



CUNOC

Dirección General de Investigaciones

Baldomero Arriaga Jerez



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE -CUNOC-

DIAGNÓSTICO SOBRE EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO SAMALÀ



PROYECTO: DESARROLLO DE FILTROS
VERSÁTILES PARA TRATAMIENTO DE AGUA PARA
TERRITORIOS VULNERABLES, FORMACIÓN BÁSICA
Y APLICACIONES (1RA. FASE)

DIRECTORIO

Universidad de san Carlos de Guatemala

Rector Magnífico: M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Secretario general: Licdo. Luis Fernando Cordón Lucero

Dirección General de Investigación

Dra. Alice Burgos Paniagua

Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN. Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas, coordinador Programa Universitario de Investigación en Ciencias básicas, Coordinador Programa universitario de Investigación en Energía.

Dra. Sandra Elizabeth Herrera

Coordinadora Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos, Coordinadora Programa Universitario de Investigación en Historia de Guatemala

Centro Universitario de Occidente

Integrantes Del Consejo Directivo, CUNOC

Director General: Dr. César Haroldo Milián Requena

Secretario Administrativo: Licdo. José Edmundo Maldonado Mazariegos

Representante de Docentes

M.Sc. Edelman Cándido Monzón López

M.Sc. Elmer Raúl Bethancourt Mérida

Representantes De Egresados

Lcdo. Víctor Lawrence Díaz Herrera

Representantes De Estudiantes

Br. Aleyda Trinidad De León Paxtor De Rodas

Br. José Antonio Gramajo Martir

Autores de la Investigación

Dr. Antonio Gil Bravo

Dr. Eddie Omar Flores Aceituno

Licda. Yessica Karina Pérez Hernández

Inga. Angela Marina Enriqueta Aguilar Orozco

Ing. José Luis Cuzal Sam

Ing. Francisco Javier Aguja Maulhardt
Ing. Edgar Rolando Hernández Chávez

Dirección del Sistema de Investigación

M.Sc. Elmer Raúl Bethancourt Mérida

Inga. Mygdalia Mérida

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

*EN DESARROLLO DE FILTROS VERSÁTILES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA EN
TERRITORIOS VULNERABLES. FORMACIÓN BÁSICA Y APLICACIONES (1ª. Fase)*



INDICE DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS.....	9
PRESENTACIÓN	10
CAPITULO I	12
ANTECEDENTES	12
1. Cuenca del Río Samalá	12
1.1. Geografía de la Parte alta de la cuenca del Río Samalá	13
1.2. Antecedentes de la Vigilancia efectuada por MSPAS en los municipios de Quetzaltenango, Cantel, La Esperanza y Olinstepeque y Salcajá del departamento de Quetzaltenango	14
1.3. Priorización de los municipios a intervenir	16
CAPITULO II	19
CONTEXTUALIZACIÓN DE MUNICIPIOS PRIORIZADOS	19
2. Información de los municipios priorizados	19
2.1. Municipio de Cajolá del departamento de Quetzaltenango	19
2.2. Municipio de Cantel del departamento de Quetzaltenango.....	20
2.3. Municipio de Concepción Chiquirichapa del departamento de Quetzaltenango.....	22
2.4. Municipio de La Esperanza del departamento de Quetzaltenango.....	23
2.5. Municipio de San Cristóbal Totonicapán del departamento de Totonicapán	24
2.6. Municipio de San Francisco El Alto del departamento de Totonicapán.....	26
2.7. Municipio de San Francisco La Unión del departamento de Quetzaltenango.....	27
2.8. Municipio de San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango	29
2.9. Municipio de San Miguel Sigüilá del departamento de Quetzaltenango	30
CAPITULO III	33
MARCO CONCEPTUAL	33
3. Marco Conceptual y Regulatorio/legal	33
3.1. Marco regulatorio/legal	33
3.2. Marco conceptual.....	34
3.3. Calidad del Agua.....	34
3.3.2 Acuerdo ministerial 523 – 2013 vigilancia microbiológica en sistemas urbanos que abastecen a más de cien mil habitantes.	37
Capitulo IV	38
SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ	38

4.	Información general del área investigada.....	38
4.1.	Aspectos generales.....	38
4.2.	Abastecimiento de agua.	41
4.3.	Gestión Comunitaria de Sistemas de Agua	49
4.4.	Gestión Municipal de Sistemas de Agua	52
4.5.	Género y agua	58
4.6.	Descripción de información recopilada en la toma de muestras.	61
4.7.	Discusión de resultados por municipio de intervención	70
4.8.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100
	CONCLUSIONES.....	105
	BIBLIOGRAFÍA	107

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Sistemas de agua entubada registrados en el SIGSA-SIVIAGUA del MSPAS de los municipios de la Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olinstepeque y Salcajá	14
Cuadro 2	Tipo de administración de sistemas de agua entubadas de los municipios de La Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olinstepeque y Salcajá.	15
Cuadro 3	Sistemas de agua con presencia de Coliformes totales de los municipios de La Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olinstepeque y Salcajá.....	16
Cuadro 4	Municipios priorizados con el tamaño de la muestra asignado según el tamaño del estrato	17
Cuadro 5	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Cajolá, Quetzaltenango	19
Cuadro 6	Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Cajolá, Quetzaltenango	20
Cuadro 7	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Cantel, Quetzaltenango.....	20
Cuadro 8	Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Cantel, Quetzaltenango.	21
Cuadro 9	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.	22
Cuadro 10	Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.	23
Cuadro 11	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango	23
Cuadro 12	Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango.	24
Cuadro 13	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Cristóbal, Totonicapán.....	25
Cuadro 14	Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Cristóbal, Totonicapán.....	25
Cuadro 15	Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.	26

Cuadro 16 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.....	27
Cuadro 17 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.....	28
Cuadro 18 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.....	28
Cuadro 19 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.....	29
Cuadro 20 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.....	30
Cuadro 21 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.....	31
Cuadro 22 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.....	31
Cuadro 23 Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano.....	35
Cuadro 24 Características químicas del agua para consumo humano.....	36
Cuadro 25 Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua.....	36
Cuadro 26 Vigilancia microbiológica en sistemas urbanos menores a 100,000 habitantes.....	37
Cuadro 27 Ubicación geográfica de los municipios intervenidos.....	61
Cuadro 28 Resumen general de los muestreos desarrollados en las comunidades intervenidas.....	64

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Personas encuestadas por sexo de los municipios priorizados de la Parte alta de la cuenca del Río Samalá.....	38
Gráfica 2 Rango de edad de personas encuestadas de los municipios priorizados de la Parte alta de la Cuenca del Río Samalá.....	39
Gráfica 3 Nivel de escolaridad de personas encuestadas de los municipios priorizados de la parte Alta de la Cuenca del Río Samalá.....	40
Gráfica 4 Formas de obtención de agua para consumo humano de la parte alta de la cuenca del Río Samalá.....	41
Gráfica 5 Frecuencia del servicio de agua en el área de investigación.....	42
Gráfica 6 Población que realiza actividad de acarreo de agua.....	44
Gráfica 7 Frecuencia de actividad de acarreo de agua.....	44
Gráfica 8 Quién realiza la actividad de acarreo de agua.....	45
Gráfica 9 Recipientes de almacenaje de agua en la CARS.....	46
Gráfica 10 Usos del agua según población de CARS.....	47
Gráfica 11 Tratamientos realizados al agua antes de consumirla.....	47
Gráfica 12 Acciones en los hogares para conservación del agua.....	48
Gráfica 13 Población que efectúa pago por el servicio de agua.....	50
Gráfica 14 Población que ha sufrido escases en su hogar.....	51
Gráfica 15 Toma de decisiones respecto al agua en las actividades del hogar.....	59
Gráfica 16 Conocimiento de la existencia de un Comité de agua en la comunidad.....	59
Gráfica 17 Deseo de participar en alguna estructura organizativa.....	60

Gráfica 18 Resultados generales de la calidad del agua de los sistemas muestreados	62
Gráfica 19 Porcentajes de contaminación por municipio priorizado.....	65
Gráfica 20 Contaminación por sistema de abastecimiento de agua entubada.....	66
Gráfica 21 Puntos muestreados de los sistemas de agua en comunidades priorizadas.....	67
Gráfica 22 Resultados generales por punto de muestreo.....	68
Gráfica 23 Contaminación de sistemas de agua por ubicación (Urbano o Rural).....	69
Gráfica 24 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Cajolá, Quetzaltenango.	70
Gráfica 25 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Los Molina, municipio de Cajolá, Quetzaltenango	71
Gráfica 26 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Cantón Xecol, municipio de Cajolá, Quetzaltenango.....	72
Gráfica 27 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Xetalbijo, municipio de Cajolá, Quetzaltenango.....	72
Gráfica 28 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Cantel, Quetzaltenango.	73
Gráfica 29 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Pasac II del municipio de Cantel, Quetzaltenango.....	74
Gráfica 30 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua del Centro de Cantel del municipio de Cantel, Quetzaltenango	75
Gráfica 31 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Chuisuc del municipio de Cantel, Quetzaltenango.....	76
Gráfica 32 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Pasac I del municipio de Cantel, Quetzaltenango.....	77
Gráfica 33 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.	79
Gráfica 34 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea TUIKB'AL del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango	80
Gráfica 35 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Tuilcanabaj del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango	80
Gráfica 36 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Talmax del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango	81
Gráfica 37 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Toj Coral del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango	82
Gráfica 38 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango.....	83
Gráfica 39 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Santa Rita del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango.....	84
Gráfica 40 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Sector los Ajanel Zona 1 del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango	85
Gráfica 41 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.....	86
Gráfica 42 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Xecanchavox del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.....	87
Gráfica 43 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Xecanchavox del municipio	

de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán	88
Gráfica 44 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Barrio La Ciénaga del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán	90
Gráfica 45 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.	91
Gráfica 46 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Barrio La Ciénaga del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.	91
Gráfica 47 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango	94
Gráfica 48 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío El Tizate del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.	95
Gráfica 49 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Sigüilá del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango	95
Gráfica 50 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Sigüilá del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.	96
Gráfica 51 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Agua Blanca del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.	97
Gráfica 52 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Agua Blanca del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.	98
Gráfica 53 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.	99
Gráfica 54 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.	99

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa de ubicación de la Cuenca del Río Samalá	12
Ilustración 2 Municipios que conforman la parte alta de la cuenca del Río Samalá.	13
Ilustración 3 Visita a vivienda del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango	43
Ilustración 4 Parámetros evaluados en las muestras de agua de las comunidades intervenidas.....	63

ACRÓNIMOS

LMA	Límite Máximo Aceptable
LMP	Límite Máximo Permisible
MSPAS	Ministerio de Salud y Asistencia Social
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGSA	Sistema de Información Gerencial de Salud
SIVIAGUA	
UFC	Unidades formadoras de colonias
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo

PRESENTACIÓN

En Guatemala hablar de calidad de agua es difícil, a pesar que se cuenta con normativos y acuerdos que designan a instituciones como las municipalidades y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para dar cumplimiento al tema de abastecimiento y vigilancia de la calidad de agua para el municipio en su totalidad y con ello garantizar el derecho humano al agua, y contribuir al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, puntualmente al número 6; Agua limpia y Saneamiento, existe un panorama con poca regulación de parte del Estado, debido a esto la cooperación internacional contribuye mediante la ejecución de proyectos desde un enfoque de manejo integral de cuenca.

Dentro de las 38 cuencas con las que cuenta Guatemala, se encuentra la del Río Samalá, compuesta por tres departamentos; Quetzaltenango, Totonicapán y Retalhuleu, la cuenca alta del Río Samalá -CARS- se concentra en los primeros dos de ellos; justamente donde se realiza la intervención del proyecto; “Desarrollo de filtros versátiles para el tratamiento de agua en territorios vulnerables. Formación básica y aplicaciones (1ª fase)”. con financiamiento del Gobierno de Navarra, España. Y en cooperación con el Departamento de Postgrados del Centro Universitario de Occidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Desde la parte alta de la cuenca, se visualizan varias actividades que pueden afectar la calidad del agua: de índole agrícola, pecuarias, ganaderas, productivas, industriales, falta de acceso a saneamiento básico y erosión del suelo. Situación que propicia la contaminación del agua, principalmente en la parte alta de la cuenca, por ser zonas de recarga hídrica.

Partiendo de ello es necesario conocer: los tipos de fuentes de agua para consumo humano del área de intervención e identificar el servicio que existe en la región, no solamente en cuestiones de disponibilidad y abastecimiento, sino también en el cumplimiento de los parámetros de calidad de la misma, debido a la mala gestión de cuencas a nivel de país, las cuales son utilizadas como desfogue de drenajes municipales e industriales, vertiendo aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento y la cuenca del Río Samalá no es la excepción.

La mayoría de municipalidades a nivel de la CARS dan cobertura al abastecimiento de agua a nivel de casco urbano, dejando las áreas rurales aisladas de su gestión municipal. Ante esta situación las comunidades se han organizado, surgiendo entonces la gestión comunitaria del agua, como un mecanismo para subsanar y satisfacer sus necesidades, sin embargo, esto representa debilidades técnicas por la falta capacitación y apoyo de instituciones. Además de no contemplar medidas de calidad de agua, por lo que generalmente no tienen un sistema de cloración que permita garantizar agua apta para consumo humano, vulnerando la salud de la población.

Finalmente, esta gestión comunitaria si bien responde a la demanda de una parte de la población, deja fuera a familias en condiciones de pobreza, afectando principalmente a mujeres, quienes deben buscar alternativas para acceder y contar con agua en los hogares,

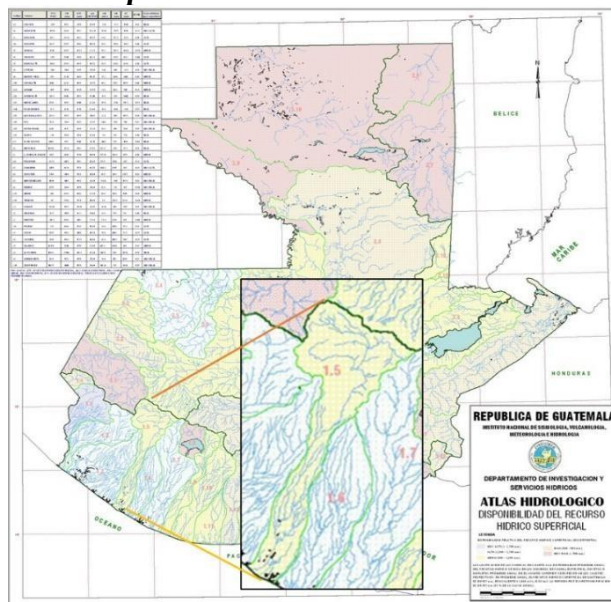
CAPITULO I: ANTECEDENTES

1. Cuenca del Río Samalá

La cuenca del Samalá es una de las 38 cuencas del país y se ubica en la vertiente del Pacífico; tiene una extensión territorial de 1,510 km² que representa el 1.4 % de la superficie de Guatemala (Echeverría, 2009). Olivia Rodríguez, en su trabajo de fin de maestría, menciona que la cuenca del río Samalá tiene una longitud de 100 Km y un ancho aproximado de 35 Km (Rodríguez Martínez, 2004), el inicio de sus afluentes es en las partes altas de los departamentos de Totonicapán y de Quetzaltenango, a simple vista se puede visualizar un río muy caudaloso, sin embargo los municipios lo han utilizado como desfogue de aguas servidas.

La Cuenca alta del río se encuentra a una altura aproximada de 2,300 metros sobre el nivel del mar y en un recorrido por carretera de no más de 50 Km, las tierras se encuentran a una altura entre 500 y 550 metros sobre el nivel del mar, las corrientes producidas a causa de estas pendientes pronunciadas, han sido aprovechadas por el sector público y privado mediante la generación de hidroeléctrica.

Ilustración 1 Mapa de ubicación de la Cuenca del Río Samalá



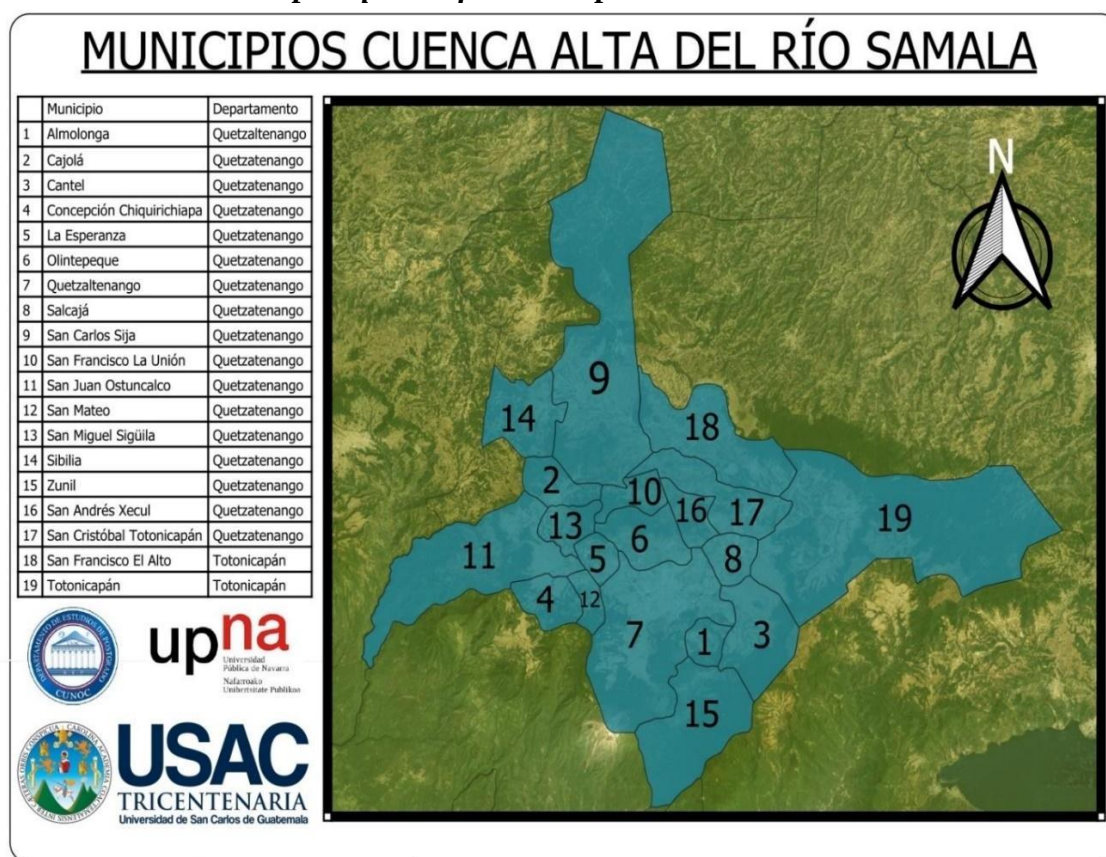
Fuente: Adaptado de INSIVUMEH, 2023

1.1. Geografía de la Parte alta de la cuenca del Río Samalá

La cuenca del río Samalá, según el análisis SIG, está compuesta de 7,692 unidades de respuesta hidrológica. De acuerdo con la división de cuencas generalmente aceptada, la cuenca del Samalá se divide en tres partes: alta, media y baja (Echeverría, 2009). Para fines de este análisis, únicamente se hará énfasis en la parte alta, la cual se denominará “Cuenca Alta del Río Samalá” y se denotará con las siglas -CARS-. Esta parte se conoce como la cabecera de la cuenca hidrográfica, siendo el punto donde se tiene la mayor parte de captación de agua de lluvia, lo cual ayuda a la regulación y suministro de agua, tanto en términos de cantidad como de calidad (Echeverría, 2009).

La CARS geográficamente pertenece a dos departamentos, Quetzaltenango y Totonicapán, la misma está conformada por diecinueve municipios que se enumeran y ubican a continuación;

Ilustración 2 Municipios que conforman la parte alta de la cuenca del Río Samalá.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

1.2. Antecedentes de la Vigilancia efectuada por MSPAS en los municipios de Quetzaltenango, Cantel, La Esperanza y Olinstepeque y Salcajá del departamento de Quetzaltenango.

A manera de incursionar en algunos municipios de la CARS, se consideró oportuno conocer datos de años anteriores respecto a la vigilancia de la calidad de agua, en este sentido se realizó una coordinación con la Dirección Integrada de los Servicios de Salud en Quetzaltenango, para poder conocer la situación de algunas fuentes de abastecimiento de agua.

La información compartida fue de los municipios de Quetzaltenango, Cantel, La Esperanza, Olinstepeque y Salcajá del departamento de Quetzaltenango. En ella se encuentra la base de datos de los sistemas de distribución de agua potable, el tipo de administración del sistema, los tipos de sistemas y el sistema de depuración, así como la vigilancia microbiológica de algunos sistemas, la misma fue considerada del 11 de enero al 15 de noviembre del año 2023. Respecto a los sistemas de distribución, los datos se evidencian en el siguiente cuadro;

Cuadro 1 Sistemas de agua entubada registrados en el SIGSA-SIVIAGUA del MSPAS de los municipios de la Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olinstepeque y Salcajá

Municipio	No. de Sistemas
Quetzaltenango	30
La Esperanza	14
Cantel	22
Olinstepeque	30
Salcajá	13

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada del SIGSA-SIVIAGUA del MSPAS, 2,024

Se presume que no están registrados todos los que realmente operan en los municipios, dado a que muchas personas extraen agua de pozos particulares y en algunos casos cuentan con nacimientos, pero no se tiene ningún estudio de su calidad.

Un dato muy interesante es la administración de los sistemas, en los registros del INE, indican que el 75% de los sistemas son administrados por comités y grupos comunales, lo que pone en evidencia la escasa gestión municipal respecto al tema de agua. Sin embargo, para efectos

de la información proporcionada según registros de MSPAS en los 5 municipios analizados, se obtuvieron los siguientes datos;

Cuadro 2 Tipo de administración de sistemas de agua entubadas de los municipios de La Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olintepeque y Salcajá.

Tipo de administración	No. de Sistemas
Empresa Municipal	57
Empresa Privada	13
Comité / Comunidad	37
Asociación	2

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada del SIGSA-SIVIAGUA del MSPAS, 2024

Si bien, el cuadro refleja un alto número en la administración municipal, hay que considerar que en su mayoría se concentra en las áreas urbanas, dejando fuera un gran porcentaje de sistemas que abastecen a las áreas rurales de los municipios y los cuales no se encuentran en el registro del MSPAS.

A esto se suma la calidad de agua que consume la población, el uso de cloro como medio de desinfección, es un elemento rechazado por la sociedad guatemalteca y los pobladores de la CARS no son la excepción, en el área rural se contempla una negativa debido a temas culturales, en otras comunidades la cloración no es una opción, no tanto por los cambios organolépticos que pueda tener el agua, sino por los costos que conlleva un sistema automático, y la falta de conocimiento sobre un sistema artesanal. En los municipios analizados, se identificó que el 45% de los sistemas no son clorados, el 27% utiliza Hipoclorador artesanal, el 27% gas cloro y 1% se desconoce si utiliza algún método.

Por lo tanto, este panorama confirma que las fuentes presentan algún tipo de contaminante, la vigilancia de la calidad de agua que realiza el MSPAS en su mayoría es de carácter microbiológico, sin embargo, cuando se tiene sospecha de la presencia de alguna particularidad fisicoquímica que pueda ser perjudicial para la salud, se procede a realizar este tipo de análisis.

A nivel microbiológico se ha identificado presencia de coliformes totales, los sistemas contaminados se demuestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3 Sistemas de agua con presencia de Coliformes totales de los municipios de La Esperanza, Cantel, Quetzaltenango, Olinstepeque y Salcajá

Municipio	No. de Sistemas
Quetzaltenango	0
Cantel	6
La Esperanza	2
Olinstepeque	5
Salcajá	0

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada del SIGSA-SIVIAGUA del MSPAS, 2,024

La Norma Técnica para establecer la calidad del agua (COGUANOR, 2013), establece que los coliformes no deben ser detectables en 100 ml de agua, sin embargo en algunos municipios presentan unidades formadoras de colonias en sus sistemas de abastecimiento, especialmente en el municipio de Cantel el sistema que abastece a la comunidad de La Urbina registra sistemas en los cuales los coliformes son muy numerosos para contarlos, éstas zonas son las que se clasifican como vulnerables.

1.3. Priorización de los municipios a intervenir

La cuenca alta del Río Samalá contempla diecinueve municipios, sin embargo, intervenir en todos ellos es complejo, dadas las condiciones que implicaría. por ello se identificaron en base a los índices de desarrollo Humano, pobreza y de enfermedades de origen hídrico. A raíz de este proceso se consideró oportuno realizar una metodología para identificar cuantas serían las comunidades en las que se intervendría, misma que se detalla a continuación;

- Tomando de referencia el Censo de Guatemala del año 2002 que se tiene completo, se extrajo la información de la cantidad de comunidades de los 19 municipios donde se tendrá intervención por el proyecto, siendo un total de 339 comunidades.
- Tomando de referencia el “Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano” Acuerdo Ministerial No. 523-2013 en el artículo 18 puntos de muestreo que menciona que para efectos de asegurar la vigilancia y control de la calidad del agua sean suficientemente representativos; los puntos de muestreo deberán ser: el tanque de distribución y tres puntos de la red de distribución, seleccionados aleatoriamente. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- , 2013)

- Se considera que por cada sistema de agua (comunidad) serían 8 muestras de agua: 4 para análisis microbiológico y 4 para análisis físicoquímico; por consiguiente, se consideró oportuno realizar un ejercicio de priorización de municipios para reducir la cantidad de muestras, para ello se utilizaron las cifras de Índices de salud e Índices de Pobreza, en el Cuadro No.4 se muestra cuáles fueron los municipios priorizados y el número de comunidades establecidas.

Cuadro 4 Municipios priorizados con el tamaño de la muestra asignado según el tamaño del estrato

Estrato	Tamaño de la muestra
Cajolá	1
Concepción Chiquirichapa	5
La Esperanza	2
Cantel	4
San Francisco la Unión	1
San Juan Ostuncalco	8
San Miguel Sigüilá	1
San Cristóbal Totonicapán	3
San Francisco El Alto	4
Total	32

Fuente: Elaboración Propia, en base a software, 2024

Posterior a definir la muestra se procedió a realizar la convocatoria con los técnicos municipales y personal de los centros de salud de los municipios priorizados de la CARS, para ello se envió la convocatoria dirigida al Sr. alcalde de los municipios antes mencionados, en el caso del personal del MSPAS la convocatoria fue dirigida para el director del Área de Salud de Quetzaltenango.

En la primera reunión desarrollada se presentaron los objetivos del proyecto titulado “Desarrollo de filtros versátiles para el tratamiento de agua en territorios vulnerables Formación básica y aplicaciones, Primera Fase” con ello se dieron a conocer las actividades enmarcadas en la Memoria técnica y los resultados establecidos; de igual manera se conformaron grupos focales por

municipio para realizar el croquis del municipio e identificar comunidades vulnerables para la toma de muestras según la cantidad asignada previamente, las variables para la selección de las comunidades son: Pobreza y acceso nulo a servicios básicos, como acuerdos y compromisos se solicitó información relacionada a la información ingresada en el SIGSA-SIVIAGUA (formularios 1, 2 y 3), así mismo se acordó desarrollar una siguiente reunión para establecer la ruta de trabajo.

En la segunda reunión se aglutino información de análisis microbiológicos y fisicoquímicos de los municipios, además de identificar las comunidades con mayor vulnerabilidad según la perspectiva de los Inspectores de saneamiento ambiental -ISA- y técnicos municipales.

Al finalizar se elaboró un cronograma para la toma de muestras según la cantidad de comunidades por municipio asignadas, asimismo, se solicitó apoyo para la movilización en las comunidades lejanas. La información generada en las reuniones se sintetizó en una matriz.

CAPITULO II

CONTEXTUALIZACIÓN DE MUNICIPIOS PRIORIZADOS

2. Información de los municipios priorizados

2.1. Municipio de Cajolá del departamento de Quetzaltenango

2.1.1. Población

Según el XII censo nacional de población del año 2,018, el municipio de Cajolá cuenta con una población de 14,948, de los cuales el 42% son hombres y un 58% son mujeres, además se cuenta con un promedio de 5 personas por hogar. A continuación, se presenta un cuadro con la población por sexo y grupo de edad del municipio.

Cuadro 5 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Cajolá, Quetzaltenango

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65- 84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
Cajolá	14,948	6,344	8,604	2,113	2,249	1,915	3,926	3,971	698	76

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.1.2. Salud

Los servicios básicos de salud con los que cuenta el municipio es el Centro de Atención Permanente, quienes deben de atender a toda la población que requieran los servicios, las enfermedades de infección intestinal (diarrea) está en segundo plano que son provocadas a raíz de una mala alimentación o por consumir alimentos en mal estado, la desnutrición presenta una mayor incidencia en mujeres (67.07%) en niños nacidos, la anemia también es muy corriente en el municipio sobre todo entre las mujeres que la padecen por falta de una alimentación adecuada rica en hierro y minerales.

2.1.3. Servicios básicos

2.1.3.1. Agua

La cobertura de agua entubada en el municipio es de un total de 3,334 viviendas 3,021 tienen acceso a agua intradomiciliaria, un 9.38% de las viviendas del municipio no tienen acceso a este

servicio, en este sentido existen impactos en la salud y consecuentemente en los patrones de morbi-mortalidad, en especial para la población infantil. El siguiente cuadro expresa las principales fuentes de agua para consumo humano.

Cuadro 6 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Cajolá, Quetzaltenango

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								Otro
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	
Cajolá	2,916	561	2,158	15	136	1	7	18	1	19

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.1.3.2. Drenaje

En el caso de alcantarillado tiene una cobertura muy baja pues solo alcanza el 5.4% de la población, el cual es administrado por la municipalidad y no se realiza ningún cobro por la prestación del servicio.

2.2. Municipio de Cantel del departamento de Quetzaltenango

2.2.1. Población

Según el censo del (INE, 2018), el municipio de Cantel contaba con una población de 42,142 habitantes siendo 21,383 hombres (50.74%) y 20,759 mujeres (49.26 %), según las estimaciones y proyecciones de la población a nivel municipal, se estima que para el 30 de junio del año 2024 hubiera 48,751 habitantes, siendo 23,830 (48.88%) hombres y 24,921 mujeres (51.12%). El promedio de personas por hogar es de 5. El siguiente cuadro refleja la población por sexo y grupos de edad.

Cuadro 7 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Cantel, Quetzaltenango.

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
Cantel	42,142	21,383	20,759	4,141	3,941	4,018	13,608	14,243	1,953	238

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.2.2. Salud

Dentro de los datos recogidos por el ministerio de salud a través del SIGSA, respecto a la morbilidad se encuentran las siguientes enfermedades: Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, parasitosis intestinales, sin otra especificación y amebiasis. Estas enfermedades que tiene origen o son causa de consumir agua contaminada, conllevan a un 9% de la morbilidad, según registros del año 2022.

2.2.3. Servicios básicos

2.2.3.1. Agua

Es importante resaltar que el agua entubada es manejada 100% por comités y asociaciones, la municipalidad no tiene el control de ninguno de los sistemas de abastecimiento de agua potable en ninguna de las nueve comunidades (incluyendo la cabecera municipal). El cuadro a continuación presenta las principales fuentes de abastecimiento de agua.

Cuadro 8 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Cantel, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Tubería en la vivienda	Fuente principal de agua para consumo del hogar							
			Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	Otro
Cantel	9,035	7,656	665	180	356	1	0	43	3	131

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.2.3.2. Drenaje

El municipio cuenta en todas sus comunidades con sistemas de drenajes, sin embargo, en cada comunidad hay parajes y caseríos, en algunos de ellos no cuentan aún con servicio de drenajes, por lo que optan por el uso de letrinas o aguas grises que vierten a flor de tierra. En este sentido cabe resaltar que actualmente solo la cabecera municipal cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

2.3. Municipio de Concepción Chiquirichapa del departamento de Quetzaltenango

2.3.1. Población

Su población total al año 2018 fue de 17,342 habitantes; de ellos el 56.97 % se ubica en el área urbana y el 43.03 % es rural. Además, el 45.20 % son hombres y el 54.80 % mujeres; el 99.01 % es población indígena y el 0.99 % es no indígena. (Municipalidad Concepción Chiquirichapa , 2019), el cuadro a continuación desglosa la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 9 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65- 84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
Concepción Chiquirichapa	17,342	7,838	9,504	1,997	2,190	1,670	4,813	5,532	994	146

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.3.2. Salud

La morbilidad y mortalidad, las primeras causas de morbilidad en menores de 5 años son rinofaringitis aguda o resfrío común, amigdalitis aguda, parasitosis intestinales y otitis media; a nivel general las causas de morbilidad son resfrío común, parasitosis intestinales, amigdalitis aguda, otras anemias, gastritis y duodenitis, amebiasis. El sistema respiratorio y digestivo de los habitantes del municipio de Concepción Chiquirichapa son afectados principalmente; lo cual puede deberse a las condiciones precarias de vida, al clima templado-frío del territorio, a los aspectos de aseo en la vivienda y saneamiento del agua. (Municipalidad Concepción Chiquirichapa , 2019)

2.3.3. Servicios Básicos

2.3.3.1. Agua

En el municipio se cuenta con 12 nacimientos de agua que se localizan en los bosques del Parque Regional Municipal, 11 son utilizados para abastecer del vital líquido a la población del municipio, el otro es un nacimiento de aguas termales, los habitantes tomaban baños medicinales en este. Conforme el pasado de los años los caudales de los nacimientos de agua han disminuido en los últimos tiempos, algunas de las causas son la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola que no permite un uso sostenible de los recursos naturales del municipio. (Municipalidad

Concepción Chiquirichapa , 2019), el siguiente cuadro evidencia las principales fuentes de agua para consumo humano.

Cuadro 10 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								Otro
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	
Concepción Chiquirichapa	3,549	3,467	41	26	3	1	0	3	1	7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.3.3.2. Drenaje

En este caso 25 comunidades cuentan con el servicio de drenaje, sin embargo, comunidades como; Twitz B´ech, Twichistze, Los Juárez, Tuikb al y Tui Choc aún carecen de este servicio. La recolección de basura funciona en la Cabecera municipal y 4 comunidades. (Municipalidad Concepción Chiquirichapa , 2019)

2.4. Municipio de La Esperanza del departamento de Quetzaltenango

2.4.1. Población

Según el Instituto Nacional de estadística INE (2022) indica que la población total del municipio de la Esperanza es de 22,166 habitantes que se distribuyen por 11,658 mujeres (52%) y 10,508 hombres (48%), la mayor de la población vive en el área urbana y muy poca población en el área rural debido al ordenamiento territorial del municipio. A continuación, se presenta un cuadro con datos de la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 11 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
La Esperanza	22,166	10,508	11,658	2,127	2,444	2,451	6,324	6,625	1,330	187

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.4.2. Salud

Dentro de las primeras 20 causas de morbilidad se encuentran Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, ocupando el cuarto lugar y las parasitosis intestinales; sin otra especificación, el noveno lugar (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022)

2.4.3. Servicios Básicos

2.4.3.1. Agua

La municipalidad presta el servicio de agua potable a los habitantes de todo el municipio, el agua proviene en su mayoría de pozos mecánicos, por ello se considera necesario implementar acciones y regulaciones para la gestión integrada del recurso hídrico. (SEGEPLAN, 2011- 2025) A continuación, se presentan las principales fuentes de agua para consumo de La Esperanza. Para conocer las principales fuentes de agua para consumo humano, se presenta el siguiente cuadro.

Cuadro 12 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	Otro
La Esperanza	5,196	4,740	361	16	68	0	0	0	4	7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.5. Municipio de San Cristóbal Totonicapán del departamento de Totonicapán

2.5.1. Población

Según el XI censo nacional de población y VI de habitación del año 2,018, el municipio de San Cristóbal Totonicapán contaba con una población de 30,608 habitantes, de los cuales un 47% son hombres y un 53% mujeres. El siguiente cuadro expresa la población por sexo y grupo de edad. El siguiente cuadro refleja la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 13 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Cristóbal, Totonicapán.

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
San Cristóbal Totonicapán	36,119	16,808	19,311	3,416	3,455	3,518	11,549	11,856	2,069	256

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.5.2. Salud

Los servicios de salud se complementan mediante la utilización de medicina tradicional alternativa, basada en prácticas ancestrales, a través de comadronas, curanderos, hueseros y otras personas que apoyan a atender la salud de la población como promotores de la salud. Entre las principales causas de morbilidad están: Amebiasis, síndrome diarreico agudo, desnutrición y parasitismo intestinal. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2022)

2.5.3. Servicios Básicos

2.5.3.1. Agua

El agua proviene de nacimientos y pozos en el área urbana, todas las comunidades tienen sus propias fuentes de agua (pozos) las cuales son administradas y gestionadas por las mismas comunidades. Las principales fuentes de agua para consumo humano del lugar se detallan a continuación.

Cuadro 14 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Cristóbal, Totonicapán.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								Otro
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	
San Cristóbal Totonicapán	22,860	12,735	3,172	4,996	1,926	1	0	22	0	8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.5.3.2. Drenaje

El área rural carece casi en su totalidad de acceso al servicio de drenajes; según la información que fue proporcionada por miembros de la Mesa POT, en esos lugares, el agua servida es depositada en pozos ciegos o a flor de tierra, lo cual genera focos de contaminación en las comunidades.

2.6. Municipio de San Francisco El Alto del departamento de Totonicapán

2.6.1. Población

Según el censo del (INE, 2018), el municipio de San Francisco El Alto contaba con una población de 57,894 habitantes siendo 27,109 hombres (46.83%) y 30,785 mujeres (53.17%). Además, se cuenta con un promedio de 5 personas por hogar. El cuadro a continuación detalla la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 15 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
San Francisco El Alto	57,894	27,109	30,785	6,314	6,002	6,379	18,867	17,362	2,699	271

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.6.2. Salud

Dentro de los datos recogidos por el ministerio de salud, respecto a la morbilidad se encuentran las siguientes enfermedades: infecciones intestinales bacterianas, amebiasis, parasitosis intestinales; sin otra especificación, diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso. Estas enfermedades que tiene origen o son causa de consumir agua contaminada, conllevan a un 14% de la morbilidad, según registros del año 2022.

2.6.3. Servicios Básicos

2.6.3.1. Agua

Según el PDM – OT en el área rural, regularmente las familias cuentan con agua entubada obtenida por nacimientos. El uso del agua es regulado por el Comité de la comunidad, quienes

velan por mantener un orden y aprovechar de la mejor manera este recurso. Las principales fuentes de agua para consumo humano se dan a conocer en el siguiente cuadro.

Cuadro 16 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								Otro
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimient	Camión o tonel	
San Francisco El Alto	10,726	6,690	1,070	697	1,655	11	20	404	45	134

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.6.4. Drenaje

El servicio de aguas servidas y pluviales únicamente se presta en la cabecera municipal, aldea Rancho de Teja, aldea Chivarreto y aldea Sacmixit que equivale al 23% de la población total del municipio (Consejo Municipal de San Francisco El Alto, Totonicapán, Guatemala, 2019), por lo que el resto de población optan por el uso de letrinas y las aguas grises que vierten a flor de tierra, lo que llega a ser un serio problema para la preservación y seguridad de las fuentes de agua para consumo.

2.7. Municipio de San Francisco La Unión del departamento de Quetzaltenango

2.7.1. Población

Según el XII censo nacional de población y VII de vivienda del año 2018, el municipio de San Francisco la unión cuenta con una población de 7,939 habitantes, de los cuales 45% son hombres y un 55% mujeres. Además, se cuenta con un promedio de 4.5 personas por hogar. El siguiente cuadro refleja la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 17 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
San Francisco La Unión	7,939	3,591	4,348	849	842	962	2,416	2,309	493	68

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.7.2. Salud

Dentro de los datos recogidos por el ministerio de salud, respecto a la morbilidad se encuentran las siguientes enfermedades; diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, infección intestinal bacteriana; no especificada, parasitismo Intestinal. Las enfermedades que tiene origen o son causa de consumir agua contaminada, conllevan a un 14.01% de la morbilidad, según registros del año 2019.

2.7.3. Servicios Básicos

2.7.3.1. Agua

En el índice de servicios públicos se ubica en el lugar 239, situación que pone en evidencia la escasa gestión municipal por mejorar la cobertura de los mismos y por ende la calidad de vida de la población. Con relación al agua potable, en el municipio solamente el 76.6% de las viviendas cuentan con acceso a servicios de agua con tubería dentro y/o fuera de la vivienda, el resto lo hace a través de conexiones llena cantaros, pozos privados, entre otros medios. (Municipalidad de San Francisco la Unión, 2020) a continuación se puntualiza en las principales fuentes de agua para consumo humano del municipio.

Cuadro 18 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera del hogar	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	Otro

San										
Francisco	1,616	852	386	89	225	0	2	32	0	30
La Unión										

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.7.3.2. Drenaje

El municipio no cuenta con una red de drenajes para la conducción de las aguas negras, por lo que aún no se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, siendo estas depositadas a flor de tierra (aguas grises) o directamente a pozos (fosas sépticas).

2.8. Municipio de San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango

2.8.1. Población

De acuerdo a los resultados del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda realizado por el INE en el año 2018, la distribución de la población establece que el 45.29% son hombres y el 54.71% mujeres esto equivale a 10,074 hogares, de igual manera se cuenta con una densidad poblacional de 475 habitantes por kilómetro cuadrado. El cuadro a continuación, presenta la población por sexo y grupo de edad.

Cuadro 19 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
San Juan Ostuncalco	51,828	23,475	28,353	6,401	6,230	5,518	15,695	15,133	2,548	303

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.8.2. Salud

Se determinó que las principales causas de morbilidad (enfermedades) dentro del municipio son: parasitismo intestinal y resfriado común. Según datos del Centro de Salud, confirman los datos obtenidos según encuesta ya que, los casos de morbilidad más frecuentes son: parasitismo intestinal 17%, resfriado común 12%, anemia 11%, neumonía y bronconeumonía 9%, amebiasis 10%, faringe-amigdalitis 8%, infecciones respiratorias agudas 8%, diarrea 7%, desnutrición 1%, otitis media 1% y otras causas 16% (Municipalidad de San Juan Ostuncalco, 2018)

2.8.3. Servicios Básicos

2.8.3.1. Agua

Según el Informe de Línea Base de San Juan Ostuncalco existen 3 tanques de captación, 7 tanques de distribución, 10 fuentes de agua, 3 nacimientos de agua y 7 pozos de agua; de las

comunidades que posee el municipio, el 12% no tiene acceso al agua, existen 41 sistemas de abastecimiento en el municipio y 6 en el casco urbano. El área urbana se abastece de 4 manantiales y 2 pozos. Buena parte de la tubería tiene más de 20 años y es de asbesto cemento, la tubería instalada recientemente es de PVC.

La municipalidad brinda el servicio al área urbana y aldeas cercanas; en aldeas restantes, el servicio es gestionado, administrado y operado por los comités locales de las comunidades, así mismo existen sistemas de agua que son privados y solamente extienden conexiones a vecinos cercanos con el pago de una tarifa.

Cuadro 20 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	Otro
San Juan Ostuncalco	10,074	6,039	1,596	68	1,194	31	8	1,064	23	51

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.8.3.2. Drenaje

Existen 4 descargas municipales identificadas y varios desfuegos clandestinos, en ninguno de los casos se cuenta con tratamiento adecuado. Según datos del Informe San Juan Ostuncalco de Agua y cambio climático¹¹ la cantidad de usuarios conectados al sistema de drenajes es de 3600, el sistema de drenajes es mixto (aguas negras y pluviales).

2.9. Municipio de San Miguel Sigüilá del departamento de Quetzaltenango

2.9.1. Población

Según el XII censo nacional de población y VII de vivienda del año 2018, el municipio de San Miguel Sigüilá, cuenta con una población de 7,889 habitantes de los cuales, el 43% son hombre y el 57% mujeres. Para detallar más esta sección se presenta el siguiente cuadro.

Cuadro 21 Población censada por sexo y grupo de edad del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.

Municipio	Población total	Sexo		0-4	5-9	10-14	15-29	30-64	65-84	85 o más
		Hombres	Mujeres							
San Miguel Sigüilá	7,889	3,395	4,494	1,040	1,100	1,033	2,282	2,063	334	37

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.9.2. Salud

Según datos del Ministerio de Salud, la Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso ocupan el segundo lugar dentro de las 20 primeras causas de morbilidad en el año 2,022, seguido de la Parasitosis intestinal, sin otra especificación.

2.9.3. Servicios Básicos

2.9.3.1. Agua

El agua no cuenta con un tratamiento para brindar abastecimiento de calidad, la cobertura del servicio es a nivel de casco urbano. Un factor común en los municipios de intervención es la falta de prestación del servicio de agua municipal. El cuadro siguiente establece las principales fuentes de agua para consumo humano.

Cuadro 22 Fuentes principales de agua para consumo del hogar del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.

Municipio	Total, de hogares	Fuente principal de agua para consumo del hogar								Otro
		Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	
San Miguel Sigüilá	1,475	1,298	10	31	46	4	1	65	1	19

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019

2.9.3.2. Drenaje

Según datos del censo, el alcantarillado alcanza solo el 39.18% de la población del municipio. Este panorama hace que el resto de la población aun tenga condiciones antihigiénicas,

considerando que hacen uso de letrinas o pozo ciego, y un 1.90% de la población no cuenta con ningún tipo de servicio sanitario, situación que vulnera especularmente a mujeres, niñas y niños.

CAPITULO III:

MARCO CONCEPTUAL

3. Marco Conceptual y Regulatorio/legal

3.1. Marco regulatorio/legal

Como parte del marco legislativo nacional concerniente al agua para consumo humano, se han establecido diversos manuales, reglamentos y acuerdos, para establecer medidas para su protección, considerando importante su aplicación con el fin de mitigar el impacto del uso irracional y garantizar la calidad que se brinda a la población. A continuación, se dan a conocer los de mayor relevancia:

- Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de servicios de agua para consumo humano. (Acuerdo Gubernativo 113-2009).
- Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).
- Manual de normas sanitarias para procesos y métodos de purificación del agua para consumo humano. (Acuerdo Ministerial 1148-2009).
- Creación de la Unidad Especial de Ejecución Administrativa para el Control del Agua Potable y el Saneamiento. (Acuerdo Ministerial 595-2010).
- Normas de diseño para abastecimiento de agua potable para el manejo de aguas residuales y excretas. (Acuerdos Ministeriales 572-2011 y 573-2011).
- Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano – PROVIAGUA-. (Acuerdo Ministerial SP-M-278-2004), sus reformas (Acuerdo Ministerial 002-2012).
- Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para el consumo humano. (Acuerdo Ministerial 523-2013).
- Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR2 NTG 29001. Elaborado por el Comité Técnico de Normalización de Metodologías Microbiológicas.
- Reglamento para la Administración, Operaciones y Mantenimiento de los Sistema de Agua Potable en Zonas Rurales (Acuerdo Gubernativo 293-82).

3.2. Marco conceptual

Los sistemas de abastecimiento de agua son aquellos que permiten transportar desde las distintas fuentes hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida (Barreto Dillón, 2020). En la CARS las fuentes de suministro predominantes en el área urbana son los pozos mecánicos, mientras que, en área rural, según el tamaño de los poblados, se utilizan pozos mecánicos o artesanales y en algunas comunidades, que se ubican en partes altas, aún cuentan con acceso a nacimientos de agua. En casos donde no es posible el abastecimiento a partir de las fuentes anteriores, las comunidades optan por suministrarse de ríos cercanos, los cuales en su mayoría se encuentran contaminados.

La CARS, abarca municipios del departamento de Quetzaltenango y Totonicapán, el ente encargado de la vigilancia y monitoreo del agua es el MSPAS, según sus registros existen 12,500 sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, 75 % son administrados por comunidades y organizaciones civiles, 17 % por municipalidades y el resto por entidades privadas (MSPAS, 2013).

3.3. Calidad del Agua

En Guatemala se estima que el 90 % de las fuentes de agua superficiales se encuentran contaminadas con coliformes fecales, además los sistemas de abastecimiento y distribución son vulnerables debido a la antigüedad de la infraestructura, generando así focos de contaminación por desechos industriales, drenajes de aguas servidas y restos de productos agrícolas.

Dentro de las enfermedades de transmisión hídrica se consideran todas aquellas que son consecuencia del consumo voluntario o accidental de agua contaminada o debido a la exposición directa a aguas contaminadas, en muchos casos las lluvias arrastran materia fecal de personas o animales enfermos hacia las fuentes de agua (Lentini, 2010), en Guatemala este tipo de enfermedades son comunes, tomando en cuenta que la mayor parte de sistemas de abastecimiento de agua carecen de un sistema de desinfección, debido a factores económicos, sociales y culturales.

Generalmente la población se reusa a utilizar métodos de desinfección, como el cloro, por el sabor y olor que aporta al agua; por otra parte, existen paradigmas culturales sobre el agua, según

la cosmovisión maya y tradiciones ancestrales, el agua no es visto como un compuesto químico, sino como un elemento depurador, por lo que no es aceptada la “alteración” de la misma.

3.3.1. Norma Técnica Guatemala COGUANOR 29001

En base a este escenario es importante tener control de la calidad del agua para consumo humano, y establecer un estándar de la misma, por ello en el año 2013 se estableció la Norma Técnica Guatemala COGUANOR 29001, en la cual se establecen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de verificación para la calidad del agua, así también el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social como ente verificador y vigilante, establece el manual de especificaciones para la vigilancia y el control del agua para el consumo humano, que son la base para verificar la calidad del agua para consumo humano.

Según la norma las características físicas y organolépticas del agua para consumo humano se presentan a continuación.

Cuadro 23 Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm (d)
Potencial de hidrógeno	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5 (c)(d)
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).		
(c) En unidades de pH (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

Fuente: Norma Técnica COGUANOR NTG 29001. (COGUANOR, 2013)

Las características químicas del agua para consumo humano se describen a continuación.

Cuadro 24 Características químicas del agua para consumo humano

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0.5	1.0
Cloruro (Cl ⁻)	100.0	250.0
Dureza Total (CaCO ₃)	100.0	500.0
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100.0	250.0
Aluminio (Al)	0.050	0.100
Calcio (Ca)	75.0	150.0
Cinc (Zn)	3.0	70.0
Cobre (Cu)	0.050	1.500
Magnesio (Mg)	50.0	100.0
Manganeso total (Mn)	0.1	0.4
Hierro total (Fe) ^(b)	0.3	-----

a) El MSPAS será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.

b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

Fuente: Norma Técnica COGUANOR NTG 29001. (COGUANOR, 2013)

Las características microbiológicas del agua son las que requieren mayor control y vigilancia en Guatemala, dado a las circunstancias y condiciones históricas, la escasa infraestructura apropiada en los puntos de captación y la débil cobertura de saneamiento en el área rural, orilla a la población a utilizar pozos ciegos, situación que influye en la filtración de coliformes fecales a los mantos freáticos.

La norma técnica COGUANOR NTG 29001 presenta el siguiente cuadro con los límites máximos permisibles para microorganismos en el agua para consumo humano.

Cuadro 25 Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua

Microorganismos	Límite máximo permisible
Agua para consumo directo	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y E. coli	
Agua tratada que entra al sistema de distribución	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y E. coli	
Agua tratada en el sistema de distribución	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y E. coli	

Fuente: Norma Técnica COGUANOR NTG 29001. (COGUANOR, 2013)

3.3.2 Acuerdo ministerial 523 – 2013 vigilancia microbiológica en sistemas urbanos que abastecen a más de cien mil habitantes.

Este indica las técnicas que se deben aplicar, para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano en Guatemala. Asimismo, establece sistemas urbanos cuyo abastecimiento es para cabeceras municipales, aldeas, caseríos y otras formas de ordenamiento territorial que cuenten con más de 2,000 habitantes, siempre y cuando el 51% o más de los hogares disponga de alumbrado con energía eléctrica y abastecimiento domiciliar de agua por tubería (chorro) dentro de las viviendas, independiente de su denominación como paraje, cantón, barrio, zona, colonia, lotificación o parcelamiento (MSPAS, 2013). Por consiguiente, el resto de los sistemas de agua potable se consideran como sistemas rurales.

La frecuencia con la que el -MSPAS- debe efectuar la vigilancia del parámetro cloro residual para sistemas urbanos es de al menos una vez por día y para sistemas rurales de al menos una vez por semana, para la vigilancia microbiológica en sistemas urbanos que abastecen a más de cien mil habitantes, al menos una vez por día y para los sistemas urbanos que abastecen a menos de cien mil habitantes, debe consultarse el siguiente cuadro;

<i>Cuadro 26 Vigilancia microbiológica en sistemas urbanos menores a 100,000 habitantes</i>			
Habitantes abastecidos	Muestreos por mes	Habitantes abastecidos	Muestreos por mes
1 – 5000	1	50001 – 55000	11
5001 - 10000	2	55001 - 60000	12
10001 - 15000	3	60001 – 65000	13
15001 – 20000	4	65001 – 70000	14
20001 - 25000	5	70001 - 75000	15
25001 – 30000	6	75001 - 80000	16
30001 – 35000	7	80001 – 85000	17
35001 - 40000	8	85001 - 90000	18
40001 - 45000	9	90001 - 95000	19
45001 - 50000	10	95001 - 100000	20

Fuente: Acuerdo Ministerial 523-2013, Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo IV: **SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ.**

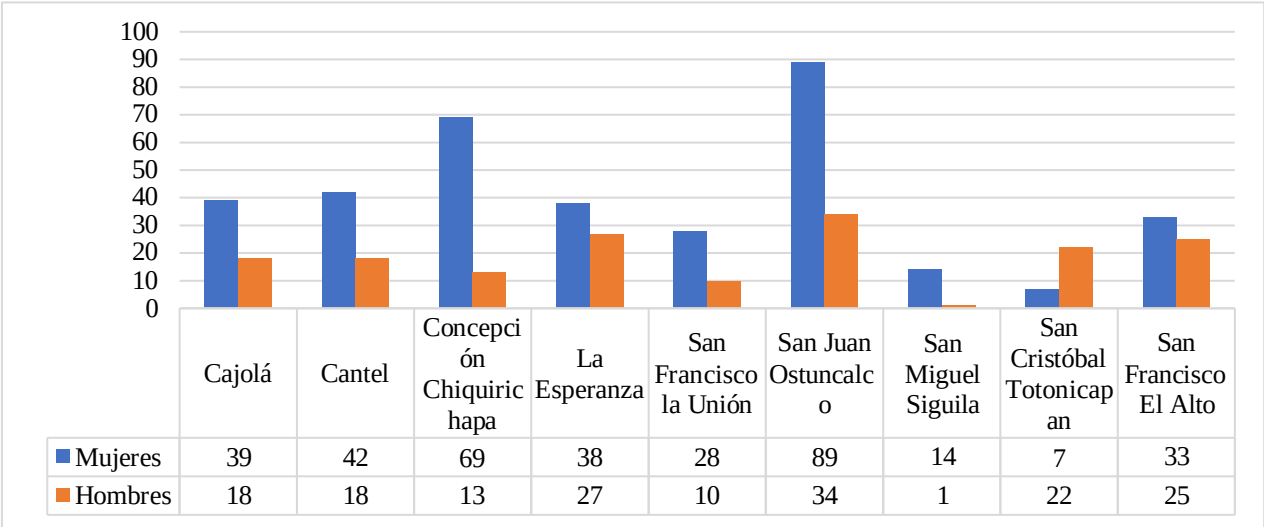
4. Información general del área investigada

4.1. Aspectos generales

El proyecto focaliza su intervención en la parte alta de la cuenca del río Samalá, luego de seleccionados los municipios y comunidades a intervenir se procedió al trabajo de campo, el cual permitió identificar variables técnicas como sociales que son importantes para la discusión del presente diagnóstico. Los hallazgos fueron los siguientes:

Respecto a la población encuestada segregada por sexo, se identificó que la mayoría fueron mujeres, siendo el municipio de San Juan Ostuncalco el más alto, con un dato 89 personas. En relación al sexo opuesto, el municipio de San Miguel Sigüilá, registró solamente un hombre. Esta situación pone de manifiesto una realidad social, consistente en la migración interna y externa que existe en los municipios de la parte alta de la cuenca, siendo entonces la mujer quien asume las responsabilidades del hogar.

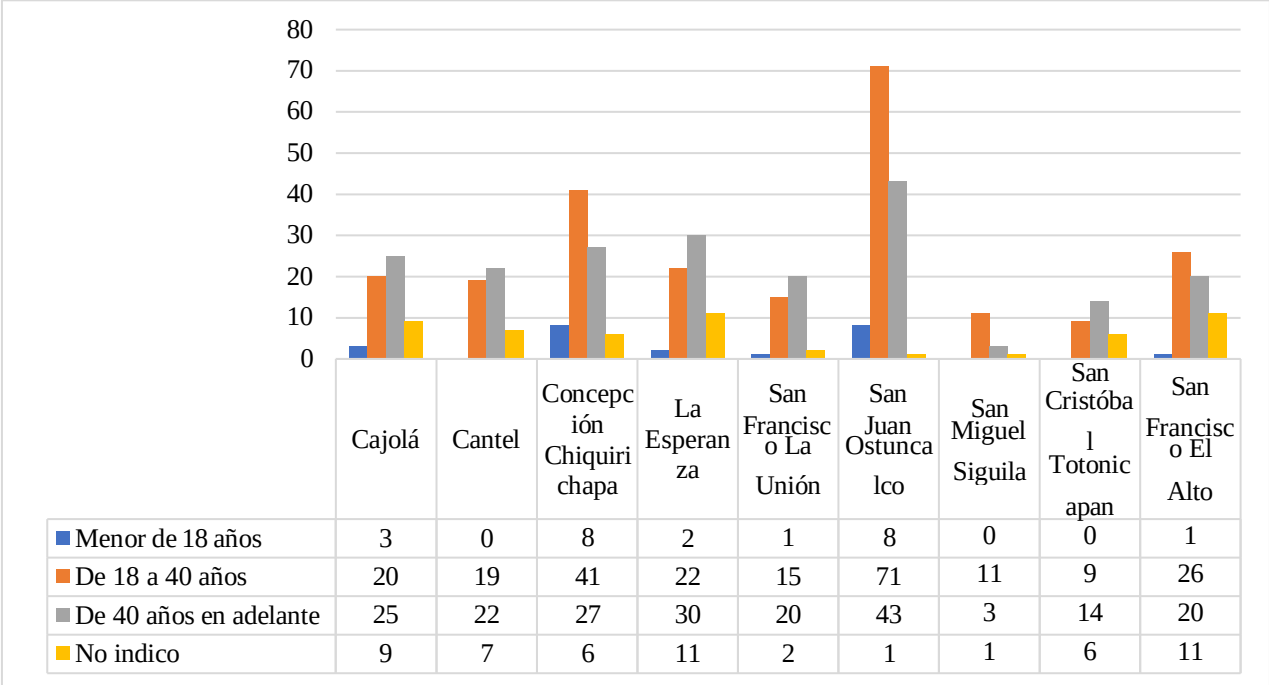
Gráfica 1 Personas encuestadas por sexo de los municipios priorizados de la Parte alta de la cuenca del Río Samalá.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Las personas encuestas con mayor representatividad, se ubican en el rango de 18 a 40 años, seguido de personas con 40 años en adelante. Este escenario recalca que la mayor parte de la población es joven, en ese sentido se visualiza la siguiente gráfica que establece los parámetros de edades por municipios.

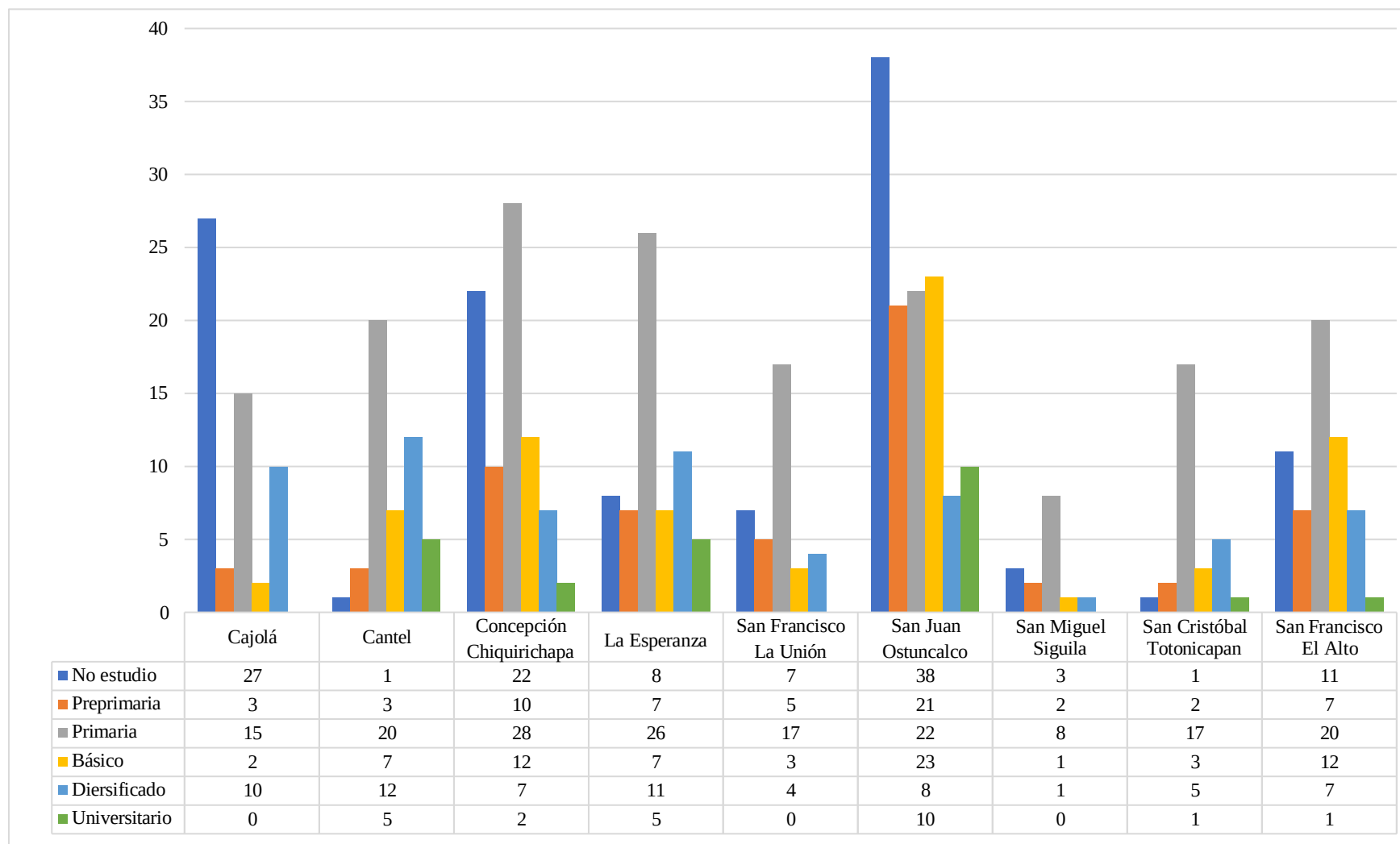
Gráfica 2 Rango de edad de personas encuestadas de los municipios priorizados de la Parte alta de la Cuenca del Río Samalá



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Otra variable importante a identificar en este proceso es el nivel educativo, lo cual representa un reto, considerando que este puede ser un factor por el cual existe mucha renuencia al tema de cloración, por consiguiente, se fundamental la implementación de procesos de sensibilización. La siguiente gráfica establece los niveles de escolaridad de los encuestados.

Gráfica 3 Nivel de escolaridad de personas encuestadas de los municipios priorizados de la parte Alta de la Cuenca del Río Samalá



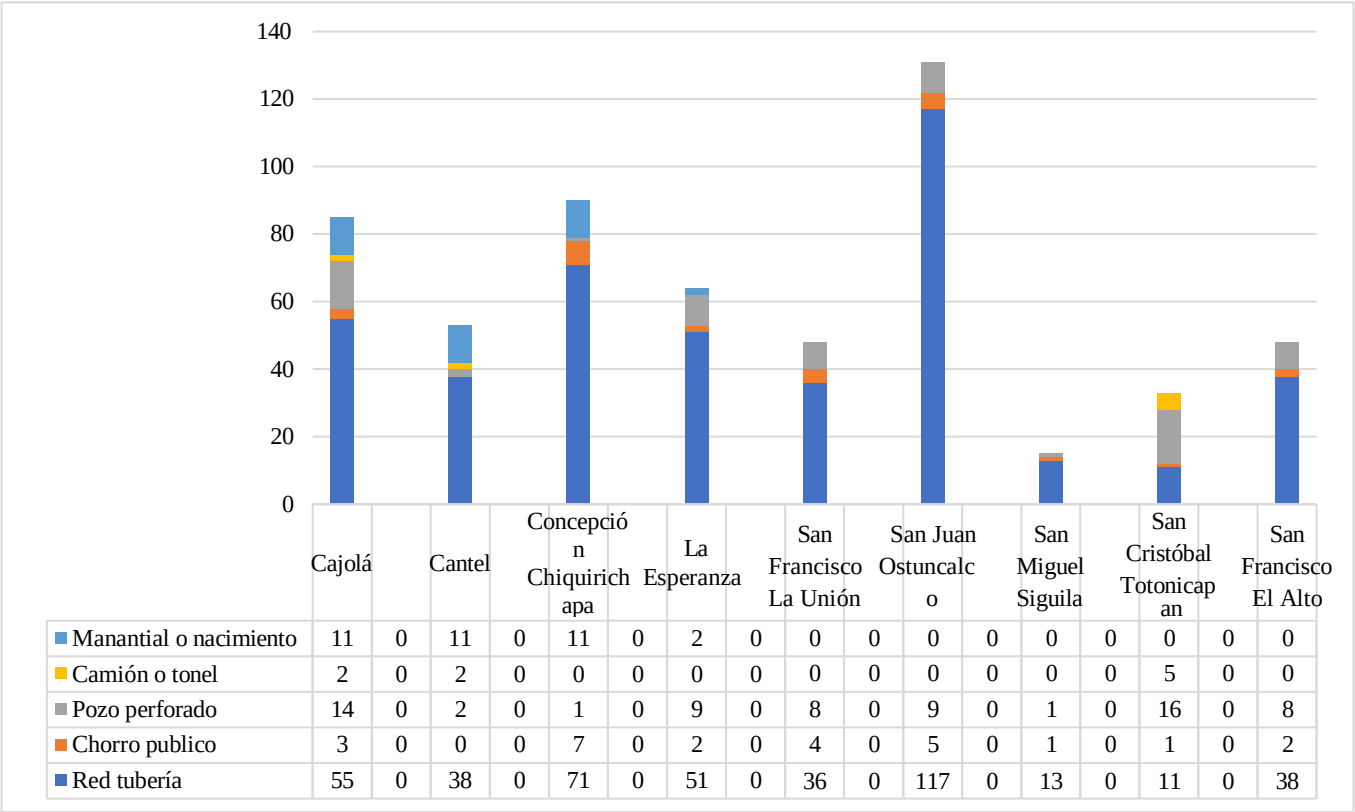
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Teniendo este panorama sobre la población vinculada a esta investigación, se procede a realizar un análisis, sobre la situación del agua para consumo, derivado de los cambios significativos que representan, a pesar de las cercanías territoriales.

4.2. Abastecimiento de agua.

Hablar sobre abastecimiento de agua para consumo humano en el país es una situación compleja, cuando los datos del censo del año 2018 reflejan que más de 3 millones de la población carecen del recurso hídrico. Este horizonte no se desvanece en el área de intervención, dado que existen varias comunidades que enfrentan esta dura situación. Por ello se presenta a continuación una gráfica que demuestra las formas de obtener agua para consumo humano.

Gráfica 4 Formas de obtención de agua para consumo humano de la parte alta de la cuenca del Río Samalá



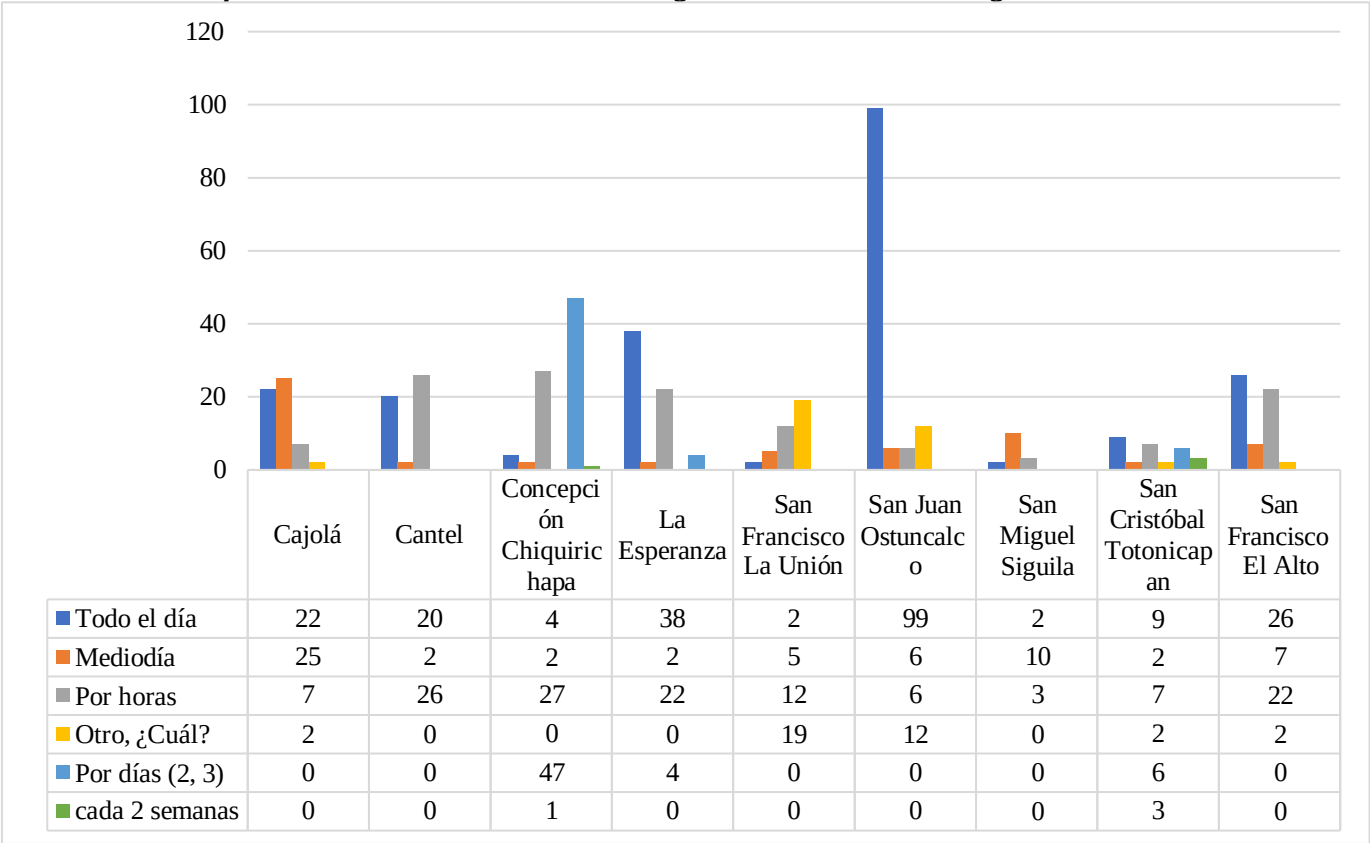
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En la parte alta la mayoría de hogares obtiene el recurso mediante una red de tubería, lo que implica que se abastecen mediante sistemas por gravedad, los cuales se suministran por

nacimientos o pozos mecánicos, a lo largo del recorrido en las comunidades se pudo determinar que la mayoría de sistemas ahora se encuentran conectados a pozos y donde las perforaciones rebasan los 1,000 pies. Situación alarmante considerando que en la parte alta se da la mayor parte de infiltración y por ende donde se ubican las zonas de recarga hídrica.

Tener una conexión a un sistema podría sobreentenderse como; contar con el servicio las 24 horas, sin embargo, no es así. Existen comunidades donde el abastecimiento es por horas a la semana. Este panorama fue un común denominador en los municipios, mismo que puede verificarse en la gráfica siguiente:

Gráfica 5 Frecuencia del servicio de agua en el área de investigación



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La gráfica demuestra que el 51.40% de la población cuenta con agua todo el día, seguido del 31% que se suministra por horas y en tercer lugar, que representa el 14% se abastece del recurso medio día. Al darse este fenómeno es normal encontrar casas que cuentan con más de un chorro, considerando que cada uno responde a sistemas de agua distinto.

Ilustración 3 Visita a vivienda del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango

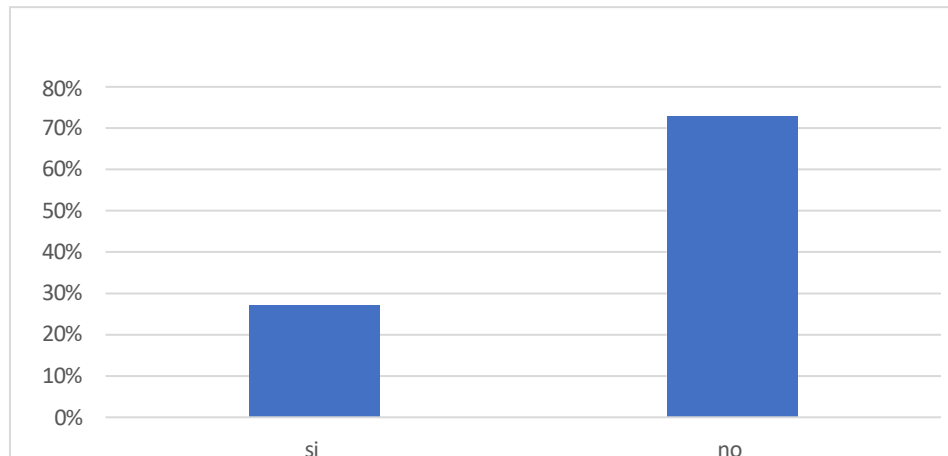


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Esto implica que la frecuencia de suministro es relativa, considerando que dependen de la acumulación de agua en función de los días y horas en que los sistemas proporcionan el servicio. Además, un pequeño porcentaje de la población se abastece a través de los chorros públicos, lo que genera una problemática adicional: el acarreo de agua.

El no disponer de la suficiente cantidad de agua para satisfacer las necesidades básicas del hogar, obliga a buscar algunas alternativas de suministro, por ello dentro de la CARS, se hizo notorio el acarreo de agua en todos los municipios. A continuación, se presentan los datos encontrados.

Gráfica 6 Población que realiza actividad de acarreo de agua

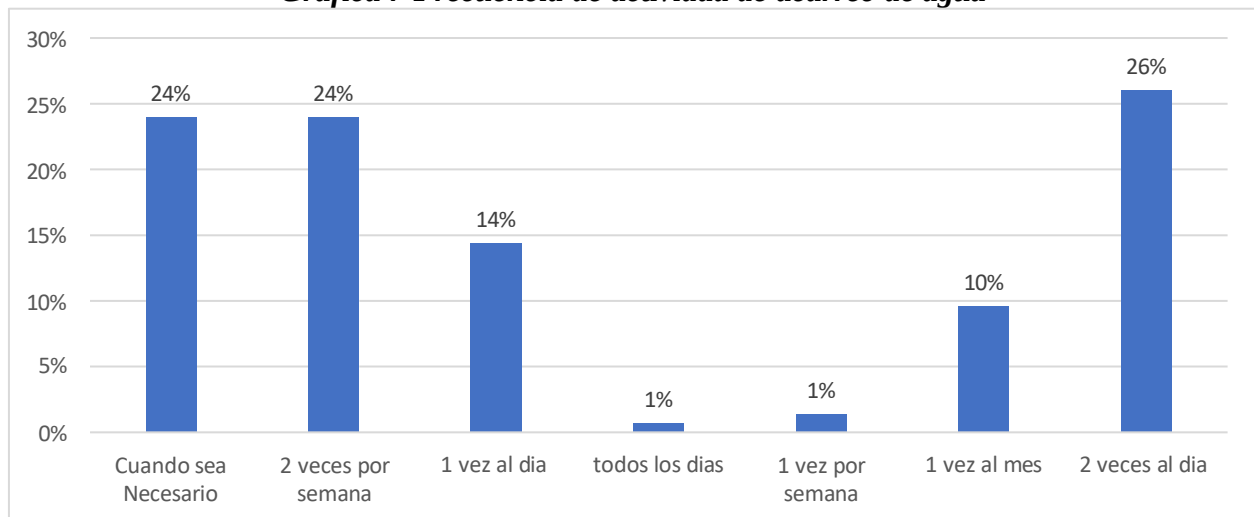


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

El 27% de la población investigada, indicó realizar esta actividad, situación que preocupa y remarca la violación al derecho humano al agua y por consiguiente los riesgos que implica para quien realiza la acción.

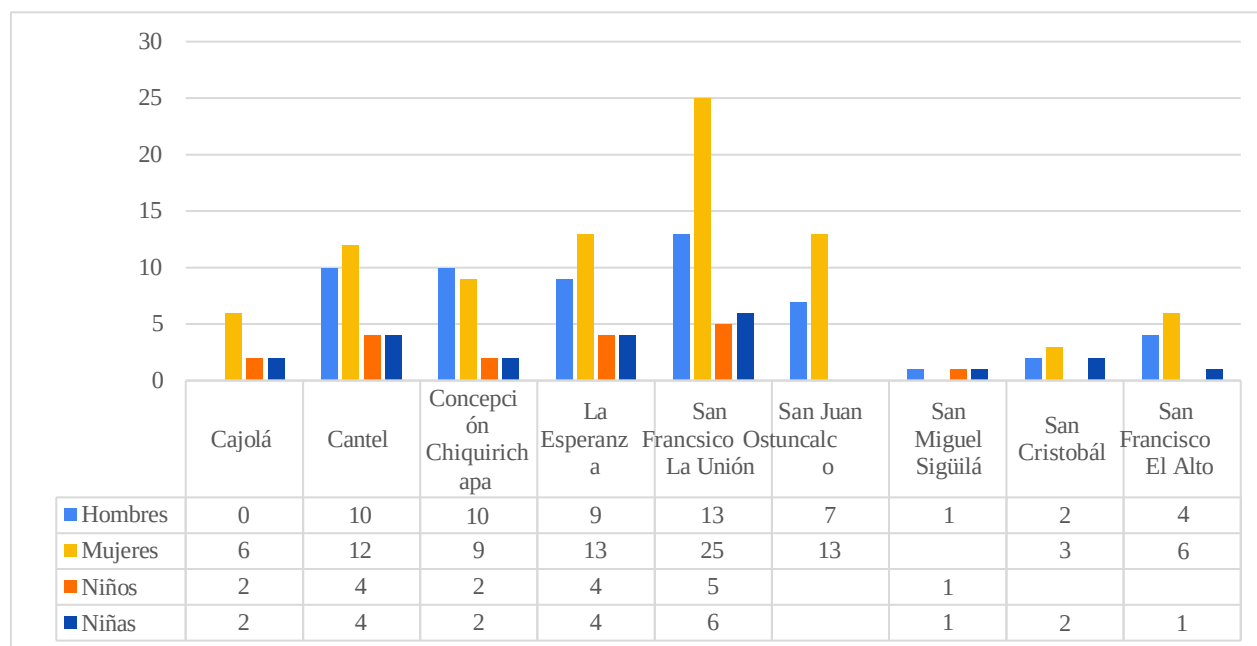
Para profundizar en la temática, se presentan los datos sobre la frecuencia con la que se realiza este trabajo, así como sobre quienes lo llevan a cabo. Esto permitirá determinar si dicho factor tiene un impacto en el desarrollo de las personas involucradas.

Gráfica 7 Frecuencia de actividad de acarreo de agua



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Gráfica 8 Quién realiza la actividad de acarreo de agua



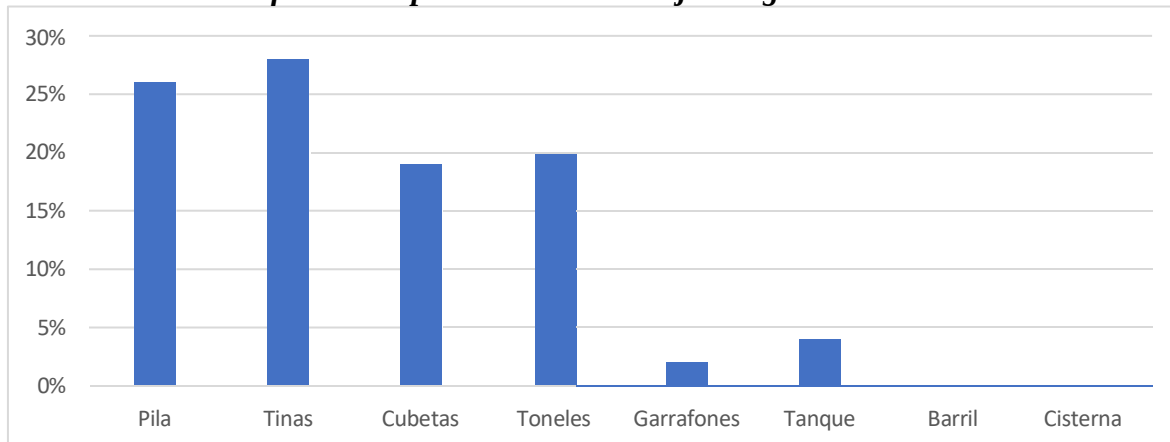
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Como se puede observar los datos más elevados en cuanto a la realización del acarreo de agua se marca con las mujeres, reflejando un 47%, seguido de un 31% donde son los hombres quienes desarrollan esta actividad y un 22% los niños y niñas. Este panorama sin duda pone de manifiesto dos factores; el primero es la sobrecarga en los roles de género, pues además de los múltiples escenarios que socialmente les competen a las mujeres, deben dedicar tiempo para abastecerse de agua, y la mayoría lo cumple en condiciones limitadas. Segundo, reduce el tiempo para mejorar sus condiciones de vida, limitando espacios de aprendizaje y sobre todo de participación en espacios de toma de decisión a nivel comunitario.

Por otro lado, la gráfica 7 especifica la frecuencia con la que se realiza esta tarea, el 24% lo realiza cuando sea necesario, asimismo, el 24% indico ejecutarlo dos veces por semana y el 14% una vez al día. Ambas gráficas patentizan que son las mujeres quienes se ven mayormente afectadas al no tener garantizado el derecho humano al agua. No solamente por las limitaciones que implica, sino por los riesgos que incurren en los trayectos, principalmente situaciones de violencia, tomando en cuenta que existen distancias que oscilan entre los 30 a 60 minutos por viaje, mismos que generalmente los efectúan a pie.

En estos recorridos es frecuente que lleven consigo, tinajas, cubetas y cualquier otro recipiente de fácil movilización, la gráfica a continuación, desglosa los depósitos en los que reúnen el agua, mismos que más adelante darán pauta para considerar elementos del prototipo.

Gráfica 9 Recipientes de almacenaje de agua en la CARS

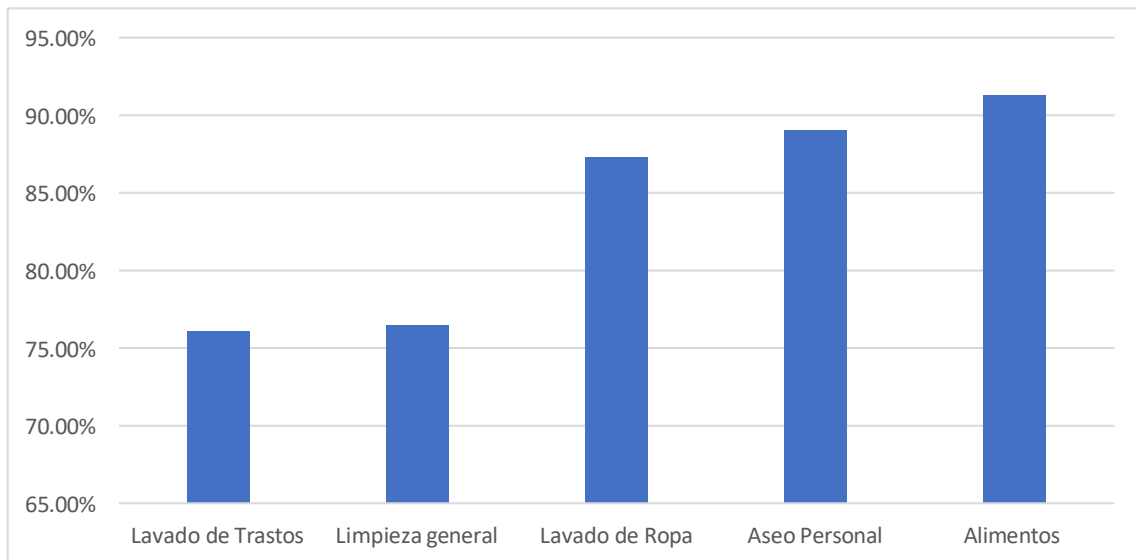


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Se observa que las opciones más recurrentes para almacenar agua son las tinajas con un 28%, las pilas con un 26% y los toneles con un 20%. La acumulación del recurso hídrico genera cierto nivel de contaminación, dependiendo de la higiene que contenga el recipiente y el tiempo que se mantenga en el mismo.

En este contexto, es necesario conocer cuáles son los usos que la población le da al agua, para identificar la importancia no solamente de contar con un abastecimiento suficiente, sino principalmente, que este sea de calidad. Por consiguiente, la gráfica a continuación, particulariza esta información.

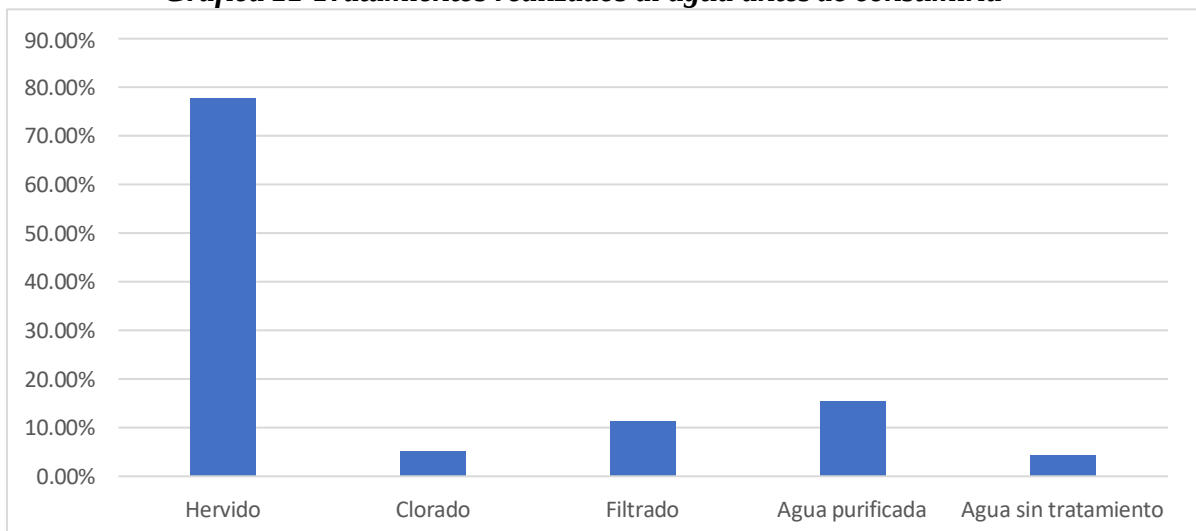
Gráfica 10 Usos del agua según población de CARS



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Más del 75% de los encuestados, en general, utiliza el agua para diversas actividades domésticas. Sin embargo, es importante destacar que durante el trabajo de campo se consultó a los participantes si también la empleaban para beber, la mayoría afirmó que sí. No obstante, antes de consumirla, muchos toman medidas preventivas para evitar enfermedades gastrointestinales. La gráfica a continuación, describe las principales acciones que llevan a cabo para mejorar la calidad del agua.

Gráfica 11 Tratamientos realizados al agua antes de consumirla

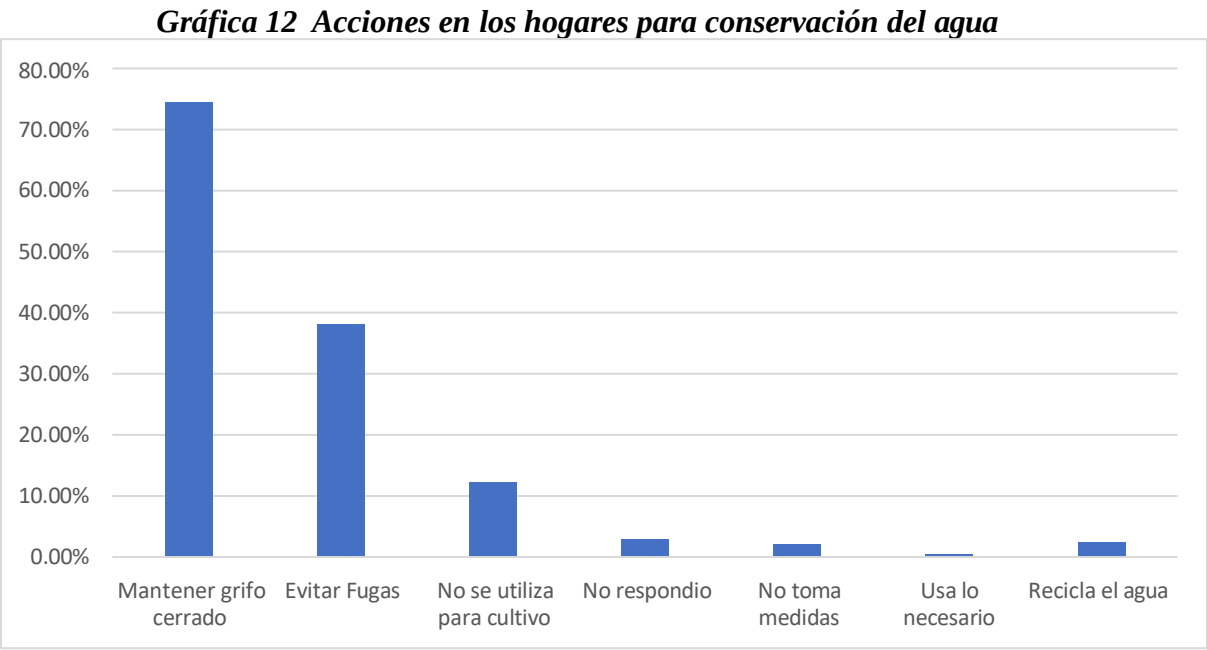


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

El 78% de la población aplica el método de ebullición al agua antes de consumirla, sin embargo, en muchos hogares utilizan más de dos formas, la más frecuente es abastecerse de agua purificada, lo que implica un costo entre Q.16.00 – Q20.00 por garrafón. Un dato importante de resaltar es que el 11.39% hace uso de algún tipo de filtro, pero lamentablemente no realizan ningún proceso de limpieza y mantenimiento al mismo, generando una situación insalubre y convirtiéndose en foco de enfermedades.

A pesar de beber agua hervida, las estadísticas del capítulo 1 demuestran las constantes enfermedades de presunto origen hídrico, tomando en cuenta los datos de la gráfica 10, se observa que más del 90% de la población la utiliza para preparar alimentos, lo cual se convierte en una variable indispensable para considerar necesaria la implementación de la cloración, en los sistemas de agua y visualizarlo más allá de tabús generados por este método de desinfección.

El escenario que vive la CARS respecto al abastecimiento de agua, crea una responsabilidad y conciencia en relación al agua. Derivado de ello se plantea la siguiente gráfica que revela las acciones que se realizan desde los hogares para la conservación de la misma.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Principalmente en los hogares de la CARS mantienen los grifos cerrados para no derrochar el agua, un 38% evita las fugas y un aspecto relevante es que únicamente el 0.38% utiliza lo necesario, lo que refleja que no hay una cultura de conservación y protección del recurso hídrico desde las viviendas, por ende, tampoco existe desde el sector agroindustrial debido al uso excesivo que realiza. Estos se convierten en argumentos de la urgente y necesaria aprobación e implementación de una ley de aguas en Guatemala.

4.3. Gestión Comunitaria de Sistemas de Agua

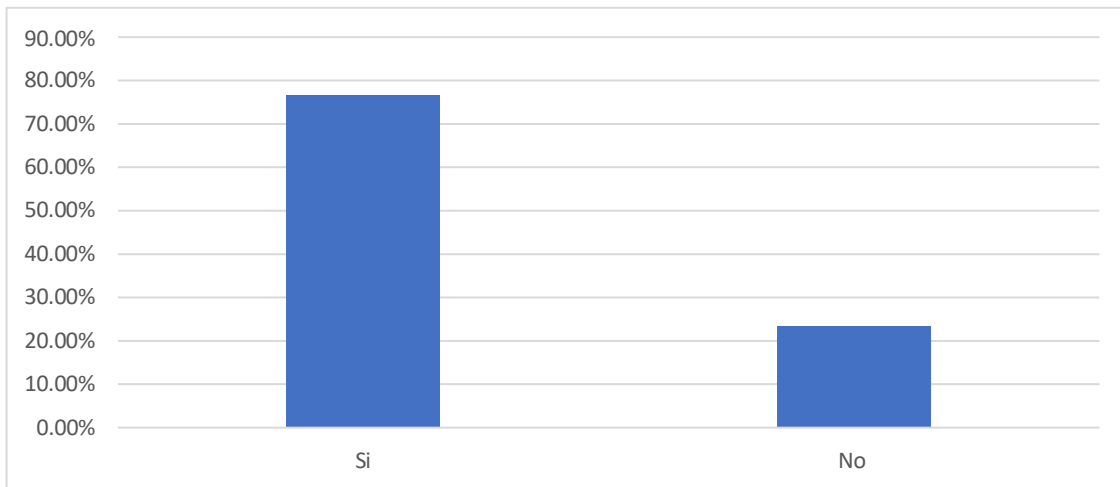
La gestión comunitaria del agua, es entendida como la forma en que una estructura organizativa, es decir, Comité de agua o COCODE, administra, opera y da mantenimiento al servicio de agua potable en la comunidad a manera de satisfacer las necesidades básicas. Mediante la gestión de los recursos naturales, la organización y sobre todo la participación de los involucrados.

Partiendo de este concepto, dentro de las comunidades de la CARS la gestión comunitaria del agua es muy común, derivado de la escasa gestión municipal sobre el tema de agua y saneamiento. Generalmente esta acción se da a nivel de casco urbano de los municipios, dejando fuera a los sectores más vulnerables, por esta razón, el tema se presta para incidir y simpatizar en época de campaña electoral con un partido político en especial, que contemple dentro de su plan de gobierno el desarrollo de proyectos en la materia a comunidades específicas.

Esta organización requiere de un respaldo económico para funcionar, por ello cada usuario del sistema de agua está en la obligación de pagar una tarifa, ya sea de manera mensual o anual, la cual permite sufragar la adquisición de árboles para jornadas de reforestación, tubería y accesorios. En algunos casos también contempla el pago mensual o anual de 1 o 2 fontaneros comunitarios, en otros casos trabajan ad honorem, por orden de listado, es decir, que todos los beneficiarios deben nombrar un representante que debe trabajar como fontanero o como integrante de la estructura comunitaria existente en el lugar.

Por esa razón se presenta la siguiente gráfica que establece el porcentaje de población que paga una tarifa por el servicio.

Gráfica 13 Población que efectúa pago por el servicio de agua



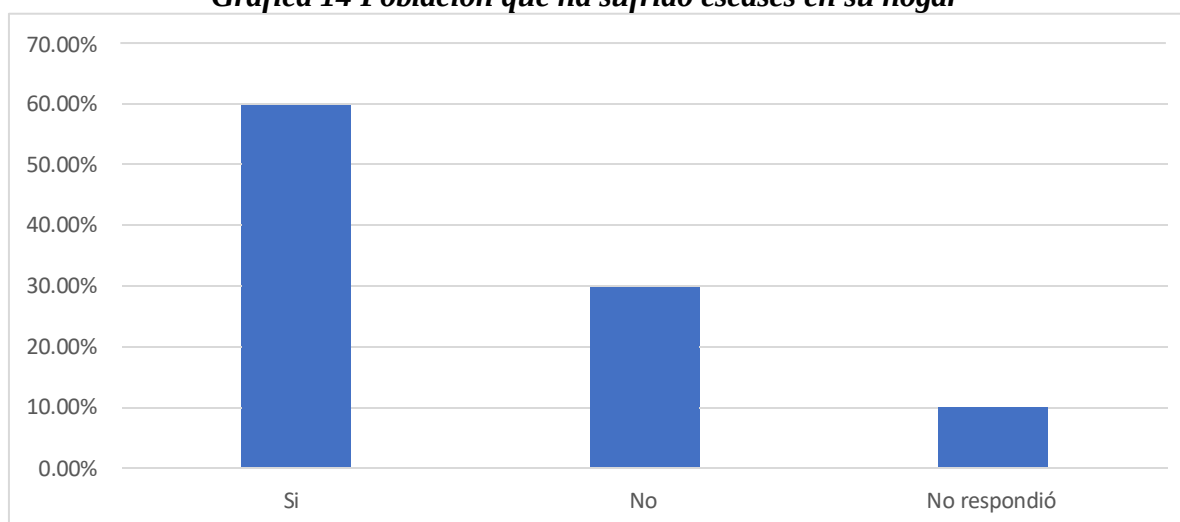
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Los datos expresan que el 77% de la población realiza un pago por la prestación del servicio de agua, sin embargo, solamente el 58% de la misma está al día. La tardanza y por ende el aumento de morosidad para dar abastecimiento de agua se observó en su mayoría en los sistemas del casco urbano, es decir, donde las municipalidades prestan el servicio. Un caso contrario se contempló en las comunidades, derivado a la organización y participación se han creado reglamentos de agua, los cuales estipulan que ante la falta de pago de máximo dos cuotas, el servicio será desconectado y al momento de conectar nuevamente debe hacer efectivo el pago de una multa.

Estas medidas si son llevadas a cabo, lo que permite una estrategia para que la población se mantenga dentro del marco de los acuerdos y reglas establecidas. Aunado a ello cada beneficiario debe donar su tiempo para realizar trabajos de mantenimiento cuando sea requerido por el comité, esto con el fin de contar con el servicio lo más frecuentemente posible.

Todas estas acciones se derivan de la necesidad de abastecimiento por lo que es habitual en algunos sectores carecer del recurso, la gráfica a continuación, demuestra los porcentajes de la población de la CARS, que ha sufrido escases de agua en su hogar.

Gráfica 14 Población que ha sufrido escases en su hogar



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La situación se hace alarmante cuando más de 50% de la población ha sufrido escases, si bien para algunos es temporal, para la mayoría es una condición permanente que afecta su calidad de vida.

Sin embargo, dentro de este modelo comunitario, también existe un factor que predomina; la cultura. Es cautivador como se ha ligado al tema de la conservación y preservación de los bienes naturales, como suelen llamarles. Alrededor de ello surge la cosmovisión del agua; siendo la manera en que los pueblos indígenas, las tradiciones religiosas y espirituales conciben al agua.

Este concepto describe al agua como un elemento sagrado que está íntimamente ligado al ser humano, tomando en consideración que el cuerpo se conforma entre el 50% y 70% de agua. Por ello tiene una identidad y es un ser vivo que requiere cuidados. Tal como lo describe el Dr. Daniel Matul, presidente de la Liga Maya en Guatemala;

“El agua se reconoce como sistema vivo, significa la vida. En la ceremonia, el agua es potencia siempre presente y por ello se busca correlacionar la conciencia humana con la conciencia del agua Criatura-Universo. El agua no se reduce al compuesto de hidrógeno y oxígeno, se encuentra íntimamente vinculada a la vida vegetal y a los fenómenos siderales. Al agua se le habla; se le conversa; se le acaricia; se le transmiten alegrías y tristezas. Todo mundo sabe que el agua piensa, siente, reflexiona, llora y también se entristece.”

De ahí surge la necesidad de mejorar la organización para tomar ciertas medidas dentro de las cuales se encuentra el cuidado de lugares sagrados, como los nacimientos de agua; son categorizados así, debido a que de ellos emana la vida.

Ante este panorama, existe la creencia que las mujeres no pueden acercarse a estas fuentes de agua, porque es causa de provocar los escasos del bien. Por ende, quienes realizan acciones de limpieza o mejoramiento del sistema, y cuando permiten el acceso al personal del MSPAS para la toma de muestras de agua, deben ser hombres quienes lo desarrollen, o una persona que este autorizada por la comunidad, regularmente es un adulto mayor que debe estar en óptimas condiciones a nivel espiritual a quien se le conceden este privilegio.

En comunidades de los municipios de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, no han permitido el ingreso a los nacimientos de una persona ajena a la comunidad.

En el inicio de la época de invierno se realiza una ceremonia, generalmente es el 1 de marzo, la cual consta de dos días; uno para realizar un ritual maya y en el otro, un servicio evangélico. Ambos con la finalidad de agradecer a Dios y al universo el comienzo de la lluvia. Las flores, comida, música y alegría son elementos indispensables en esta celebración. Para llevar a cabo dicha actividad cada usuario debe otorgar una contribución económica.

4.4. Gestión Municipal de Sistemas de Agua

Una administración eficiente se dirige hacia el bienestar social, económico y ambiental, debe ser el propósito de la gestión municipal. Y más aún, cuando se habla sobre agua y saneamiento. Las diversas problemáticas ambientales como; verter los desechos sólidos y líquidos en cuerpos de agua; los distintos y desmedidos usos del agua en la industria, agricultura y consumo humano; y el crecimiento poblacional. Se convierten en factores que dificultan la disponibilidad del recurso hídrico. Este escenario dificulta a los gobiernos municipales, al ser ellos quienes, por mandato del código municipal, tienen establecidas sus competencias, como lo menciona en el artículo 68:

Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes: a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros;

administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final (Congreso de la Republica de Guatemala , 2002)

Artículo 72: El municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y por lo tanto tienen competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos.

Artículo 73: Forma de establecimiento y prestación de los servicios municipales; los servicios públicos municipales serán prestados y administrados por las municipalidades y sus dependencias administrativas. (Congreso de la Republica de Guatemala , 2002)

Es fundamental conocer las gestiones municipales relacionadas al tema del agua, especialmente por su ubicación geográfica, considerando que, al encontrarse en la parte alta de la cuenca, las acciones inciden en la parte media y baja de la misma. En este sentido, se presenta a continuación una serie de variables analizadas en los municipios priorizados, las cuales permiten ahondar en la temática e identificar falencias en la misma.

4.4.1. Abastecimiento de agua dentro de los gobiernos locales

En los municipios priorizados ha existido cambio de gobiernos locales, lo que genera dos escenarios: el primero; es retroceder procesos realizados por el gobierno anterior y segundo; generar nuevas expectativas y voluntad política para mejorar las condiciones del abastecimiento de agua. Ante ello se ha logrado avanzar especialmente por la voluntad política de los actuales gobiernos.

La particularidad es que la demanda supera la oferta de agua generando un estrés hídrico; a pesar de las condiciones de acceso al agua, la población continúa solicitando proyectos de acceso vial, en este sentido cabe resaltar que un factor por lo cual se da este fenómeno, es debido a los altos costos que implican los proyectos de agua. Siendo esta una de las principales razones por las cuales no se le da prioridad al tema de agua y saneamiento, a ello también se suma la poca

incidencia que existe de parte de la población al presentar sus demandas y necesidades respecto al tema en espacios como el Concejo Municipal de Desarrollo – COMUDE- en donde la prioridad para la aprobación de proyectos es en agua y educación.

Las autoridades municipales refieren que el tema del agua presenta una situación preocupante, siendo el financiamiento un factor imprescindible y por consiguiente no se ejecutan proyectos en esta materia.

4.4.2. Cobertura de la municipalidad respecto a agua y saneamiento

Respecto a la cobertura municipal existen diferentes gestiones en la parte alta de la cuenca. La primera; son los municipios como San Juan Ostuncalco y La Esperanza que abarcan al casco urbano y algunas Aldeas y Comunidades, la Segunda que es dotar únicamente al casco urbano y la última, como el centro de Cantel, en donde no prestan el servicio al casco urbano ni a comunidades. El servicio es brindado entre 700 a 2,300 usuarios. En el Caso de San Juan Ostuncalco, que abastece algunas comunidades tiene 10,000 usuarios aproximadamente.

La tarifa municipal establecida por el servicio de agua es mínima y está en los rangos de Q3.00 a Q25.00 mensuales, el municipio de La Esperanza y San Juan Ostuncalco cuentan con tarifas diferenciadas, según el tipo de consumidor. Sin duda estos ingresos son insuficientes para mejorar e incrementar el abastecimiento, considerando que actualmente no es suficiente para atender las necesidades de la población.

Un factor importante que se suma a las pequeñas tarifas establecidas, es el alto índice de morosidad de los usuarios, una dificultad que perjudica los fondos administrativos. Algunos municipios llevan el registro de ello, sin embargo, para evitar inconvenientes en la población se evaden estos asuntos. Al contar con pocos ingresos a las arcas municipales por tema de agua, es imposible dejar de pensar en subsidios, principalmente por energía eléctrica, algunos municipios reportaron que estos oscilan entre el 40% y 82%. Lo que reduce significativamente los presupuestos municipales anuales.

La cloración del agua para consumo humano es un tema de interés, el acompañamiento municipal a los Inspectores de Saneamiento – ISA- de los centros de salud es imperativo, esto permite brindar agua de calidad, aunque por situaciones culturales en algunos lugares con fuerte presencia de alcaldes auxiliares no permiten esta práctica de dosificación de cloro.

En otros casos, optan por aplicar el cloro, pero en dosis menores, para reducir su olor y sabor, que son las condiciones que ha percibido el usuario en el agua. y por último, en la mayoría de sistemas no utilizan ningún método de desinfección, no obstante cuando realizan el lavado de tanques, utilizan cloro como medida de mitigación bacteriana.

Este panorama refleja, por una parte, el poco involucramiento y voluntad política en mejorar las condiciones de la población y con ello dar cumplimiento a lo establecido por el código municipal. Por otra parte, obliga a la población a organizarse, y a partir de ello se convierten en gestores comunitarios de agua, es decir, los sistemas de abastecimiento de agua son manejados por los comités de agua desde la organización, construcción, operación y mantenimiento.

Respecto al tema de saneamiento, son escasas las plantas de tratamiento para agua residuales, una situación que se evidencio en el trabajo de campo, es el seguimiento correcto a este tipo de infraestructura, tomando en cuenta que en algunos municipios existen pero han quedado inconclusas o finalizadas pero en este caso suceden dos aspectos; no se encuentran operando debido a que no existen derechos de paso, o están en funcionamiento pero no realizan el mantenimiento ante la falta de derechos de paso. En donde está en funcionamiento esta infraestructura, cubre únicamente sectores. Dado que aún se carece de sistemas de drenaje en los municipios, situación que implica desfogar a flor de tierra, exponiendo la calidad de agua para consumo.

A esto se suma una problemática complicada; la gran cantidad generada de desechos sólidos, respecto a este tema el apoyo e interés es escaso de parte de las municipalidades, especialmente para una adecuada clasificación y recolección de basura y por ende es evidente no encontrar plantas de tratamiento de desechos sólidos. En el caso de San Juan Ostuncalco no se dio seguimiento al financiamiento y no se logró avanzar en la construcción.

4.4.3. Dependencias encargadas de la gestión y administración del agua a nivel municipal

Como en cualquier espacio es necesario que exista personal destinado a realizar las distintas acciones sobre el agua y saneamiento, por ello se profundizó en las municipalidades para conocer quien es la dependencia encargada de darle seguimiento a este tema.

En algunos municipios existe una oficina municipal de agua saneamiento conformadas por una parte administrativa y una parte técnica la cual está compuesta por un equipo de fontaneros. En otras existe un concejal designado con apoyo de un departamento de fontaneros y un departamento de agua que ve toda la parte administrativa y finalmente hay municipalidades que cuentan con departamentos de agua y saneamiento.

Desde el espacio administrativo las acciones que realizan son; la aplicación de reglamento, las notificaciones por morosidades y la visita de campo y gestiones administrativas para la autorización de nuevos servicios de agua municipal.

Dentro de las acciones técnicas los fontaneros ejecutan la lectura de contadores, (son escasos los municipios que cuentan con estos sistemas), mantenimiento y operación de los sistemas de agua como tal. Esto implica el manejo de las bombas, coordinar la limpieza de tanques con personal del centro de salud y realizar reparaciones de tubería.

4.4.4. Personal apropiado y capacitado para atender la demanda de abastecimiento de agua

Un factor que determina la calidad de prestación del servicio, es contar con personal técnico y administrativo, apropiado y capacitado para atender el servicio de agua. Respecto a la parte administrativa la mayoría si cuenta con esas características. Con relación a los fontaneros que están operando desde la parte técnica tienen un aprendizaje continuo, las particularidades de los sistemas genera el expertiz de trabajo.

4.4.5. Valoración de la gestión municipal del agua actual

Al analizar la gestión del agua, es importante evaluar cómo se está desarrollando, especialmente considerando que los municipios han experimentado un cambio de gobierno, lo cual implica reiniciar procesos. Dado que la nueva administración lleva menos del año en funciones, resulta complejo valorar su desempeño en este aspecto. Sin embargo, según la experiencia de los gobernantes locales, la gestión del agua se considera satisfactoria hasta el momento, debido a que no han registrado quejas por un mal servicio. Ante percances en el sistema, se ha brindado atención inmediata para evitar afectar a los usuarios.

Esto no implica que para algunos sea un escenario difícil la gestión del agua, tomando en cuenta el proselitismo que existe y no permite avanzar, si bien son decisiones políticas que apuestan a implementar cambios, el apoyo u oposición de la población, es un factor determinante.

Otra situación evidenciada es que la mayoría de municipalidades atienden los problemas mediante medidas correctivas y no preventivas, esto sustentado desde el escaso presupuesto que se tiene destinado para fines de agua y saneamiento.

Sin embargo, es importante mencionar que cuando existen necesidades desde los sistemas de agua manejados por los comités CAS y se abocan a la municipalidad mediante una solicitud, existe cierto apoyo con materiales para la reparación, sin embargo, la mano de obra no calificada debe ser cubierta por la población. Se debe de tener un plan de mantenimiento principalmente medidas preventivas y cuando sea el caso correctivas.

4.4.6. Proyectos planificados

En esta sección es trascendental la participación de la población, debido a que se toma en cuenta la priorización establecida desde los COCODES y COMUDES, no obstante, son escasos en tema de agua. Por lo que algunos municipios optan por planificar en base a las necesidades identificadas en las distintas actividades de mantenimiento o en la mejora de abastecimiento, mediante la perforación de pozos, Excluyendo las mejoras en las redes de impulsión y distribución, algunas de las cuales superan los 20 años de uso en ciertos lugares.

4.4.7. Herramientas de gestión

Las dependencias establecidas en cada municipio, aplican ciertas herramientas que facilitan y ayudan a mejorar la gestión municipal del agua, siendo las siguientes:

- Reglamento municipal de agua; el cual establece parámetros para nuevas conexiones, tafias y acciones a tomar en caso de existir morosidad.
- POA - Planificación Operativa Anual; esta herramienta detalla las actividades a realizar tanto a nivel técnico como administrativo para mantener el servicio en optimas condiciones y cuyas acciones responden a los objetivos estratégicos de las municipalidades.

Algunas municipalidades que han contado con acompañamiento y asesoramiento de organizaciones no gubernamentales, cuentan con herramientas adicionales como: planes de sensibilidad, reglamentos actualizados y con tarifas diferenciadas, planes de manejo de zonas de recarga hídrica y políticas hídricas municipales. Por lo que su aplicación es indispensable para aportar en el avance de la gestión del agua, pero más aún que las autoridades apoyen estas acciones.

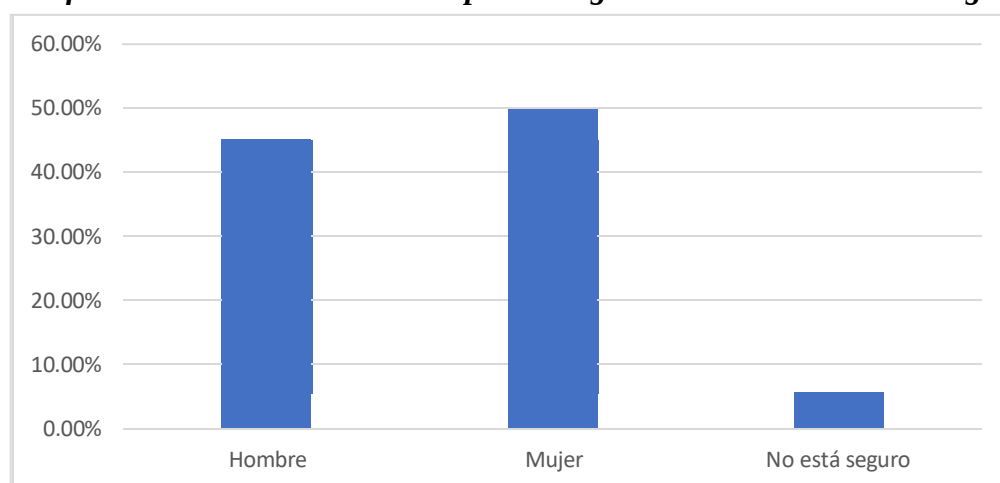
4.4.8. Perfilación de proyectos

Sin duda, quienes trabajan en las dependencias conocen bien las diversas necesidades en cuanto a agua y saneamiento; sin embargo, al momento de perfilar proyectos, no son ellos quienes llevan a cabo ese proceso, por ello, es importante considerar su integración en el desarrollo de la planificación, sus aportes pueden ser significativos y desde un enfoque diferente. Esta perspectiva suele pasar desapercibida cuando la planificación se realiza desde otras instancias.

4.5. Género y agua

Estos dos términos se encuentran íntimamente ligados, considerando que son las mujeres quienes tienen mayor contacto con el recurso hídrico durante todo el día, a pesar de ello en muchos hogares no son ellas quienes toman las decisiones respecto al agua, la gráfica a continuación, detalla este aspecto.

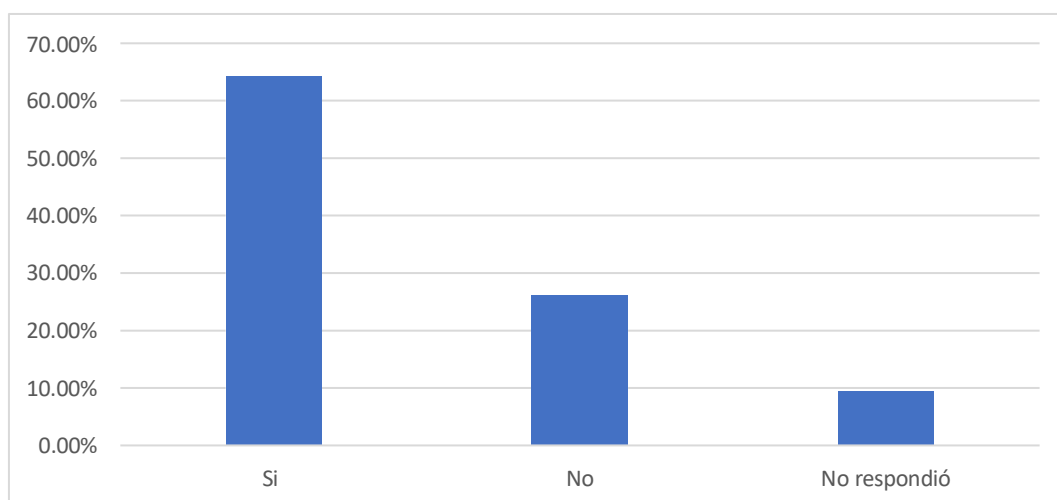
Gráfica 15 Toma de decisiones respecto al agua en las actividades del hogar



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Aunque el 49.53% indicó que una mujer tomaba las decisiones en el hogar, muchas de ellas son voceras únicamente, es decir, lo consultan con su pareja antes de resolver una situación. Partiendo de este escenario es importante conocer el nivel de participación e intervención de las mujeres dentro de espacios de toma de decisión, no obstante, existe parte de la población que no sabe que existen estas plataformas de organización e incidencia política. La siguiente gráfica visibiliza esta acción.

Gráfica 16 Conocimiento de la existencia de un Comité de agua en la comunidad



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

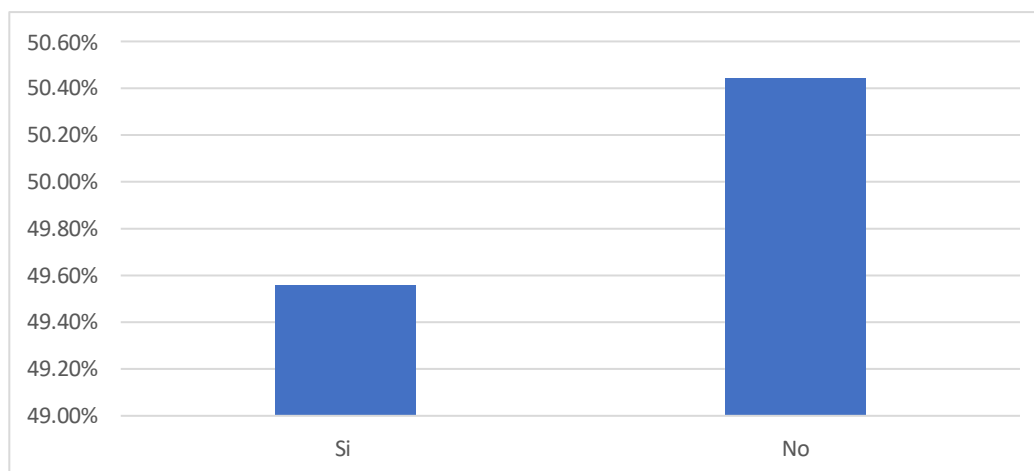
Se observa que un 26% no tiene conocimiento de esta estructura organizativa y un 9% decidió no responder. Esto refleja la apatía que existe de involucrarse en estos espacios que permiten tomar

decisiones, lamentablemente en ocasiones la participación es obligatoria, limitando sus acciones y deseo de mejorar las condiciones de la comunidad.

Ante los datos anteriores, se consideró oportuno identificar si conoce de la participación de las mujeres en estos espacios, el 41% reconoce que, si existe, sin embargo, el 38% no lo sabe y el 21% no está seguro. Lo que sin duda evidencia la necesidad de visibilizar el trabajo desarrollado por las mujeres en este tipo de estructuras.

Un elemento a resaltar desde la perspectiva de las mujeres es si tienen el deseo de participar en alguna de las organizaciones comunitarias, por lo que se presenta la gráfica a continuación.

Gráfica 17 Deseo de participar en alguna estructura organizativa



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Los datos evidencian que cerca del 50% de las mujeres si les gustaría ser parte de alguna estructura organizativa. Y un poco mas del 50% indico que no, principalmente por la falta de tiempo, ante las distintas tareas del hogar; las limitaciones en oportunidades, debido a que no confían en las mujeres y por los horarios en los que realizan las reuniones estas regularmente son después de las 6 de la tarde lo que provoca temor ante cualquier acto de violencia en su contra; la influencia de normas culturales es otro factor, tomando en cuenta que en la CARS hay un número significativo de migración nacional e internacional obligando a las damas a ser jefas de familia, sin embargo, no tienen la facultad de tomar decisiones y por ende de participar en representación de su hogar, en este sentido es el padre, abuelo, suegro o hermano quien asume ese papel; y por último, la ausencia de roles de liderazgo, es difícil encontrar una mujer con esta característica y eso es debido a la formación y entorno en el cual ha crecido, tomando en cuenta que en las áreas

rurales se ve a la mujer desde un rol reproductivo y no productivo. Ocasionando baja autoestima y, por consiguiente, timidez para expresar sus ideas.

4.6. Descripción de información recopilada en la toma de muestras.

Tras realizar el trabajo de campo se recopiló información básica, como la georreferenciación de los municipios de intervención, por ello se presenta el siguiente cuadro.

Cuadro 27 Ubicación geográfica de los municipios intervenidos

No.	Municipio	Departamento	Ubicación	Altitud
1.	Cajolá	Quetzaltenango	14.92205, -91.61478	2,510 msnm
2.	Cantel	Quetzaltenango	14.81154, -91.45536	2,370 msnm
3.	Concepción Chiquirichapa	Quetzaltenango	14.8551, -91.6236	2,561 msnm
4.	La Esperanza	Quetzaltenango	14.87169, -91.5614	2,465 msnm
5.	San Cristóbal	Totonicapán	14.91682, -91.4406	2,330 msnm
6.	San Francisco El Alto	Totonicapán	14.9449, -91.4431	2,610 msnm
7.	San Francisco La Unión	Quetzaltenango	14.9235, -91.54157	2,770 msnm
8.	San Juan Ostuncalco	Quetzaltenango	14.87328, -91.6897	2,502 msnm
9.	San Miguel Sigüilá	Quetzaltenango	14.89547, -91.61457	2,450 msnm

Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En los nueve municipios se muestreo un total de treinta y cinco sistemas de abastecimiento de agua potable, los cuales son por gravedad, y pozos mecánicos y artesanales, el número de sistemas a muestrear por municipio se basó a la cantidad de sistemas que tiene cada municipio registrados en el SIGSA SIVIAGUA.

Contar con el apoyo del personal encargado de agua de las municipalidades e inspectores de agua y saneamiento de los centros de salud, fue fundamental para adentrarse a los territorios, tomando en cuenta que existieron cambios en los sistemas identificados debido al poco acceso y disposición de los administradores, donde en su mayoría es una estructura organizativa comunitaria y quienes se abstuvieron de participar en la toma de muestras.

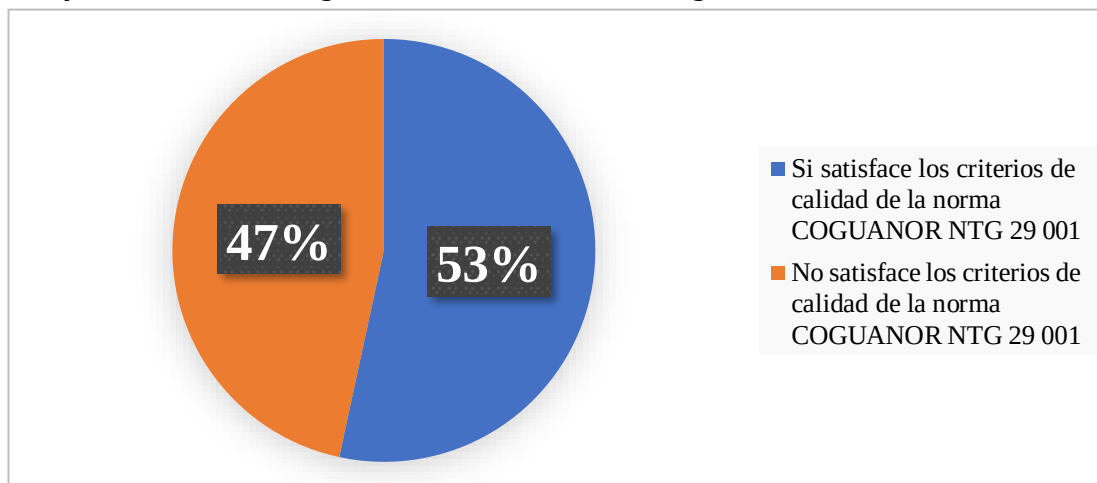
De los treinta y cinco sistemas, en veintiocho se tomó la muestra de los cuatro puntos, como lo establece el Acuerdo 523 – 2013 “Manual De Especificaciones Para La Vigilancia Y El Control

De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano” siendo estos; la fuente de abastecimiento, el tranque de distribución, el primer y último grifo del sistema. En los siete sistemas restantes se tomaron tres muestras principalmente por la poca accesibilidad para tomar la muestra en la fuente, inaccesibilidad de los tanques y falta de disponibilidad del recurso en los grifos.

El proceso de muestreo se realizó entre el cuatro de marzo y el nueve de mayo del año dos mil veinticuatro, es decir; verano. Además de ser un año en el que se registraron olas de calor muy prolongadas.

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Calidad de Agua del Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, a donde fueron trasladadas todas las muestras el mismo día en que fueron tomadas, tan solo horas después de la toma, manteniendo una cadena de frío. A continuación, se presentan los resultados generales de calidad de agua.

Gráfica 18 Resultados generales de la calidad del agua de los sistemas muestreados



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

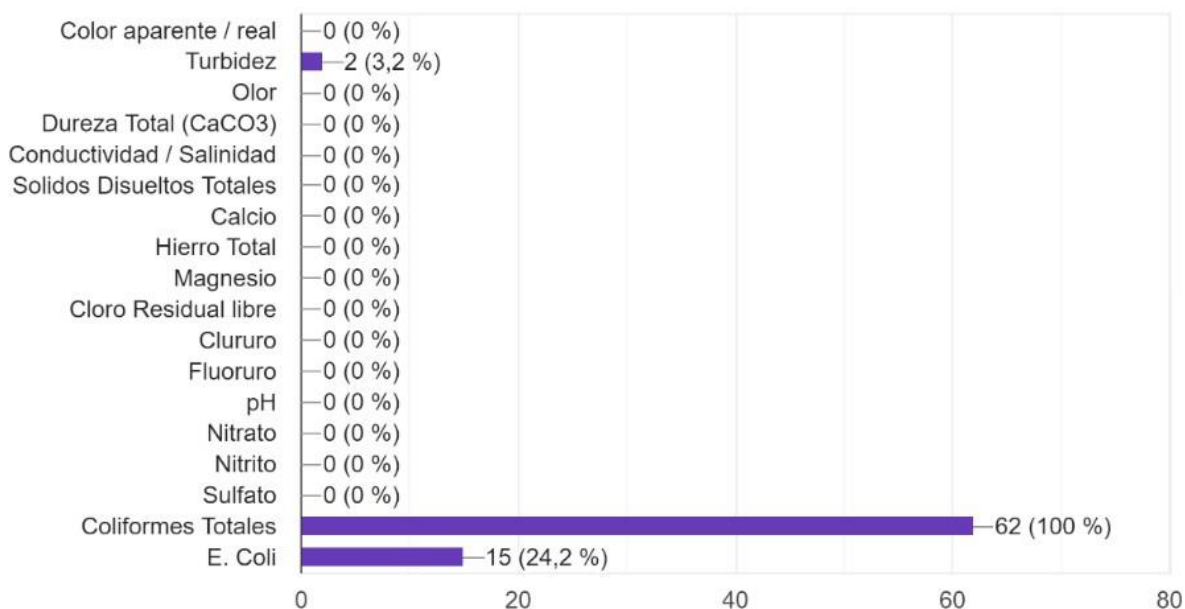
En este sentido las muestras hacen a un total de 133 puntos, utilizando el programa de análisis mínimo de la NTG COGUANOR 29001, en general se contabilizan 71 puntos de los sistemas que si satisfacen los criterios de calidad y un total de 62 puntos de los sistemas que no cumplen con los criterios de calidad establecidos en la norma técnica ya mencionada.

Los parámetros de calidad de agua analizados fueron: físicos, químicos y microbiológicos; dentro de los criterios físicos se identificaron dos puntos de los sistemas con problemas de turbidez que están fuera de los LMP indicados por la norma, siendo el primero; un pozo del Caserío Chirijcáj, del municipio de San Cristóbal, Totonicapán el dato encontrado fue de 28.80 NTU y el segundo; el nacimiento del Caserío Los Molina, del municipio de Cajolá, Quetzaltenango, este reflejo un dato de 39.10 NTU (en ambos casos también se encontraron coliformes totales); el resto de parámetros físicos y químicos evaluados no representan un riesgo para el consumo humano.

En los 62 puntos que no cumplen con los parámetros establecidos por COGUANOR, principalmente es por el hallazgo de coliformes totales, que oscilan con valores entre 2 UFC que se encontraron en varios puntos y 900 UFC, este dato se detectó en un pozo del Caserío Chirijcáj, del municipio de San Cristóbal, Totonicapán. Asimismo, en 15 de estos puntos se localizó Escherichia Coli, los cuales están en un rango de 2 UFC encontrados en varias muestras y 90 UFC, especialmente en el nacimiento de la Aldea Talmax, del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango. La siguiente figura detalla el porcentaje de los parámetros localizados en las distintas comunidades.

Ilustración 4 Parámetros evaluados en las muestras de agua de las comunidades intervenidas

62 respuestas



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

El problema más recurrente en general es de carácter microbiológico, los coliformes totales están presentes en el 100 % de las muestras que no cumplen con los criterios de calidad, mientras que el 24.2 % de los mismos sistemas muestran E. Coli y un 3.2 % problemas de turbidez, esto debido a factores como la Altitud promedio de los municipios, los que se ubican en partes bajas presuntamente ostentan mayores problemas que los que se sitúan en las partes altas. Posteriormente se mencionarán otros factores.

El siguiente cuadro detalla por municipio las variables definidas para el proceso de muestreo en la CARS.

Cuadro 28 Resumen general de los muestreos desarrollados en las comunidades intervenidas

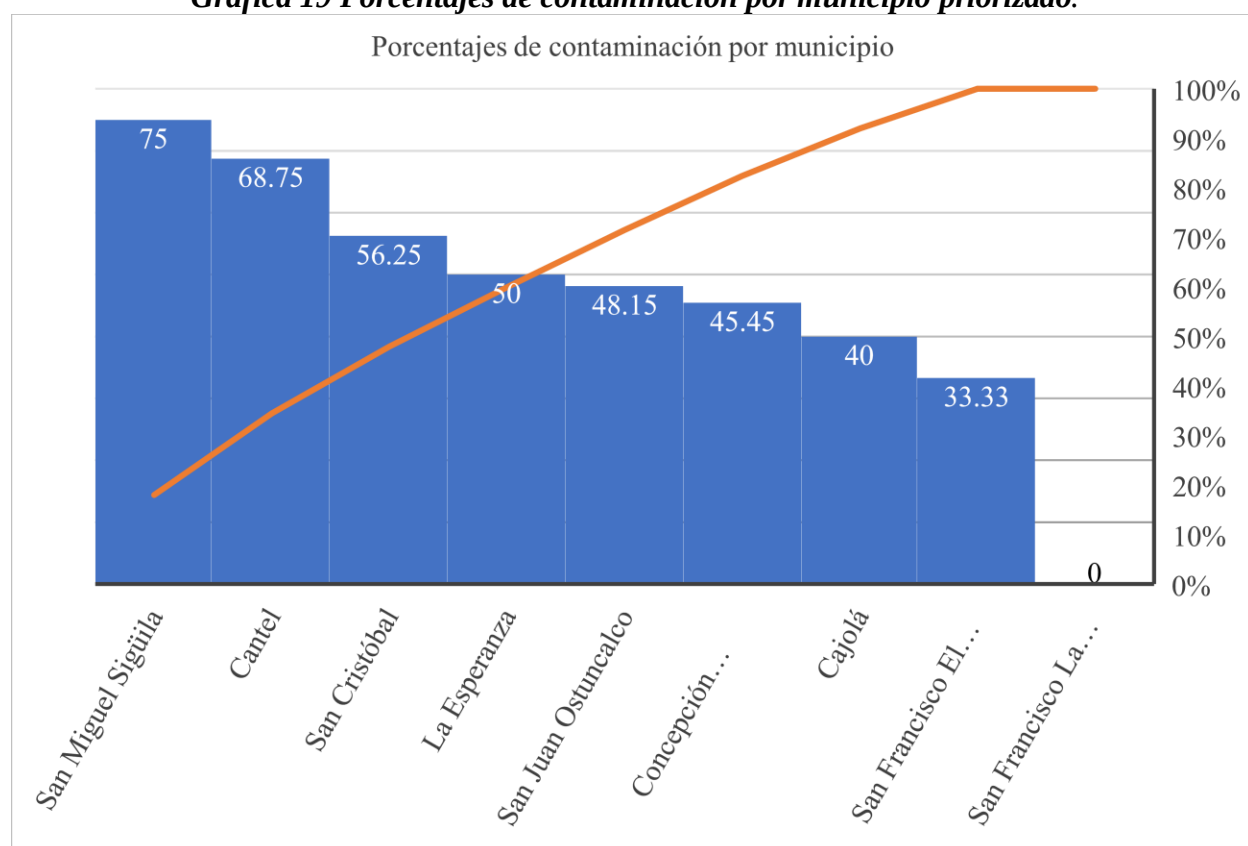
Municipio	Sistema s por municip io	Número de muestre os	Muestra s que satisface n las normas	Muestra s que no satisface n las normas	Razón por la que no satisfacen las normas			% de cumpli miento con los criterios
					Turbide z	Colifor mes	E. Coli	
Cajolá	4	15	9	6	1	6	3	60
Cantel	4	16	5	11	0	11	6	31.25
Concepción	6	22	12	10	0	10	1	54.55
Chiquirichapa								
La Esperanza	3	10	5	5	0	5	0	50
San Cristóbal	4	16	7	9	1	9	3	43.75
San Francisco El Alto	4	15	10	5	0	5	0	66.67
San Francisco La Unión	2	8	8	0	0	0	0	100
San Juan Ostuncalco	7	27	14	13	0	13	2	51.85
San Miguel Sigüila	1	4	1	3	0	3	0	25
Totales	35	133	71	62	2	62	15	

Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Por número de muestras que no satisfacen los criterios de calidad del agua para consumo, se ubica en primer lugar el municipio de San Juan Ostuncalco con 13, seguido del municipio de Cantel con 11, Concepción Chiquirichapa con 10 y San Cristóbal con 9. Cabe resaltar que el único municipio que no presentó problemas de contaminación fisicoquímica o bacteriológica en sus sistemas es el municipio de San Francisco La Unión, lugar donde la gestión del agua es municipal y comunitaria.

Para entender mejor el grado de aptitud del agua para consumo humano por municipio, se calculó el porcentaje de las muestras que cumplieron con la norma, los municipios más contaminados, superan el 50% de satisfacción según la norma, entre ellos se encuentran: San Miguel Sigüilá, donde se tomaron cuatro muestras y tres de ellas estuvieron contaminadas teniendo un 25 % de muestras que satisfacen los criterios de calidad, Cantel presenta 31.25% de muestras aptas para consumo humano y San Cristóbal tienen un 43.75%, la siguiente gráfica muestra los porcentajes de muestras que no son aptas para el consumo humano por municipio.

Gráfica 19 Porcentajes de contaminación por municipio priorizado.

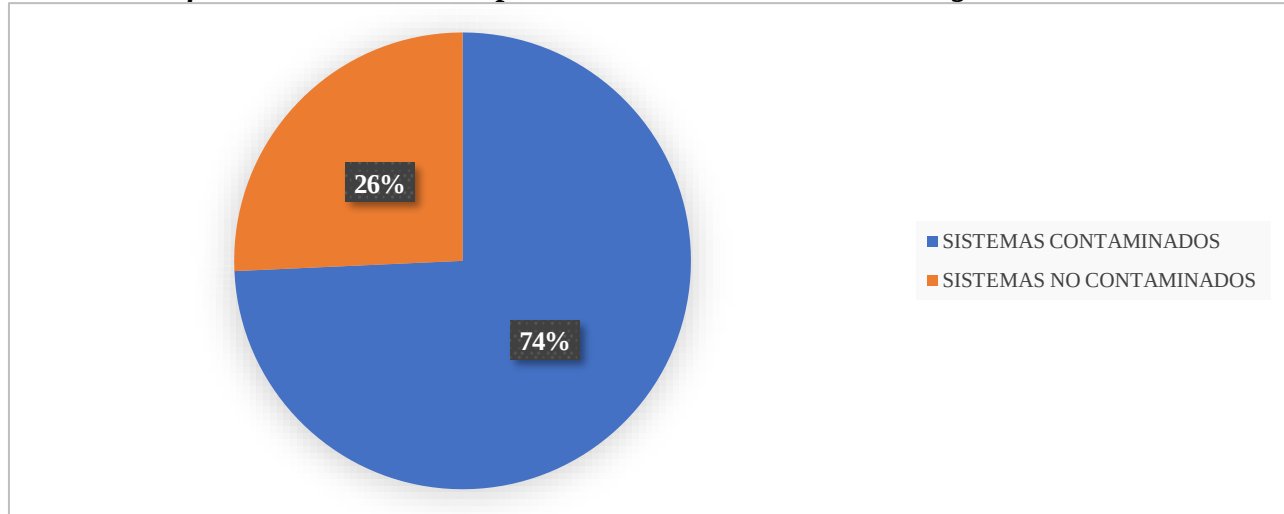


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En Guatemala más del 90% de las fuentes de agua tienen contaminación bacteriológica, incluso residuos fecales provocando enfermedades diarreicas, según Fabián Gonón, director general de SER (Coordinadora de Organizaciones para el Desarrollo, 2014), como resultado de esta investigación se determina que en 26 sistemas existe contaminación y en 9 no se encontró ninguno.

La siguiente gráfica muestra el porcentaje de sistemas que tienen contaminación en al menos uno de los puntos muestreados.

Gráfica 20 Contaminación por sistema de abastecimiento de agua entubada



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La gráfica 7 presenta a San Miguel Sigüilá con mayor porcentaje de contaminación, sin embargo, cabe resaltar que este dato es relativo, tomando en consideración que se analizó un sistema, mientras que en Cantel y San Cristóbal se analizaron 4 comunidades por municipio para mayor representatividad, aun cuando, la tendencia es que a menor altitud mayor contaminación bacteriológica, principalmente por la conducción de materia fecal en la escorrentía.

Los sistemas analizados, que obtuvieron resultados satisfactorios se enumeran a continuación:

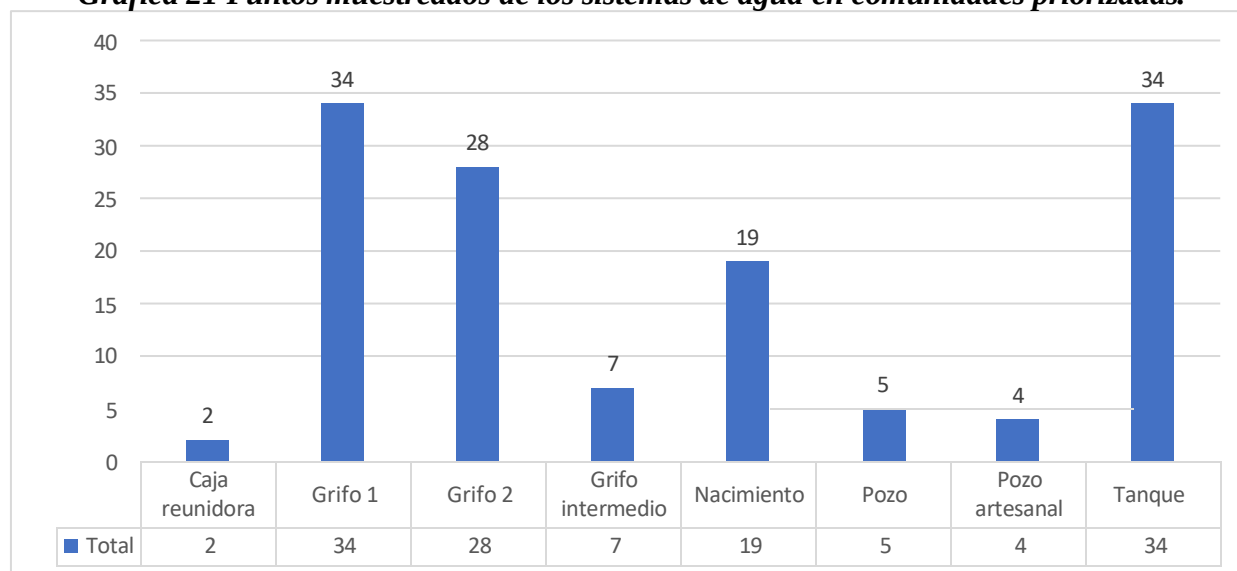
- Sistemas del departamento de Quetzaltenango
 - La Vista Centro, Cajolá
 - Sector Demetrio Aguilar Zona 4, La Esperanza
 - Cantón Twichol, Concepción Chiquirichapa
 - Aldea La Esperanza, San Juan Ostuncalco
 - Aldea Nueva Concepción, San Juan Ostuncalco
 - Cantón Chuistancia, San Francisco La Unión
 - Cantón Palá, San Francisco La Unión
- Sistemas del departamento de Totonicapán

- Aldea San Antonio Sija, San Francisco El Alto, Totonicapán
- Aldea Xesuc, San Cristóbal

4.6.1. Análisis por ubicación de muestreo

Un dato interesante para analizar son los puntos en los que se tomaron las muestras y los cuales presentan mayor contaminación. Para iniciar a detallar es necesario identificar cuantos, y cuáles fueron las ubicaciones consideradas para la toma de muestra, por ello la siguiente Gráfica expresa esos datos.

Gráfica 21 Puntos muestreados de los sistemas de agua en comunidades priorizadas.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

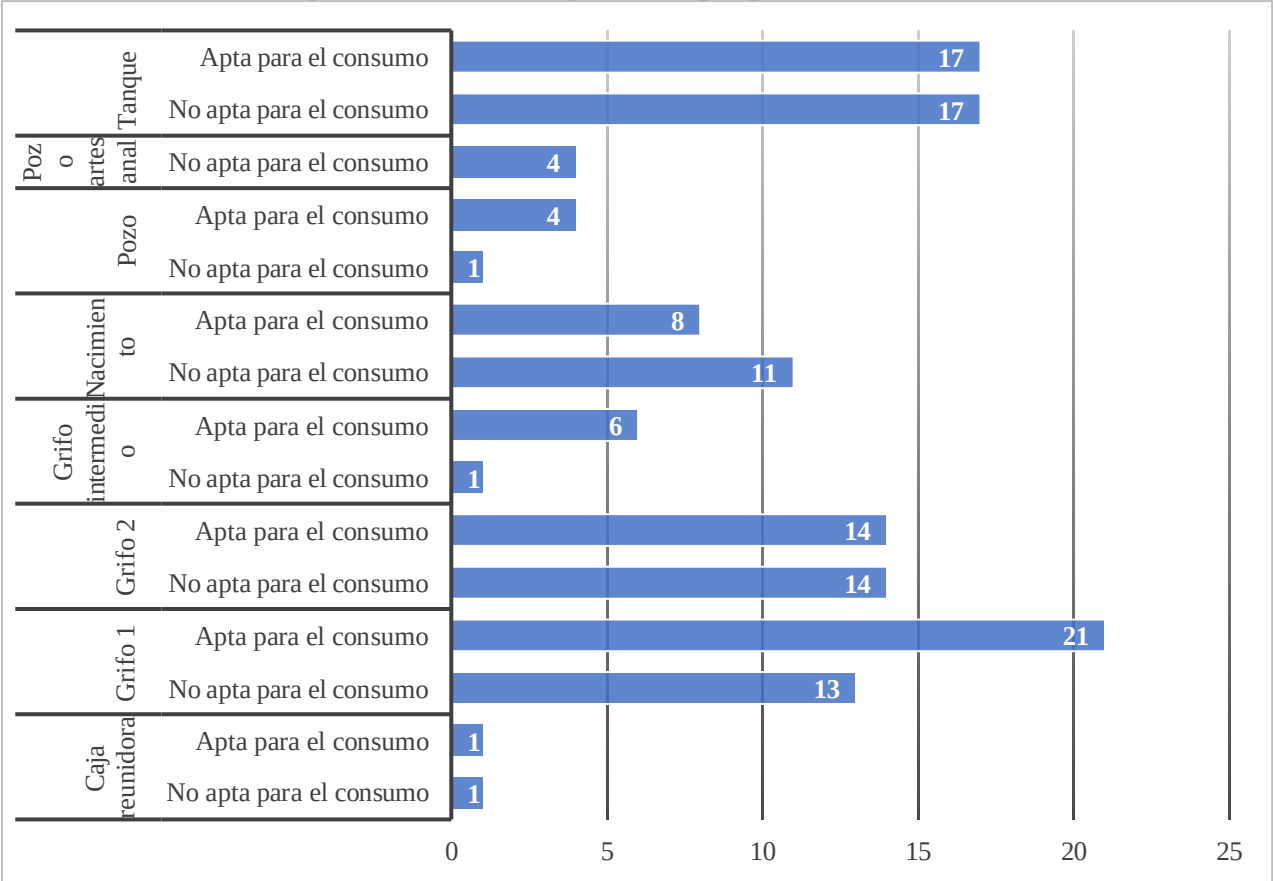
En las variables se encuentra “tanque”, en esta sección se unificaron los tanques de distribución y de almacenamiento, en lugares donde las condiciones topográficas e infraestructura lo permitieron se tomaron directamente de fuentes de abastecimiento. En casos contrarios se realizó en cajas reunidoras de caudales, esto sucedió en el sistema del Centro de Cantel y del Cantón Palá de San Francisco La Unión. Asimismo, “pozo” se refiere a los que implican un procedimiento mecánico.

Se planificó considerar el grifo más cercano al tanque de distribución y el más lejano del sistema, no obstante, en algunos casos no se contaba con disponibilidad de agua, debido a que

existen comunidades donde racionan el servicio y tienen acceso días y horarios específicos de la semana, en la gráfica se establece como “Grifo 1” al cercano y al lejano como “Grifo 2”, en algunas comunidades existieron inconvenientes en las fuentes y tanques, por tal razón se optó por muestrear un tercer grifo del sistema ubicado en un punto intermedio.

La grafica a continuación, presenta los puntos aptos para consumo humano.

Gráfica 22 Resultados generales por punto de muestreo



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

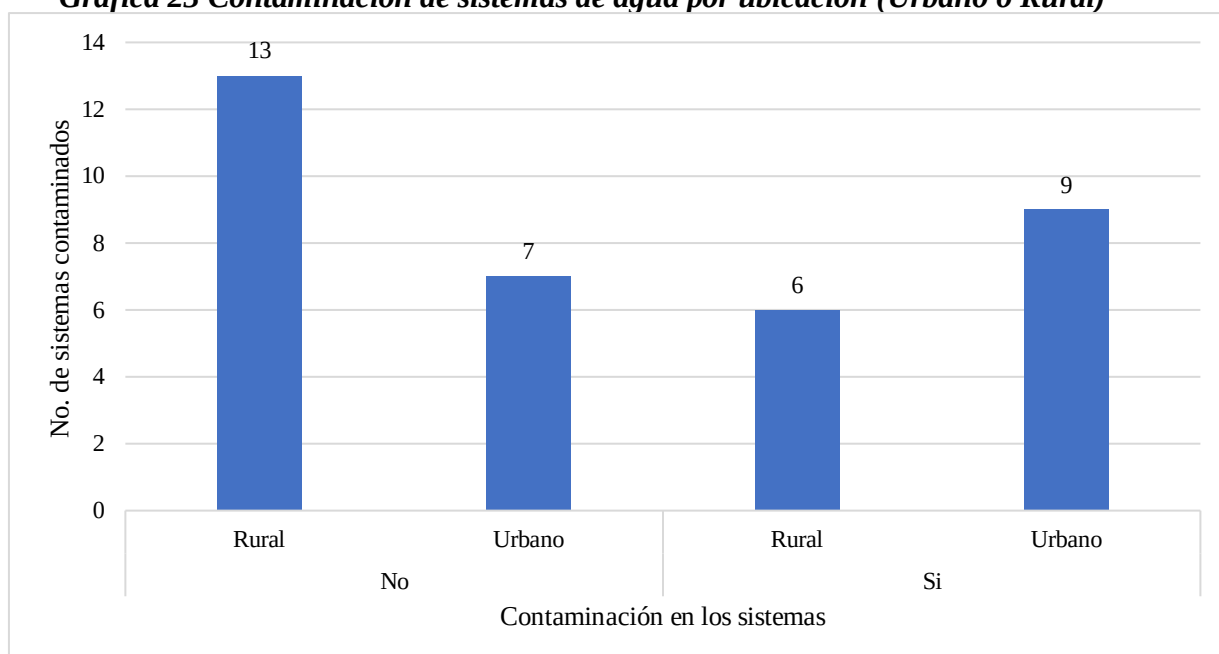
El análisis desde los pozos artesanales evidencia que el Caserío Chirijcajá, lugar donde se ubica este tipo de fuente, tiene contaminación bacteriológica y uno de ellos reveló turbidez fuera de los LMP establecidos por la COGUANOR, en relación a los nacimientos muestreados se halló contaminación bacteriológica en 11 de ellos, en uno de estos excedió los LMP de turbidez, por último, 1 de los 5 cinco pozos mecánicos, cuenta con agentes microbiológicos.

Los resultados reflejaron que en el 50% de los 34 tanques, se hallaron contaminantes microbiológicos, situación que implica probabilidades que pueden transportarse en las líneas de conducción o el riesgo existe directamente en el tanque, ante una infraestructura no adecuada, principalmente por antigüedad, material de puertas o falta de circulación. Es necesario mencionar que en los sistemas en los cuales aplican un método de desinfección (cloración), estos agentes tienden a ser eliminados.

Respecto a los grifos, presentó mayor contaminación el más lejano con presencia de bacterias en el 50% de los sistemas, mientras que en los más cercanos se halló contaminación en un 38% de las muestras, escenario que recalca la importancia de realizar recorridos constantemente en las líneas de conducción y redes de distribución para evitar alteraciones y filtración de contaminantes, aunado a la necesidad de utilizar un sistema de cloración para reducir estos índices.

Ante estos datos se realizó una clasificación urbana/rural de los sistemas utilizando información del Instituto Nacional de Estadística, con el objeto de determinar si existe influencia de lugares poblados con relación a la contaminación, los resultados obtenidos se describen a continuación.

Gráfica 23 Contaminación de sistemas de agua por ubicación (Urbano o Rural)



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

De los 35 sistemas analizados 19 pertenecen al área rural y 16 a la urbana, la gráfica evidencia que estos últimos presentan contaminación en un 56.25% mientras que los poblados rurales un 31.58%. Lo que sugiere que las distintas actividades industriales y agrícolas son un factor que afecte directamente el agua para consumo humano, a pesar que el manejo del servicio en los cascos urbanos es prestado por las municipalidades, lo que implica que por norma deben clorar, sin embargo, la dotación del método de desinfección no es ni siquiera la mínima que se establece. Los rangos deberían ser de 0.5 – 1.

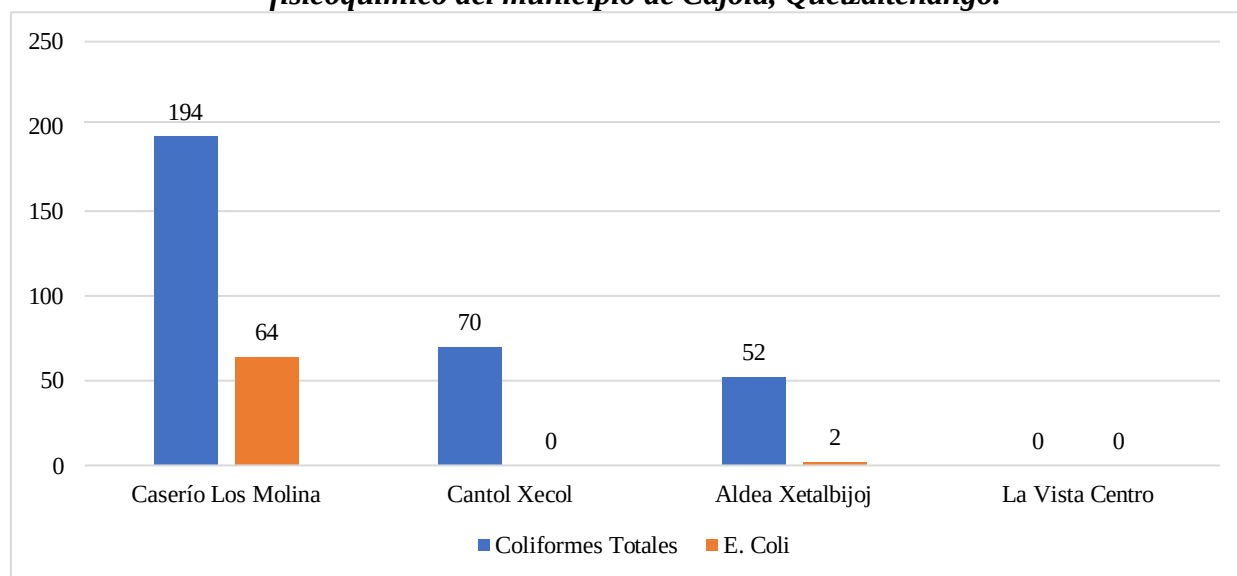
4.7. Discusión de resultados por municipio de intervención

4.7.1. Municipio de Cajolá del departamento de Quetzaltenango

Se priorizaron cuatro sistemas de distribución de agua para el consumo, de los cuales una fuente era superficial y tres subterráneas, algunas de las razones expuestas por los personeros de la municipalidad y salud para su identificación, fue la cercanía con vertederos de basura especialmente en las partes altas del municipio y la falta de perímetros de protección en nacimientos, pozos y tanques.

3 sistemas presentaron problemas de contaminación bacteriológica y en 1 los valores de turbidez eran mayores a los LMP establecidos por COGUANOR, la siguiente gráfica muestra la contaminación bacteriológica encontrada en cada uno de los sistemas muestreados.

Gráfica 24 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Cajolá, Quetzaltenango.

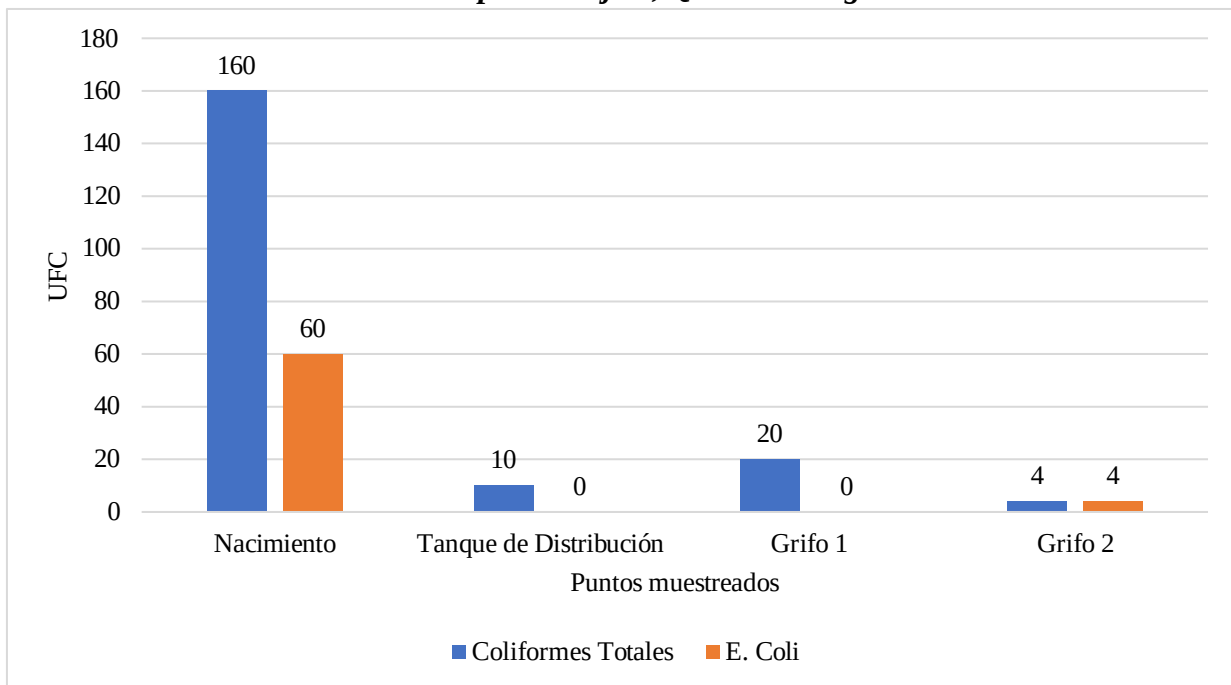


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.1.1. Caserío Los Molina

Se muestrearon cuatro puntos del sistema presentando contaminación en todos y donde la turbidez reflejo un dato de 39.10 NTU, en el Nacimiento condición que era perceptible sensorialmente a simple vista, también se mostraron datos considerables de coliformes totales y Escherichia Coli. La gráfica a continuación puntualiza en las cantidades de UFC identificadas por punto.

Gráfica 25 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Los Molina, municipio de Cajolá, Quetzaltenango

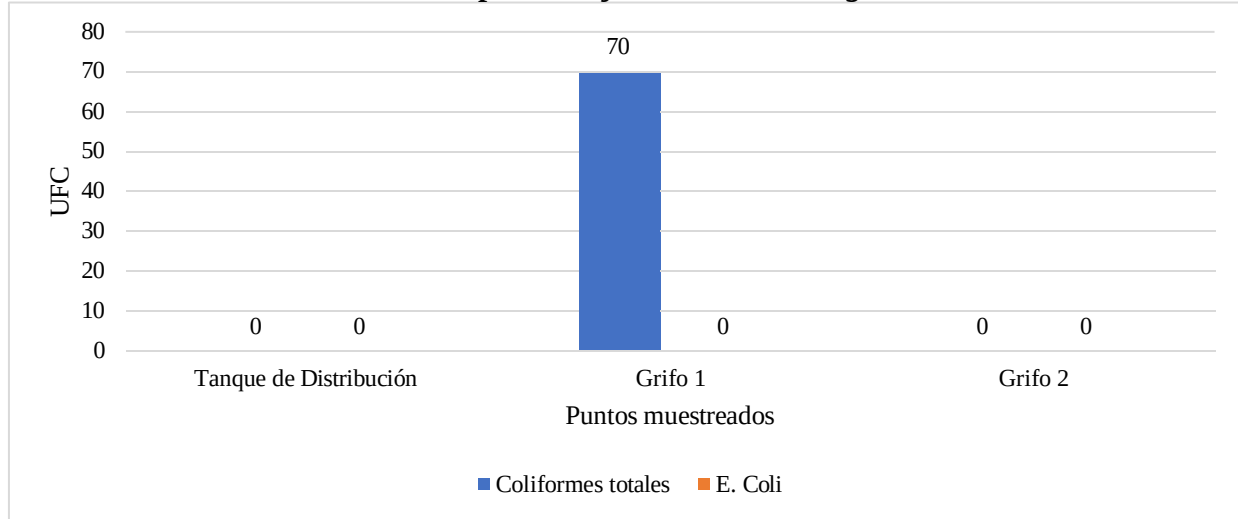


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.1.2. Cantón Xecol

En este lugar fueron muestreados tres puntos, tanque de distribución y dos grifos, el único punto que reflejo contaminación bacteriológica fue el primer grifo, los datos se detallan a continuación.

Gráfica 26 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Cantón Xecol, municipio de Cajolá, Quetzaltenango

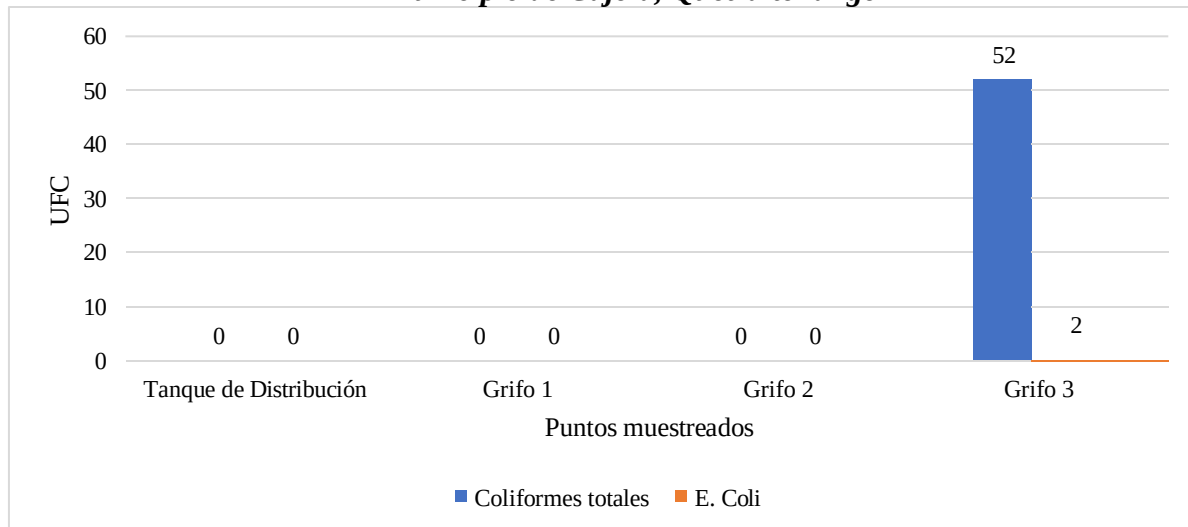


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.1.3. Aldea Xetalbijo

En la Aldea se muestrearon cuatro puntos, siendo el tanque de distribución y tres grifos del sistema, el único que presenta problemas es el grifo más lejano del sistema. La siguiente grafica ilustra la cantidad de UFC evidenciada.

Gráfica 27 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Xetalbijo, municipio de Cajolá, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

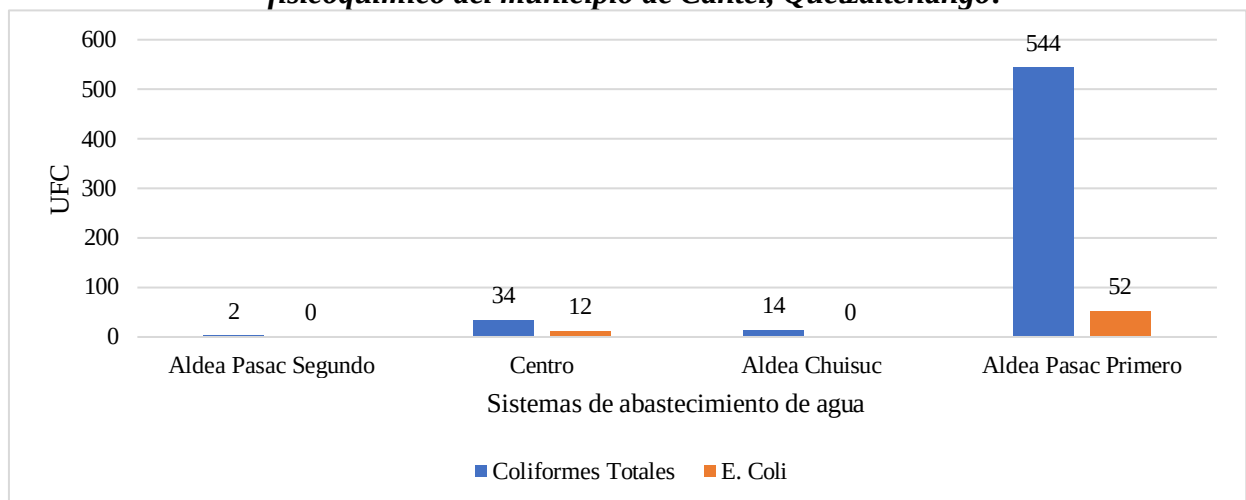
4.7.1.4. Aldea Vista El Centro

El último sistema muestreado del municipio fue la Vista Centro, el cual abastece al casco urbano y por lo tanto es administrado y operado por la municipalidad. Este no presentó problemas de contaminación.

4.7.2. Municipio de Cantel del departamento de Quetzaltenango

En Cantel se priorizaron cuatro sistemas de distribución de agua, de los cuales tres provienen de fuentes superficiales y uno subterráneo. La vulnerabilidad del municipio se deriva de su altitud. Es importante destacar que ninguno de estos sistemas es administrado por la municipalidad y no cuentan con un sistema de desinfección, como la cloración. Lo que reflejo hallazgos de UFC. A continuación, se muestra una gráfica que ilustra la contaminación bacteriológica total encontrada en cada uno de los sistemas muestreados.

Gráfica 28 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Cantel, Quetzaltenango.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En relación a los municipios muestreados Cantel ocupa el segundo lugar en porcentaje de contaminación, existen algunas hipótesis al respecto; la falta de protección perimetral en fuentes de agua y la antigüedad en la infraestructura del sistema de distribución. Asimismo, representantes municipales mencionaron una problemática mayor, originada por colindancias, una comunidad del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán del departamento de Sololá, se ha asentado en la parte alta de la montaña, en una zona de recarga hídrica. Al carecer de sistemas de drenaje, utilizan fosas

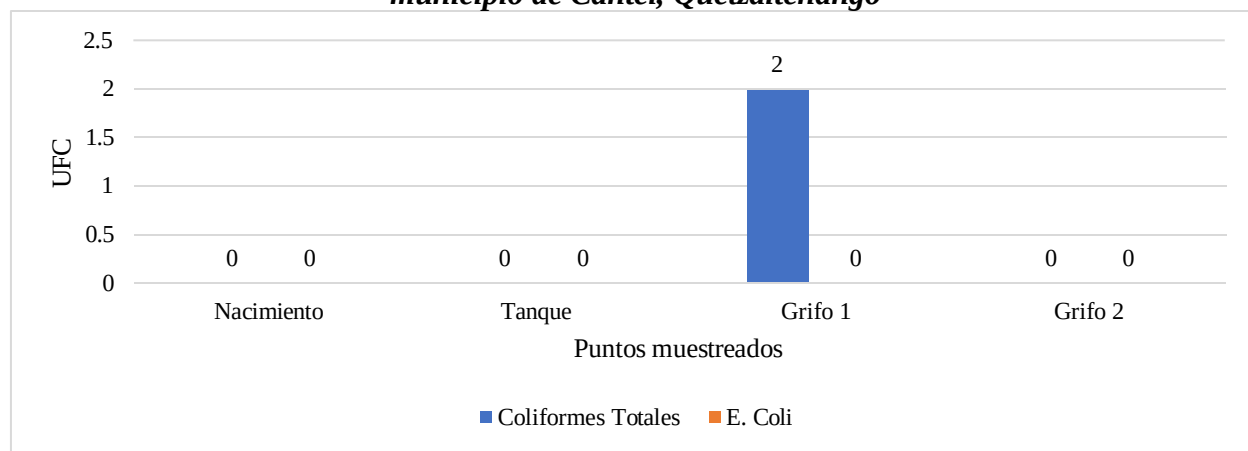
sépticas o drenajes a flor de tierra. Como resultado, las aguas residuales domésticas se infiltran presumiblemente en los mantos freáticos y son arrastradas por las escorrentías hacia las fuentes de captación, las cuales no cuentan con perímetros de protección.

Un factor que se suma es que los sistemas combinan tubería PVC y HG en algunos puntos y no se tienen los cuidados adecuados para preservar tubería óptimas condiciones y con ello evitar el crecimiento bacteriano.

4.7.2.1. Aldea Pasac Segundo

La Aldea Pasac Segundo fue el sistema que menos contaminación presentó, el agua es obtenida de nacimientos en un punto central de la montaña, únicamente manifestó contaminación bacteriológica por coliformes totales en el primer grifo, los datos se muestran en la siguiente gráfica. Un punto importante a destacar es que el sistema es reciente y los miembros de la estructura organizativa llevan un estricto control de limpieza en los nacimientos y en el tanque de distribución.

Gráfica 29 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Pasac II del municipio de Cantel, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

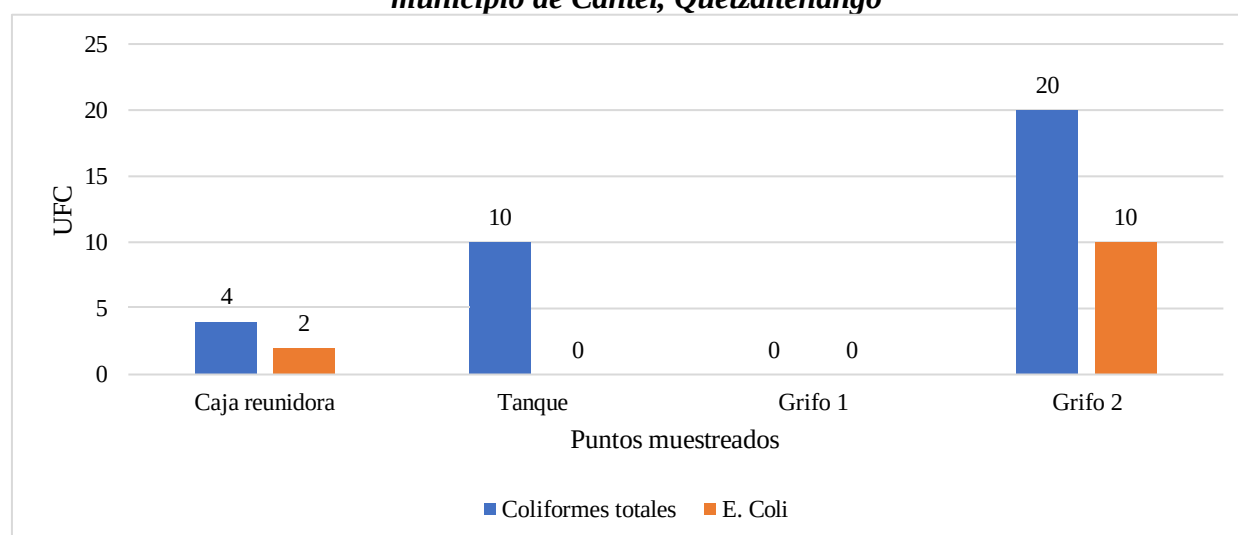
4.7.2.2. Centro de la población

El centro del municipio de Cantel obtiene el agua para consumo desde la parte alta de las montañas (cerro Jolóm) que colindan con el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, tienen la captación de más de 20 nacimientos de agua, los cuales son reunidos en cajas para su posterior

traslado de aproximadamente 3.5 kilómetros hacia el tanque de distribución y consecutivamente a la red.

En el sistema fueron muestreados cuatro puntos; caja reunidora de cuatro caudales, tanque de distribución, grifo más cercano y más lejano que se pudo muestrear.

Gráfica 30 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua del Centro de Cantel del municipio de Cantel, Quetzaltenango



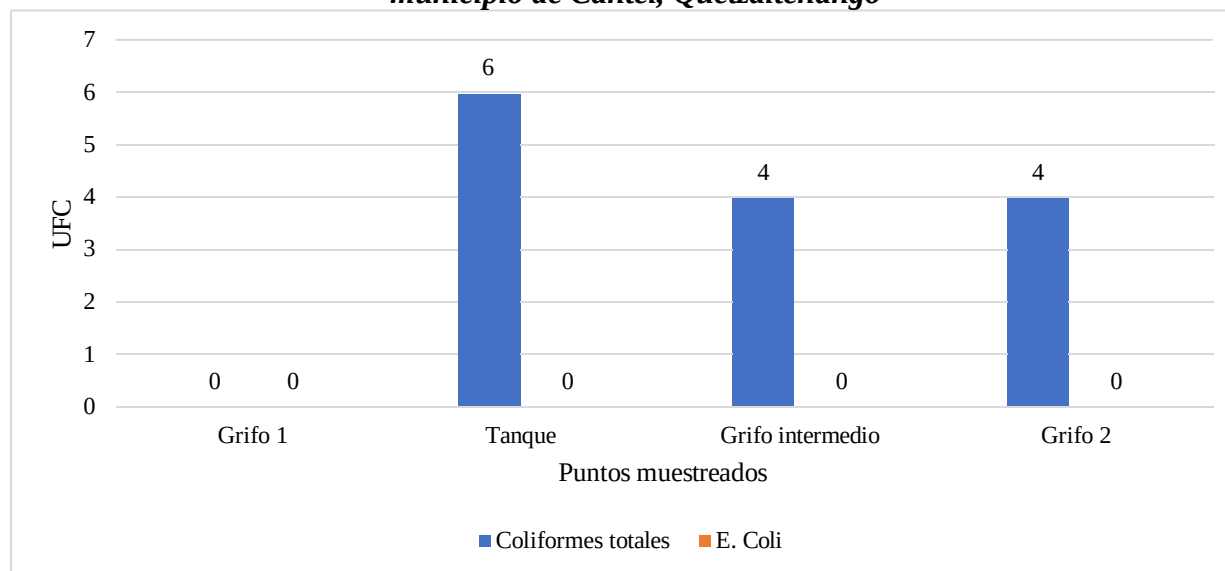
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La gráfica visualiza la presencia de Coliformes Totales y Escherichia Coli desde la caja reunidora, sin embargo, en el grifo 1 no se halló ninguna impureza, caso contrario al grifo 2 donde se observa un crecimiento bacteriano significativo. en la discusión de resultados se abordan las razones por las que en sistemas no clorados tienden a desaparecer las bacterias.

4.7.2.3. Aldea Chuisuc

Este sistema tiene varias fuentes de abastecimiento, inicialmente se abastece de manantiales que desde la montaña son trasladados hasta la aldea para su posterior distribución, no obstante, ante el crecimiento poblacional y la falta de disponibilidad de agua, en el presente año, se perforó un pozo mecánico con el fin de mejorar el suministro y disponibilidad. Este caudal es integrado al tanque, juntamente con los nacimientos.

Gráfica 31 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Chuisuc del municipio de Cantel, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La gráfica demuestra un solo punto sin contaminación, siendo el más cercano al pozo, es importante mencionar que este caudal aún no se ha integrado al tanque, por ende, la proliferación de bacterias se da a partir del tanque, presumiblemente el agua de los nacimientos en la montaña si se encuentra contaminada. Sin embargo, no se estableció presencia de *Escherichia Coli*.

4.7.2.4. Aldea Pasac Primero

La Colonia Fábrica de Cantel de la Aldea Pasac Primero, es uno de los sistemas de abastecimiento de agua potable más contaminados de la CARS, este sector perteneció por años a la Fábrica ubicada en la Aldea donde albergaba a sus trabajadores, sin embargo, en el 2007 cuando la empresa se declaró en quiebra, vendieron las propiedades a los habitantes de las mismas, por lo que pasó a ser una colonia del municipio de Cantel.

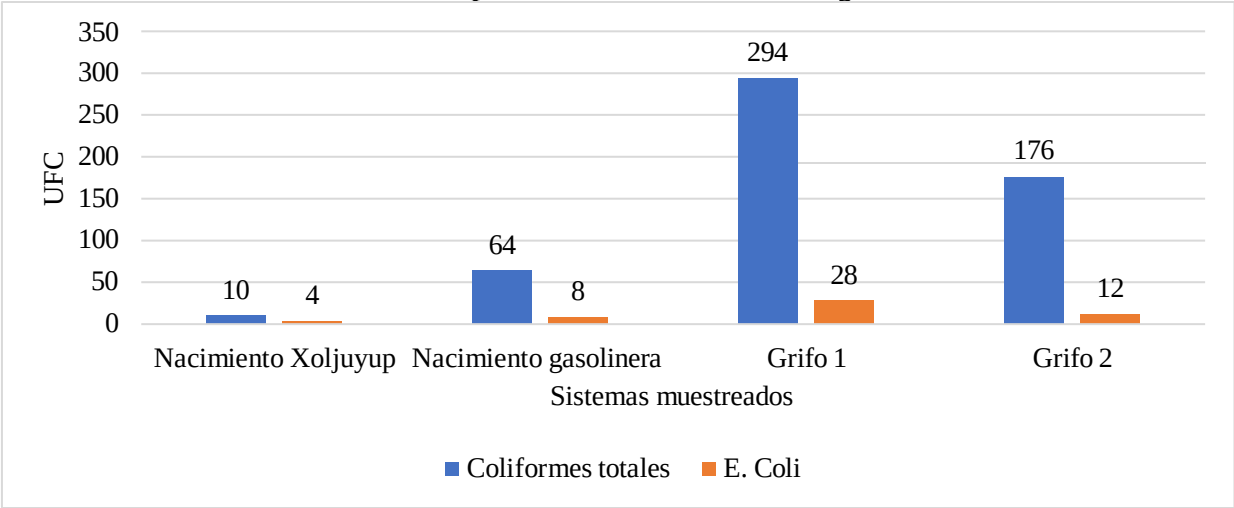
Inicialmente las casas patronales y de mandos medios contaban con abastecimiento de agua potable durante las 24 horas del día, mientras que alrededor de 100 viviendas para operadores y obreros tenían que acarrear agua del tanque comunal para beber, aseo personal y limpieza en el hogar, no obstante, con la venta de las propiedades la población se organizó, formando un comité

pro-mejoramiento y se realizó un proyecto de distribución de agua potable para todos los domicilios del sector.

Las fuentes de abastecimiento son dos nacimientos, y se distribuye por gravedad, los nacimientos se encuentran dentro de la Aldea, en lugares poblados, uno se encuentra sobre el kilómetro 220 al lado de una gasolinera del sector y el otro en el sector B de la aldea, en el paraje Xoljuyup. Tienen disponibilidad aceptable de agua, aunque el caudal disminuye significativamente en horas de la mañana y aumentando por la tarde y noche. En verano tiende a disminuir.

Se muestrearon cuatro puntos del sistema, los dos nacimientos antes mencionados y dos grifos. En el tanque de distribución, no fue posible tomar una muestra, derivado al horario de recolección, no había suficiente volumen de agua. Los resultados en aspectos físicos y químicos están dentro de los límites máximos permisibles establecidos por COGUANOR y los microbiológicos se presentan a continuación.

Gráfica 32 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Pasac I del municipio de Cantel, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Según los resultados en ambos nacimientos se evidencia la existencia de coliformes totales y E. Coli, el problema se va acentuando más conforme avanza hasta los grifos, las bacterias tienen un crecimiento significativo, pobladores y miembros del comité de agua indicaron que una parte

de la tubería, es de material HG, por lo tanto, existe la posibilidad que estos tengan más de 100 años de antigüedad, debido al tiempo que lleva en funcionamiento la empresa que dio origen a esta colonia.

La antigüedad del sistema, falta de mantenimiento y cambio de tubería obsoleta pueden ser razones que influyen en el crecimiento bacteriano, entre otras razones se presume también contaminación cruzada, dada la cercanía con los sistemas de drenajes, que, dicho sea de paso, se implementó para las casas de los empleados de la fábrica, este se implementó al mismo tiempo que el sistema de abastecimiento de agua, razón por la que en ciertos sectores ambas tuberías comparten la misma zanja.

4.7.3. Municipio de Concepción Chiquirichapa del departamento de Quetzaltenango

Para este municipio se priorizaron seis sistemas de abastecimiento de agua para consumo, representantes municipales y de salud coinciden que el mayor riesgo es que no cuenten con ningún tipo de tratamiento previo a ser distribuida en los hogares, a excepción del sistema de la Aldea Talmax que tiene un sistema de cloración industrial.

Entre los principales problemas que se tienen en el municipio con relación al recurso hídrico es la disponibilidad del mismo, todos los sistemas muestreados son por gravedad y las comunidades se encuentran ubicadas en puntos altos, los pobladores indicaron que cuentan con el servicio por algunas horas una o dos veces por semana, situación que se acentúa en época de verano donde los nacimientos tienden a disminuir su caudal.

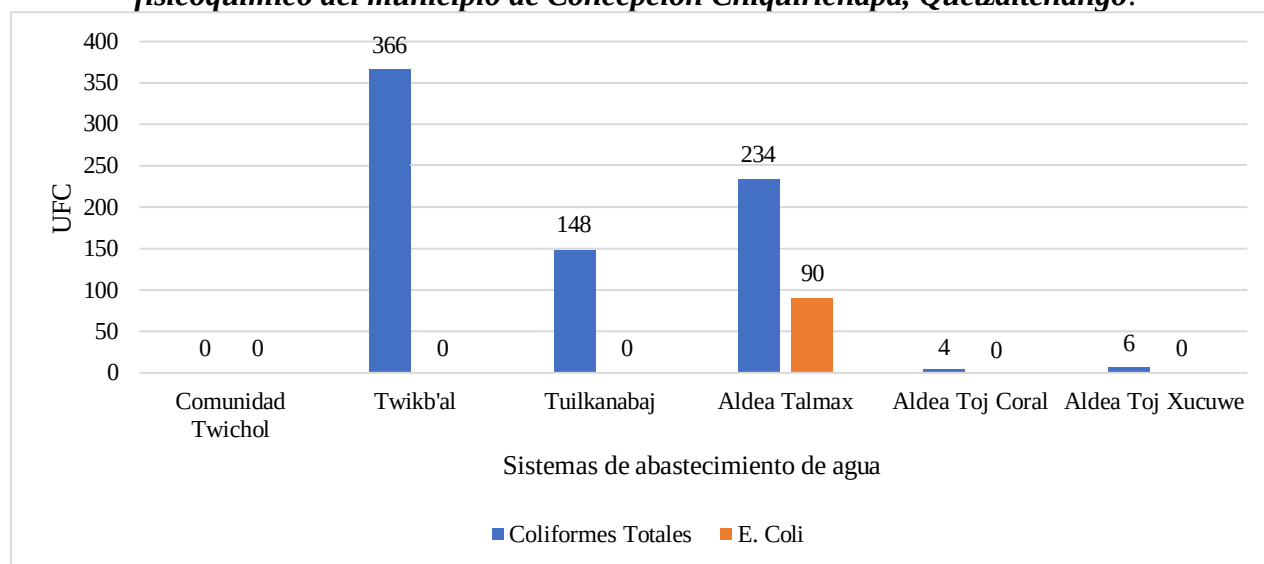
De los veintidós puntos muestreados en los seis sistemas, únicamente en la comunidad Twichol tiene agua apta para el consumo humano, en todos sus puntos, la presencia de bacterias es el principal problema presentado en el resto de comunidades, una de las razones es que, ante la irregularidad del servicio, optan por almacenar el agua por varios días.

La oposición de la población al uso del cloro genera mayor vulnerabilidad, dado a que deben almacenar el agua en recipientes que en la mayoría de casos no se encuentran en óptimas

condiciones, por otra parte, el tiempo de almacenamiento es un factor propicio para el crecimiento bacteriano, generalmente las muestras en los domicilios tenían una particularidad, los grifos se encontraban conectados a un recipiente de almacenamiento.

La siguiente gráfica muestra el recuento total de Coliformes Totales y E. Coli en cada uno de los sistemas.

Gráfica 33 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

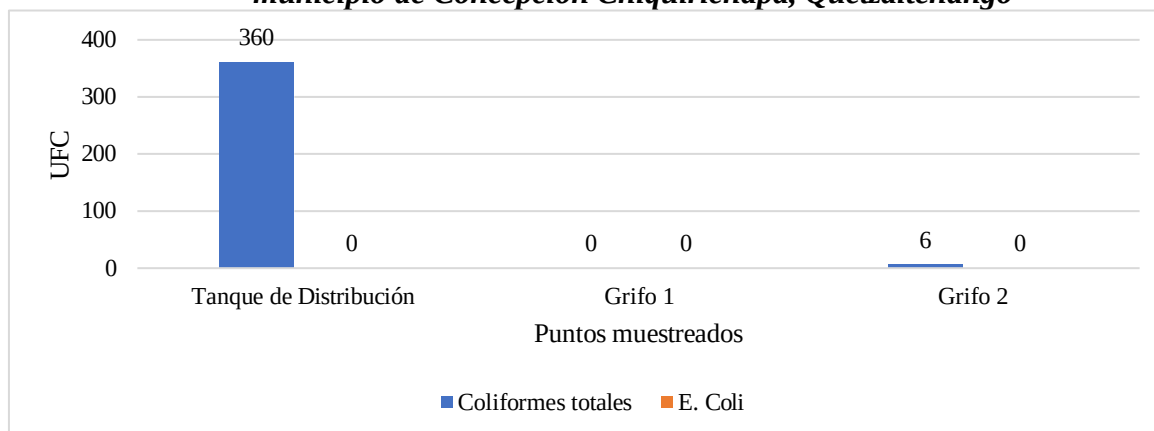
4.7.3.1. Caserío TWI CHOL

En este caserío se muestrearon cuatro puntos del sistema, ante la dificultad de tomar una muestra en la fuente, se obtuvieron las del tanque de distribución y tres grifos del sistema, en este sistema no se detectaron problemas fisicoquímicos o bacteriológicos, cabe resaltar que representantes de salud mantienen una vigilancia constante de las medidas de higiene en el sistema.

4.7.3.2. Caserío TWIKB'AL

En el caserío Twikb'al se tuvo acceso únicamente a tres puntos del sistema, siendo el tanque de distribución y en los grifos de los extremos, los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio demuestran que no se tienen problemas fisicoquímicos, sin embargo, reflejaron un número considerable a nivel bacteriológico, mismos que se detallan a continuación.

Gráfica 34 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea TUIKB'AL del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango



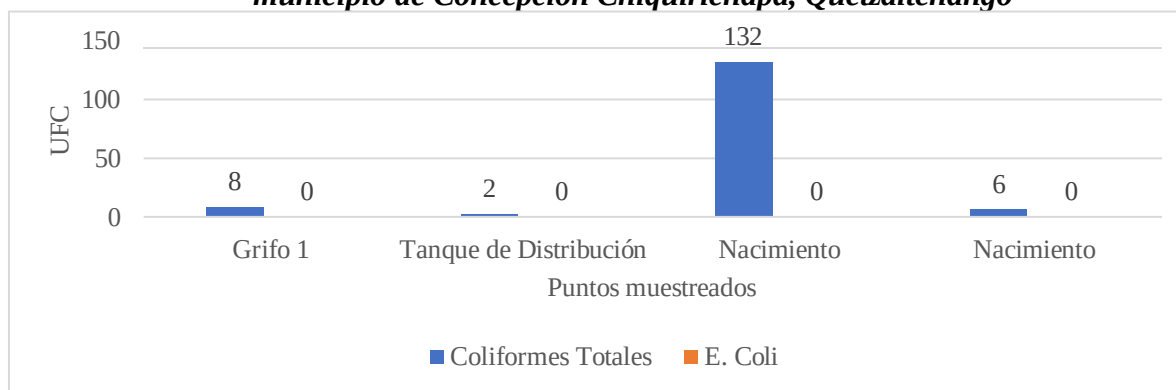
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Este sistema de abastecimiento no cuenta con un método de cloración, sin embargo, se observa que la contaminación se elimina en el trayecto del tanque de distribución al primer grifo, esto se debe a el agua contiene una gran cantidad de bacterias, no obstante para la presente investigación solo se consideran las que indica la norma técnica COGUANOR 29001, En este tipo de situaciones, pueden presentarse bacterias que se alimentan de otras bacterias, lo que podría ser una de las principales causas de este fenómeno

4.7.3.3. Aldea Tuilcanabaj

En este lugar se muestrearon cuatro puntos del sistema, dos nacimientos, el tanque de distribución y un grifo. Los resultados por punto muestreado se muestran en la siguiente gráfica:

Gráfica 35 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Tuilcanabaj del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango



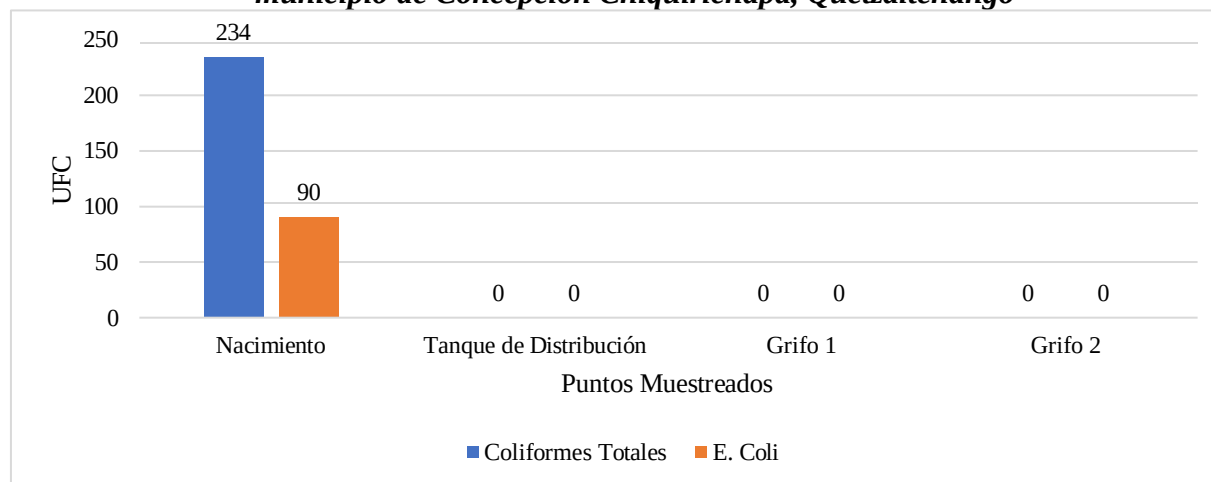
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En este sistema también se da el fenómeno de la disminución de bacterias entre los nacimientos y grifos, como se puede observar uno de los nacimientos presenta 132 UFC de Coliformes Totales y el otro únicamente seis, al reunirse en el tanque de distribución ambos caudales diluyen los coliformes, asimismo, se tiene la hipótesis de las bacterias caníbales. A ello se suma la escasa disponibilidad, en los nacimientos se reposan pequeñas cantidades de agua.

4.7.3.4. Aldea Talmax

En la Aldea se muestrearon los cuatro puntos definidos desde el principio, en el nacimiento se encontró gran cantidad de bacterias, sin embargo, este sistema tiene instalado un método de cloración industrial, por lo tanto, este componente elimina las bacterias como se visualiza en la gráfica, evitando así transportarlos a los siguientes puntos.

Gráfica 36 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Talmax del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

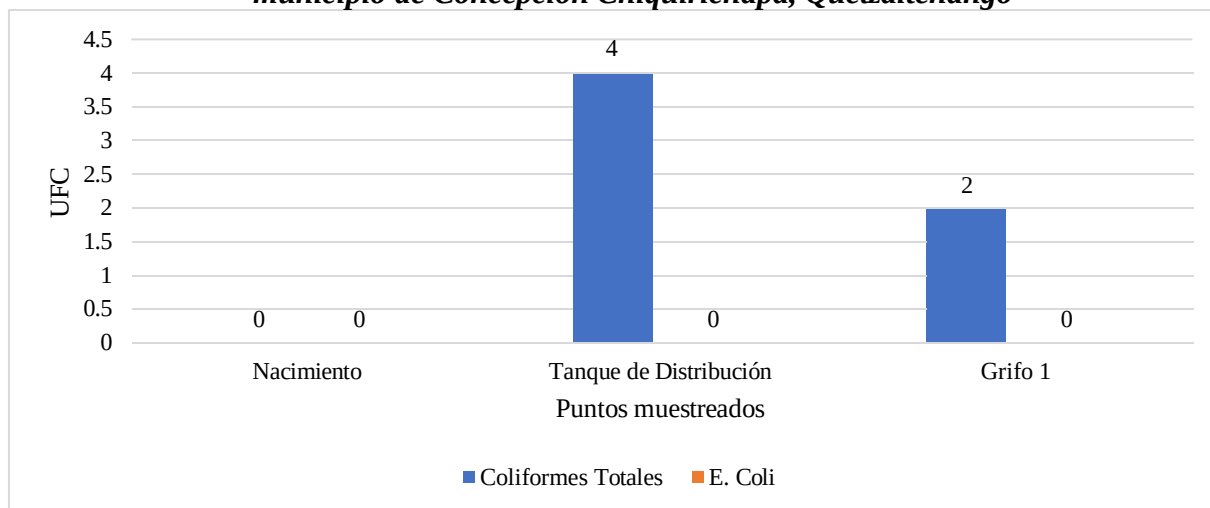
4.7.3.5. Aldea Toj Coral

En la aldea Toj Coral se tomaron muestras en los puntos definidos al inicio, afortunadamente no se encontraron problemas fisicoquímicos y de los cuatro puntos muestreados (nacimiento, tanque de distribución, grifo 1 y 2) únicamente se encontraron 4 UFC en el grifo 1, esto puede ser debido a malas prácticas de higiene dentro del domicilio donde fue tomada la muestra o a una contaminación cruzada.

4.7.3.6. Aldea Toj Xucuwe

En este sistema se muestrearon tres puntos, se logró obtener un pequeño caudal para tomar adecuadamente la muestra de agua en el grifo más cercano al tanque de distribución, pero en el grifo más lejano no se encontró disponibilidad del líquido. Los resultados se muestran en la gráfica siguiente.

Gráfica 37 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Toj Coral del municipio de Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango



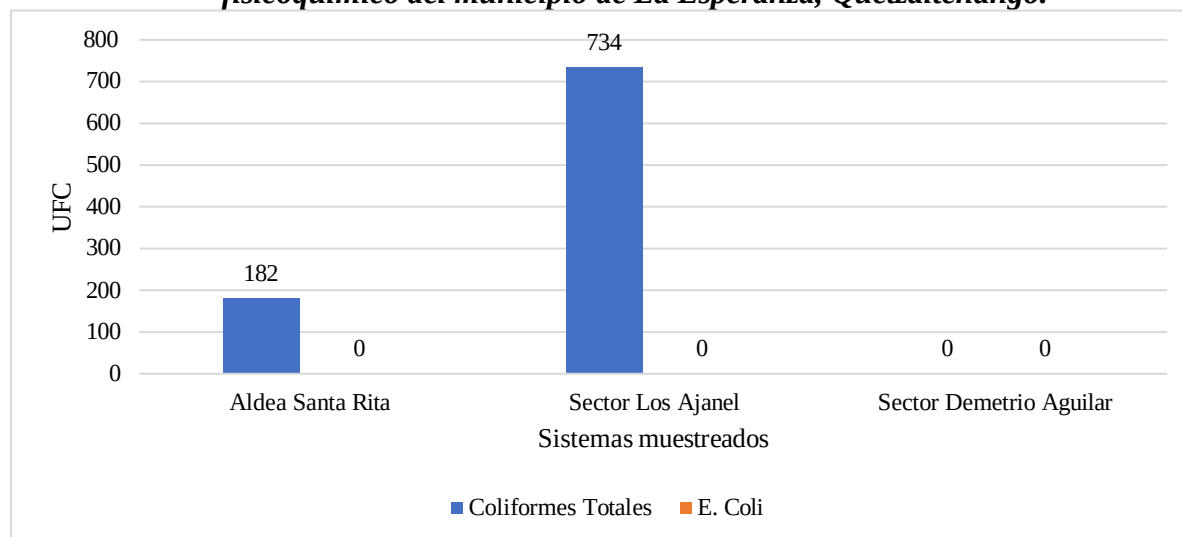
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

El punto en el que fue hallada mayor cantidad de bacterias es el tanque de distribución, lo que sugiere que existe algún tipo de infiltración de bacterias ya sea en la línea de conducción del nacimiento al tanque o directamente en el tanque de distribución.

4.7.4. Municipio de La Esperanza del departamento de Quetzaltenango

El municipio de La Esperanza se caracteriza por tener una cercanía considerable con la ciudad de Quetzaltenango, según el censo de población y vivienda del año 2018, un 84 % de la población habita en el casco urbano del municipio. En este sentido se priorizaron tres sistemas de abastecimiento de agua dos de ellos por bombeo y uno por gravedad, en diez puntos, mismos que se desglosan a continuación.

Gráfica 38 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango.



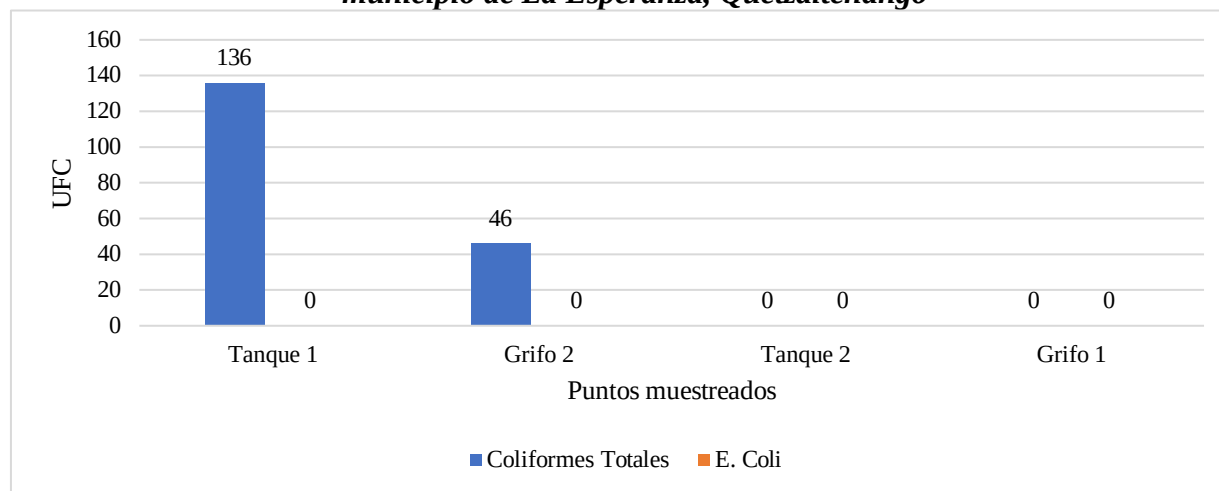
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Los sistemas de abastecimiento de agua de La Esperanza son administrados por la municipalidad, los que fueron analizados cuentan con sistema de cloración, sin embargo, se hallaron coliformes totales en dos de sus sistemas que se detallan a continuación.

4.7.4.1. Aldea Santa Rita

En esta Aldea se muestrearon cuatro puntos del sistema, considerando la vulnerabilidad determinada por el personal de salud y de la municipalidad haciendo mención que en cercanías a los nacimientos, se practican actividades como; pastoreo de animales domésticos y agricultura, aunado a ello se ubica una planta de tratamiento de aguas residuales, un basurero y un afluente del río Samalá. Ante la dificultad de tomar una muestra en la fuente de abastecimiento se tomaron muestras en dos tanques de distribución y en dos grifos, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente gráfica.

Gráfica 39 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Santa Rita del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango



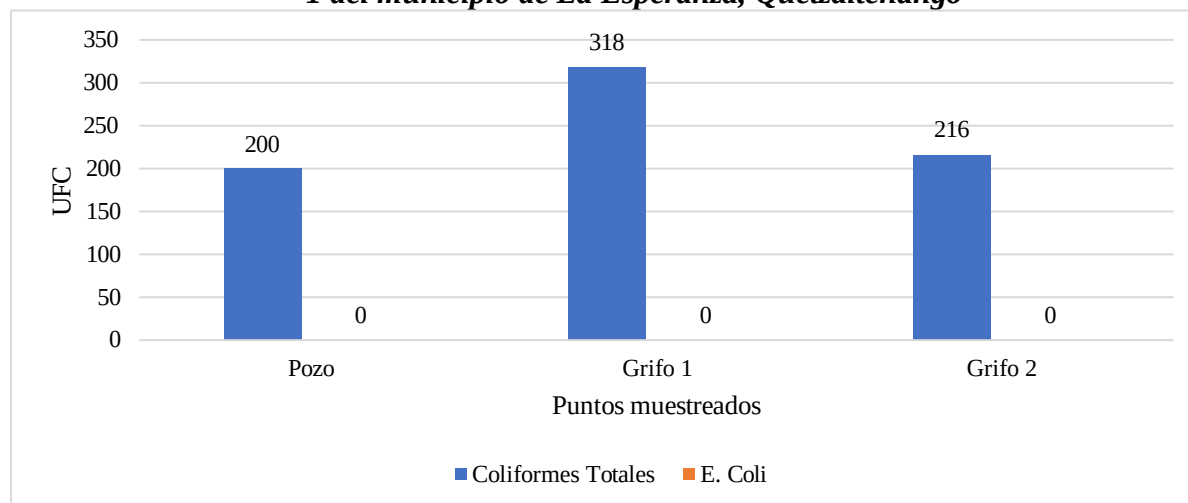
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Los resultados demuestran que hubo contaminación en dos puntos, en el primer tanque la muestra se tomó previo a su ingreso al sistema de cloración, en el último grifo al momento del muestreo se presume que el cloro residual ya no fue suficiente para eliminar los coliformes, además de la existencia de contaminantes en la línea de conducción o en la vivienda.

4.7.4.2. Sector Los Ajanel Zona 1

En este sistema se tomaron muestras del desfogue de la tubería proveniente del pozo mecánico, cabe resaltar que en este punto el agua aún no ha pasado por el sistema de cloración, al no existir un tanque de distribución se procedió a tomar las muestras en los grifos más cercanos y lejano, los resultados se muestran seguidamente.

Gráfica 40 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Sector los Ajanel Zona 1 del municipio de La Esperanza, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

La gráfica denota la presencia de coliformes totales en todos los puntos muestreados, en ambos grifos se asocia la presencia de coliformes con la efectividad del sistema de cloración, no obstante, la presencia de coliformes aumentó en el primer grifo, mientras que en el último también tuvo un pequeño aumento con respecto a la fuente, lo que sugiere que existe contaminación en la línea de conducción o directamente en los domicilios.

4.7.4.3. Sector Demetrio Aguilar Zona 4

Este sistema se priorizó ante la sospecha de valores de conductividad eléctrica fuera de lo normal, los puntos muestreados fueron: tanque de distribución, el grifo más cercano y el intermedio, en ninguno de los tres lugares se halló contaminación fisicoquímica ni bacteriológica, lo que asegura la calidad del agua para su consumo, se enfatiza que los valores de conductividad eléctrica oscilaron entre 160.70 y 161.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los cuales se encuentran por debajo del LMP establecido por la norma (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

4.7.5. Municipio de San Cristóbal Totonicapán departamento de Totonicapán

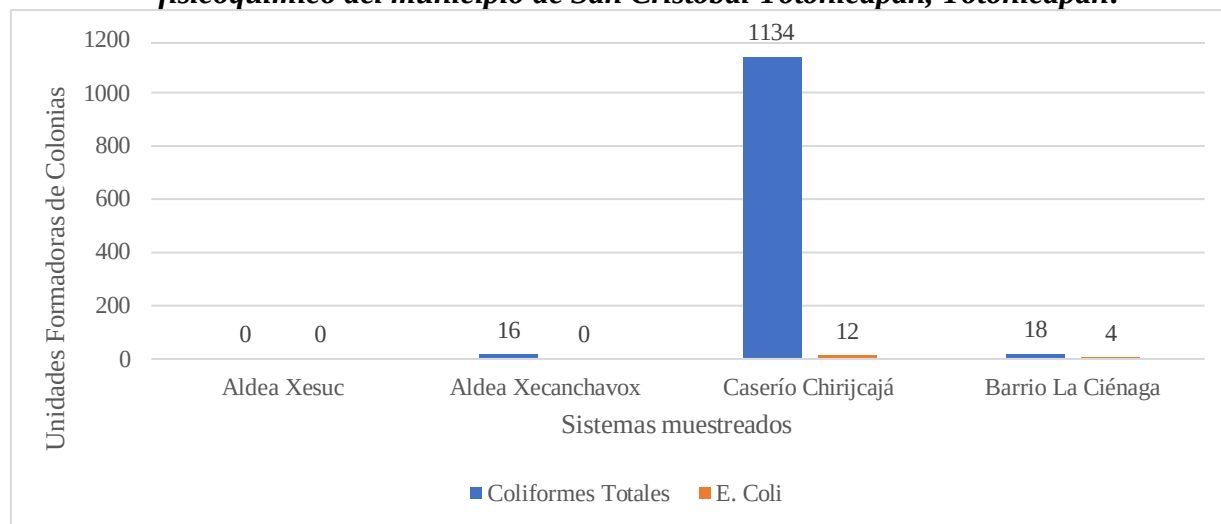
El muestreo se priorizó en cuatro comunidades, en una de ellas la población carece de un sistema de abastecimiento, por lo que consumen agua de pozos artesanales y mediante el acarreo

desde un río contiguo a la comunidad, en los demás sistemas se tiene el riesgo de contaminación por la incineración de basura inorgánica, mientras que la orgánica es enterrada.

En los cuatro sistemas se tomaron muestras de un total de dieciséis puntos, evidenciando contaminación en tres de los sistemas. Los parámetros fisicoquímicos estuvieron dentro de los límites establecidos por la norma, a excepción de un punto en el Caserío Chirijcájá en el que se tuvo turbidez en un valor fuera del límite máximo permisible.

La contaminación predominante es de carácter microbiológico, identificando como una de las comunidades más vulnerables respecto a agua no apta para consumo, es el caserío Chirijcájá situación que expone la urgente necesidad de buscar soluciones en este tipo de comunidades. En la siguiente gráfica se presentan los resultados de los análisis microbiológicos.

Gráfica 41 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.5.1. Aldea Xesuc

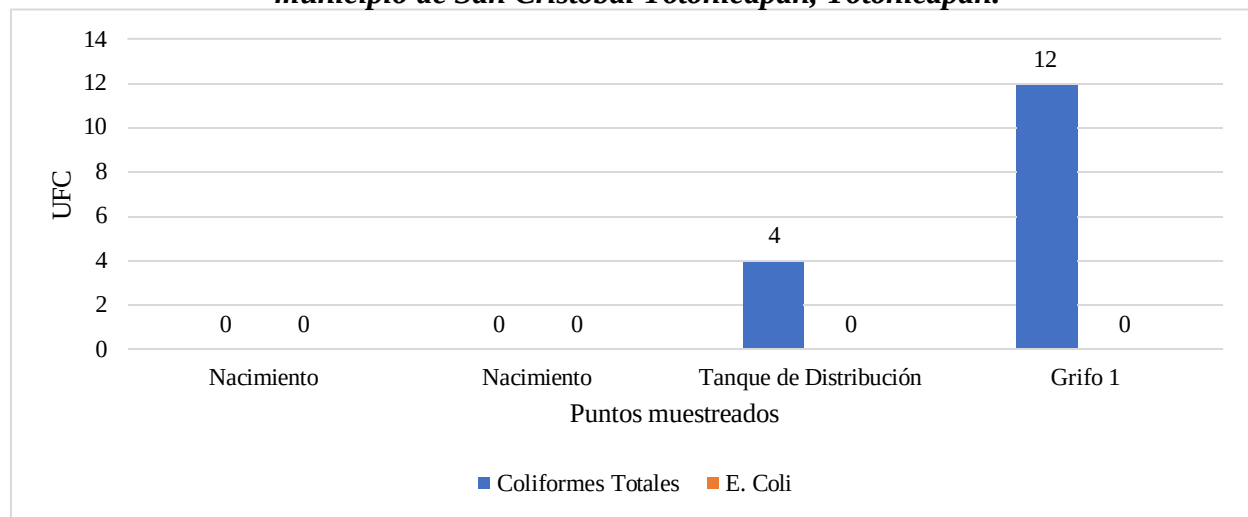
En la Aldea Xesuc fueron muestreados los cuatro puntos definidos desde el principio: nacimiento, tanque de distribución y dos grifos; el más cercano y lejano del sistema, no habiendo encontrado ningún contaminante, por lo que se puede establecer que el agua es apta para el consumo humano en todo el sistema.

4.7.5.2. Aldea Xecanchavox

En la Aldea Xecanchavox se tomaron muestras en dos nacimientos; esto como respuesta a la solicitud de los miembros del comité de agua, el tanque de distribución y uno de los grifos del sistema. Los nacimientos que abastecen a esta comunidad se encuentran en el municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán, el recorrido de la línea de conducción hasta el tanque de distribución es de aproximadamente 13 kilómetros, Esto se convierte en un factor influyente en la contaminación del agua, especialmente considerando que, en el trayecto, se han construido otros proyectos y han dejado enterradas las tuberías en condiciones desconocidas. Es importante señalar que a lo largo del recorrido de la línea de conducción existen basureros clandestinos.

A continuación, se dan a conocer los resultados por punto muestreado.

Gráfica 42 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Xecanchavox del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.



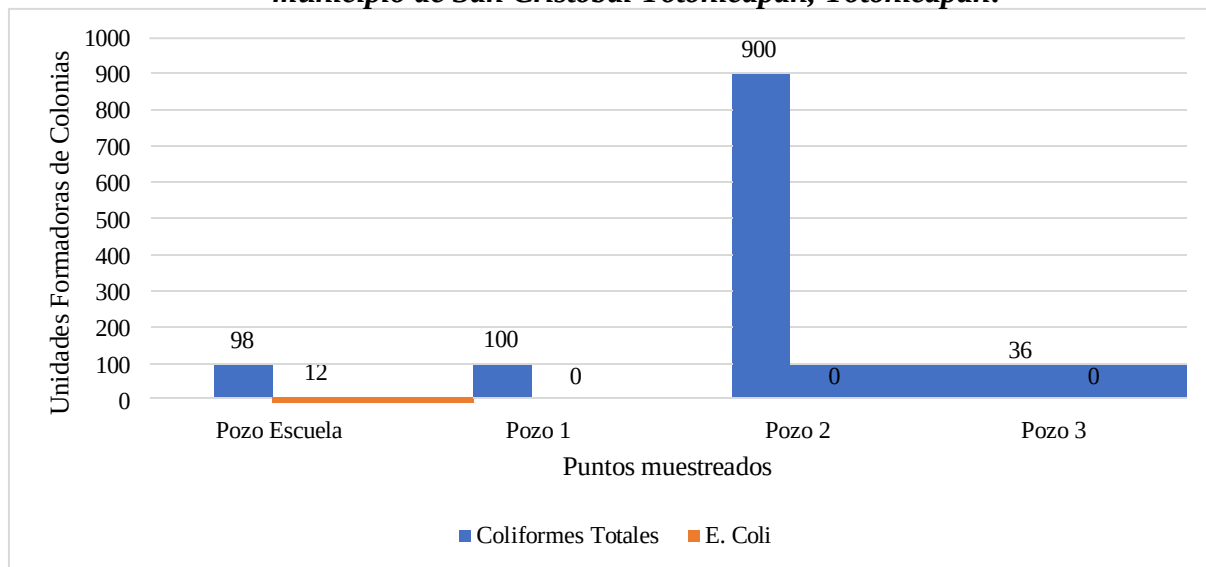
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Los resultados muestran que en los nacimientos no existe contaminación bacteriana, sin embargo, en el tanque de distribución se hallaron coliformes totales, las razones pueden ser las expuestas anteriormente por los miembros del comité, también se puede asociar a que el tanque se localiza en la parte media de un cerro y puede existir filtración por escorrentías. En el grifo muestreado se visualiza aumento de los coliformes.

4.7.5.3. Caserío Chirijcájá

En este caserío se muestrearon 4 pozos artesanales, según el director de la escuela se excavó un pozo de aproximadamente 10 metros de profundidad y en época de verano no produce el suficiente caudal para abastecer los servicios de esta; además de la escuela fueron muestreados pozos artesanales familiares considerados en tres puntos con diferente altitud dentro de la comunidad. Los resultados se dan a conocer en la siguiente gráfica.

Gráfica 43 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Chirijcájá del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Como puede visualizarse en todos los pozos se tiene contaminación bacteriana teniendo presencia de coliformes totales y Escherichia Coli, el Pozo 2 se ubica en un punto a una altitud intermedia de la comunidad siendo donde se encontraron mayor contaminación, mientras que el último pozo se localiza en una parte baja.

En el pozo de la Escuela, se hizo uso de una pequeña bomba mecánica que tienen en el pozo, la bomba apenas extrajo agua para la toma de las muestras debido a la cantidad dentro del pozo, no se pudo realizar el procedimiento técnicamente para ayudar a tomar una muestra de agua de pozo o de una cuenca profunda (Lu, 2024).

Debido a la época de verano y a las prolongadas olas de calor no fue posible realizar las tomas de muestras sumergiendo los recipientes directamente en los pozos muestreados, fue necesario utilizar una cubeta para extraer el agua del pozo, la cual se lavó tres veces, y luego del mismo se tomaron las muestras.

Ante la baja disponibilidad de agua en los pozos, los habitantes optan por realizar acarreo de un río, por ello se tomaron las respectivas muestras, en este caso se analizó como una muestra de aguas residuales y se obtuvieron los siguientes resultados:

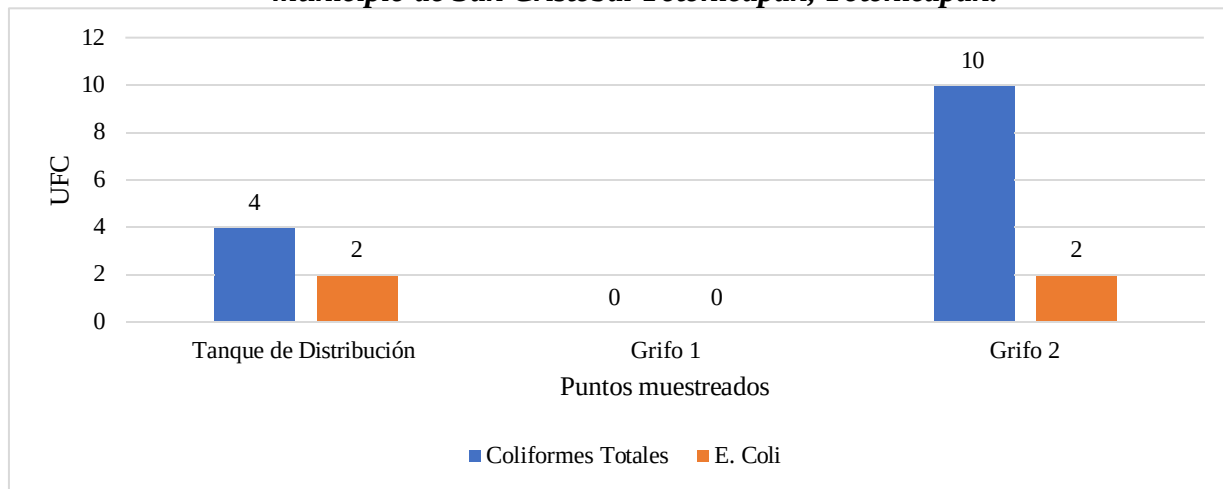
					AG 236-2006 Artículo 28 Etapa III	
CODIGO	PARAMETRO	Ref.	RESULTADO	UN.	LMA	LMP
1. PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADOS						
FYA1	Color aparente / real	SM 2120 (3-200)	34 / 27	UC	-	750
FYA5	Temperatura insitu		24.0	°C	-	< 40
FYA10	Material Flotante		Ausente	A/P	Ausencia	Ausencia
FYA13	Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540-D	5	mg/L	-	400
FYA	Sólidos sedimentables	SM 2540F	0.5	mL/L	-	-
3. INORGANICOS NO METALES						
NMI7	pH insitu	SM 4500-H+ (0-14)	8.7	log	-	6 – 9
NMI8	Nitrógeno Total	SM 4500-NO3-E (0.3-30.0)	9	mg/L	-	80
NMI14	Fósforo Total		0.95	mg/L	-	20
4. ORGANICOS AGREGADOS						
OGA1	DBO	SM 5210-D	25	mg/L	-	50-90% red
OGA2	DQO	SM 5220-D	63	mg/L	-	-
4. ORGANICOS AGREGADOS						
OGA1	DBO	SM 5210-D	25	mg/L	-	50-90% red
OGA2	DQO	SM 5220-D	63	mg/L	-	-
5. MICROBIOLÓGICOS						
MCB4	Coliformes fecales	SM 9222-D	3.9 x 10 ⁴	NMP/100 mL	-	1 x 10 ⁴

Los parámetros analizados no cumplen con la norma establecida en el Acuerdo Ministerial 236-2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos, por la cantidad de coliformes fecales que contiene, por consiguiente, tampoco se podría considerar apta para el consumo humano.

4.7.5.4. Barrio La Ciénaga

El barrio La Ciénaga pertenece al casco urbano, donde fueron tomadas tres muestras del sistema, el tanque de distribución ubicado en las cercanías del lugar conocido como las cataratas, seguidamente se tomaron los dos grifos del sistema, los resultados se muestran en la siguiente Gráfica.

Gráfica 44 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Barrio La Ciénaga del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.



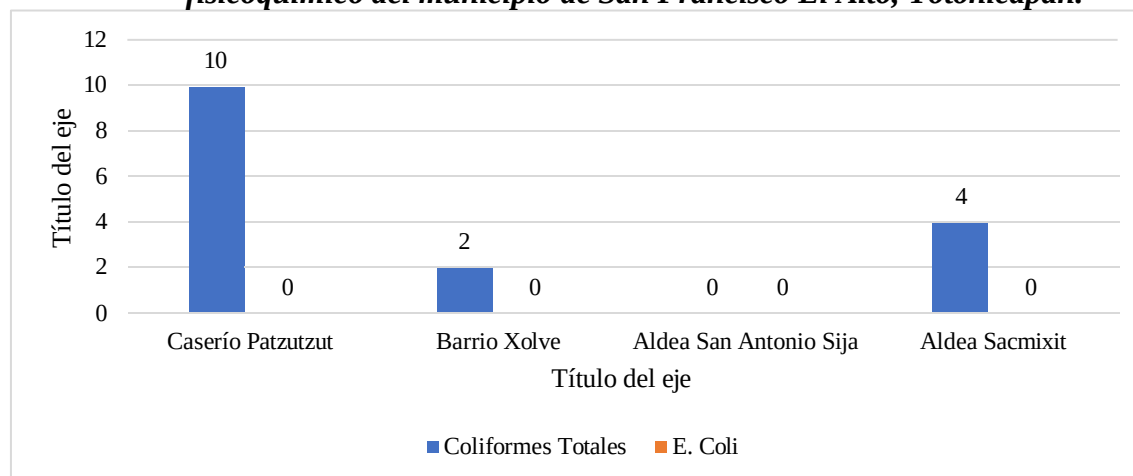
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En uno de los primeros grifos del sistema se observa que no se encontraron contaminantes bacteriológicos, anteriormente se mencionó que esto se debe a la posible dilución de los mismos o por canibalismo bacteriano, sin embargo, en el grifo más lejano del sistema se visualiza un aumento considerable de UFC de Coliformes Totales y Escherichia Coli, esto puede tener relación a posible contaminación en la línea de distribución o a contaminación directa en el domicilio donde se realizó el muestreo.

4.7.6. Municipio de San Francisco El Alto del departamento de Totonicapán.

En este municipio se priorizaron cuatro sistemas de abastecimiento de agua y se tomaron muestras en 15 puntos, por razones como la ausencia de cloración, el pastoreo de animales en las cercanías de las fuentes de abastecimiento y la falta de mantenimiento en las líneas de conducción. Se muestran los sistemas analizados y los resultados de los análisis microbiológicos.

Gráfica 45 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.



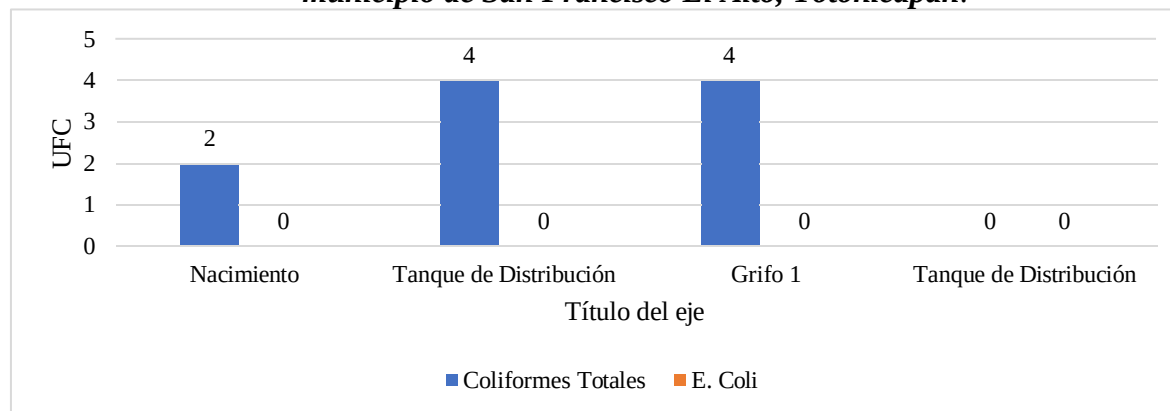
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En tres de los sistemas, se encontraron agentes microbiológicos fuera de los parámetros establecidos por la norma y únicamente en el de la Aldea San Antonio Sija no se detectó encontrados ningún tipo de contaminantes fisicoquímicos o bacteriológicos.

4.7.6.1. Caserío Patzutzut

La fuente de abastecimiento se encuentra ubicada en la Aldea Rancho de Teja, luego se traslada hasta un primer tanque de distribución en la comunidad en mención. Fueron tomados cuatro puntos del sistema mismos que se detallan en la siguiente gráfica, así como los resultados de los análisis de laboratorio.

Gráfica 46 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Barrio La Ciénaga del municipio de San Francisco El Alto, Totonicapán.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En el nacimiento se hallaron dos UFC de Coliformes Totales, es necesario mencionar que hay un estimado de 10 kilómetros entre el nacimiento y los tanques de distribución, en uno de ellos fueron hallados cuatro UFC de Coliformes Totales y en el otro no se encontraron agentes microbiológicos. El grifo también evidenció cuatro UFC con relación a la Escherichia Coli no se encontró en ningún punto del sistema.

4.7.6.2. Barrio Xolve, Cabecera municipal

Cuenta con un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, se realizaron muestreos en el nacimiento, tanque de distribución y en dos grifos, teniendo presencia de contaminación bacteriológica únicamente en el nacimiento con dos UFC de Coliformes Totales, que presuntamente desaparecen al trasladarse al tanque de distribución, posiblemente por dilución con la mezcla de agua de otros nacimientos sin contaminación o por bacterias caníbales.

4.7.6.3. Aldea Sacmixit

Se muestreo un sistema por bombeo, a través de un pozo mecánico que abastece un sector de la comunidad, se tomaron muestras en cuatro puntos: el tanque de distribución y tres grifos, encontrando contaminación únicamente en el primer grifo del sistema con 4 UFC de Coliformes totales, puede asociarse a un foco de contaminación en un punto cercano al domicilio, tomando en cuenta que en los demás puntos no fue hallada contaminación fisicoquímica ni bacteriológica.

4.7.6.4. San Antonio Sija

San Antonio Sija es una de las comunidades en donde inicia la Cuenca del Río Samalá, en esta comunidad se muestrearon tres puntos siendo: un nacimiento, un pozo y un grifo, en ninguno de las ubicaciones se encontró contaminación fisicoquímica o bacteriológica por lo que se puede calificar como un sistema que proporciona agua apta para el consumo humano.

4.7.7. Municipio de San Francisco La Unión del departamento de Quetzaltenango

En San Francisco La Unión se consideraron dos sistemas para su análisis, siendo fuentes subterráneas, su vulnerabilidad según representantes de la municipalidad y de salud se debe a la cercanía de letrinas y vertederos de basura con los pozos mecánicos.

En el caso del Cantón Chuistancia se muestrearon cuatro puntos: dos tanques de distribución y dos grifos, en ninguno de ellos fueron hallados contaminantes fisicoquímicos o bacteriológicos, asimismo el sistema del Cantón Palá con cuatro puntos: caja reunidora de caudales, tanque de distribución y dos grifos del sistema, en donde tampoco se constató la existencia de contaminantes en el sistema.

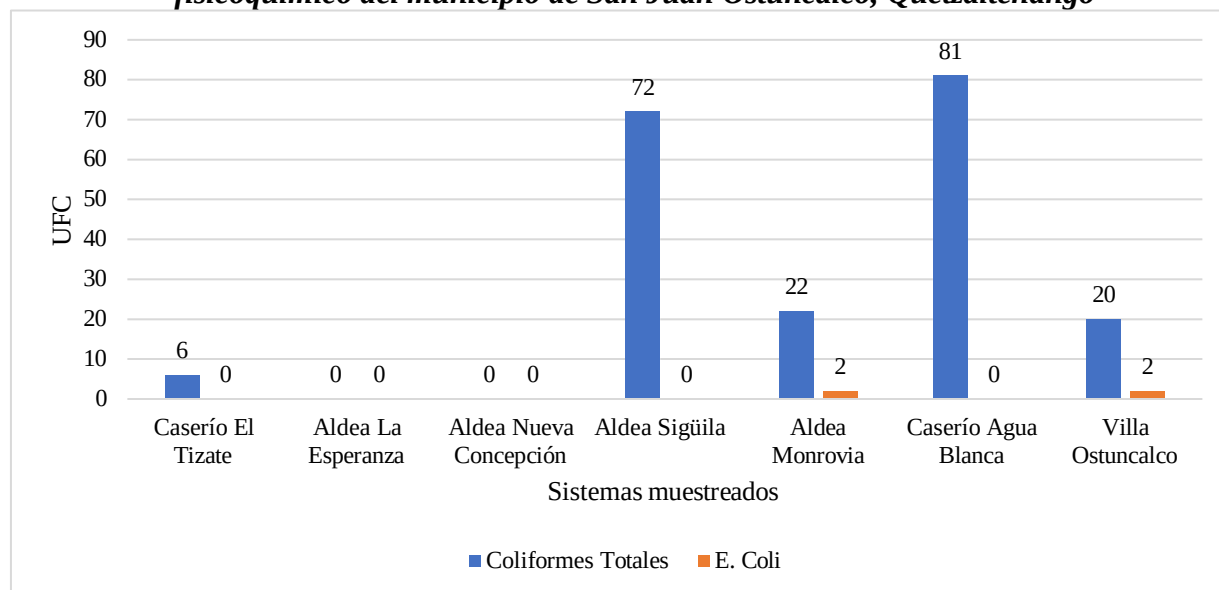
Se hace necesario hacer énfasis que de los nueve municipios analizados San Francisco La Unión es el único municipio que no presenta contaminación en sus sistemas, aunque es importante considerar que únicamente se priorizaron dos sistemas, es posible que pueda haber contaminación en otros sistemas del lugar.

4.7.8. Municipio de San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango

Para este municipio se priorizaron siete sistemas, en los cuales se tomaron veintisiete muestras, la vulnerabilidad en ellos va desde la inundación en sectores donde se encuentran las fuentes de abastecimiento, vertederos clandestinos de basura en lugares aledaños a tanques de distribución y sobre las líneas de conducción, tubería en mal estado o no adecuada para el traslado del vital líquido, colindancia con letrinas y otras fuentes de contaminación.

De los siete sistemas analizados únicamente en dos no se encontraron contaminantes, mientras que en los cinco restantes existen agentes microbiológicos los cuales se observan en la Gráfica a continuación.

Gráfica 47 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.8.1. Aldea La Esperanza

Este sistema de abastecimiento tiene una fuente superficial, fueron muestreados cuatro puntos: el tanque de distribución y tres grifos. En ninguno de ellos se demostró contaminación fisicoquímica o bacteriológica, por lo tanto, se proporciona agua apta para el consumo humano.

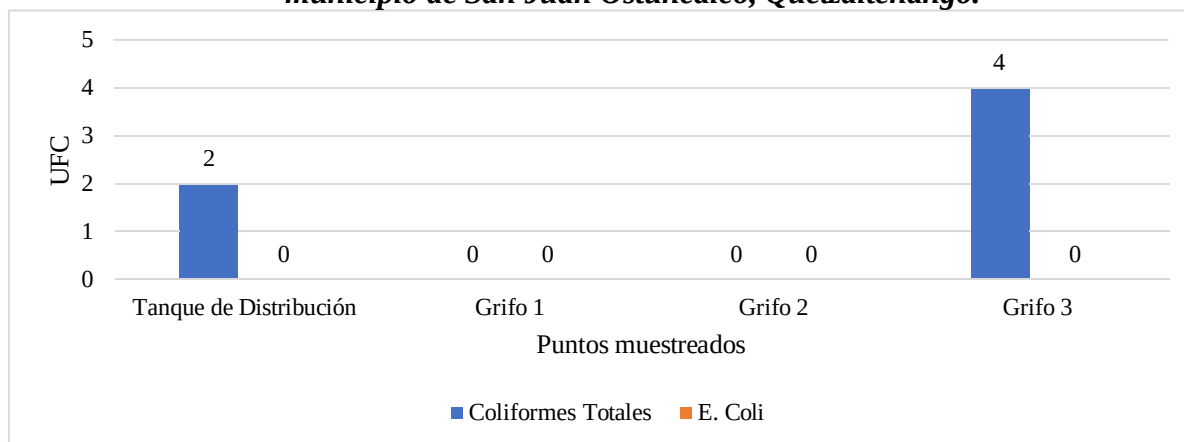
4.7.8.2. Aldea La Nueva Concepción

Este sistema se abastece de una fuente superficial, se consideraron cuatro puntos: el nacimiento, tanque de distribución y dos grifos. En el análisis, no se encontró contaminación fisicoquímica ni bacteriológica en ninguno de los muestreos, lo que indica que el sistema proporciona agua apta para el consumo humano en su totalidad.

4.7.8.3. Caserío Tizate

En el caserío el Tizate Fueron muestreados cuatro puntos, presentando contaminación en dos de ellos como se detalla en la gráfica.

Gráfica 48 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío El Tizate del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.



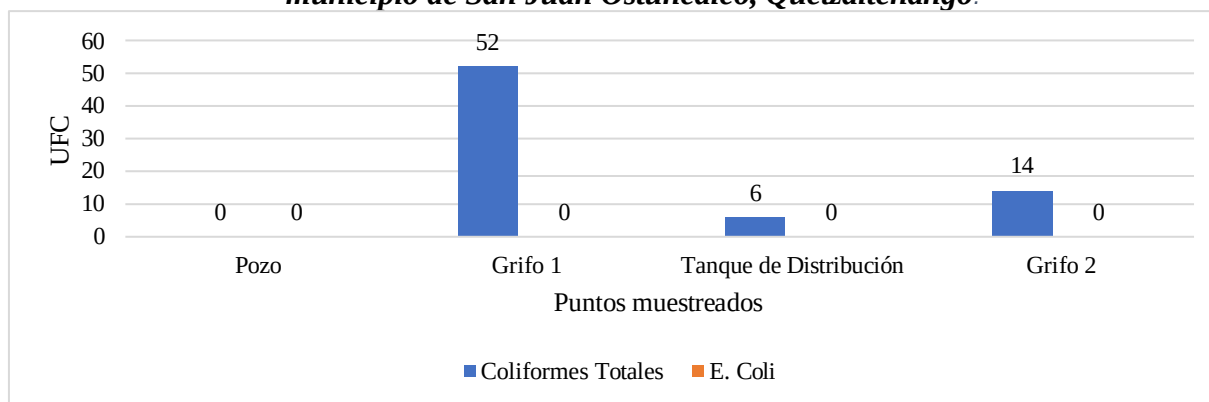
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En el tanque de distribución se hallaron dos UFC de Coliformes Totales, seguidamente en los grifos más cercanos al tanque no se encontraron bacterias, mientras que en el grifo más lejano se hallaron cuatro UFC de coliformes totales, esto se puede asociar a contaminación en el tramo final de la línea de conducción o a contaminación directa en el domicilio en el que se tomaron las muestras.

4.7.8.4. Aldea Sigüilá

Esta Aldea cuenta con un sistema de abastecimiento por bombeo, la vulnerabilidad establecida por personal de la municipalidad y salud, se refiere a la colindancia del sistema con letrinas y semovientes, los resultados de los estudios de laboratorio se muestran en la siguiente gráfica.

Gráfica 49 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Sigüilá del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.



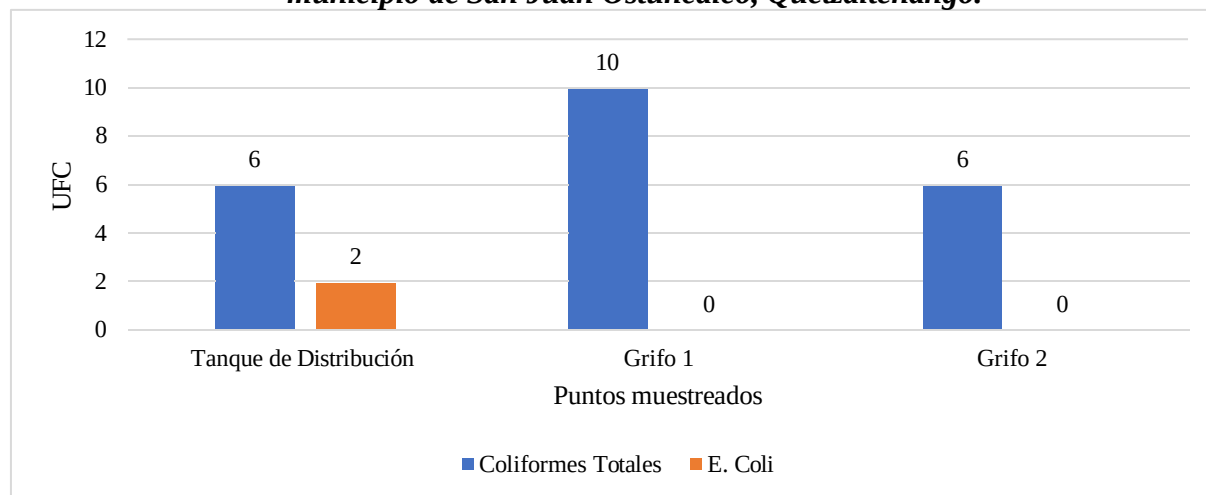
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Como se puede visualizar en la gráfica en el pozo no se encontraron problemas bacteriológicos, sin embargo, en el tanque de distribución y en los grifos si fueron halladas UFC de Coliformes Totales, situación que se relaciona a una contaminación externa en la línea de conducción hacia los demás puntos del sistema, razón por la cual es indispensable la instalación de sistemas de cloración.

4.7.8.5. Aldea Monrovia

La Aldea Monrovia cuenta con dos fuentes de abastecimiento superficiales de difícil acceso y las cuales no cuentan con perímetros de protección, su administración es municipal, debido a las condiciones se procedió a muestrear: el tanque de distribución y dos grifos, los resultados de los análisis de laboratorio se encuentran a continuación.

Gráfica 50 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Aldea Sigüilá del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

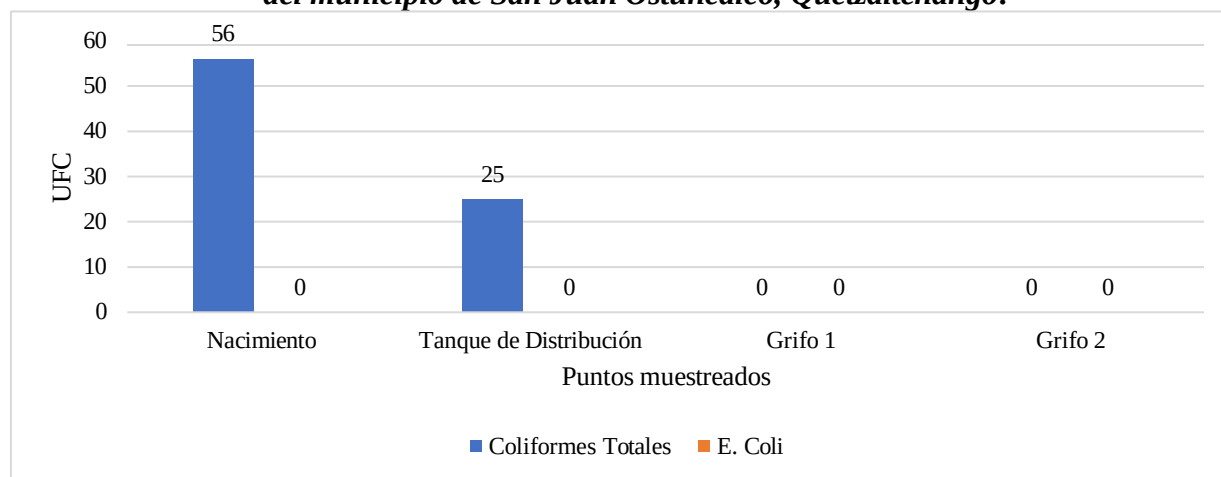
En las tres ubicaciones se detectaron UFC de Coliformes Totales y en uno UFC de Escherichia Coli, este sistema presenta contaminación en todos sus puntos muestreados, la resistencia de los pobladores a utilizar sistemas de purificación vuelve más vulnerable a la comunidad.

4.7.8.6. Caserío Agua Blanca

El Caserío cuenta con una fuente de agua superficial que se encuentra dentro de la comunidad, en este sector la población es muy estricta y no permite la aplicación de un tratamiento de

potabilización para el agua, se muestreo: el nacimiento, tanque de distribución y los grifos más cercano y lejano del sistema, los resultados se muestran en la próxima Gráfica.

Gráfica 51 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Agua Blanca del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.



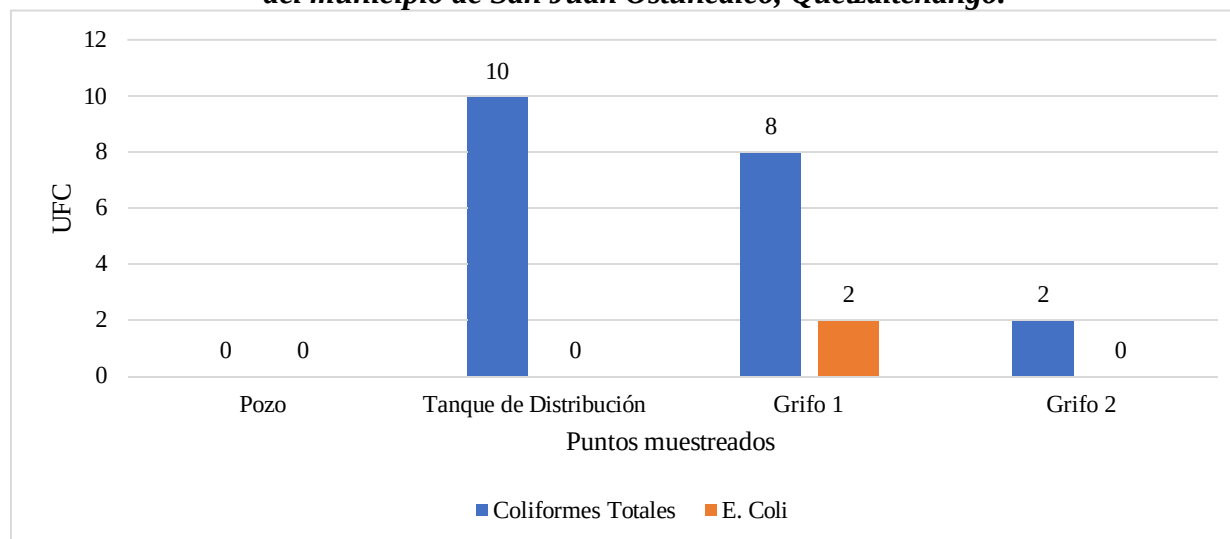
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Como se visualiza en la gráfica existe contaminación bacteriana en el nacimiento y en el tanque de distribución, sin embargo, en los grifos no se halló ningún tipo de agente. Nuevamente se citan razones como el canibalismo bacteriológico por no existir presencia de UFC de Coliformes Totales en los grifos.

4.7.8.7. Villa Ostuncalco

La Villa Ostuncalco es un sistema que se encuentra dentro del casco urbano del municipio, tiene dos fuentes de abastecimiento superficiales y un pozo, es considerado vulnerable por las líneas de conducción cuyas tuberías son de asbesto y cemento, tiene una administración municipal y las fuentes de abastecimiento superficiales se sitúan en otra comunidad. Para este estudio se consideraron: el pozo, tanque de distribución y dos grifos. A continuación, se especifican los resultados microbiológicos de La Villa.

Gráfica 52 Resultados del análisis de muestras del Sistema de Agua de Caserío Agua Blanca del municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango.



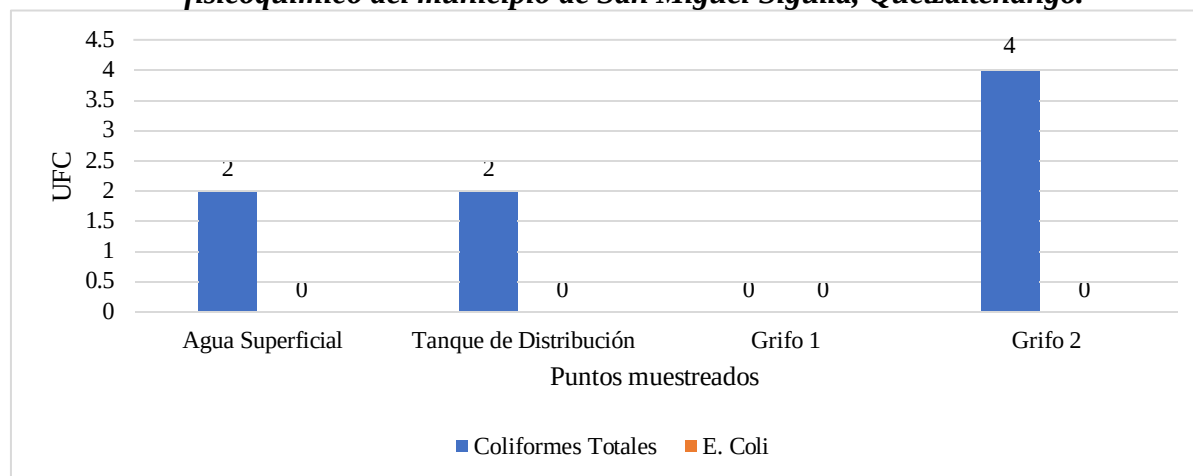
Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

Como lo refleja la gráfica, el pozo no define problemas bacteriológicos, a partir del tanque de distribución donde se captan los caudales de las tres fuentes, se hallaron UFC de coliformes totales, por ello se presume que la contaminación se tiene en los nacimientos, la cual es trasladada a los grifos. En el grifo más cercano se puede observar que además de la existencia UFC de Coliformes Totales, se localizan dos UFC de Escherichia Coli, se presume que haya contaminación en ese sector o directamente en la vivienda.

4.7.9. Municipio de San Miguel Sigüilá del departamento de Quetzaltenango

Considerando la cantidad de sistemas en el municipio, únicamente se priorizó uno, no obstante, se consideraron factores que enmarcan la vulnerabilidad del municipio, siendo este el de la Aldea La Emboscada. Los datos constatados se presentan en la siguiente gráfica.

Gráfica 53 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.

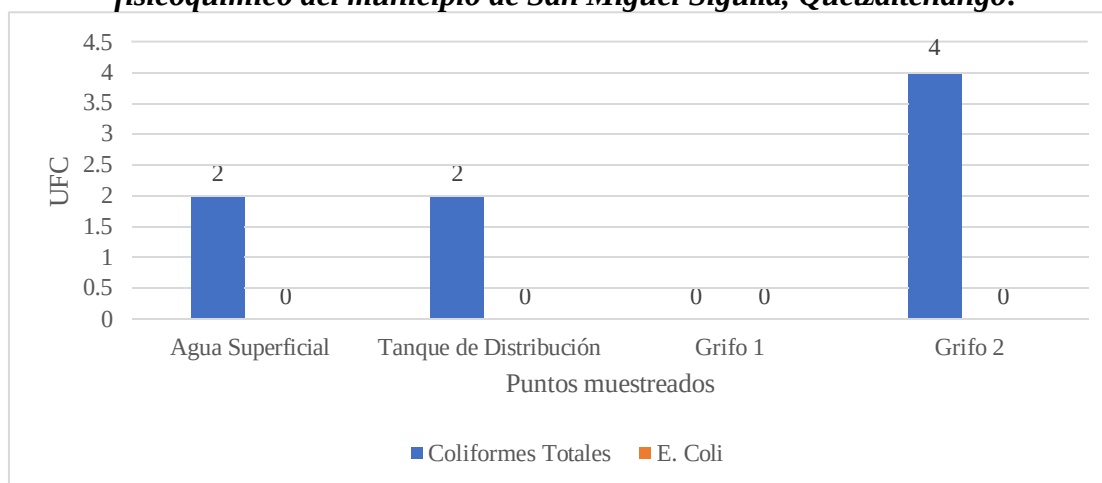


Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

4.7.9.1. Aldea La Emboscada

El abastecimiento de agua potable de la Aldea La Emboscada se da mediante tres pozos y un nacimiento, los caudales de estos convergen en un tanque de distribución que posteriormente se traslada a los usuarios. Para fines de este estudio, considerando que el agua de pozos mecánicos se considera muy segura se tomó muestras del nacimiento, el tanque de distribución y dos grifos del sistema, los resultados se encuentran en la gráfica posterior.

Gráfica 54 Resultados de las comunidades muestreadas para análisis microbiológico y fisicoquímico del municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.



Fuente: Proyecto Filtros Versátiles, CUNOC/UPNA 2,024

En el nacimiento se encontraron dos UFC de coliformes totales mismas que se trasladaron al tanque de distribución, en el grifo más cercano no se encontraron bacterias mientras que en el siguiente grifo fueron halladas cuatro UFC de coliformes totales, por la cantidad puede inducirse que estas han sido trasladadas desde la fuente de captación hasta el grifo. En este caso, el centro de salud brinda acompañamiento en la desinfección de tanque, a pesar de no contar con un sistema de cloración.

4.8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los 19 municipios que conforman la Cuenca Alta del Río Samalá (CARS) tienen características topográficas, sociales y culturales similares, más aún si se analizan desde el norte de la cuenca hacia el sur, el idioma maya que predomina en los municipios del norte es el Mam mientras que el sur es el K'iche', no obstante, el idioma oficial es el español.

Se priorizó realizar estudios en nueve municipios, tratando de tener una muestra representativa entre los dos departamentos que abarca la CARS, así como la ubicación geográfica para abarcar el norte y el sur, estos municipios fueron priorizados con base a su vulnerabilidad, para ello se analizaron indicadores de morbilidad relacionada al recurso hídrico, índice de desarrollo humano y pobreza.

La cantidad de sistemas a analizar por municipio fue seleccionada a partir de los registros en la base de datos del SIGSA SIVIAGUA, seguidamente considerados a través del software Epidat 4.2, posteriormente se llevaron a cabo dos reuniones con inspectores de saneamiento ambiental del centro de salud y personal encargado de agua de las municipalidades involucradas, con el objeto de priorizar los sistemas, siendo ellos quienes están directamente relacionados con el contexto determinarían los lugares a analizar.

Se resalta que en algunos casos la priorización se realizó por temas de accesibilidad derivado a que en su mayoría los sistemas son administrados por comités y COCODES, quienes por razones culturales y sociales no permiten que sean analizadas las características del agua en sus sistemas de distribución, no obstante, existieron cambios de último momento.

En los resultados obtenidos se tiene que el 47% de las muestras presentó contaminación física o bacteriológica y el 53% de las muestras no evidenció ningún tipo de agentes, sin embargo, solo el 26% de los 35 sistemas analizados no demostró contaminación en ninguno de los puntos muestreados el 74% restante tuvo contaminación en al menos un punto lo que permite deducir que la contaminación no se genera en un punto específico sino que por diversos factores puede darse en varios puntos y la cual puede trasladarse o no a través de la línea de conducción.

Los contaminantes predominantes encontrados son de tipo bacteriológico teniendo 62 muestras con presencia de Coliformes Totales y 15 muestras con *Escherichia Coli*. Respecto a las propiedades físicas y organolépticas, únicamente dos muestras tuvieron parámetros fuera de los LMP en turbidez, en cuanto a los aspectos químicos se encuentran en los rangos establecidos por la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR 29001.

Los factores de vulnerabilidad expresados por representantes de municipalidades y salud son:

- Falta de sistemas de depuración (cloración) en los sistemas de abastecimiento.
- Falta de perímetros de protección en las fuentes de captación de agua.
- Falta de mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua.
- Cercanía de vertederos clandestinos de basura con las fuentes de abastecimiento y las líneas de distribución.
- Cercanía de letrinas con las fuentes de abastecimiento y líneas de distribución.
- Pastoreo de semovientes en las cercanías de las fuentes de captación.
- Deficiencias en las líneas de conducción de agua.

Estos factores pueden ser una de las principales causas de la contaminación bacteriológica, históricamente en las comunidades se han utilizado letrinas por lo que se induce que la materia fecal se ha filtrado a las fuentes de abastecimiento, principalmente las superficiales por su cercanía de los mantos freáticos con la superficie de la tierra y la falta de perímetros de protección en las fuentes puede dar origen a que animales silvestres defecuen en las mismas.

Las largas distancias que recorren las líneas de conducción de agua también son un factor a considerar para la contaminación bacteriológica, en algunos sistemas se mencionó que la tubería

pasa por vertederos de basura clandestinos, terrenos que son fertilizados con abonos naturales, conexiones defectuosas y la contaminación cruzada que existe, debido a que comparten el espacio las líneas de conducción de agua para consumo y de los sistemas de aguas residuales que también generan otro foco de contaminación.

Por otra parte, en comunidades como la Aldea Pasac Primero del municipio de Cantel, el sistema presuntamente tiene más de cien años de funcionamiento en algunos sectores, la falta de mantenimiento y cambio de la tubería también puede dar origen a la proliferación de bacterias, la tubería HG enterrada y la tubería PVC al aire libre también son factores que originan el crecimiento bacteriano, estos factores también pudieron observarse en otros sistemas.

La época en la que se realizó el muestreo pudo ser una variable que influyo tanto positiva como negativamente en los resultados, puesto que en algunas fuentes se tomaron las muestras de agua reposada que posiblemente haya tenido un tiempo considerable de estar así. La lluvia también es un factor que perjudica, atrayendo contaminantes mediante la escorrentía. Para tener una información más exacta es necesario que este estudio sea longitudinal y tener mayor información, según los reglamentos del Ministerio de Salud puntualmente el Manual de Especificaciones para la Vigilancia y el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano estas acciones debieran realizarse, sin embargo, no se encontraron registros de esta práctica.

Otro factor a considerar es la altitud a la que se encuentran los sistemas, por ello se visualiza una relación entre la altitud y la contaminación, tomando en cuenta que los municipios con menor altitud manifestaron relativamente mayor contaminación, Los municipios de San Miguel Sigüilá, Cantel y San Cristóbal fueron los que presentaron mayores problemas de contaminación, el caso de San Miguel Sigüilá es necesario analizarlo con mayor profundidad, puesto que para la presente investigación únicamente se muestreo un sistema.

Respecto a las fuentes de captación se detectó lo siguiente; todos los pozos artesanales muestreados en el Caserío Chirijcá de San Cristóbal reportaron contaminación bacteriana debido a la cercanía que existe con las letrinas. Ocho de las once fuentes de aguas superficiales (nacimientos) también presentan contaminación bacteriológica, mientras que los pozos mecánicos

presentan profundidades considerables y únicamente en uno de cinco pozos en los que se tomaron muestras presentó contaminación bacteriana.

Los sistemas que cuentan con administración municipal cuentan con sistemas de desinfección, razón por la cual presentan menores problemas comparado con los administrados por comités o COCODES, quienes manifiestan rechazo ante el uso del cloro por razones culturales y estereotipos que se han formado con el paso del tiempo. A esto se suma que actualmente muchas comunidades han incrementado su población y según el Censo de Población y Vivienda del año 2018 cambiaron su estatus de rural a urbano.

Los sistemas urbanos presentaron mayor presencia de contaminación en relación a los del área rural, se presume que la contaminación urbana es un factor que afecta directamente al agua, principalmente los sistemas que no tienen algún mecanismo de depuración, para mitigar la presencia de bacterias en el agua.

En algunos sistemas se tuvo presencia bacteriana en un punto y en siguiente ya no, esto se da por diversos factores, entre los que se pueden enumerar:

- Diferencia de horarios en la toma de muestras (los sistemas son dinámicos, por lo tanto, los contaminantes varían en relación al tiempo, los caudales en determinado momento pueden contener bacterias en un volumen de agua, pero en el siguiente volumen no contiene la misma cantidad o simplemente no tenerlas)
- Los parámetros bacteriológicos que se consideran según la NTG COGUANOR 29001 son Coliformes Totales y Escherichia Coli, sin embargo, en el agua existe una diversidad de bacterias, algunas de ellas presentan un fenómeno de canibalismo, pueden devorarse entre ellas y cambiar el tipo de bacteria, para determinar este fenómeno sería necesario hacer estudios más específicos.
- En los sistemas de abastecimiento que tienen sistema de cloración, el cloro elimina las bacterias y se depura el agua, volviéndose apta para el consumo humano.

Los sistemas que presentan contaminación en puntos subsiguientes a la fuente de captación se deben a problemas en las líneas de conducción, deficiencia en las conexiones o contaminación directa en los hogares, este fenómeno es más común en sistemas en los que la tubería ya cumplió con su tiempo de vida, sistemas que tienen tubería HG enterrada o tubería PVC al aire libre.

Otro aspecto importante para destacar es la disponibilidad del agua, los sistemas que tienen disponibilidad únicamente por horas presentar mayor contaminación, el almacenamiento no adecuado de agua contribuye al crecimiento bacteriano, comunidades como las del municipio de Concepción Chiquirichapa en donde solo tienen disponibilidad de agua algunas horas en días específicos de la semana, deben almacenar por mucho tiempo, generando condiciones propicias para el crecimiento de bacterias.

Entre las comunidades más vulnerables se encuentra el Caserío Chirijcá de San Cristóbal, Totonicapán, en este lugar no se cuenta con un sistema de distribución de agua para consumo humano, por ende, su principal fuente de abastecimiento proviene de pozos artesanales y en época de verano cuando los pozos no producen suficiente agua, se suministran de un río que tiene embonado sistemas de drenajes, lo que hace que el agua no sea apta para su consumo. Asimismo, varias comunidades del municipio de Concepción Chiquirichapa tienen problemas con la disponibilidad y al mismo tiempo que presentan una alta contaminación bacteriológica. El sector D de la Aldea Pasac Primero de Cantel presenta alta contaminación bacteriana, a pesar de que se tiene disponibilidad de agua las 24 horas del día.

CONCLUSIONES

Los muestreos de agua para consumo humano o también llamado agua potable se realizaron en época de verano, por lo tanto, los horarios del suministro de agua eran irregulares y reflejaban la situación específica de cada una de las comunidades, siendo procesadas las muestras de agua en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. El trabajo conjunto permitió dar cumplimiento al calendario apoyado por un trabajo interinstitucional, es decir con el apoyo de la movilización y acompañamiento de la municipalidad, inspectores de saneamiento y los líderes comunitarios.

La identificación previa de las fuentes de agua superficiales o subterráneas consideradas como críticas por diferentes factores monitoreados por la comunidad, facilitó la elección de la inversión de la toma de muestras de agua de consumo humano. Complicaciones como acceso vial o peatonal a las fuentes de agua superficiales visibiliza la dificultad de monitoreo constante por diversas situaciones como la movilización, recurso económico y tiempo. Por esta razón es necesario contar con un equipo de muestreo en condiciones óptimas con los respectivos insumos para validar un buen método de muestreo de agua y garantizar una buena praxis.

Este diagnóstico evidenció que las principales fuentes de abastecimiento utilizadas en la CARS son de origen superficial (nacimientos), subterráneas (pozos mecánicos y pozos artesanales), en varias comunidades se cosecha agua de lluvia y se realiza acarreo agua de ríos, asimismo, reflejó parámetros químicos por debajo del límite máximo permisible, mientras los parámetros físicos en turbiedad algunas comunidades están en el intervalo de límite máximo permisible como aceptable, los principales contaminantes que presentan los sistemas de distribución de agua para consumo humano en la CARS en los parámetros microbiológicos son Coliformes Totales y *Escherichia Coli*, toda esta información es emitida como dictamen del Laboratorio de Aguas de la División de Ciencias de la Ingeniería, CUNOC-USAC, según la norma COGUARNOR 29001.

Estos resultados permiten tener información de todos aquellos parámetros que se encuentran fuera del intervalo de aceptación por norma para agua de consumo humano, pueden existir variaciones en época de invierno, los actores principales y secundarios indican que el comportamiento hídrico perjudica principalmente a las fuentes de aguas superficiales por la escorrentía que genera un flujo de agua turbulento y arrastra diferentes sedimentos o residuos sólidos, de la topografía más alta hacia las captaciones o los tanques de almacenamiento o de distribución. Principalmente son afectados por no considerar por el momento un perímetro de protección factible en el contexto de la comunidad.

Es necesario tratar el agua para consumo humano en la CARS, principalmente en el aspecto microbiológico, para garantizar su seguridad y evitar enfermedades transmitidas por el agua. Además, es necesaria la implementación de sistemas de depuración de agua para consumo, que sean pertinentes al aspecto social, cultural y económico de la región, para ello se propone un proceso de co-creación con las comunidades más vulnerables en la cuenca alta del Río Samalá.

Esta información es para seleccionar los parámetros a considerar que permiten el diseño de los filtros para agua de consumo humano, principalmente los medios filtrantes que serán dirigidos para la adsorción o la desinfección de las partículas presentes en el agua según las comunidades por tener: turbiedad como un parámetro físico y es necesario poder adsorber y coliformes totales incluyendo a escherichia coli como un parámetro microbiológico que es necesario desinfectar.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Civil Red Ciudadana . (s.f.). Lab Municipal . Obtenido de <https://labmunicipal.redciudadana.org/quetzaltenango/san-francisco-la-union/>
- Barreto Dillón, L. (2020). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/%C2%BFsabes-qu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F#:~:text=Los%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20son%20aquellos%20que%20permiten,la%20cantidad%20y%20calidad%2>
- COGUANOR. (02 de 04 de 2013). Norma Técnica Guatemalteca (agua potable) 29001. Especificaciones. Guatemala.
- Congreso de la Republica de Guatemala . (2002). Código Municipal . Guatemala.
- Consejo Municipal de San Francisco El Alto, Totonicapán, Guatemala. (2019). Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial. San Cristóbal Totonicapán.
- Coordinadora de Organizaciones para el Desarrollo. (20 de 03 de 2014). Coordinadora de Organizaciones para el Desarrollo. Obtenido de Más del 90% de las fuentes de agua en Guatemala tienen contaminación bacteriológica : <https://coordinadoraongd.org/2014/03/mas-del-90-de-las-fuentes-de-agua-en-guatemala-tienen-contaminacion-bacteriologica/>
- Echeverría, J. (2009). Propuesta PSA "Cuenca Alta Río Samalá. San José, Costa Rica.
- Escobar, C. P. (2009). Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, San Juan Ostuncalco. Guatemala.
- INE. (2018). XII Censo Nacional de Población y Vivienda. Guatemala.
- Instituto Nacional de Estadística Guatemala. (2019). Resultados censo 2018. Guatemala.
- Lentini, E. (2010). Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito. Santiago de Chile.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- . (2013). Acuerdo Ministerial No. 523-2013., (pág. 7). San Marcos.
- Morales Ríos, J. J. (2015). "Un Paso Sólido" Alcaldías Comunitarias y Resolución de Conflictos. Quetzaltenango.
- MSPAS. (2013). Acuerdo Ministerial 523-2013. Manual de Especificaciones para la Vigilancia y el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Guatemala.

Municipalidad Cantel . (23 de Enero de 2015). Cantel, Quetzaltenango, Guatemala. Obtenido de <https://cantelxela.wordpress.com/2015/01/23/demografia-y-geografia/>

Municipalidad Concepción Chiquirichapa . (2019). Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial . Guatemala.

Municipalidad de San Cristobal Totonicapán. (2018). Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial PDM-OT de San Cristobal Totonicapán 2018 - 2032. Guatemala.

Municipalidad de San Francisco la Unión. (2020). Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial PDM-OT de San Francisco La Unión 2020 - 2032 . Guatemala .

Municipalidad de San Juan Ostuncalco. (2018). Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, San Juan Ostuncalco 2018-2032. Quetzaltenango, Guatemala .

Naciones Unidas. (17 de 06 de 2020). Naciones Unidas. Obtenido de Objetivos de desarrollo sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Programa regional de reducción de la vulnerabilidad y degradación ambiental -PREVDA-. (2019). Caracterización Municipio de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Guatemala . Guatemala.

Rodríguez Martínez, O. (2004). Diagnóstico Ambiental de la Cuenca del Río Samalá. Universidad del Valle de Guatemala.

Santos, M. A. (2007). Comercialización y organización empresarial (producción de maíz) y proyecto de aguacate Hass. Guatemala: USAC.

Secretaria de Planificacion y Programación de la Presidencia - SEGEPLAN. (2010). Plan de Desarrollo Municipal de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango. Guatemala .

SEGEPLAN. (s.f.). Sistemas SEGEPLAN. Obtenido de Síntesis dimensión económica San Francisco El Alto Totonicapán: [https://sistemas.segeplan.gob.gt/s-----ideplanw/SDPPGDM\\$PRINCIPAL.VISUALIZAR?pID=ECONOMICA_PDF_803](https://sistemas.segeplan.gob.gt/s-----ideplanw/SDPPGDM$PRINCIPAL.VISUALIZAR?pID=ECONOMICA_PDF_803)

SIGSA. (2023). Dirección de Tecnologías de la Información. Obtenido de Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 20 primeras causas de morbilidad: <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/principales-causas-de-morbilidad>