.

Otra medida que indica si el agua potable es de buena calidad es el pH como se observó en el cuadro 3, esta debe cumplir ciertas magnitudes para ser de óptimas condiciones y no perjudicar la salud de quienes la consumen. Las fuentes hídricas para ser aptas de consumo, debe cumplir con todos los parámetros antes dichos, requeridos por las normas que regulan estas disposiciones legales, (véase normas CAPRE).

2.4 Aplicación de tratamientos de potabilización del agua

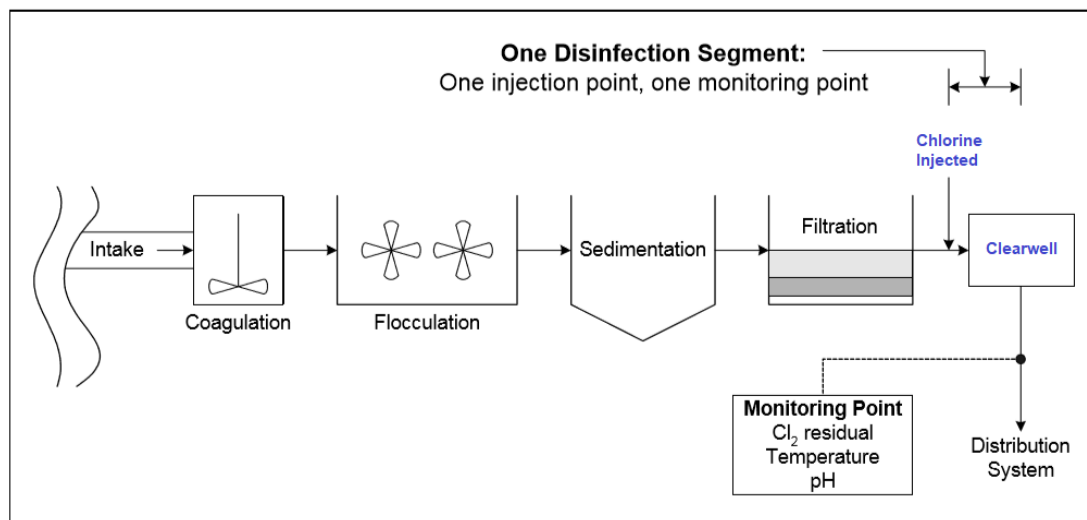
La necesidad de fijar parámetros que regulen las cantidades de contaminantes que contiene una fuente acuática es de gran importancia para la potabilización del agua. Los estudios que se realizan son utilizados para verificar y diseñar efectivamente las acciones que ayuden a transformar el recurso hídrico en apto para la ingesta de seres humanos.

2.4.1 Proceso de tratamientos para la potabilización del agua

Los procesos de potabilización del agua ocurren a través de diferentes etapas, se les llama procesos unitarios. En estos medios de tratamiento, son eliminados los contaminantes presentes en el líquido, esto se consigue mediante la adición de productos químicos o por actividad biológica. En la presente investigación mencionaremos de forma breve estos procesos.

Las etapas que comprenden el tratamiento convencional del agua cruda, son las que se mencionan a continuación: aireación, mezclado, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Figura 3. Diagrama de Proceso de tratamiento del agua



Fuente: Google

- Aireación

El proceso de aireación se realiza por medio del uso de algunos equipos tales como: aireadores mecánicos ya sean de eje vertical u horizontal y de caída del agua.

Con esto, se logra aumentar el contenido de oxígeno en el agua, reducir el contenido de CO₂, así también la remoción de sustancias como el metano, sulfuro de hidrógeno y otros compuestos orgánicos volátiles, responsables de transferir olor y sabor al fluido. Asimismo mediante esta acción, se consigue la oxidación del hierro y el manganeso.

Este proceso es difícil de realizar si el agua a tratar contiene demasiada materia orgánica disuelta en ella.

- **Mezclado**

La mezcla rápida, en el proceso de tratamiento del agua, se realiza con el propósito de dispersar diferentes tipos de sustancias químicas y gases, que son necesarios para el contacto de las partículas en suspensión.

El proceso de mezclado se efectúa mediante turbulencia, causada por medios mecánicos agitadores de hélice accionados por motor (Retromezcladores), o hidráulicos tales como: canaleta Parshall y vertedero rectangular, estos causan condiciones turbulentas necesarias para la mezcla rápida.

- **Coagulación**

La coagulación puede definirse como un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales presentes en un medio acuático, estas se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados mediante la adición de sustancias químicas coagulantes.

Este tratamiento, elimina grandes cantidades de sustancias presentes en el agua, siendo este el tratamiento más eficaz utilizado en el proceso de purificación. En este procedimiento se debe tener especial cuidado con las dosificaciones, para que esta sea eficiente y no represente una degradación del líquido.

Las principales sustancias químicas, utilizadas en el tratamiento del agua son: las sales de hierro, como el sulfato ferroso y férrico, las sales de aluminio, como el sulfato de aluminio, siendo este último el más utilizado por las empresas potabilizadoras.

- **Floculación**

Esta etapa tiene la finalidad de permitir la formación de partículas aglomeradas, eliminando así la turbiedad y el color. La velocidad del agua en esta fase no debe ser muy rápida para no romper los flóculos formados, para esto se deben

estipular mediante la caracterización del líquido a tratar, la rapidez del fluido, esto para determinar el tiempo óptimo de floculación.

- **Sedimentación**

La sedimentación, es el proceso por medio del cual se remueven las partículas sólidas formadas en la etapa de floculación, mediante la fuerza de gravedad. La eficiencia de este proceso, depende mucho del flujo hidráulico, del diseño de las unidades de tratamiento, del manejo y mantenimiento del sistema, así también algunas características del agua tales como: propiedades físico-químicas, y en especial la turbiedad, color y temperatura de la misma.

- **Filtración**

En la etapa de filtración, los flóculos remanentes del proceso anterior, son retenidos por medios filtrantes tales como: arena de diferentes granulometrías, esto con el objetivo de terminar de retirar las partículas causantes de la turbiedad del agua.

Otro medio usado para remover las partículas del agua es por medio de equipos tecnológicos como son: Microfiltración, Ultrafiltración, Nanofiltración, Ósmosis inversa y Electrodiálisis / Inversión de electro diálisis.

La National Academy of Sciences (2007) explica que el proceso de filtración por membranas, consiste en láminas delgadas de material que permiten separar los contaminantes según sus características como el tamaño y carga eléctrica, algunas de ellas son los microorganismos y materiales orgánicos naturales, que afectan el sabor del agua y enturbian su claridad.

Algunos de los sistemas de membrana, funcionan con bombas que deben suministrar la presión suficiente para separar las partículas según su tamaño. A continuación se especifica brevemente las funciones que realizan estos equipos de filtración antes mencionados:

- **Microfiltración:** Este sistema utiliza el mayor tamaño de poros, y puede eliminar arena, limos, arcillas, algas, bacterias Giardia, Criptosporidium.
- **Ultrafiltración:** Esta, además de todos los beneficios del anterior sistema, puede eliminar virus presentes en el agua.
- **Nanofiltración:** Estos sistemas proporcionan protección casi completa contra virus, además de eliminar la mayoría de contaminantes orgánicos, también pueden reducir la dureza del agua.
- **Osmosis inversa:** Estas están compuestas por membranas densas que eliminan casi todos los contaminantes inorgánicos, y aproximadamente todo excepto las moléculas de menor tamaño.
- **Electrodialisis:** Este sistema combina la tecnología de membranas con la aplicación de corriente eléctrica, para separar los contaminantes según su carga. Esta opción no se utiliza mucho en grandes plantas de tratamiento de agua, solo se usa en aplicaciones médicas y de laboratorios que requieren de un líquido ultra puro.

Este tipo de equipos de tratamiento de agua, a pesar de su efectividad en la purificación de líquidos y su no muy difícil mantenimiento, no son utilizados en países subdesarrollados debido a su alto costo, dado que los principales problemas involucran membranas con fugas o contaminadas, requiriéndose reemplazar el sistema de membranas.

- **Desinfección**

El proceso de desinfección es el último que se realiza en una planta de potabilización. Esta etapa tiene como finalidad disminuir las enfermedades por consumo de agua contaminada, eliminando los microorganismos patógenos.

Para este tratamiento se utilizan compuestos de cloro, hipoclorito de calcio y sodio, estos son los desinfectantes más usados. Los métodos más comunes son los, físicos como la ebullición, por rayos ultravioleta y el ozono, o por procesos químicos.

En Nicaragua se utilizan los procesos de desinfección químicos siendo estos los más económicos, el activo más común usado es el cloro en forma gaseosa.

En su informe la Organización Mundial de la salud (2016), reafirma lo mencionado en párrafos anteriores, esto es que para lograr que la desinfección sea eficaz, el agua ha de presentar pocas turbiedades. El agua debería tener una turbiedad media inferior a una unidad nefelométrica de turbidez (UNT) (OMS, 1997). Sin embargo, dado que no es posible medir grados de turbidez inferiores a 5 UNT mediante materiales sencillos (por ejemplo, un tubo de turbidez), en la práctica es posible que se use este nivel en los establecimientos con recursos limitados. (p.24)

Es realmente necesario e importante la realización de estudios en laboratorios especializados, para determinar de forma clara y confiable las características que posee una muestra determinada, a fin de proporcionar el tratamiento correcto, para eliminar cualquier sustancia química o bacteriológica que represente un riesgo a las comunidades más necesitadas que hacen uso de este servicio tan importante para el mantenimiento de un hogar, y del desarrollo de sus integrantes.

Todos estos procesos constituyen una de las principales preocupaciones para los países subdesarrollados, que no cuentan con un sistema que realice constantemente estudios sobre calidad del agua potable y diseños de plantas de tratamiento sobre todo en comunidades rurales o poblaciones pequeñas.

2.5 Mejores condiciones del agua potable

De forma breve, basta decir que para mejorar las situaciones en las que se encuentra una determinada agua destinada para el consumo humano, es necesario aplicar un constante monitoreo, esto para obtener datos actualizados del estado en el que se encuentran las fuentes hídricas.

Estos estudios permitirán el constante manejo de información que ayuden a las empresas competentes en el mantenimiento de estándares de calidad, proporcionando un servicio óptimo para quienes hacen uso del agua potable.

Lo anterior mencionado se reafirma con lo expresado por la HSB Noticias.com, (2017, p.1) quien en su artículo expresa que para verificar la calidad del agua, las empresas deben de realizar controles diarios, los 365 días del año, tanto en el líquido que ingresa a la bocatoma, como en el que se distribuye a los suscriptores.

2.5.1 Calidad del agua en Nicaragua

Para mejorar las condiciones del agua potable en Nicaragua, es preciso conocer las diferentes fuentes de contaminantes y los riesgos que estas representan para la salud humana. En el siguiente párrafo, se explica de forma breve las principales sustancias dañinas, presentes en algunos ríos de Nicaragua y el riesgo que esto representa a las personas que hacen uso de este recurso.

En su estudio de calidad de agua Estela Munguía y Justina Moncada (2008) expresan que la ingesta de líquidos, contaminados con metales pesados provenientes de las industrias mineras, son las causantes de enfermedades crónicas mortales. Es por esta razón que se deben realizar muestreos constantes en la búsqueda de eliminar cualquier sustancia perjudicial para la salud humana.

Se observa así, que se deben tomar medidas, que verifiquen la calidad del agua potable, para asegurar que las personas no sean sometidas a riesgos por tomar de esta, no debe pasarse por alto la importancia de proteger los recursos hídricos, que son de los que una población o un país dependen para su desarrollo económico y social.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

Capítulo III.-Diseño metodológico

El tema en estudio, está relacionado con dos áreas, Ciencias del Ambiente y Diseño, Construcción, Urbanismo y Territorio, con la primera porque, ésta investiga los procesos de interacción entre los seres humanos y el entorno natural en que se desarrolla, ya que el uso de los recursos hídricos pueden causar problemas a los ecosistemas, llegando a la necesidad de proponer modelos para el crecimiento sostenible. Con la segunda área se relaciona, porque, ésta se centra en el análisis de la distribución de las zonas urbanas, muy vinculado con el uso del agua y saneamiento.

3.1 Enfoque de la investigación

El tema de investigación es de carácter cuantitativa, por lo que se adquirirá información de tipo estadístico con respecto a la percepción de las personas; también se medirá el fenómeno que en este caso es la calidad del agua potable que consumen los pobladores de la zona central y como afecta está a la salud y economía de éstos, pretendiendo obtener información que ayude a mejorar las condiciones de vida y desarrollo social de los habitantes de dicha localidad.

Según Barrera (2017, p.27) menciona a M, T. (2005), cuando hace mención del proceso de investigación científica México, cuando explica que este paradigma ubica su acento en lo observable y medible, en donde subyace el observado en el proceso de evaluación, es decir lo que interesa aquí es producir información que sea de utilidad para el control y resolución de problemas.

Lo citado anteriormente, se refiere a que el enfoque de investigación se clasifica como cuantitativo, cuando se quiere medir un determinado fenómeno en estudio, es decir que se puede llegar a saber qué cantidad de algo, que se quiere analizar se encuentra concurrente en el tema de observación. En el caso del presente documento, se pretende determinar la importancia de saneamiento que representa el agua potable que consume la población de la zona central y como afecta a estas personas.

3.2 Líneas de la investigación

El tema está relacionado con Ciencias del Agua e hidráulica y Medio Ambiente (con énfasis en Saneamiento y Cuencas Hidrográficas). Estas líneas investigan la calidad de esta, también sus propiedades y niveles aceptables de consumo para el ser humano, las afectaciones a las fuentes hídricas, el uso racional de este importante recurso, para evitar impactos ambientales graves, al igual que su comportamiento mecánico del fluido, al ser transportado en tuberías.

3.3 Corte de la investigación

Es transversal, por razones de que el presente fenómeno en estudio se analizará en un periodo de tiempo, que va desde septiembre del 2017, hasta inicios del 2018, esto debido a que se es de gran importancia el tema en cuestión, como es la determinación de la calidad del agua potable que consume la población de la zona central de La Libertad, mediante la percepción de éstos. Por ello, se demuestra la necesidad de realizar programas de mejoramiento, que ayuden de forma inmediata al cumplimiento de las demandas.

3.4 Métodos de la investigación

Análisis: se utilizó este método de recopilación de datos, debido a que se seleccionaron documentos relacionados con el tema en cuestión, los cuales permitieron analizar la información y darle salida a los objetivos específicos, planteados en la presente investigación, esto facilitó de forma considerable la comprensión del tema en estudio.

Síntesis: este método se utilizó, al momento que se relacionaba la información externa, haciendo uso del APA y elaboración de las citas bibliográficas, se realizó un análisis con el párrafo para relacionar los datos de las referencias con el objetivo y/o el tema que se está investigando.

Descriptivo: se utilizó este método, porque al momento de analizar y describir los procesos que se están llevando, desde el levantamiento de la información

hasta la aplicación de los instrumentos, se está haciendo uso de este, y se emplea de forma constante, a través del desarrollo de la presente investigación.

3.5 Determinación de técnicas e instrumentos

Revisión documental: se extrajeron las ideas centrales de los objetivos específicos, para lo cual se seleccionaron documentos relacionados al tema, en donde debían de cumplir ciertas características, como que, estos debían ser sustentados con citas bibliográficas de otras investigaciones para ser datos confiables.

Observación: se utilizó esta técnica, para determinar las necesidades y preocupaciones que tiene la población de la zona central del municipio de La Libertad, con respecto a la calidad del agua potable que utilizan, y para lograr determinar, de forma breve el estado actual de la misma.

Entrevista: se decidió aplicar este instrumento, a las personas encargadas de los proyectos que laboran en la alcaldía municipal, con el objetivo de obtener información acerca del tema en cuestión, como son las causas y posibles soluciones a la problemática del servicio de agua potable, (Anexos pág. XVII).

Encuesta: se utilizó esta técnica, para obtener información referente a la percepción, del estado actual del agua potable que tiene la población de la zona central de La Libertad, de la cual hace uso, y como afecta esto a su salud; además de adquirir datos de los principales afectados, acerca de la situación de este importante servicio, y las posibles causas a las cuales ellos atribuyen su desconfianza, (Ver anexos pág. XIII).

3.6 Universo

En el Municipio de La Libertad chontales, la población total es de 14,144 habitantes de los cuales, hay 4530 de cero a 14 años, 8615 de 15 a 59 y 999 de 60 a más. Están distribuidos en el sector urbano con una cuantía de 6,412 y en el área rural una cantidad de 7,732 habitantes.

3.7 Población

El presente estudio, se realizará en la zona central del municipio La Libertad Chontales, encontrándose los siguientes datos: cien personas están dentro del rango de 0 a 14 años de edad y 212 de 15 a más, para un total de 312 habitantes, ubicados en el sector antes mencionado. Esto fue sustentado por el registro poblacional del Ministerio del poder Ciudadano Para la Salud (2017).

3.8 Muestra

La población de la zona central equivale a un total de 312, a los que se le aplicara los instrumentos, esto equivale a un 100% de la población. Utilizando criterios de exclusión, con respecto a la muestra de los habitantes, no se le aplicará encuesta a: niños/as de cero a catorce años ni a personas mayores de 59 años de edad. Esto con el objetivo de ahorrar recursos económicos, como también tiempo de realización de la investigación.

La cantidad de niños/as de 0 a 14 años ubicados en la zona central es de 100 personas; entre las edades de 60 hacia arriba hay un total de 22, sumando estos dos valores da un resultado de 122, restando este importe a la muestra de 312 se obtiene una cuantía de 190 habitantes. Esta cantidad es la que se utilizará para determinar el tamaño de la muestra poblacional.

3.8.1 Tamaño de la muestra poblacional

El tamaño de la muestra se determinó haciendo uso de la siguiente fórmula en donde:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.

N = es el tamaño de la población total.

Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Para el cálculo se usó un nivel de confianza de 95% (1.96).

σ = representa la desviación estándar de la población. Se utilizó la constante 0.5.

e = representa el límite aceptable de error muestral. Se usó el valor del 1%

Datos generales:

$$n = ?$$

$$N = 190$$

$$\sigma = 0.5$$

$$Z = 1.96$$

$$e = 0.01$$

PO:

$$n = \frac{190 * (0.5)^2 * (1.96)^2}{(190 - 1) * (0.01)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

$$n = \frac{190 * (0.25) * (3.84)}{(189) * (0.0001) + (0.25) * (3.84)}$$

$$n = \frac{182.4}{0.0189 + 0.96}$$

$$n = \frac{182.4}{0.9789} = 186$$

Resultados: $n = 186$ habitantes

En el caso del área de proyecto, no se aplicará la ecuación, por razones de que la población está conformada solo por 4 personas, por lo tanto se le designará al total llegando al cien por ciento.

3.9 Tipo de muestreo

Es de tipo probabilístico, porque todos los miembros seleccionados en la muestra, tienen la misma posibilidad de coincidir igual o parecido en las respuestas, según los instrumentos aplicados como son las encuestas que son

preguntas cerradas, y también la entrevista, que se refiere a un tema conocido por las personas a las que se les destinó.

3.10 Tipo de muestra

A la población de la zona central de La Libertad Chontales, se les aplicó el instrumento de la encuesta, por tanto el tipo de muestra es al azar, por razones de que cuando se visita una casa en particular para encuestar, no se sabe quién va a estar en esos momentos, por ello hasta el instante de presentarse los informantes, se llegan a dar cuenta de quien responderá en ese hogar.

En el caso de las personas que trabajan en el área de proyecto de la Alcaldía Municipal de La Libertad Chontales, la muestra es de tipo estratificado, por qué se debe hablar con el jefe para que este autorice, la aplicación de entrevistas a estas personas.

3.11 Validación de los instrumentos

Se procedió a validar las encuestas, a través de prueba piloto, seleccionando a dos personas de la población, las cuales expresaron que; en épocas de invierno el agua se presenta a veces turbia pero no siempre es así, también mencionaron que en la pregunta número once, no entendían a qué se refería y que se especificara “el uso del vital líquido”, ya que algunos habitantes utilizan de la embotellada para beber y de la red para los quehaceres domésticos.

La validación de las entrevistas, fue realizada a través de prueba piloto, seleccionando a dos personas del área de proyectos de la Alcaldía municipal de La Libertad Chontales, las cuales expresaron que; en la pregunta número siete se repetía la salud mencionada en el punto tres y que además especificara la zona central a la cual se refería la interrogante.

3.12 Plan de análisis

Una vez aplicados los instrumentos, a la población de La Libertad Chontales y a los encargados del área de proyecto de la Alcaldía Municipal de esta misma, se

procedió a analizar la información obtenida, a través del programa estadístico SPSS, consiguiendo los resultados en gráficas y cuadros de datos.

3.13 Análisis de muestra de agua potable domiciliar

En esta actividad se recolectó una muestra de agua potable, correspondiente a una casa domiciliar de la zona de estudio, con el propósito de trasladarla al laboratorio y proceder a realizarle una prueba físico-química para determinar su calidad con respecto a estos parámetros.

Por motivos de costo no se realizaron las pruebas microbiológicas, organolépticas ni de metales pesados, siendo estas también de mucha importancia para establecer si se encuentra en los niveles óptimos de potabilización.

CAPÍTULO IV. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Capítulo IV.-Cálculos y Resultados

En este capítulo se demostrará la perspectiva que tienen las 186 personas encuestadas en la zona central de La Libertad Chontales, con respecto al agua potable de la cual hacen uso.

4.1 Encuesta a pobladores

Cuadro 6: Tiempo de vivir en la zona central

Tiempo de vivir en la zona central de La Libertad	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 10 años	19	10%
De 10 a 15 años	19	10%
De 16 a 20 años	31	17%
De 21 o más años	117	63%
Total	186	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Tiempo de vivir en la zona central



Fuente: Elaboración propia

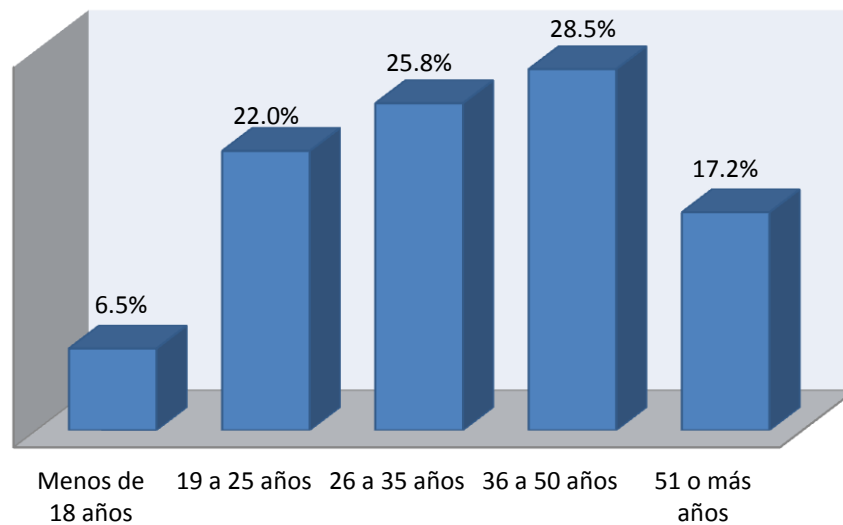
Según el cuadro y gráfica 1 presenta que 117 personas equivalentes al 63% viven en la zona central de 21 o más años, 31 para un 17%, están entre 16 a 20, 19 con un 10% quedan entre 10 a 15, y 19 correspondientes a un 10% que cumplen la condición de menos de 10 de estar habitando en este lugar.

Cuadro 7: Edad de los encuestados

Edad	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 18 años	12	6.5%
19 a 25 años	41	22.0%
26 a 35 años	48	25.8%
36 a 50 años	53	28.5%
51 o más años	32	17.2%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. Edad de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 2 presenta que 53 personas correspondientes al 28.5% están entre las edades de 36 a 50 años, 48 con un 25.8%, están entre 26 a 35, 41 para un 22% quedan dentro del rango de 19 a 25, y 32 equivalentes al 17.2%, cumplen la condición de 51 o más y 12 resultando el 6.5% pertenecientes a menos de 18 años.

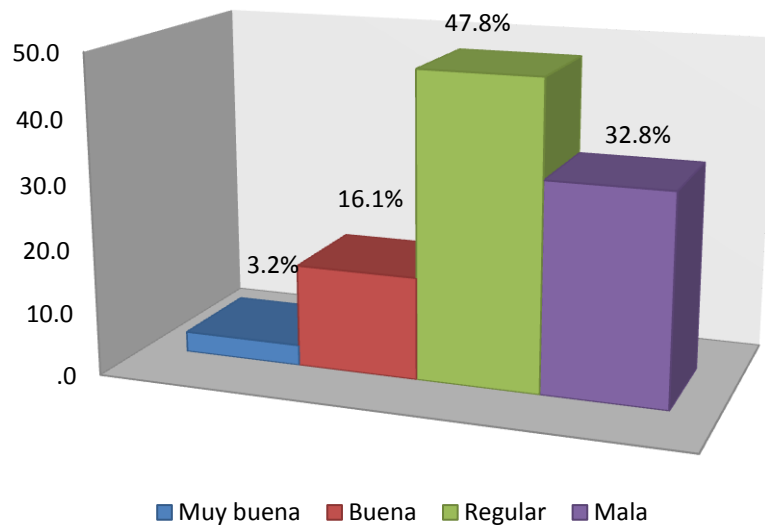
Objetivo específico numero 1: Identificar la calidad del agua que consume la población permitiendo la definición del estado de la salud de estos.

Cuadro 8: Calidad actual del agua potable

¿Cómo consideraría usted la calidad actual del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy buena	6	3.2%
Buena	30	16.1%
Regular	89	47.8%
Mala	61	32.8%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. Calidad actual del agua potable



Fuente: Elaboración propia

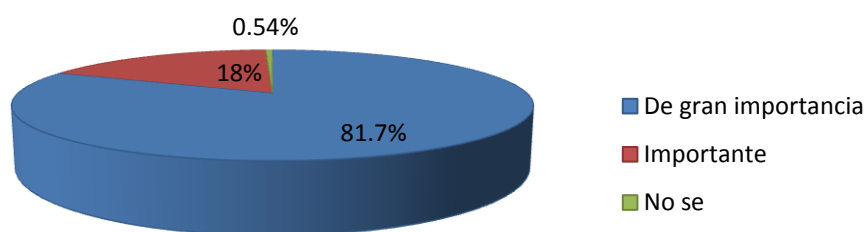
El cuadro y grafica 3 presenta que 6 equivalentes a un 3.2% de personas opinaron muy buena, 30 correspondiente al 16.1% indicaron buena, 89 para un 47.8% reflejaron regular, 61 con un 32.8% expresaron que la calidad actual del agua potable es mala.

Cuadro 9. Importancia de calidad del agua

¿Cómo Consideraría la importancia de mejorar la calidad del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
De gran importancia	152	81.7%
Importante	33	17.7%
No se	1	0.54%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4. . Importancia de calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

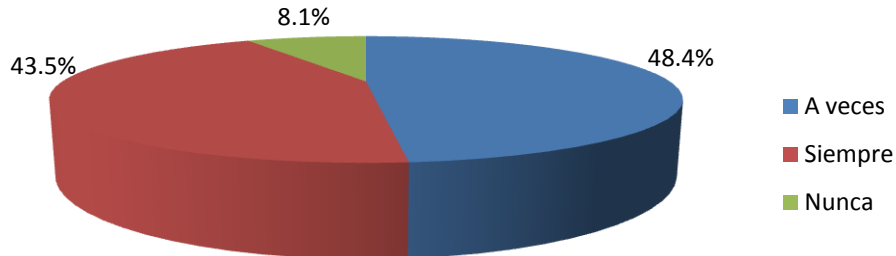
El cuadro y gráfica 4 correspondiente a la pregunta de la encuesta, como considera la importancia de mejorar la calidad del agua potable, los habitantes de la zona central indicaron que: 152 para un 81.7% personas manifestaron que es de gran importancia mejorar la calidad del agua potable, 33 correspondiente a un 18.7%, expresaron que es importante, 1 con un 0.54% indicaron No sé.

Cuadro 10. El agua perjudica la salud

¿Considera usted que el estado actual del agua potable perjudica la salud?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
A veces	90	48.4%
Siempre	81	43.5%
Nunca	15	8.1%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5. El agua perjudica la salud



Fuente: Elaboración propia

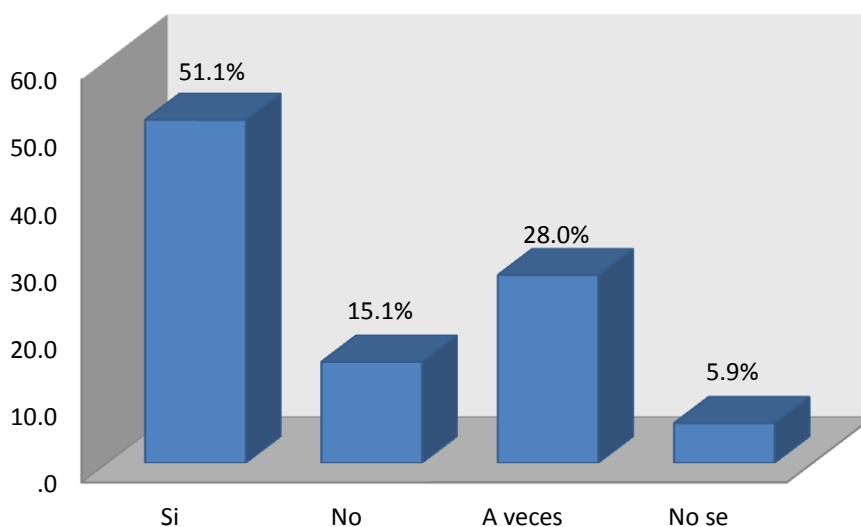
El cuadro y gráfica 5 se muestran las opiniones de las personas, estos presentan que 90 correspondiente a un 48.4% de personas opinaron que a veces el consumo del agua potable de la red perjudica la salud, 81 para un 43.5% indicaron que siempre, 15 con un 8.1% reflejaron que nunca.

Cuadro 11. Afectaciones a la salud

¿El estado actual del agua le ocasiona afectaciones a su salud?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	95	51.1%
No	28	15.1%
A veces	52	28.0%
No sé	11	5.9%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 6: Afectaciones a la salud



Fuente: Elaboración propia

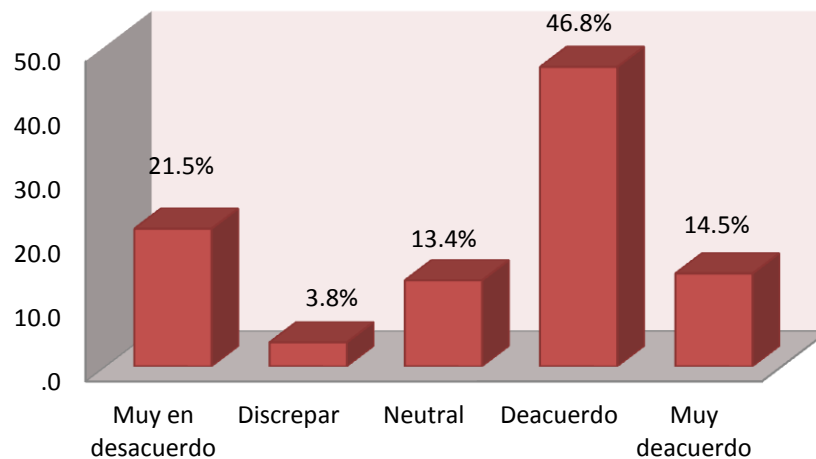
El cuadro y gráfica 6 muestra que 95 equivalente al 51.1% de personas indicaron que el estado actual del agua potable si les ha causado afectaciones a su salud, 28 correspondiente a un 15.1% expresaron no, 52 con un 28.0% manifestaron que a veces, 11 para un 5.9%, marcaron la opción no sé.

Cuadro 12. Problemas de enfermedades

¿Está usted de acuerdo con que el consumo del agua potable de la red ocasiona problemas de enfermedades?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy en desacuerdo	40	21.5%
Discrepar	7	3.8%
Neutral	25	13.4%
De acuerdo	87	46.8%
Muy de acuerdo	27	14.5%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7: Problemas de enfermedades



Fuente: Elaboración propia

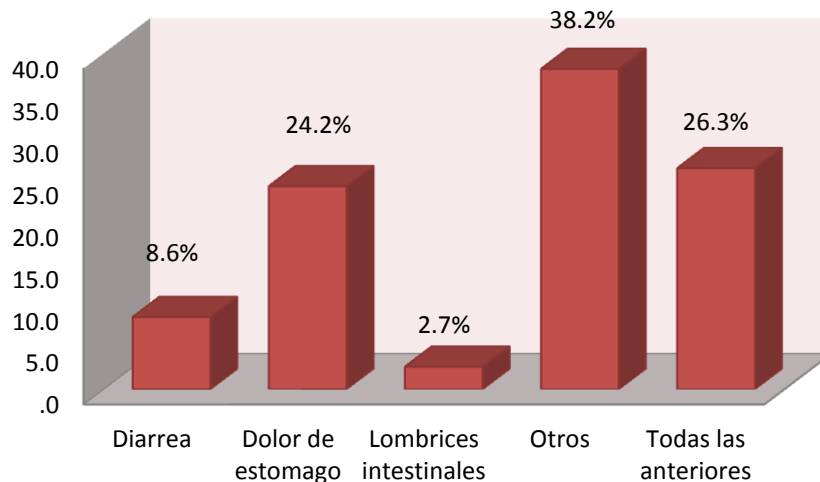
El cuadro y gráfica 7 presentan que 40 correspondiente a un 21.5% de personas manifestaron que estaban muy en desacuerdo, 7 para un 3.8% opinaron discrepar, 25 con un 13.4% expresaron neutral, 87 equivalente al 46.8% expresaron estar de acuerdo, 27 resultando un 14.5% opinaron “muy de acuerdo”.

Cuadro 13. Enfermedades causadas por el agua

Si el consumo del agua potable le ha causado alguna enfermedad indique cuales:		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Diarrea	16	8.6%
Dolor de estómago	45	24.2%
Lombrices intestinales	5	2.7%
Otros	71	38.2%
Todas las anteriores	49	26.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8: Enfermedades causadas por el agua



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 8 presentan que 16 correspondientes a un 8.6% personas marcaron “diarrea”, 45 para un 24.2% expresaron dolor de estómago, 5 con un 2.7% indicaron lombrices intestinales, 71 equivalente al 38.2% reflejaron “otros”, 49 resultando el 26.3% marcaron la opción “todas las anteriores”.

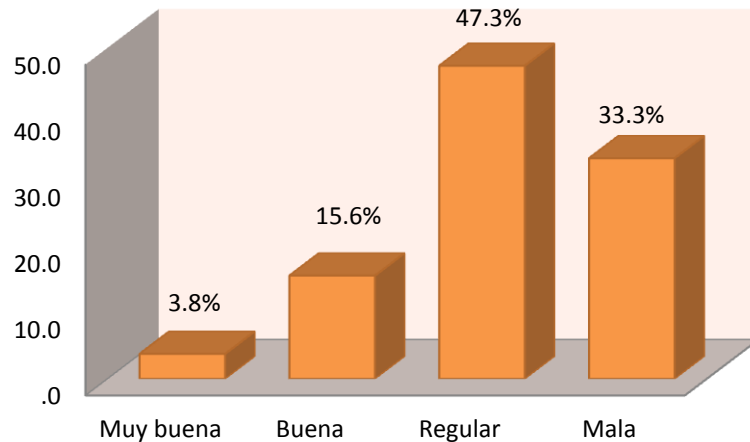
Objetivo específico 2: Evaluar los parámetros aceptables del agua de consumo humano reconociendo la aplicación de estándares de calidad de la misma.

Cuadro 14. Evaluación de calidad del agua

¿Cómo evaluaría usted la calidad del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy buena	7	3.8%
Buena	29	15.6%
Regular	88	47.3%
Mala	62	33.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 9: Evaluación de calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

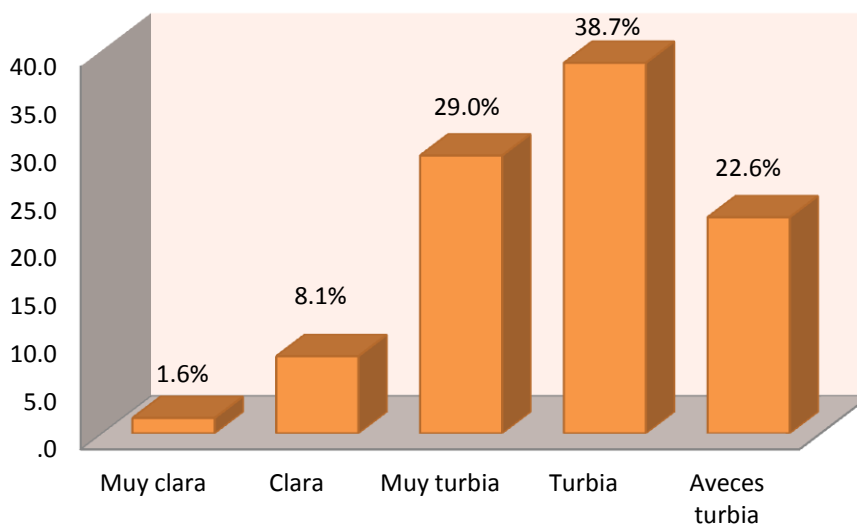
En el cuadro y gráfica 9 se presenta que 7 con un 3.8% expresaron que la calidad del agua es muy buena, 29 correspondiente a un 15.6% indicaron buena, 88 para un 47.3% marcaron regular, 62 representando el 33.3% reflejaron “mala”.

Cuadro 15. Color del agua en invierno

¿Cómo ve usted el color del agua potable en épocas de invierno?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy clara	3	1.6%
Clara	15	8.1%
Muy turbia	54	29.0%
Turbia	72	38.7%
A veces turbia	42	22.6%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 10. Color del agua en invierno



Fuente: Elaboración propia

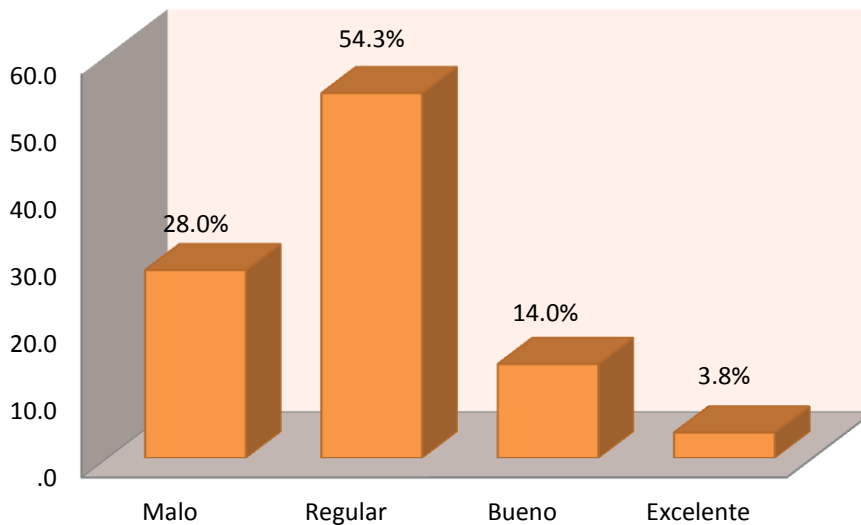
El cuadro y gráfica 10 presentan que 3 correspondiente a un 1.6% de personas manifestaron muy clara, 15 para un 8.1% opinaron clara, 54 con un 29.0% expresaron muy turbia, 72 equivalente al 38.7% señalaron turbia, 42 resultando el 22.6% opinaron a veces turbia.

Cuadro 16. Sabor del agua potable

¿Cómo considera el sabor del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Malo	52	28.0%
Regular	101	54.3%
Bueno	26	14.0%
Excelente	7	3.8%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11. Sabor del agua potable



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 11 se muestra que 52 correspondiente a un 28.0% de personas manifestaron que el sabor del agua es malo, 101 equivalente a un 54.3% opinaron regular, 26 con un 14.0% expresaron bueno, 7 para un 3.8% expresaron excelente.

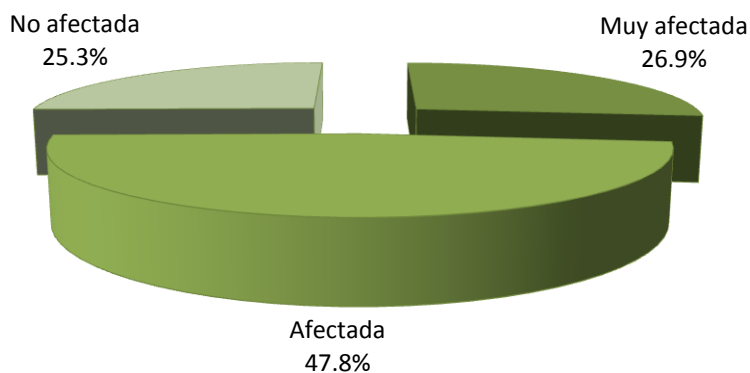
Objetivo específico 3: Clasificar los rangos de calidad del agua buscando la obtención de mejora, tanto en la salud como también en la economía de los habitantes de la zona central.

Cuadro 17. Afectación a economía por agua

¿Cree usted que su economía se ve afectada por la calidad del agua?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy afectada	50	26.9%
Afectada	89	47.8%
No afectada	47	25.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 12. Afectación a economía por agua



Fuente: Elaboración propia

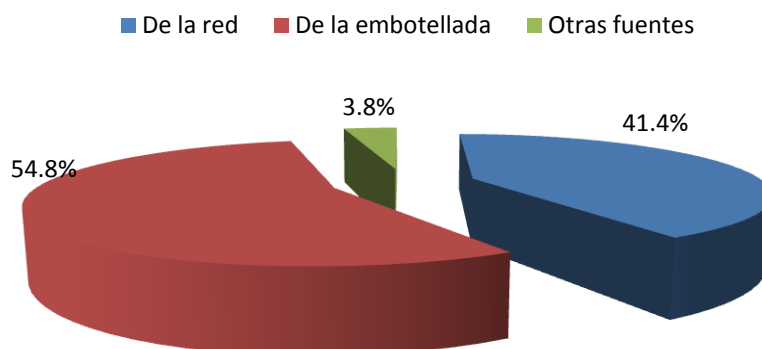
En el cuadro y gráfica 12 se presenta que 50 equivalente a un 26.9% de personas manifestaron que su economía se ve muy afectada por la calidad del agua, 89 correspondiente al 47.8% opinaron afectada, 47 con un 25.3% expresaron no afectada.

Cuadro 18. Agua que consume la población

¿De qué tipo de agua consume usted para beber?		
Criterio	Frecuencia	Porcentaje (%)
De la red	77	41.4%
De la embotellada	102	54.8%
Otras fuentes	7	3.8%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 13. Agua que consume la población



Fuente: Elaboración propia

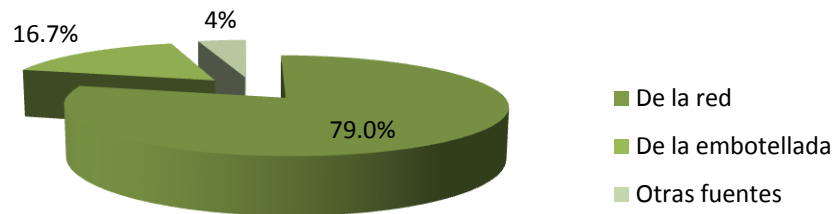
El cuadro y gráfica 13 muestran que, 77 correspondiente a un 41.4% de personas manifestaron que consumen agua de la red para beber, 102 equivalente a un 54.8% opinaron de la embotellada, 7 con un 3.8% expresaron hacer uso de otras fuentes.

Cuadro 19. Agua para los quehaceres

¿De qué tipo de agua hace uso usted para los quehaceres del hogar?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
De la red	147	79.0%
De la embotellada	31	16.7%
Otras fuentes	8	4.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 14. Agua para los quehaceres



Fuente: Elaboración propia

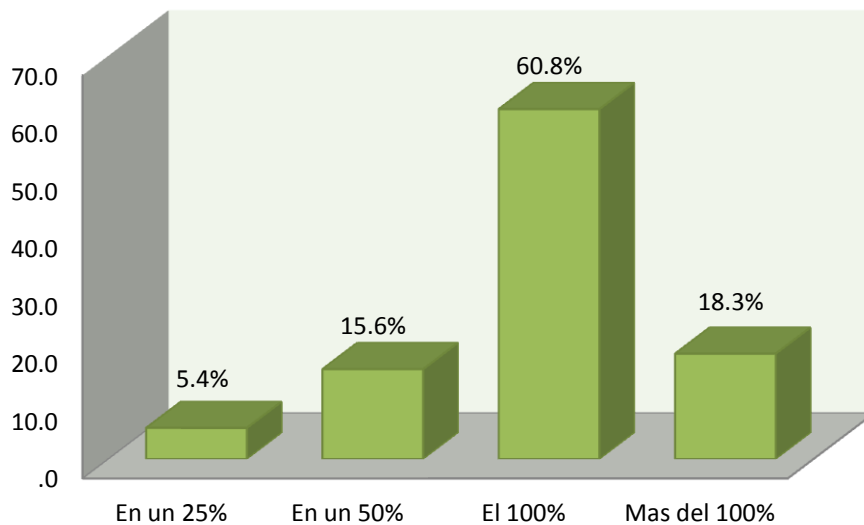
En el cuadro y gráfica 14 se presenta que, 147 correspondiente a un 79.0% de personas manifestaron que hacen uso del agua de la red para los quehaceres del hogar, 31 para un 16.7% opinaron de la embotellada, 8 con un 4.3% expresaron otras fuentes.

Cuadro 20. Mejora en porcentajes

¿Cómo considera que mejoraría su salud en porcentajes si la calidad del agua fuera óptima?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
En un 25%	10	5.4%
En un 50%	29	15.6%
El 100%	113	60.8%
Más del 100%	34	18.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 15. Mejora en porcentajes



Fuente: Elaboración propia

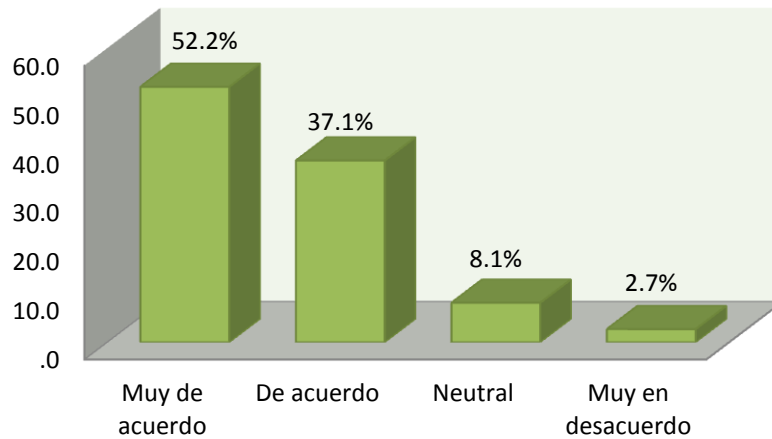
El cuadro y gráfica 15 presenta qué: 10 correspondiente a un 5.4% de personas manifestaron que su salud mejoraría en un 25% si la calidad del agua fuera óptima, 29 para un 15.6% opinaron que en un 50%, 113 equivalente al 60.8% expresaron en el 100%, 34 con un 18.3% indicaron más del 100%.

Cuadro 21. Cambio de la economía

¿Está usted de acuerdo con la idea de que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	97	52.2%
De acuerdo	69	37.1%
Neutral	15	8.1%
Muy en desacuerdo	5	2.7%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 16. Cambio de la economía



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 16 presentan que, 97 equivalente al 52.2% de las personas están muy de acuerdo con que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima, 69 para un 37.1% opinaron estar de acuerdo, 15 con un 8.1% expresaron neutral, 5 correspondiente al 2.7% indicaron estar muy en desacuerdo.

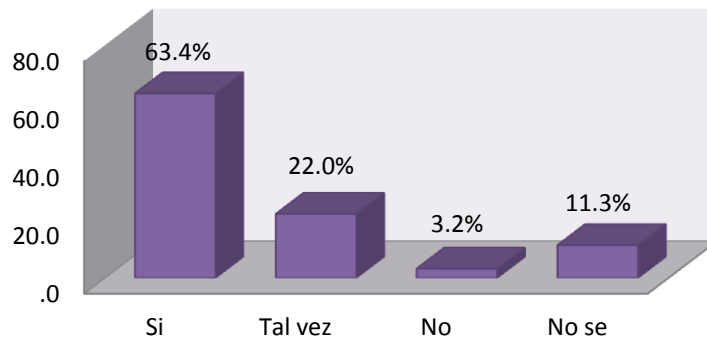
Objetivo específico 4: Demostrar la necesidad de la optimización de las condiciones del agua potable en La Libertad con el fin de una mejor condición de vida de los habitantes.

Cuadro 22. Presencia de sustancias contaminantes

¿Piensa usted que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	118	63.4%
Tal vez	41	22.0%
No	6	3.2%
No sé	21	11.3%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 17. Presencia de sustancias contaminantes



Fuente: Elaboración propia

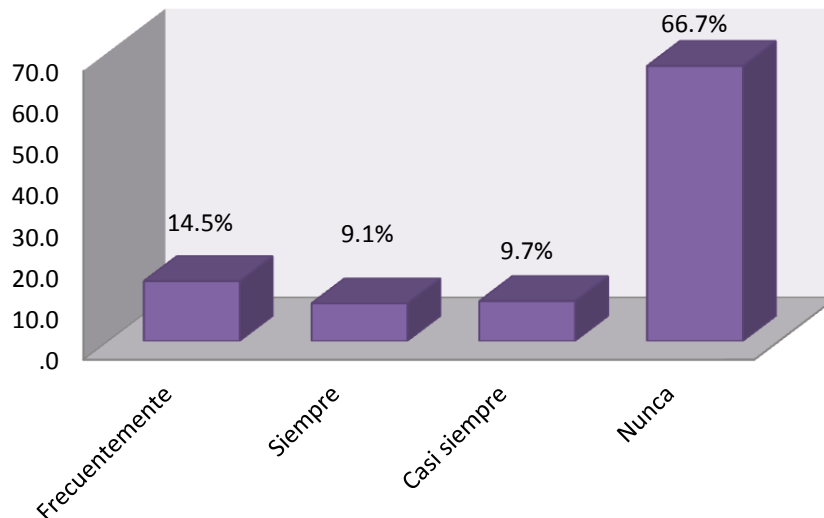
El cuadro y gráfica 17 presentan que 118 correspondiente al 63.4% de personas manifestaron que si piensan que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable, 41 para un 22.0% opinaron que tal vez, 6 con un 3.2% expresaron no, 21 equivalente al 11.3% señalaron no saber.

Cuadro 23. Estudios de calidad del agua

¿Ha visto usted que se hagan estudios de calidad del agua?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Frecuentemente	27	14.5%
Siempre	17	9.1%
Casi siempre	18	9.7%
Nunca	124	66.7%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 18. Estudios de calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

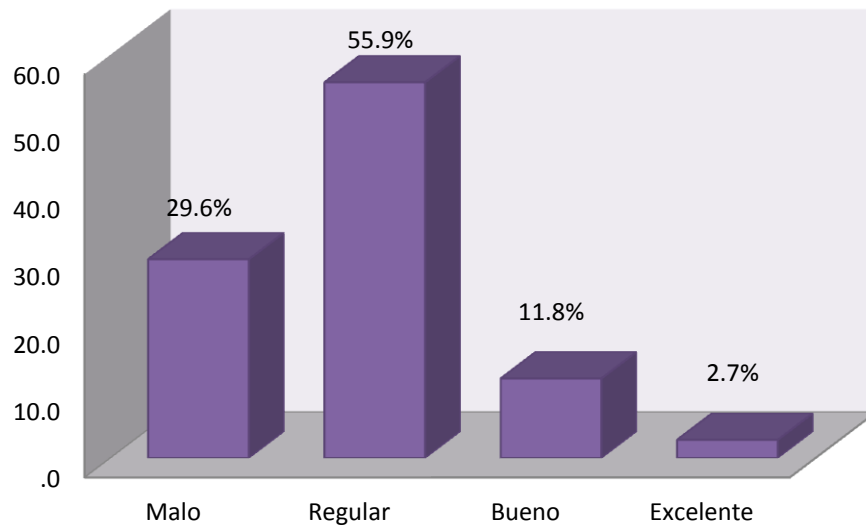
El cuadro y gráfica 18 presentan que 27 correspondiente a un 14.5% de personas manifestaron que frecuentemente, 17 para un 9.1% opinaron siempre, 18 con un 9.7% expresaron casi siempre, 124 equivalente al 66.7% señalaron nunca haber visto que se hiciesen estudios de calidad del agua.

Cuadro 24. Servicio de agua potable

¿Cómo considera el servicio del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Malo	55	29.6%
Regular	104	55.9%
Bueno	22	11.8%
Excelente	5	2.7%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 19. Servicio de agua potable



Fuente: Elaboración propia

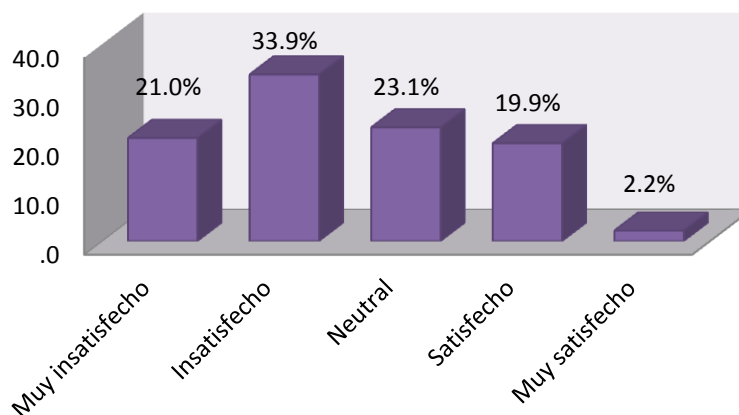
En el cuadro y gráfica 19 presentan que 55 correspondiente a un 29.6% de personas expresaron que el servicio del agua potable es malo, 104 para un 56.9% opinaron regular, 22 con un 11.8% señalaron bueno, 5 equivalente al 2.7% indicaron excelente.

Cuadro 25. Nivel de satisfacción

¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción respecto al servicio del agua potable?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy insatisfecho	39	21.0%
Insatisfecho	63	33.9%
Neutral	43	23.1%
Satisfecho	37	19.9%
Muy satisfecho	4	2.2%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 20. Nivel de satisfacción



Fuente: Elaboración propia

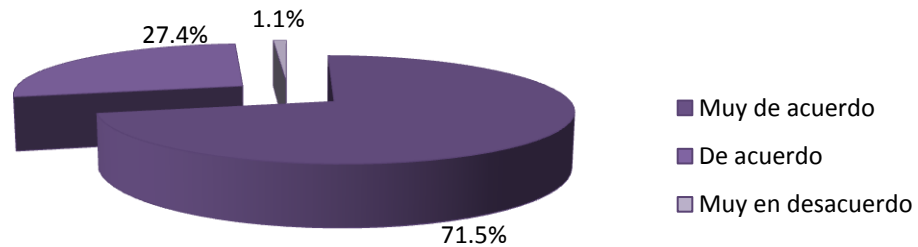
El cuadro y gráfica 20 presenta que, 39 correspondiente a un 21.0% de personas manifestaron que estaban muy insatisfechos, 63 para un 33.9% opinaron insatisfechos, 43 con un 23.1% expresaron neutral, 37 equivalente al 19.9% señalaron estar satisfechos, 4 resultando un 2.2% opinaron muy satisfecho.

Cuadro 26. Análisis sobre la calidad del agua

¿Está de acuerdo usted con que la alcaldía municipal u otros organismos deberían realizar un análisis sobre la calidad del agua?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	133	71.5%
De acuerdo	51	27.4%
Muy en desacuerdo	2	1.1%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 21. Análisis sobre la calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

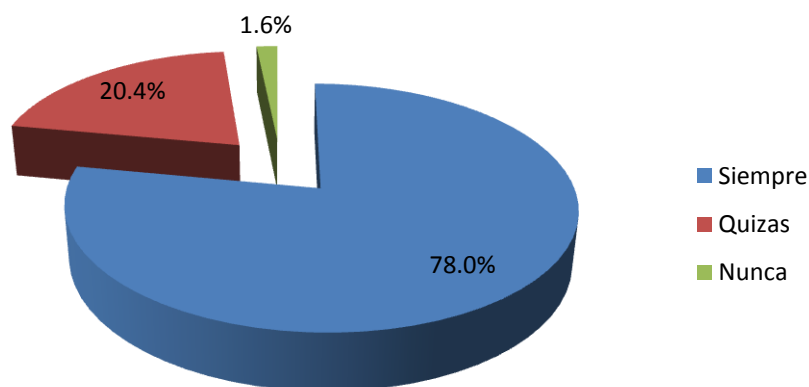
El cuadro y gráfica 21 muestra que, 133 equivalente al 71.5% de personas manifestaron estar muy de acuerdo con que la alcaldía u otros organismos realicen análisis sobre la calidad del agua, 51 para un 27.4% opinaron de acuerdo, 2 con un 1.1% expresaron muy en desacuerdo.

Cuadro 27. Acciones para mejorar el agua

¿Apoyaría usted la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales?		
critérios	Frecuencia	Porcentaje (%)
Siempre	145	78.0%
Quizás	38	20.4%
Nunca	3	1.6%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 22. Acciones para mejorar el agua



Fuente: Elaboración propia

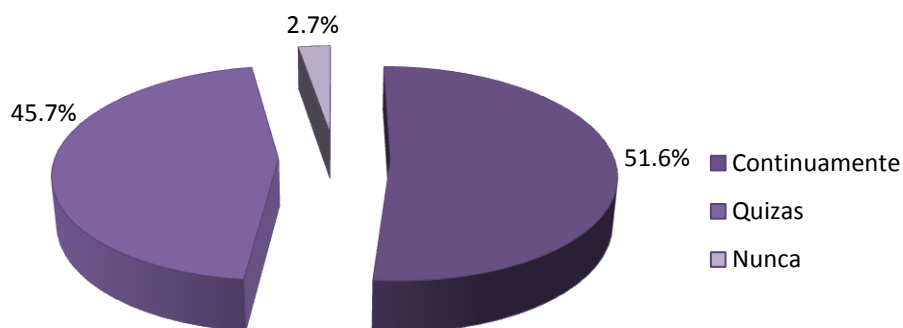
El cuadro y gráfica 22 presenta que, 145 correspondiente al 78.0% de personas expresaron que siempre apoyarían la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales, 38 con un 20.4% indicaron quizás, 3 para un 1.6% opinaron nunca.

Cuadro 28. Participación a capacitaciones sobre agua

¿Le gustaría participar de capacitaciones u otras alternativas acerca del tema en cuestión?		
Criterios	Frecuencia	Porcentaje
Continuamente	96	51.6%
Quizás	85	45.7%
Nunca	5	2.7%
Total	186	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 23. Participación a capacitaciones sobre agua



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 23 muestra que, 96 equivalente al 51.6% de personas manifestaron que les gustaría participar continuamente en capacitaciones u otras alternativas, 85 correspondiente al 45.7% expresaron que quizás, 5 con un 2.7% señalaron nunca.

4.2 Entrevista al área de proyecto

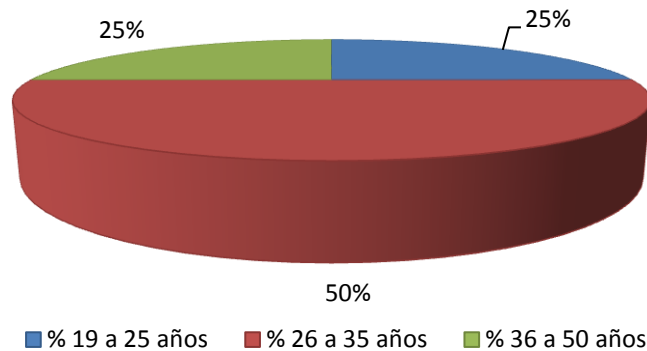
Al personal que labora en el área de proyectos de la Alcaldía Municipal de La Libertad se les aplicó el instrumento de la entrevistas, obteniéndose los siguientes resultados.

Cuadro 29. Edad y género

Género	Edad				
	19 a 25 años	26 a 35 años	36 a 50 años	Total	% Total
Masculino	1	2	1	4	100%
Total	1	2	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 24. Edad y género



Fuente: Elaboración propia

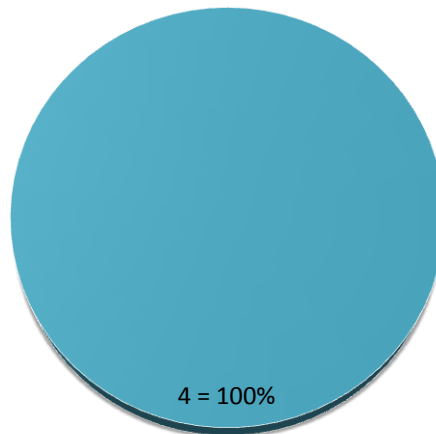
El cuadro y gráfica 24, muestra información de la edad y género de las personas que trabajan en la Alcaldía Municipal de La Libertad Chontales, las cuales presentan que: 1 correspondiente al 25% está en el rango de edad de entre 19 a 25 años, 2 equivalente al 50% están de 26 a 35, 1 para un 25% de 36 a 50.

Cuadro 30. Tiempo de laborar en Alcaldía

Tiempo de trabajar en la Alcaldía del Municipio de La Libertad		
Tiempo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 10 años	4	100%
Total	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 25. Tiempo de laborar en Alcaldía



Fuente: Elaboración propia

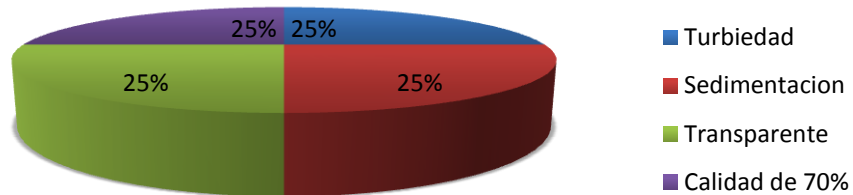
El cuadro y gráfica 25 muestra que, el total de las personas que laboran en el área de proyecto de la Alcaldía Municipal de La Libertad tienen el mismo tiempo de trabajar en esta institución estos corresponden al 100% de las 4, que se encuentran en el rango de menos de 10 años de ocupación.

Cuadro 31. Condiciones del agua potable

¿En qué condiciones cree usted que se encuentra actualmente el agua que consume la población de la zona central?						
Edad	Turbiedad	Sedimentación	Transparente	Calidad de 70%	Total	% Total
19 a 25 años	1	0	0	0	1	25%
26 a 35 años	0	1	1	0	2	50%
36 a 50 años	0	0	0	1	1	25%
Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 26. Condiciones del agua potable



Fuente: Elaboración propia

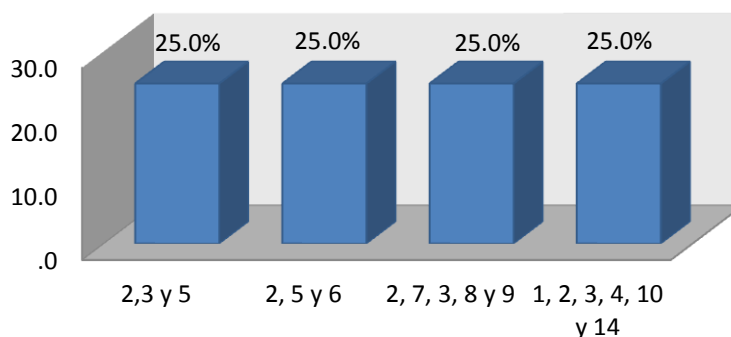
El cuadro y gráfica 26 muestran que, 1 equivalente al 25% de las personas manifestó que actualmente las condiciones en las que está el agua potable que consume la población de la zona central presentan turbiedad, 1 para un 25% opinó sedimentación, 1 con un 25% expresó calidad del 70%.

Cuadro 32. Características más importantes de calidad

Criterios.	¿Cuáles cree usted que son las características más importantes que definen la calidad del agua potable?						
	Edad	2,3 y 5	2, 5 y 6	2, 7, 3, 8 y 9	1, 2, 3, 4, 10 y 11	Total	% Total
1. Temperatura.	19 a 25 años	0	0	0	1	1	25%
2. Color.							
3. Sabor							
4. Características químicas.							
5. Olor							
6. Apariencia física al contacto.	26 a 35 años	1	0	1	0	2	50%
7. Libre de elementos en suspensión.	36 a 50 años	0	1	0	0	1	25%
8. Sin contaminación orgánica e inorgánica.	Total	1	1	1	1	4	100%
9. Características microbiológicas.							
10. Biológicas.							
11. Turbiedad.							

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 27. Características más importantes de calidad



Fuente: Elaboración propia

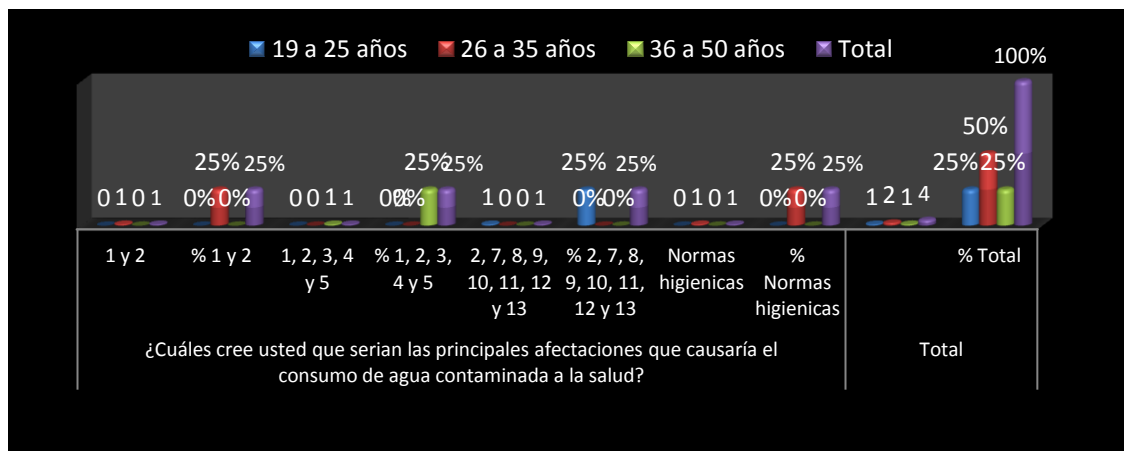
El cuadro y gráfica 27 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones 2, 3 y 5, 1 correspondiente al 25% expresó las opciones 2, 5 y 6, 1 para un 25% señaló las 1, 7, 3, 8 y 9, 1 con un 25% manifestó 1, 2, 3, 4, 10 y 14, todas estas correspondientes a la pregunta de cuáles son las características más importantes que definen la calidad del agua potable.

Cuadro 33. Afectaciones a la salud

Criterios.	¿Cuáles cree usted que serían las principales afectaciones que causaría el consumo de agua contaminada a la salud?						
	Edad	1 y 2	1, 2, 3, 4 y 5	2, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	Normas higiénicas	Total	% Total
1. Enfermedades estomacales.	19 a 25 años	0	0	1	0	1	25%
2. Infecciones renales.		0	0	1	0	1	25%
3. Afectaciones pulmonares		0	0	1	0	1	25%
4. Afectaciones del sistema linfático.		0	0	1	0	1	25%
5. Afectaciones del sistema locomotor.	26 a 35 años	1	0	0	1	2	50%
6. Diarrea.	36 a 50 años	0	1	0	0	1	25%
7. Cólera.		0	1	0	0	1	25%
8. Paludismo.		0	1	0	0	1	25%
9. Esquistosomiasis.	Total	1	1	1	1	4	100%
10. Tifus.							
11. Tacoma.							
12. Piedra en los riñones.							

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 28. Afectaciones a la salud



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 28 presenta que, 1 correspondiente al 25% de personas indicó las opciones 1 y 2, equivalente al 25% expresó las opciones 1, 2, 3, 4, y 5, 1 para un 25% señaló las 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13, 1 con un 25% manifestó normas higiénicas.

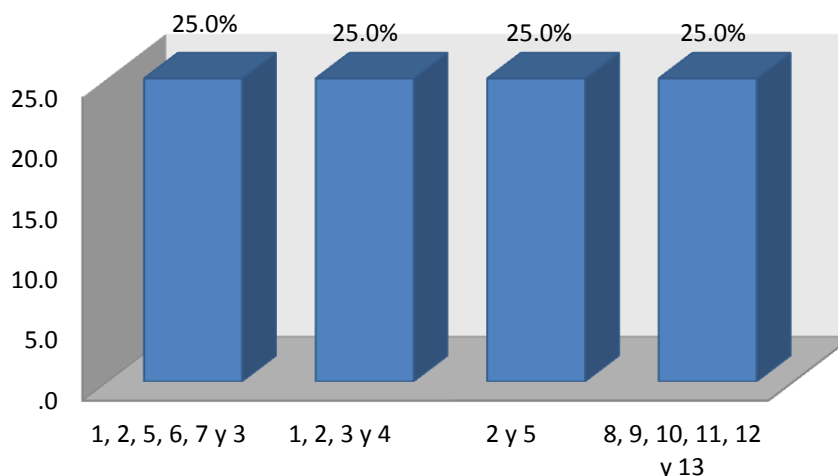
Cuadro 34. Parámetros más importantes del agua

¿Cuáles cree usted que deberían ser los parámetros más importantes a evaluar en el agua potable?						
Edad	1, 2, 5, 6, 7 y 3	1, 2, 3 y 4	2 y 5	8, 9, 10, 11, 12 y 13	Total	% Total
19 a 25 años	0	0	1	0	1	25%
26 a 35 años	0	1	0	1	2	50%
36 a 50 años	1	0	0	0	1	25%
Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Criterios.	
1. Parámetros físicos.	7. Demanda de oxígeno químico.
2. Parámetros químicos.	8. Sabor.
3. Parámetros bacteriológicos	9. Olor.
4. Metales no pesados	10. Color
5. Parámetros biológicos	11. Turbidez.
6. Demanda de oxígeno biológico	12. Conductividad.
	13. Resistividad.

Gráfica 29. Parámetros más importantes del agua



Fuente: Elaboración propia

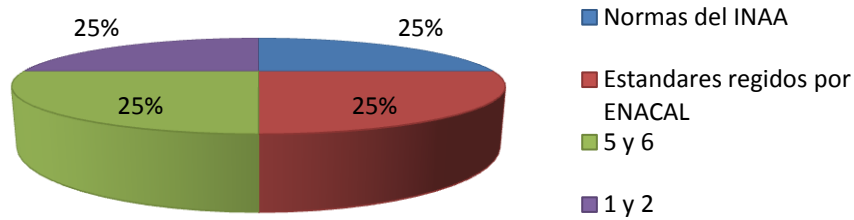
El cuadro y gráfica 29 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 3, 1 correspondiente al 25% expresó las opciones 1, 2, 3 y 4, 1 para un 25% señaló las 2 y 5, 1 con un 25% manifestó 8, 9, 10, 11, 12 y 13.

Cuadro 35. Estándares no tomados en cuenta

Criterios.	¿Qué tipos de estándares cree usted que no se están tomando en cuenta al momento de potabilizar el agua?						
	Edad	Normas del INAA	Estándares regidos por ENACAL	3 y 4	1 y 2	Total	% Total
1. Turbidez	19 a 25 años	1	0	0	0	1	25%
2. Acumulación de sedimento.	26 a 35 años	0	1	0	1	2	50%
3. No se consideran estándares de hierro Fe 05-50mg/l.	36 a 50 años	0	0	1	0	1	25%
4. Estándares químicos.	Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 30. Estándares no tomados en cuenta



Fuente: Elaboración propia

El cuadro y gráfica 30 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las normas del INAA, 1 correspondiente al 25% expresó estándares regidos por ENACAL, 1 para un 25% señaló las opciones 5 y 6, 1 con un 25% manifestó 1 y 2.

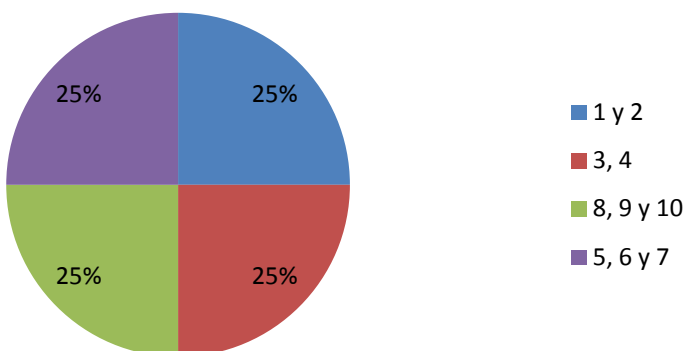
Cuadro 36. Principales fuentes de contaminación

¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua?						
Edad	1 y 2	3, 4	8, 9 y 10	5, 6 y 7	Total	% Total
19 a 25 años	0	1	0	0	1	25%
26 a 35 años	1	0	0	1	2	50%
36 a 50 años	0	0	1	0	1	25%
Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Criterios	
1. Erosión del suelo	6. Exceso de agentes químicos naturales en la tierra.
2. Despale por ganadería y agricultura.	7. Cumplimiento de las normas higiénicas al momento de tratar las aguas potabilizadas.
3. Heces fecales de animales.	8. Minería en mayor y menor escala.
4. Productos químicos usados en la ganadería, agricultura, minería, pesca y fábricas.	9. Uso inadecuado de la flora.
5. Productos químicos usados en fincas.	10. Ganadería en menor escala.

Gráfica 31. Principales fuentes de contaminación



Fuente: Elaboración propia

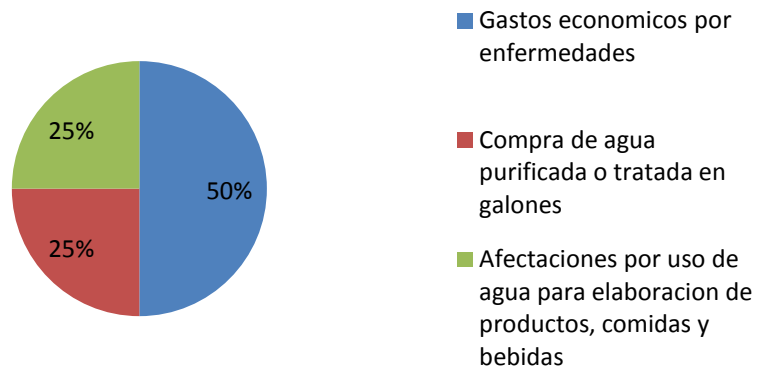
El cuadro y gráfica 31 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones 1 y 2, 1 correspondiente al 25% expresó las opciones 3 y 4, 1 para un 25% señaló las 8, 9 y 10, 1 con un 25% manifestó 5, 6 y 7.

Cuadro 37. Afectaciones a la economía

¿Cómo cree usted que afecta la calidad del agua a la economía de los habitantes de la zona central del Municipio de La Libertad?					
Edad	Gastos económicos por enfermedades	Compra de agua purificada o tratada en galones	Afectaciones por uso de agua para elaboración de productos, comidas y bebidas	Total	% Total
19 a 25 años	0	0	1	1	25%
26 a 35 años	2	0	0	2	50%
36 a 50 años	0	1	0	1	25%
Total	2	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 32. Afectaciones a la economía



Fuente: Elaboración propia

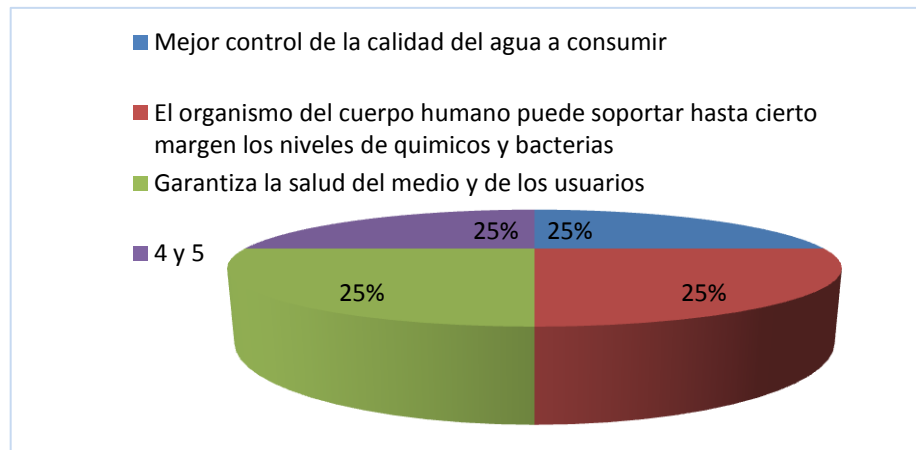
El cuadro y gráfica 32 muestra que, 2 equivalente al 50% de personas indicó gastos económicos por enfermedades, 1 correspondiente al 25% expresó compra de agua purificada o tratada, 1 para un 25% señaló afectaciones por uso de agua para elaboración de productos, comidas y bebidas.

Cuadro 38. Importancia de rangos de calidad

Criterios.	¿Por qué considera usted que es importante clasificar los rangos de calidad del agua potable?						
	Edad	Mejor control de la calidad del agua a consumir	El organismo del cuerpo humano puede soportar hasta cierto margen los niveles de químicos y bacterias	Garantiza a la salud del medio y de los usuarios	1 y 2	Total	% Total
1. Se toman en cuenta los indicadores de contaminación fecal que afectan la salud. 2. Detectar presencia de elementos químicos.	19 a 25 años	0	1	0	0	1	25%
	26 a 35 años	1	0	0	1	2	50%
	36 a 50 años	0	0	1	0	1	25%
	Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 33. Importancia de rangos de calidad



Fuente: Elaboración propia

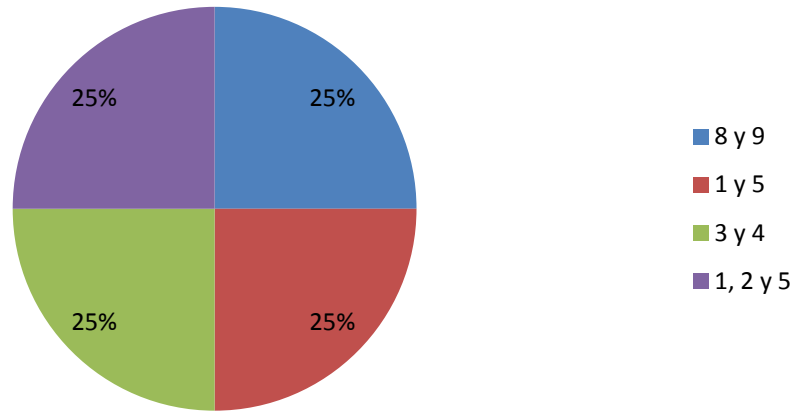
El cuadro y gráfica 33 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones mejor control de la calidad del agua a consumir, 1 correspondiente al 25% expresó que el organismo del cuerpo humano puede soportar hasta cierto margen los niveles de químicos y bacterias, 1 para un 25% señaló garantizar la salud del medio y de los usuarios, 1 con un 25% manifestó opciones 4 y 5.

Cuadro 39. Responsables de mejorar agua potable

Criterios.	¿Quiénes cree usted que son los responsables de mejorar las condiciones del agua potable?						
	Edad	6 y 7	1 y 5	3 y 4	1, 2 y 5	Total	% Total
1. Empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados ENACAL 2. Gobierno Central. 3. La población misma. 4. Instituciones. 5. Gobierno municipal. 6. Proveedores. 7. Organismos responsables de vigilancia.	19 a 25 años	0	1	0	0	1	25%
	26 a 35 años	1	0	0	1	2	50%
	36 a 50 años	0	0	1	0	1	25%
	Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 34. Responsables de mejorar agua potable



Fuente: Elaboración propia

El cuadro 39 y gráfica 34 muestra que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones 8 y 9, 1 correspondiente al 25% expresó las indicaciones 1 y 5, 1 para un 25% señaló las iniciativas 3 y 4, 1 con un 25% manifestó las opciones 1, 2 y 5.

Cuadro 40. Medidas para solucionar el problema

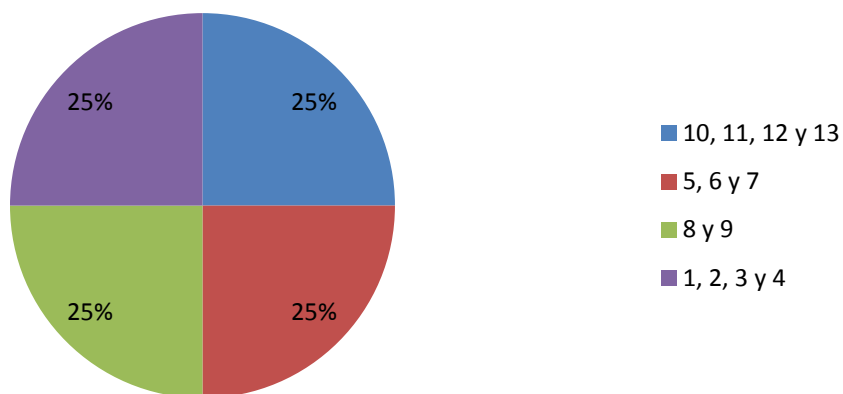
¿Qué medidas piensa usted que se deberían tomar para solucionar el problema del agua potable?						
Edad	10, 11, 12 y 13	5, 6 y 7	8 y 9	1, 2, 3 y 4	Total	% Total
19 a 25 años	0	1	0	0	1	25%
26 a 35 años	0	0	1	1	2	50%
36 a 50 años	1	0	0	0	1	25%
Total	1	1	1	1	4	100%

Fuente: Elaboración propia

Criterios	
1. Mejorar el sistema de tratamiento de agua.	8. Mejorar capacidad de bombeo del agua.
2. Mejoramiento de la red existente.	9. Estación de bombeo en punto estratégico para distribuir el agua.
3. Ampliación de planta de tratamiento.	10. Evitar daño a la naturaleza.
4. Uso apropiado del agua.	11. Evitar derrames químicos.
5. Seguimiento con análisis del agua cada cierto tiempo.	12. Adquisición de la población de una fuente más segura y permanente.
6. Implementar mejores equipos para el tratamiento del agua potable.	13. Adquisición de equipos modernos de potabilización.
7. Garantizar seguimiento a las pilas de captación y de almacenamiento.	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 35. Medidas para solucionar el problema



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 40 y gráfica 35 se manifiesta que, 1 equivalente al 25% de personas indicó las opciones 10, 11, 12 y 13, 1 correspondiente al 25% expresó las iniciativas 5, 6 y 7, 1 para un 25% señaló 8 y 9, 1 con un 25% manifestó las expectativas 1, 2, 3, y 4.

4.2.1 Resumen de encuestas de percepción del agua potable.

Mediante la aplicación de encuestas, realizadas a 186 habitantes de la zona central del Municipio de La Libertad Departamento de Chontales, se obtuvieron los siguientes resultados:

La mayoría de los encuestados expresaron que el agua era de regular a mala (80.6%), el restante de personas indicaron que esta era buena (19.3%). El 99.4% de los encuestados opinaron que es importante mejorar la calidad del recurso hídrico, mientras que el 0.54% manifestó no saber.

Una gran mayoría de los encuestados (91.9%) expresaron que, en algún momento el ingerir del agua potable les ha perjudicado su salud, así mismo la minoría (8.1%) indicó que esta nunca les había afectado su salud.

Con respecto a si estaban de acuerdo que el consumo del líquido suministrado por la red les había causado enfermedades, el 61.3% expresó estar de acuerdo, el 25.3% dijo estar en desacuerdo, mientras que un 13.4% señaló estar neutral.

La mayoría de los encuestados, manifestó que algunas de las enfermedades que les ha causado el consumo de agua son: diarrea (8.6%), dolor de estómago (24.2%), lombrices intestinales (2.7%), el 38.2% indicó otras afectaciones y el 26.3% todas las anteriores.

Se les solicitó a las personas que indicaran su evaluación con respecto a la calidad del líquido potabilizado, y la mayoría (80.6%), expresó que esta era regular y algunas veces es de mala calidad, mientras que el 19.4% manifestó que esta es buena.

Se les solicitó a las personas encuestadas que describieran como percibían las características del agua en épocas de invierno, basados en la observación. La mayoría (67.7%) expresó que la observaban turbia, el 22.6% manifestó que a veces se encontraba turbia, mientras que la minoría (9.7%) señaló que esta era clara.

Con respecto al sabor, la mayoría (82.3%) opinó que esta va de regular a mala, mientras que el 17.8% de los encuestados consideró que era de bueno a excelente.

La mayoría de los encuestados (74.7%) considera que su economía se ve afectada por la calidad del agua, mientras que la otra parte (25.3%), piensa que esta no los afecta. Se les preguntó a las personas que de qué tipo de agua consumían, el 54.8% indicó que de agua embotellada, el 41.4% hacía uso de la red, y el 3.8% de otras fuentes.

La mayor parte de la población (79%) utiliza el agua de la red para realizar los quehaceres del hogar, el 16.7% de la embotellada y una menor parte (4.3%) de otras fuentes.

Se les preguntó a las personas si consideraban que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera buena, a lo cual la mayoría de los encuestados (89.3%) respondió estar de acuerdo, el 8.1% manifestó no opinar, y la minoría (2.7%) declaró no estar de acuerdo con esta idea.

A las personas encuestadas, se les preguntó si consideraban que el agua potable podría tener presencia de sustancias contaminantes, a lo cual una gran parte (63.4%) expresó que sí, mientras que el 22% consideró que tal vez, el 3.2% cree que no, y un 11.3% indicó no saber.

La mayoría de los encuestados (66.7%), nunca ha visto que se realicen estudios de calidad del agua en el Municipio de La Libertad, una menor parte (23.6%) expresó que frecuentemente, mientras que 9.7% indicó que casi siempre.

Con respecto al servicio del agua potable la mayoría (85.5%), considera que esta va de regular a mala, mientras la minoría (14.5%) indicó que este es bueno.

Una gran mayoría de la población encuestada (98.9%), indicó estar de acuerdo con la idea de que la Alcaldía Municipal u otro organismo deberían hacer análisis sobre calidad del agua, mientras que una menor parte (1.1%) expresó no estar de acuerdo.

La mayoría de los encuestados (78%), expresó siempre apoyar la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en el Municipio de La Libertad, un 20.4% indicó que quizás, mientras que un 1.6% dijo que nunca. Así mismo el 51.6% manifestó que le gustaría participar de capacitaciones con respecto al tema en cuestión, así también el 45.7% opinó que quizás y un 2.7% de las personas señaló que nunca.

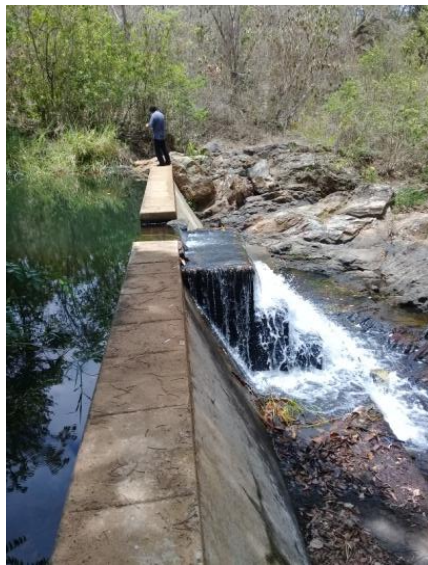
Queda así pues expuesta, la opinión acerca de la percepción que tienen las personas que habitan en la Zona central del Municipio de La Libertad Departamento de Chontales, acerca de la calidad del agua de la cual hacen uso para sus actividades cotidianas.

4.3 Situación actual de planta de tratamiento de agua potable

Actualmente el municipio de La Libertad se provee de una fuente superficial como es el río San Miguel, de donde se captan 316 galones por minuto. El agua es obtenida mediante boca toma, con una rejilla instalado en la parte superior de una represa transversal al recurso hídrica (ver figura 4).

Una vez captada el agua esta ingresa a un desarenador, el cual se observó que este no recibe mantenimiento, ya que en su interior contenía algas y residuos orgánicos (hojas entre otras cosa. Ver figura 4). La planta de impulsión cuenta con un pozo de captación, donde dos bombas de 40 hp (caballos de fuerza) cada una, se encargan de bombear el agua hacia la planta de tratamiento.

Figura 4. Presa ubicada en río San Miguel y Desarenador



Fuente: Elaboración propia

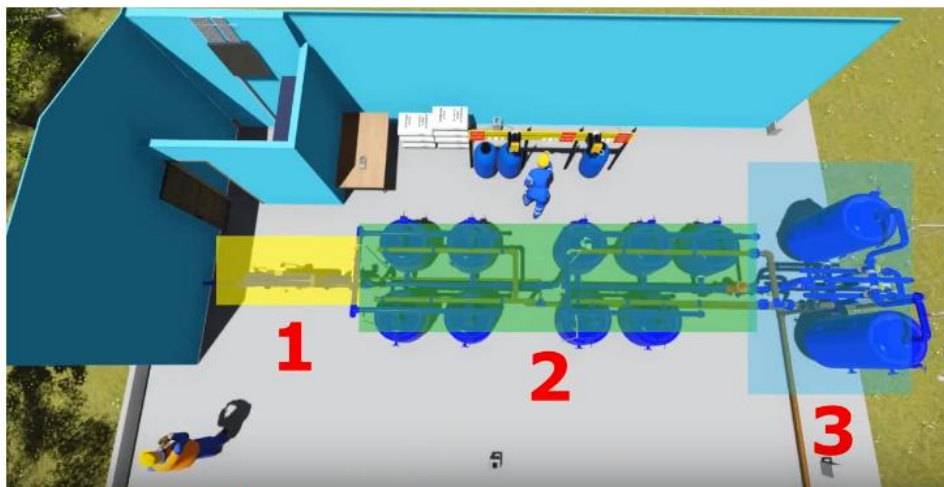
La planta de tratamiento se encuentra ubicada a 1 kilómetro de la bocatoma; está compuesta por dos equipos de filtración, estas procesan 350 gal/min., y entre las dos 700 galones en total. La primera fue puesta en operación aproximadamente hace 15 años, mientras que la segunda fue donada por la empresa minera en el 2015.

La planta de tratamiento de agua potable está dividida en cuatro etapas; la primera etapa es el sistema de filtración auto limpiante (SAF), la segunda fase consiste en los sistemas de coagulación y floculación, el tercer espacio de filtración final y el cuarta ciclo de desinfección y contacto (ver figura 6).

El sistema de filtración, opera mediante una serie de recamaras automáticas, las primeras dos trabajan con grava, las siguientes dos con arena de cuarzo, y al finalizar el agua es tratada con carbón activado para remover sabor y olor del preciado líquido; este sistema puede procesar 180 UNT de turbiedad, si este valor es superado, se corta el ingreso del agua a la planta de tratamiento.

Los materiales de filtración, según datos obtenidos del operador que se encontraba al momento de la visita a la planta (del cual nos reservamos nombre), manifestó que estos fueron cambiados aproximadamente hace dos años. Posteriormente de ser tratada el agua es dirigida hacia dos tanques de 100,000 galones de almacenamiento, cada uno (ver figura 6).

Figura 5. Etapas de proceso de potabilización



Fuente: YouTube ENACAL Nicaragua

Figura 6. Planta de tratamiento y Tanques de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

El agua es tratada con dosificaciones de sulfato de aluminio, que van en dependencia de las turbiedades de esta (no deben ser mayores de 180 UNT), posteriormente pasa a floculación y filtrado, y finalmente es desinfectada con cloro granulado.

El Departamento de chontales y en especial el municipio de La Libertad, es una zona muy húmeda y en épocas de invierno tiene abundantes precipitaciones, las que causan muchos problemas con respecto al servicio de agua potable.

En la temporada de invierno el agua arrastra demasiados sedimentos, los cuales saturan rápidamente los equipos de filtración; los operadores deben estar atentos para el apropiado tratamiento este importante líquido, ya que si no es así es muy probable que esta no cumpla con las normas requeridas, esto es diferente en épocas de verano cuando el agua es más limpia, y los filtros tardan más tiempo en dejar de trabajar correctamente.

En las siguientes imágenes se puede observar la diferencia de coloración en temporada de invierno y verano.

Figura 7. Época de invierno y época de verano



Fuente: Elaboración propia

Además del color del agua, cabe mencionar que por motivos de las lluvias las personas que habitan en la Ciudad de La Libertad, se ven afectadas en el servicio ya que a veces pasan hasta una semana aproximadamente sin recibir el substancial líquido, ya que los niveles de turbiedad son demasiado altos y los filtros se saturan inmediatamente, obligando a la población a padecer la falta de este importante recurso.

4.3.1 Posibles causas del problema

La principal causa del problema radica en la falta de confianza que existe en la población con respecto a la calidad del agua potable, esto por los diferentes focos de contaminantes a las fuentes hídricas que están presentes en el Municipio de La Libertad, como son: el uso de sustancias químicas en la minería en menor y mayor escala, la ganadería y agricultura, la cercanía a la que se encuentran los ríos de la población, siendo así muy probable la contaminación con heces fecales, a causa de que algunas personas que hacen sus necesidades al aire libre.

Cabe mencionar también la falta de mantenimiento a la planta potabilizadora, tanto a la bocatoma como al sistema de filtración; así como también, la carencia de información acerca de si se realizan frecuentemente pruebas de laboratorio en busca de contaminantes del agua que afecten la salud de los consumidores.

4.4 Estado actual de la salud de las personas

El municipio de La Libertad, cuenta con un único centro de salud. Se recopiló información acerca de las enfermedades más comunes por la ingesta de agua potable y se obtuvo que, en el primer semestre del año 2019 se reportaron 489 casos de diarrea. (Esta información fue proporcionada por el área de epidemiología del centro de salud “José Román González” La Libertad Chontales)

El SILAIS Chontales en su página reportó que en el año 2018 entre las causas de hospitalización más comunes se registraron 8 ingresos correspondiente al 1.1% de enfermedades, estas fueron casos de diarrea y gastroenteritis infecciosa, en La Libertad Departamento de Chontales.

El costo aproximado de dinero que es invertido en enfermos de diarrea, equivale a unos 2,000 mil córdobas en medicamentos (según datos obtenidos del SILAIS Juigalpa), aproximadamente. Esto que equivaldría a una cuantía de 978,000 mil córdobas, equivalentes a 29,194.03 dólares (con una tasa de cambio de 33.50\$), de gastos por enfermedades, esto es solo en el primer semestre del año 2019.

4.5 Resultados físico-químicos del laboratorio

Para la presente investigación se realizó un estudio físico-químico a una muestra de agua proveniente de un grifo domiciliario, realizándose dichos análisis en los laboratorios PIENSA (Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente), esto para conocer el estado en el que se encontraba el agua potable, obteniéndose los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Cuadro 41: Resultados del laboratorio

Ensayo realizado parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
		Punto de muestreo 1	
Aspecto	NE	Claro poco blanquecina, PMS	NE
Potencial de hidrógeno	pH	6.89	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	120.60	400
Turbiedad	UNT	0.093	5
Color verdadero	Mg/L (Pt- Co)	4.00	15
Alcalinidad	Mg/L CaCO ₃	32.40	NE
Carbonatos	mg/L CaCO ₃	<0.40	NE
Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	32.40	NE
Nitratos	mg/L	0.65	50
Nitritos	mg/L	<0.009	0.1
Cloruros	mg/L	9.35	250
Hierro total	mg/L	0.134	0.3
Sulfatos	mg/L	21.10	250
Dureza total	mg/L CaCO ₃	33.28	400
Dureza cálcica	mg/L CaCO ₃	23.10	NE
Calcio	mg/L	9.26	100
Magnesio	mg/L	2.47	50
Manganeso	mg/L	<0.02	0.5
Sodio	mg/L	14.97	200
Potasio	mg/L	1.25	10
Flúor	mg/L	0.121	0.7

Fuente: Laboratorios PIENSA (véase anexo pág. XII)

4.5.1 Observaciones de resultados del laboratorio

De acuerdo con los datos obtenidos, de los análisis de laboratorio realizados a una muestra de agua proveniente de un grifo domiciliario, en La Libertad Chontales; se obtuvo como resultado de los análisis físico-químico, que todas las consideraciones de los parámetros analizados están por debajo del máximo permisible según norma CAPRE; aunque se observó que el aspecto es un poco

blanquecina con poco material en suspensión y el color verdadero está por encima del valor recomendado que es igual a 1 Mg/L.

Cabe mencionar que la muestra fue tomada en época de verano, cuando hay poca materia orgánica en suspensión y bajos niveles de turbiedad. Además no se realizaron análisis bacteriológicos, así como tampoco organolépticos.

También es importante mencionar que se solicitó información a la empresa ENACAL Juigalpa, acerca de pruebas de laboratorios realizadas anteriormente al agua ya potabilizada y a la fuente hídrica respectivamente los cuales se mostraron renuentes a facilitar dichos datos.

4.6 Comprobación y rechazo de la hipótesis

La hipótesis fue comprobada, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos durante la aplicación de las encuestas, entrevistas y el procesamiento y análisis de la información, se verifica que, con la elaboración de este trabajo monográfico se obtendrá información que facilitará futuras investigaciones, que ayuden a mejorar la situación de riesgo en la que se encuentran los habitantes de La Libertad departamento de Chontales de forma directa y positiva.

4.7 Propuestas para mejorar la calidad del agua potable

Con base a los resultados obtenidos acerca de la percepción de la población, sobre la calidad del agua potable en el Municipio de La Libertad, y aunque no estaba contemplado en este trabajo investigativo, se llegó a las siguientes observaciones, con el propósito de proponer una posible solución a la problemática existente.

Para dar una posible solución, al problema que tiene la población de la zona central, así como todos los pobladores de La Libertad, se propone la construcción de una pequeña planta de pre-tratamiento en el sitio de la bocatoma, esto con el objetivo de proporcionar un líquido más limpio y fácil de

tratar, al momento de llegar a la planta potabilizadora, obteniéndose mayor facilidad y seguridad al tiempo de ser filtrada y desinfectada.

Lo antes mencionad, tendrá más preeminencia en épocas de invierno que es cuando la fuente hídrica arrastra grandes cantidades de sedimentos, así como también presenta turbiedades muy altas, que, al momento de llegar a la planta de tratamiento este se colmata rápidamente de partículas en suspensión, dificultando la purificación del agua.

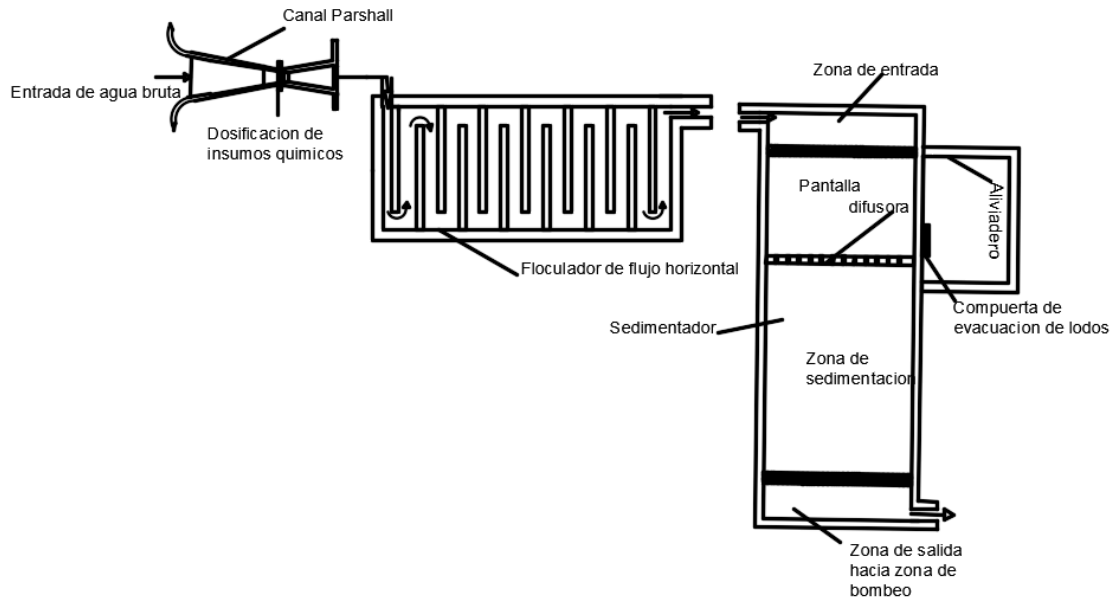
4.7.1 Descripción del proyecto propuesto

Se propone la construcción de una planta de pre-tratamiento, este consistirá en la instalación de una válvula de control de caudal a la salida de la bocatoma, posteriormente la construcción de una canaleta parshall esta con el fin de proporcionar mezcla rápida al momento de aplicar productos de coagulación, como por ejemplo sulfato de aluminio, seguidamente se construirá un floculador de flujo horizontal, a continuación un tanque de sedimentación para permitir la decantación del flock, formado en el proceso anterior.

Una vez realizado este proceso, el agua será finalmente impulsada por el sistema de bombeo hacia la planta potabilizadora, donde se le aplicará nuevamente un proceso similar y, posteriormente esta será filtrada y desinfectada respectivamente. Proporcionando así, un servicio más eficiente y seguro para los consumidores.

A continuación se muestra el esquema de la planta de pre-tratamiento propuesto para el presente estudio:

Figura 8. Esquema del proceso de pre-tratamiento



Fuente: Elaboración propia (con auxilio del programa Auto CAD)

Aparte de la construcción del sistema de pre-tratamiento, se plantea la necesidad de realizar análisis del agua cruda y tratada, así como también la que llega a los hogares de la población, con el propósito de mantener un control constante y eficaz del estado actual en el que se encuentra dicho líquido, para evitar las posibles afectaciones a la salud de los consumidores así igual ganar la confianza de quienes hacen uso de este vital recurso.

Es recomendable también, darle mantenimiento apropiado a los equipos existentes, de igual forma es muy importante realizar los cambios periódicamente del material filtrante, con la finalidad de que este preste un buen servicio para el cual está destinado; así igual la instalación de un laboratorio equipado apropiado, para realizar los análisis apropiados al momento de seleccionar las dosificaciones de insumos químicos, esto para proporcionar el tratamiento adecuado al agua.

Además de lo antes mencionado, es necesario contratar personal altamente calificado para operar y manejar los procesos correctos y eficaces para la

potabilización del agua, dándoles seguimiento con capacitaciones regularmente con el propósito de actualizar los conocimientos con nuevos métodos, e información de los riesgos que representa la contaminación con diversas sustancias a los recursos hídricos y como afectan estos a la salud humana.

Estas medidas e inversiones beneficiarían a la población en su salud, elevando la calidad de vida de las personas, así también la economía del país ya que el estado dejaría de realizar gastos por enfermedades diarreicas además de otras afectaciones, reduciendo los costos por medicamentos. Esto significaría un avance socioeconómico tanto para el sitio en cuestión como para el país en general.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo V.-Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

1.- Se identificó mediante un ensayo de laboratorio en el PIENSA, que el agua potable estaba cumpliendo con las normas requeridas. Información proporcionada por el centro de salud del Municipio de La Libertad, demostró que la principal causa de enfermedades diarreicas, es causada por el consumo de agua contaminada, esto se observó más en temporada de invierno.

2.- Se evaluaron los parámetros del agua, obteniéndose como resultados, que el líquido potabilizado contiene niveles bajos de minerales, esto ocasiona que el líquido sea un poco ácido pero encontrándose dentro de los parámetros de calidad según normas CAPRE, además se identificó, que esta tiene un aspecto claro poco blanquecina presentando aunque poco, material en suspensión.

3.- Se clasificaron los rangos de calidad del agua, mediante el uso de los parámetros establecidos por las normas CAPRE, para los estudios físico-químicos, realizados a una muestra de agua tomada de un grifo domiciliar.

4.- Según la encuesta de percepción, realizada a los pobladores de la zona central de La Libertad, se demostró la necesidad de optimizar la condición actual del agua potable, dado que esta causa desconfianza entre los usuarios de este servicio; la mayoría de los encuestados expresó que el agua era de regular a mala (80.6 %). Gran parte de las personas (91.9 %) expresaron que, en algún momento el ingerir del agua potable les ha perjudicado su salud. El 99.4 % de los habitantes, opinaron que es importante mejorar la calidad del recurso hídrico.

5.2 Recomendaciones

Según resultados del laboratorio, el agua potable se encuentra dentro de los parámetros establecidos por las normas, sin embargo se propone la alternativa de instalar un equipo de pre-tratamiento en la bocatoma, con el objetivo de bajar los niveles de turbiedades y contaminantes en épocas de invierno.

Efectuar monitoreo constante de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y organolépticos, así también de materiales pesados, tanto a la fuente de captación como al agua ya tratada, así mismo a la distribuida a los usuarios de este importante recurso. Esto con el fin de mantener un control actualizado del estado del líquido.

Ejecutar planes de mantenimiento, que deben ser cumplidos a rigor por las autoridades pertinentes. Así mismo, realizar cambios del material filtrante de la planta potabilizadora de agua periódicamente, para evitar el mal funcionamiento de esta.

Realizar revisiones de nuevas tecnologías, para mejorar el sistema de tratamiento, con el fin de prestar un mejor servicio a los consumidores.

Gestionar e implementar programas preventivos de conservación de las cuencas hidrográficas con la colaboración activa de los organismos pertinentes, para evitar que se sigan contaminando los recursos hídricos con sustancias químicas y microbianas.

Como punto final, proponemos realizar encuestas de percepción del agua a los habitantes de La Libertad, después de ejecutada la alternativa propuesta en este estudio monográfico, ya que es de suma importancia conocer la opinión del consumidor.

Bibliografía

- Arturo, V. (2017). Regional: Empopasto invitó a los habitantes a tomar agua del grifo. HSBNoticias.com, pág. 2.
- Castillo Palacios, I., S. (2013). Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio. (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Autónoma. Managua, Nicaragua.
- Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados. (2004). Biblioteca Virtual ENACAL: Análisis sectorial de agua potable y saneamiento en Nicaragua. Recuperado de <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Acervo/0035/0035.pdf>.
- Flores Meza, Y., & Calderón Palma, H. (Eds.). (2007). 3er. Congreso Multidisciplinario de Investigación Ambiental: Diagnóstico Ambiental Cuenca Alta Ríos Mico y Siquia. Managua, Nicaragua: Autor.
- Guzman Barragan, B.L., Nava Tovar, G., Mejia Bustacar, A.L., & Soler Lopez, J.F. (2013). Instituto Nacional de Salud: Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para consumo Humano. Colombia. Autor.
- Munguia, E., & Moncada, J., (2008). Estudio de calidad del agua en cuatro plantas del departamento de Boaco-Chontales para el período de tiempo 2003-2007 (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://ribuni.uni.edu.ni/320/1/24522.pdf>.
- Ministerio del poder Ciudadano Para la Salud. (2017). Licenciado. Registro Poblacional Por Sector y comunidad 2017. La Libertad , Chontales, Nicaragua. Autor

Naciones Unidas. (2012). Comisión económica para América latina y el Caribe: Se cumple la meta sobre agua potable del objetivo de desarrollo del milenio. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/noticias/se-cumple-la-meta-agua-potable-objetivo-desarrollo-milenio>

National Academy of Sciences (2007). El agua potable apta para el consumo es esencial: Sistemas de Filtración. Recuperado de <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>

Organización Mundial de la Salud. (2016). Normas básicas de higiene del entorno en la atención sanitaria. Avenue Appia, Ginebra, Suiza. Autor.

Organización Mundial de la Salud (2018). Agua, saneamiento e higiene: Guías para la calidad del agua de consumo humano (4ta ed.). Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq4-with-add1-chapters/es/.

Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud. (2015). Boletín informativo el Agua. Recuperado de https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=datos-y-estadisticas&alias=716-boletin-informativo-el-agua&Itemid=235:

Wikipedia la Enciclopedia Libre. (2019). La Libertad Nicaragua: Límites. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/La_Libertad_\(Nicaragua\)](https://es.wikipedia.org/wiki/La_Libertad_(Nicaragua))

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de las preguntas de los instrumentos seleccionados.

Objetivos específicos.	Hipótesis.	Entrevista.	Encuestas.
		Informantes.	
<ul style="list-style-type: none"> Identificar la calidad del agua que consume la población permitiendo la definición del estado de la salud de estos. 	<p>“La realización de estudios estadísticos de percepción efectuados a la población de la Libertad Chontales sobre calidad del agua potable producirá información que ayudará a la elaboración de proyectos de mejora del agua de consumo”.</p>	Alcaldía municipal personal técnicos de proyectos.	Población de la zona central.
		<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué condiciones cree usted que se encuentra actualmente el agua que consume la población de la zona central? ¿Cuáles cree usted que son las características más importantes que definen la calidad del agua potable? ¿Cuáles cree usted que serían las principales afectaciones que causaría el consumo de agua contaminada a la salud? 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo consideraría usted la calidad actual del agua potable? Muy buena...Buena...Regular...Mala ¿Cómo Consideraría la importancia de mejorar la calidad del agua potable? De gran importancia....Importante....menos importante...No se ¿Considera usted que el estado actual del agua potable perjudica la salud? A veces...Siempre...Nunca... ¿El estado actual del agua le ocasiona afectaciones a su salud? Si...No...A veces...No se... ¿Está usted de acuerdo con que el consumo del agua potable de la red ocasiona problemas de enfermedades? <p>Muy en</p>

			<p>desacuerdo...Discrepar...Neutral...De acuerdo...Muy de acuerdo</p> <p>- Si el consumo del agua potable le ha causado alguna enfermedad indique cuales:</p> <p>Diarrea...</p> <p>Dolor de estómago...</p> <p>Lombrices intestinales...</p> <p>Otros...</p> <p>Todas las anteriores...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los parámetros aceptables del agua de consumo humano reconociendo la aplicación de estándares de calidad de la misma. 		<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles cree usted que deberían ser los parámetros más importantes a evaluar en el agua potable? - ¿Qué tipos de estándares cree usted que no se están tomando en cuenta al momento de potabilizar el agua? - ¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo evaluaría usted la calidad del agua potable? <p>Muy buena... Buena... Regular... Mala...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo ve usted el color del agua potable en épocas de invierno? <p>Muy clara...Clara...Muy turbia...Turbia...A veces turbia...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo considera el sabor del agua potable? <p>Malo...Regular...Bueno...Excelente</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los rangos de calidad del agua buscando la obtención de mejora, tanto en la salud como también en la economía de los habitantes de la zona central. 		<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo cree usted que afecta la calidad del agua a la economía de los habitantes de la zona central del Municipio de La Libertad? - ¿Por qué considera usted que es importante clasificar los rangos de calidad del agua potable? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cree usted que su economía se ve afectada por la calidad del agua? Muy afectada...Afectada...No afectada... - ¿De qué tipo de agua consume usted para beber? De la red...De la embotellada...Otras fuentes... - ¿De qué tipo de agua hace uso usted para los quehaceres del hogar? De la red... De la embotellada... Otras fuentes... - ¿Cómo considera que mejoraría su salud en porcentajes si la calidad del agua fuera óptima? En un 25%...En un 50%...El 100%...Más de 100% - ¿Está usted de acuerdo con la idea de que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima? Muy de acuerdo...De acuerdo...Neutral...Discrepar...Muy en desacuerdo...
--	--	---	---

<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar la necesidad de la optimización de las condiciones del agua potable en La Libertad con el fin de una mejor condición de vida de los habitantes. 		<ul style="list-style-type: none"> - ¿Quiénes cree usted que son los responsables de mejorar las condiciones del agua potable? - ¿Qué medidas piensa usted que se deberían tomar para solucionar el problema del agua potable? 	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Piensa usted que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable? Si...Tal vez...No...No se... - ¿Ha visto usted que se hagan estudios de calidad del agua? Frecuentemente... Siempre...Casi siempre...Nunca... - ¿Cómo considera el servicio del agua potable? Malo...Regular...Bueno...Excelente - ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción respecto al servicio del agua potable? Muy insatisfecho... Insatisfecho... Neutral... Satisfecho... Muy satisfecho... - ¿Está de acuerdo usted con que la alcaldía municipal u otros organismos debería realizar un análisis sobre la calidad del agua? Muy de acuerdo...De acuerdo...Neutral...Muy
---	--	--	---

			<p>en desacuerdo...</p> <p>- ¿Apoyaría usted la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales?</p> <p>Siempre...Quizás...Nunca...</p> <p>- ¿Le gustaría participar de capacitaciones u otras alternativas acerca del tema en cuestión?</p> <p>Siempre...Quizás...Nunca...</p>
--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

Calidad del agua potable en La Libertad chontales

Anexo 2: FODA

Fortaleza F	Oportunidad O	Debilidad D	Amenazas A
El agua se toma de un río cercano a la población.	Hay coordinación entre la alcaldía municipal y organizaciones especializadas en el tema.	No se realiza mantenimiento a los equipos utilizados para la potabilización del agua.	Contaminación de la fuente por explotaciones mineras aledañas a ésta.
Mantiene caudal en las estaciones de invierno y verano.	Organismos extranjeros hacen donativos para la adquisición de los equipos de tratamiento.	Ésta arrastra material en suspensión en épocas de invierno que no es filtrada satisfactoriamente	Vertimiento de desechos tóxicos sobre el recurso hídrico, por parte del sector ganadero y la agricultura.
Contiene pocos metales disueltos.	El gobierno municipal realiza capacitaciones con expertos a través de cabildo abierto para hacer conciencia en la población sobre la contaminación del recurso.	Se acumulan demasiados sedimentos en los filtros volviéndolos ineficientes al poco tiempo.	Deforestación indiscriminada de árboles en el yacimiento de la fuente de agua, provocando el agotamiento de la misma.
En el caso del agua su tratamiento es sencillo, ya que contiene cantidades mínimas de sustancias contaminantes.	Técnicos demuestran a ciudadanos, productores y entes municipales lo que se logra con buenas gestiones del recurso.	Manejo inadecuado de la fuente de abastecimiento por parte de las autoridades correspondientes.	Contaminación originada por transporte vehicular ya que el río pasa a través de un puente.

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: DOFA

Debilidad D	Oportunidad O	Fortaleza F	Amenazas A
No se realiza mantenimiento a los equipos utilizados para la potabilización del agua.	Gestiones a organismos municipales o expertos en la materia para capacitaciones sobre el uso y mantenimiento de los equipos.	El agua se toma de un río cercano a la población.	Contaminación por sustancias tóxicas provenientes del sector minero así como también por agricultura y ganadería, además de desechos de la población en general.
Ésta arrastra material en suspensión en épocas de invierno que no es filtrada satisfactoriamente	Realización de consorcios con entidades competentes para impulsar proyectos de infraestructura que mejoren esta situación.	Mantiene caudal en las estaciones de invierno y verano.	Arrastra sedimentos y materia orgánica de gran tamaño en épocas de invierno, y en verano llega a disminuir su caudal.
Se colmatan demasiados sedimentos en los filtros volviéndolos ineficientes al poco tiempo.	Gestiones de coordinación con expertos para proponer tratamientos previos al agua antes de ser filtrada.	Contiene pocos metales disueltos.	Se vierten combustibles al lecho acuático.
Manejo inadecuado de la fuente de abastecimiento por parte de las autoridades correspondientes.	Organización de comités por parte de la municipalidad con las autoridades encargadas de manejo del recurso, para proponer medidas de protección de este.	En el caso del agua su tratamiento es sencillo, ya que contiene cantidades mínimas de sustancias contaminantes.	Los equipos no reciben mantenimiento apropiado por parte de los encargados y estos se averían rápidamente.

Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Calidad del Agua Potable en La Libertad Chontales

Áreas de investigación

El tema en estudio está relacionado con dos áreas, Ciencias del Ambiente y Diseño, Construcción, Urbanismo y Territorio, con la primera, porque, ésta investiga los procesos de interacción entre los seres humanos y el entorno natural en que se desarrolla, ya que el uso de los recursos hídricos pueden causar problemas a los ecosistemas llegando a la necesidad de proponer modelos para el crecimiento sostenible. Con la segunda área se relaciona, porque, ésta se centra en el análisis de la distribución de las zonas urbanas, muy vinculado con el uso del agua y saneamiento.

Líneas de investigación

El tema está relacionado con Ciencias del Agua e hidráulica y Medio Ambiente (con énfasis en Saneamiento y Cuencas Hidrográficas). Estas líneas investigan la calidad de ésta, también sus propiedades y niveles aceptables de consumo para el ser humano, las afectaciones a las fuentes hídricas, el uso racional de este vital líquido para evitar impactos ambientales graves, al igual que su comportamiento mecánico del fluido al momento de ser transportado a lo largo de tuberías.

Anexo 5: Tabla de normas CAPRE

PARÁMETRO	NORMAS CAPRE MÁXIMO PERMISIBLE PARA CONSUMO
TEMPERATURA	18 – 30 °C
pH	6.5 – 8.5
COND. ELÉCTRICA	1000 μ S/cm
TURBIEDAD	5 NTU
COLOR	15 UC
OLOR	-
SOLID. DISUELTOS	400 mg/l C_aCO_3
ALCALINIDAD	400 mg/l
COLOR RESIDUAL	3 mg/l
HIERRO	0.3 mg/l
ARSÉNICO	10 μ g / lts
BACTERIOLÓGICO	De 0 / 100 ml

Fuente: Norma Regional CAPRE.

En la tabla, se puede observar los parámetros aceptables de algunas sustancias presentes en el agua, según las normas CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano”, estas regulan y controlan la calidad del agua para uso doméstico es decir, de tomar entre otros.

Anexo 6: Resultados de análisis a muestra de agua del grifo.

Ensayo realizado parámetro	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
		Punto de muestreo 1	
Aspecto	NE	Claro poco blanquecina, PMS	NE
Potencial de hidrógeno	pH	6.89	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	120.60	400
Turbiedad	UNT	0.093	5
Color verdadero	Mg/L (Pt- Co)	4.00	15
Alcalinidad	Mg/L CaCO ₃	32.40	NE
Carbonatos	mg/L CaCO ₃	<0.40	NE
Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	32.40	NE
Nitratos	mg/L	0.65	50
Nitritos	mg/L	<0.009	0.1
Cloruros	mg/L	9.35	250
Hierro total	mg/L	0.134	0.3
Sulfatos	mg/L	21.10	250
Dureza total	mg/L CaCO ₃	33.28	400
Dureza cálcica	mg/L CaCO ₃	23.10	NE
Calcio	mg/L	9.26	100
Magnesio	mg/L	2.47	50
Manganeso	mg/L	<0.02	0.5
Sodio	mg/L	14.97	200
Potasio	mg/L	1.25	10
Flúor	mg/L	0.121	0.7

Fuente: Laboratorios PIENSA.



Anexo 7. Encuesta sobre la calidad del agua potable

Encuesta sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Instrucciones

Favor marcar con una x o un tache la respuesta que usted crea conveniente.

IV. Datos generales

Tiempo de vivir en la zona central del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
- De 10 a 15 años
- De 16 a 20 años
- De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
- 19 a 25 años
- 26 a 35 años
- 36 a 50 años
- 51 o más años

Número de celular: _____

V. Desarrollo

- 1) ¿Cómo consideraría usted la calidad actual del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 2) ¿Cómo Consideraría la importancia de mejorar la calidad del agua potable?
De gran importancia Importante menos importante No sé
- 3) ¿Considera usted que el estado actual del agua potable perjudica la salud?
A veces Siempre Nunca
- 4) ¿El estado actual del agua le ocasiona afectaciones a su salud?
Si No A veces No sé
- 5) ¿Está usted de acuerdo con que el consumo del agua potable de la red ocasiona problemas de enfermedades?
Muy en desacuerdo Discrepar Neutral De acuerdo Muy de acuerdo
- 6) Si el consumo del agua potable le ha causado alguna enfermedad indique cuales:
 Diarrea
 Dolor de estómago
 Lombrices intestinales
 Otros
 Todas las anteriores
- 7) ¿Cómo evaluaría usted la calidad del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 8) ¿Cómo ve usted el color del agua potable en épocas de invierno?
Muy clara Clara Muy turbia Turbia A veces turbia
- 9) ¿Cómo considera el sabor del agua potable?
Malo Regular Bueno Excelente
- 10) ¿Cree usted que su economía se ve afectada por la calidad del agua?
Muy afectada Afectada No afectada

11) ¿De qué tipo de agua consume usted para beber?

De la red De la embotellada Otras fuentes

12) ¿De qué tipo de agua hace uso usted para los quehaceres del hogar?

De la red De la embotellada Otras fuentes

13) ¿Cómo considera que mejoraría su salud en porcentajes si la calidad del agua fuera óptima?

En un 25% En un 50% El 100% Más de 100%

14) ¿Está usted de acuerdo con la idea de que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima?

Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Discrepar Muy en desacuerdo

15) ¿Piensa usted que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable?

Si Tal vez No No sé

16) ¿Ha visto usted que se hagan estudios de calidad del agua?

Frecuentemente Siempre Casi siempre Nunca

17) ¿Cómo considera el servicio del agua potable?

Malo Regular Bueno Excelente

18) ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción respecto al servicio del agua potable?

Muy insatisfecho Insatisfecho Neutral Satisfecho Muy satisfecho

19) ¿Está de acuerdo usted con que la alcaldía municipal u otros organismos debería realizar un análisis sobre la calidad del agua?

Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Muy en desacuerdo

20) ¿Apoyaría usted la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales?

Siempre Quizás Nunca

21) ¿Le gustaría participar de capacitaciones u otras alternativas acerca del tema en cuestión?

Continuamente Quizás Nunca



Anexo 8: Entrevista sobre la calidad del agua potable

Entrevista sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Datos generales

Género

Masculino Femenino

Tiempo de trabajar en la Alcaldía del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
 De 10 a 15 años
 De 16 a 20 años
 De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
 19 a 25 años
 26 a 35 años
 36 a 50 años
 51 o más años

I. Desarrollo

1) ¿En qué condiciones cree usted que se encuentra actualmente el agua que consume la población de la zona central?

2) ¿Cuáles cree usted que son las características más importantes que definen la calidad del agua potable?

3) ¿Cuáles cree usted que serían las principales afectaciones que causaría el consumo de agua contaminada a la salud?

4) ¿Cuáles cree usted que deberían ser los parámetros más importantes a evaluar en el agua potable?

5) ¿Qué tipos de estándares cree usted que no se están tomando en cuenta al momento de potabilizar el agua?

6) ¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua?

7) ¿Cómo cree usted que afecta la calidad del agua a la economía de los habitantes de la zona central del Municipio de La Libertad?

8) ¿Por qué considera usted que es importante clasificar los rangos de calidad del agua potable?

9) ¿Quiénes cree usted que son los responsables de mejorar las condiciones del agua potable?

10) ¿Qué medidas piensa usted que se deberían tomar para solucionar el problema del agua potable?

Anexo 9: Pruebas piloto



Encuesta sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

Prueba piloto

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Instrucciones

Favor marcar con una x o un tache la respuesta que usted crea conveniente.

IV. Datos generales

Tiempo de vivir en la zona central del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
- De 10 a 15 años
- De 16 a 20 años
- De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
- 19 a 25 años
- 26 a 35 años
- 36 a 50 años
- 51 o más años

Número de celular: 8655-5574

V. Desarrollo

- 1) ¿Cómo consideraría usted la calidad actual del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 2) ¿Cómo Consideraría la importancia de mejorar la calidad del agua potable?
De gran importancia Importante menos importante No se
- 3) ¿Considera usted que el estado actual del agua potable perjudica la salud?
A veces Siempre Nunca
- 4) ¿El estado actual del agua le ocasiona afectaciones a su salud?
Si No A veces No se
- 5) ¿Está usted de acuerdo con que el consumo del agua potable de la red ocasiona problemas de enfermedades?
Muy en desacuerdo Discrepar Neutral De acuerdo Muy de acuerdo
- 6) Si el consumo del agua potable le ha causado alguna enfermedad indique cuáles:
 Diarrea
 Dolor de estomago
 Lombrices intestinales
 Fiebre tifoidea
 Otros
- 7) ¿Cómo evaluaría usted la calidad del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 8) ¿Cómo ve usted el color del agua potable en épocas de invierno?
Muy clara Clara Muy turbia Turbia
- 9) ¿Cómo considera el sabor del agua potable?
Malo Regular Bueno Excelente
- 10) ¿Cree usted que su economía se ve afectada por la calidad del agua?
Muy afectada Afectada No afectada
- 11) ¿De qué tipo de agua consume usted?
De la red De la embotellada Otras fuentes
- 12) ¿Cómo considera que mejoraría su salud en porcentajes si la calidad del agua fuera óptima?
En un 25% En un 50% El 100% Más de 100%
- 13) ¿Está usted de acuerdo con la idea de que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima?
Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Discrepar Muy en desacuerdo
- 14) ¿Piensa usted que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable?
Si Tal vez No No se

- 15) ¿Ha visto usted que se hagan estudios de calidad del agua?
Frecuentemente Siempre Casi siempre Nunca
- 16) ¿Cómo considera el servicio del agua potable?
Malo Regular Bueno Excelente
- 17) ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción respecto al servicio del agua potable?
Muy insatisfecho Insatisfecho Neutral Satisfecho Muy satisfecho
- 18) ¿Está de acuerdo usted con que la alcaldía municipal u otros organismos debería realizar un análisis sobre la calidad del agua?
Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Muy en desacuerdo
- 19) ¿Apoyaría usted la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales?
Siempre Quizás Nunca
- 20) ¿Le gustaría participar de capacitaciones u otras alternativas acerca del tema en cuestión?
Continuamente Quizás Nunca



Encuesta sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

Prueba piloto

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Instrucciones

Favor marcar con una x o un tache la respuesta que usted crea conveniente.

IV. Datos generales

Tiempo de vivir en la zona central del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
- De 10 a 15 años
- De 16 a 20 años
- De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
- 19 a 25 años
- 26 a 35 años
- 36 a 50 años
- 51 o más años

Número de celular: 864071575

V. Desarrollo

- 1) ¿Cómo consideraría usted la calidad actual del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 2) ¿Cómo Consideraría la importancia de mejorar la calidad del agua potable?
De gran importancia Importante menos importante No se
- 3) ¿Considera usted que el estado actual del agua potable perjudica la salud?
A veces Siempre Nunca
- 4) ¿El estado actual del agua le ocasiona afectaciones a su salud?
Si No A veces No se
- 5) ¿Está usted de acuerdo con que el consumo del agua potable de la red ocasiona problemas de enfermedades?
Muy en desacuerdo Discrepar Neutral De acuerdo Muy de acuerdo
- 6) Si el consumo del agua potable le ha causado alguna enfermedad indique cuáles:
 Diarrea
 Dolor de estomago
 Lombrices intestinales
 Fiebre tifoidea
 Otros
- 7) ¿Cómo evaluaría usted la calidad del agua potable?
Muy buena Buena Regular Mala
- 8) ¿Cómo ve usted el color del agua potable en épocas de invierno?
Muy clara Clara Muy turbia Turbia
- 9) ¿Cómo considera el sabor del agua potable?
Malo Regular Bueno Excelente
- 10) ¿Cree usted que su economía se ve afectada por la calidad del agua?
Muy afectada Afectada No afectada
- 11) ¿De qué tipo de agua consume usted?
De la red De la embotellada Otras fuentes
- 12) ¿Cómo considera que mejoraría su salud en porcentajes si la calidad del agua fuera óptima?
En un 25% En un 50% El 100% Más de 100%
- 13) ¿Está usted de acuerdo con la idea de que su economía cambiaría si la calidad del agua fuera óptima?
Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Discrepar Muy en desacuerdo
- 14) ¿Piensa usted que hay presencia de sustancias contaminantes en el agua potable?
Si Tal vez No No se

- 15) ¿Ha visto usted que se hagan estudios de calidad del agua?
Frecuentemente Siempre Casi siempre Nunca
- 16) ¿Cómo considera el servicio del agua potable?
Malo Regular Bueno Excelente
- 17) ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción respecto al servicio del agua potable?
Muy insatisfecho Insatisfecho Neutral Satisfecho Muy satisfecho
- 18) ¿Está de acuerdo usted con que la alcaldía municipal u otros organismos debería realizar un análisis sobre la calidad del agua?
Muy de acuerdo De acuerdo Neutral Muy en desacuerdo
- 19) ¿Apoyaría usted la idea de realizar acciones para mejorar la calidad del agua potable en La Libertad Chontales?
Siempre Quizás Nunca
- 20) ¿Le gustaría participar de capacitaciones u otras alternativas acerca del tema en cuestión?
Continuamente Quizás Nunca



Entrevista sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Datos generales

Género

Masculino Femenino

Tiempo de trabajar en la Alcaldía del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
 De 10 a 15 años
 De 16 a 20 años
 De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
 19 a 25 años
 26 a 35 años
 36 a 50 años
 51 o más años

I. Desarrollo

1) ¿En qué condiciones cree usted que se encuentra actualmente el agua que consume la población de la zona central?

En bastante buen estado. Sin embargo siempre hay sus pequeños problemas que le van a estabilizar la calidad.

2) ¿Cuáles cree usted que son las características más importantes que definen la calidad del agua potable?

Primero, sin ningún componente que altere la composición del agua y no contaminantes, sin color, ni olor.

3) ¿Cuáles cree usted que serían las principales afectaciones que causaría el consumo de agua contaminada a la salud?

Enfermedades gastrointestinales. Aumento de la presencia de parásitos, enfermedades como el cólera, diarreas y vómitos. Serían los más frecuentes en el individuo.

4) ¿Cuáles cree usted que deberían ser los parámetros más importantes a evaluar en el agua potable?

El examen de laboratorio.
- Definir la composición.
- Color, textura, olor, etc.

5) ¿Qué tipos de estándares cree usted que no se están tomando en cuenta al momento de potabilizar el agua?

Si hay la contaminación de las fuentes
Sería de el lugar de captación.

6) ¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua?

Residuos Agrícola, y mineros,
mal uso de los recursos y
desperdicio de la mano humano.
Basura.

7) ¿Cómo cree usted que afecta la calidad del agua a la salud y economía de los habitantes de la zona central?

Porque una Comunidad enferma
trabaja p. menos, es cada vez el muy
menos feliz, por este caso. Porque tienen
que comprar botellas de agua purificada.

8) ¿Por qué considera usted que es importante clasificar los rangos de calidad del agua potable?

Porque con ello podemos. Calificar
su olor, color y sabor y
si está para el consumo humano.
O no.

9) ¿Quiénes cree usted que son los responsables de mejorar las condiciones del agua potable?

El que sea en conjunto la población
el estado, Enahual y otros organismos?
dada para esto.

10) ¿Qué medidas piensa usted que se deberían tomar para solucionar el problema del agua potable?

Mejorar la planificación para
el suministro del agua, que mejore
la calidad.



Entrevista sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de la población de la zona central de la Libertad Chontales.

I. Introducción

Nosotros los estudiantes de V año de la carrera de ingeniería civil estamos realizando un estudio sobre la calidad del agua potable y como afecta la salud y economía de los habitantes de la zona central de La Libertad.

II. Objetivo

Obtener información acerca de la calidad del agua que consume la población de la zona central de La Libertad permitiendo la verificación de la salud y economía de estos.

III. Datos generales

Género

Masculino Femenino

Tiempo de trabajar en la Alcaldía del municipio La Libertad

- Menos de 10 años
 De 10 a 15 años
 De 16 a 20 años
 De 21 o más años

Edad

- Menos de 18 años
 19 a 25 años
 26 a 35 años
 36 a 50 años
 51 o más años

I. Desarrollo

- 1) ¿En qué condiciones cree usted que se encuentra actualmente el agua que consume la población de la zona central?

El agua potable que actualmente consumen los habitantes del municipio La Libertad, esta presenta turbiedad en temporadas de lluvia y que se toma de una fuente superficial.
* En los análisis físico-químico en el laboratorio esta presenta buena calidad físico química y bacteriológica.

- 2) ¿Cuáles cree usted que son las características más importantes que definen la calidad del agua potable?

Las características más importante en el agua de consumo humano es que en el vital líquido no debe haber presencia de químicos (Turbiedad, Temperatura, color, Sabor,) biológicos (Coliformes total Fecal) y los parámetros químicos (Concentración de cloruro, nitrato, calcio, magnesio, hierro, metales pesados).

- 3) ¿Cuáles cree usted que serían las principales afectaciones que causaría el consumo de agua contaminada a la salud?

Entre las principales enfermedades pueden ser:
Diarrea, Disenteria, Colera, paludismo, Esquistosomiasis, Tifus, Tacomia, Fiebre tifoidea.
* Otras enfermedades pueden ser infecciones renales, piedras en los riñones, entre otras.

- 4) ¿Cuáles cree usted que deberían ser los parámetros más importantes a evaluar en el agua potable?

Los parámetros más importantes para evaluar serían las pruebas de químicos y biológicos de acuerdo a los normas técnicas de INIAA.

5) ¿Qué tipos de estándares cree usted que no se están tomando en cuenta al momento de potabilizar el agua?

Los Estándares ya está definidos por las Normas técnicas de la calidad del agua y los parámetros. (Normas técnicas del INAPA).

6) ¿Cuáles cree usted que son las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua?

Los ss. fecales de los animales, los productos químicos utilizados por los ganaderos, agricultores mineros, pescadores y fabricas.

7) ¿Cómo cree usted que afecta la calidad del agua a la salud y economía de los habitantes de la zona central?

La calidad del agua también afecta la economía ya que esta es utilizada para la elaboración de productos, comidas, bebidas y al tener o usar agua contaminada la calidad de los productos, comidas, bebidas, disminuyen.

8) ¿Por qué considera usted que es importante clasificar los rangos de calidad del agua potable?

Es muy importante por que el organismo del cuerpo humano puede soportar hasta ciertos niveles de químicos y bacterias.

9) ¿Quiénes cree usted que son los responsables de mejorar las condiciones del agua potable?

En primer lugar sería la Empresa Xicomaquense de Acueductos y Alcantarillado, con el seguimiento de los gobiernos municipales.

10) ¿Qué medidas piensa usted que se deberían tomar para solucionar el problema del agua potable?

- * Entre las principales medidas sería darle seguimiento con análisis del agua cada cierto tiempo.
- * Implementar mejores equipos para el tratamiento del agua potable.
- * Garantizar el seguimiento a las pilas de captación y de almacenamiento.

Anexo 10: Ilustraciones del sitio en estudio



Fuente: Elaboración propia.

Presa de captación de agua potable en el río San Miguel la Libertad Chontales.



Fuente: Elaboración propia

Desarenador ubicado a pocos metros de la bocatoma.



Fuente: Elaboración propia



Sistema de bombeo.



Fuente: Elaboración propia

Tanques de almacenamiento con una capacidad de 100,000 galones cada uno.



Fuente: Elaboración propia

Sistema de tratamiento del agua potable que abastece al Municipio de La Libertad Departamento de Chontales.



Fuente: Elaboración propia

Proceso de cloración del agua ya tratada.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Conducción del cloro hacia los tanques de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Planta de tratamiento de La Libertad Chontales ubicada a pocos km. de la población y de la fuente de captación.

A la izquierda operador de planta de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Abajo izquierda, depósito de mezcla del sulfato de aluminio. A la derecha, panel de control del sistema de filtración.



Fuente: Elaboración propia.

Elementos de filtrado: Abajo derecha carbón activado, abajo izquierda arena de cuarzo.



Fuente: Elaboración propia.

Grava utilizada en el proceso de filtración.



Fuente: Elaboración propia.

Abajo foto, desagüe del lavado de filtros.



Fuente: Elaboración propia.

Centro de salud La Libertad Chontales.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Resultados bacteriológicos en el Río San Miguel

Según diagnóstico ambiental realizados por el CIRA/UNAN (Centro para la Investigación de Recursos Acuáticos) en las cuencas altas de los ríos Mico y Siquia en el año 2007; se obtuvieron los resultados que se muestran en el siguiente cuadro:

Presencia de bacterias en río Siquia y Mico

<i>Municipios</i>	<i>Sitio</i>	<i>Coliformes Totales</i> (NMP/100 ml)	<i>Coliformes Termo-tolerantes</i> (NMP/100 ml)	<i>E coli</i> (NMP/100 ml)	<i>Estreptococos Fecales</i> (NMP/100 ml)
Santo Dgo	Pte Río Sucio	5000	800	800	2300
	Quebrada alegre	30000	3000	3000	1400
	Galería agua potable	300	27	27	300
La Libertad	Carquita	17000	3000	3000	33
	Kinuma	<2	<2	<2	<2
	Río Santa Isabel	3000	2300	1300	900
	<u>San Miguel</u>	<u>3000</u>	<u>1100</u>	<u>1100</u>	<u>140</u>
San Pedro	Paso Los Hoyos	8000	1300	1300	7000
	Puertas de París	90	50	50	8
	Pozo agua potable	2	2	2	2
Sto Tomás	Confluencia Río Mico-Quipor	8000	800	800	1700
	Paso Pálsago	8000	800	800	1300
Villa Sandino	Agua buena	13000	2700	2200	1100
	Río Múhan	1700	170	130	700
	Pozo ENACAL	<2	<2	<2	<2
	Pozo ENACAL Múhan	8	2	2	200

Fuente: (Flores & Calderón 2007)

En la imagen anterior, se puede observar que las pruebas de laboratorio realizadas en el 2007 demostraron presencia de bacterias; además de las otras cuencas hidrográficas, en el río San Miguel que es de donde se abastece la población de La Libertad, y aunque los datos son antiguos estos demuestran la existencia de dichos contaminantes este importante recurso.

Ubicación de los Ríos Mico y San Miguel



Fuente: Google

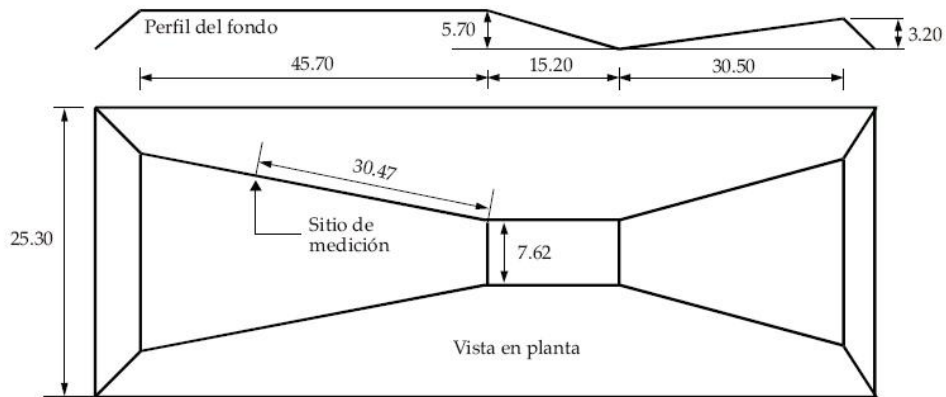
Detalle de los ríos Mico y San Miguel



Fuente: Google

Anexo 12: Equipos convencionales de tratamiento de Agua

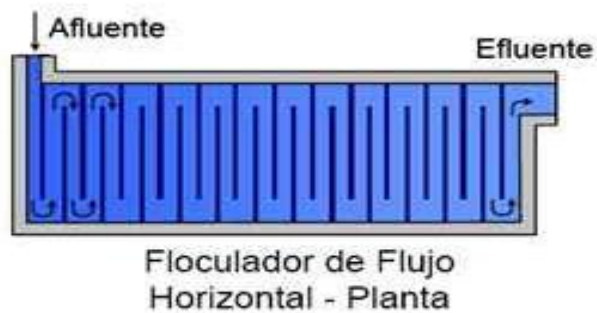
Canaleta Parshall: funciona como un medidor de flujo, pero además es muy útil en la aplicación y mezclado de químicos coagulantes al momento de tratar el agua cruda.



Fuente: Google

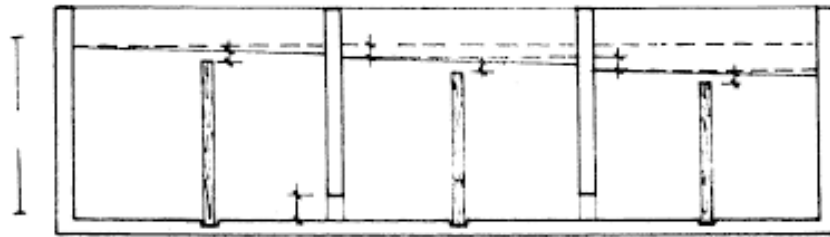
Floculadores: Los hay de dos clases, floculadores de flujo horizontal y de flujo vertical.

Floculador de flujo horizontal



Fuente: Google

Floculador de flujo vertical, vista de perfil



Fuente: Google

Sedimentador: los equipos de sedimentación son los encargados de eliminar las partículas en suspensión, mediante el asentamiento gravitacional.

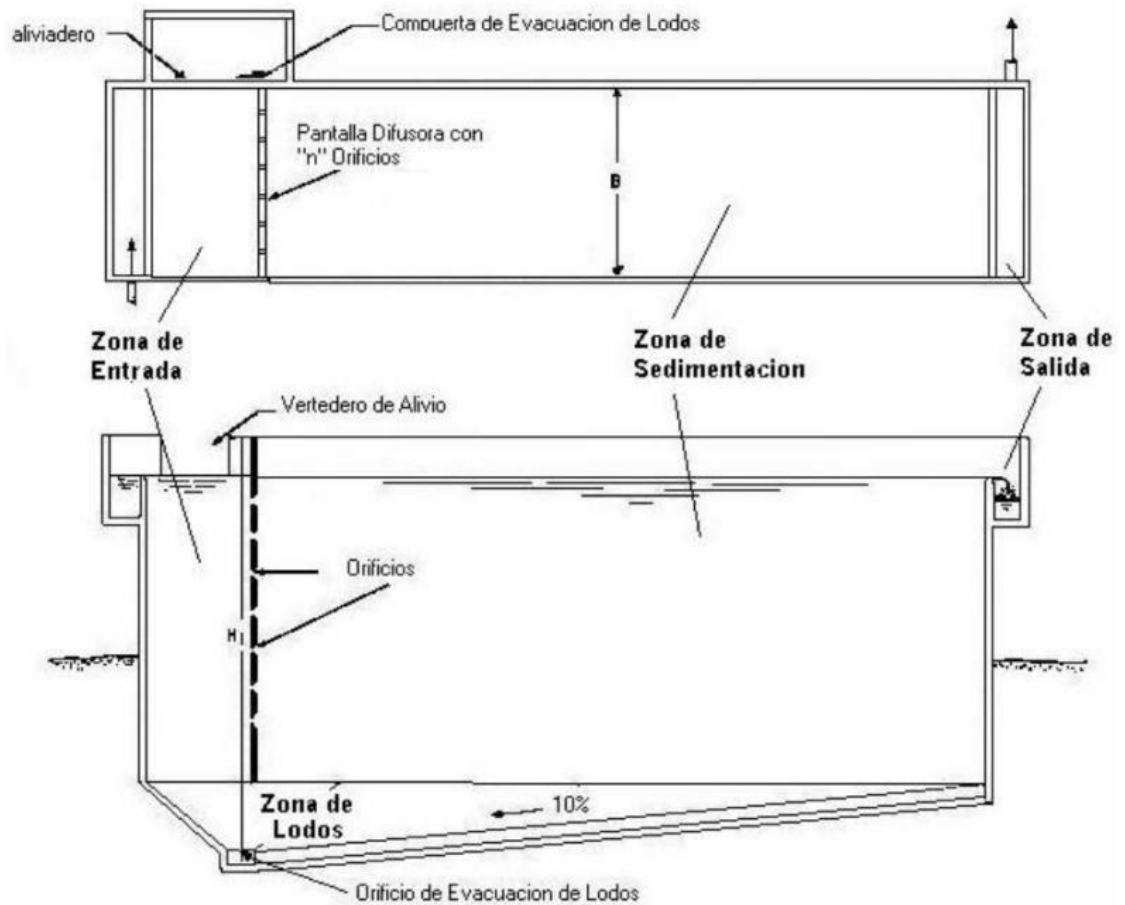
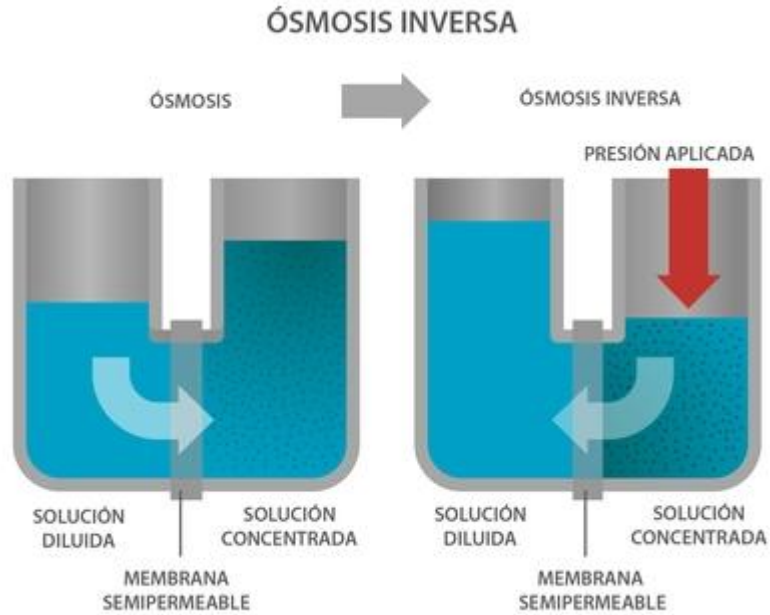


Figura 2.1 Un tanque de flujo continuo.

Fuente: Google

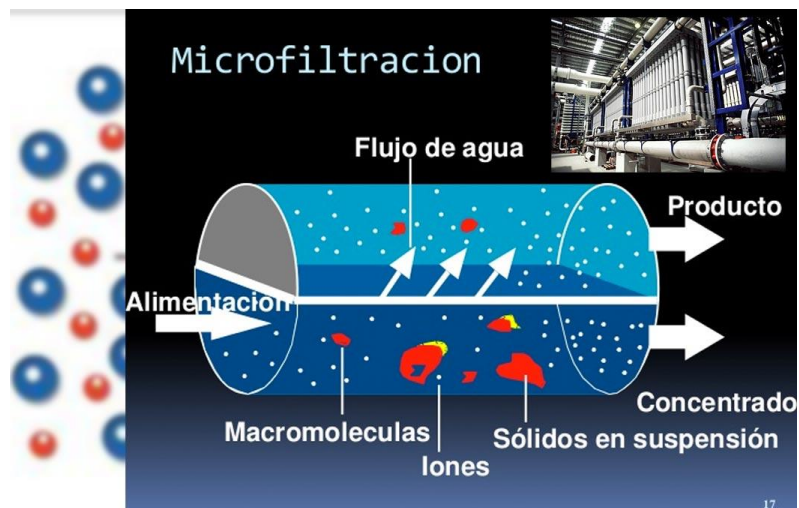
Anexo 13: Sistemas de filtración con tecnología de membrana

Proceso de filtración por ósmosis inversa



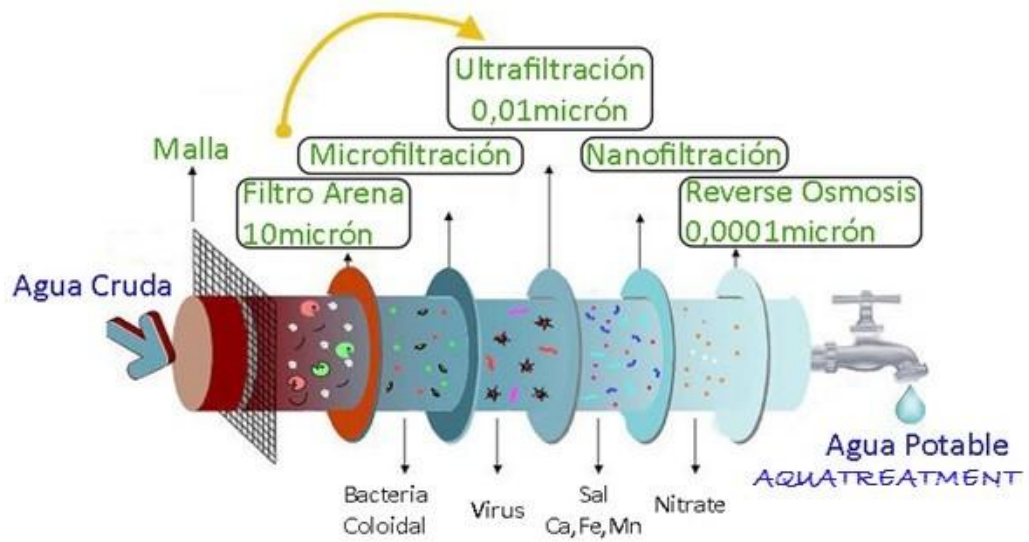
Fuente: National Academy of Sciences

Funcionamiento de la Microfiltración



Fuente: Google

Procesos de filtración por membrana



Fuente: Google

DOCUMENTOS ACADÉMICOS