

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

JOEL US LÓPEZ

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES
DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JOEL US LÓPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR EN FUNCIONES

Lic. M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Pr. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, JULIO DE 2021

Guatemala, julio de 2021

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Joel U's López', written over a horizontal line.

Joel U's López

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por ser mí guía en cada paso, e inspiración en cada meta.
A MIS PADRES	Miguel Us y Olga López, por su apoyo incondicional, lecciones y enseñanzas en cada etapa de mi vida. Este logro se los dedico, los amo.
A MIS HERMANOS	Nicolás, José (Q.E.P.D.), Marta, Emely, Jonathan, Abner, Wendy. Que este logro sea un ejemplo, que ninguno sueño es demasiado grande, los amo. Posdata; José, que la alegría de este logro te llegue hasta el cielo, te amo.
A MI FAMILIA	Primos, tíos, tías y especialmente a Abraham Us, Lorena Us, Marisol Us, Josseline Us, Marta Us, Kedvin Benito, Juan Benito, Daniel Us, Erwin Us, Karina Soto, Jennifer Soto. Gracias por tantos momentos compartidos en nuestra niñez.
A MIS SOBRINOS	Ely Mérida, Nathalya Mérida, Nery Villatoro, Josué Villatoro, Nahomy Villatoro, Yasuri Morales, Eitan Morales, Antoni Morales, Summer Reina. Espero que este logro, sea la semilla en sus vidas, para que luchen por sus sueños, los quiero.
A PERSONAS ESPECIALES	Sergio Mayen, Alejandro Lemus, Widman Sey, Sony Marroquín, Félix Sigüenza, Luvia López, Johny Juracán, Nery Salvatierra, Ramiro Agustín, Riky Perobal, Gary Barrios, Alex Fuentes, Alba Morales, Gardenia Sánchez, Danny Ramírez, Noelia García. Agradezco a la vida, por haber compartido tantas gratas experiencias a su lado, gracias por su amistad.
A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS	David Monterroso, Daniel Rodas, Fernando Ramírez, Stefany Paiz, Axel Dueñas, Pablo de León, Rebeca Morales, Edson Letona, Jeffrey Garzaro, Jakeline Salvador, Paolo Ramírez, Francisco Herrera, Naobil Xep, Edgar Hernandez, Carlos Melgar, Yanira Martínez, Clara Ordoñez, Víctor García, Francisco Gómez, Rigoberto Yoc, Juan Tían, Hugo Puc, Kevin Chipix, Luis Reyes, Hugo Cano, Allan Guaran, Leonel Ramírez, Brandon Payes, Irma Turcios, Weneguer Gonzales, David Cosigua, Neydi Juracán, Heraldo Tobar, Daniel Pichillá, Wilson Tzunun, Milton Arreaga, Gerardo Cotzajay, Ligia López, Rafael García. Gracias por haber compartido esta bella etapa.

AGRADECIMIENTOS

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Por formar mis pasos y enseñarme de sueños colectivos.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, Por abrirme sus puertas y ser mi segundo hogar.

MI SUPERVISOR, Dr. Silvel Elías, gracias por su ayuda, amistad y aporte de sus conocimientos para la formulación del presente documento, mil gracias.

MI ASESOR, Ing. Agr. Kelder Alexis Ortiz, gracias por su tiempo, consejos y ayuda a lo largo de la elaboración del presente documento, mil gracias.

Dr. Marco Tulio Aceituno (Q.E.P.D.), Por su ejemplo, consejos, enseñanzas y tiempo brindado en la revisión del presente documento, mil gracias.

MIS MAESTROS, Dr. Marvin Salguero, Dra. Lily Gutiérrez, Dr. Milton Sandoval, Ing. Agr. MSc. Carlos Búcaro, Ing. Agr. MSc. Edwin Cano, Ing. Agr. MSc. Mauricio Sitún. Gracias por compartir sus conocimientos y ser un ejemplo a seguir.

PADRE, Pedro (Q.E.P.D.), por su apoyo y haber creído en mí.

CCDA, Por abrirme sus puertas, y formarme en esta etapa de mi vida profesional.

EQUIPO AGRÍCOLA CCDA, Por el intercambio de experiencias. Y promover el desarrollo integral de las comunidades campesinas.

PROYECTO HORIZONT3000, Mi gratitud a las personas que conformaron el proyecto.

CAP PATULUL, Mi gratitud al Dr. Giovanni Nelson y Lic. Amílcar Salazar, por su ayuda y acompañamiento en la formación de promotores de salud comunitarios.

LIDERES COMUNITARIOS, Por abrirme las puertas de cada comunidad y sus hogares, estaré infinitamente agradecido por siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

CAPÍTULO I	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.	1
1.1	PRESENTACIÓN	3
1.2	MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1	Ubicación geográfica	4
1.2.2	Demografía	6
1.2.3	Educación	9
1.2.4	Idiomas	11
1.2.5	Actividades productivas	11
1.2.6	Agricultura.....	12
1.2.7	Mercados	12
1.2.8	Infraestructura física y servicios.....	12
1.2.9	Salud y sanidad pública.....	14
1.3	OBJETIVOS.....	19
1.3.1	General.....	19
1.3.2	Específicos	19
1.4	METODOLOGÍA	20
1.4.1	Técnicas utilizadas para la recopilación de información	20
1.4.2	Diagnóstico participativo	21
1.4.3	Procesamiento de datos	21
1.5	RESULTADOS	22
1.5.1	Funcionamiento y acceso al sistema de agua	22
1.5.2	Identificar las prácticas de las comunidades en relación al uso del agua.....	23
1.5.3	Identificar las principales problemáticas en situación al agua en las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.....	37
1.6	CONCLUSIONES	40
1.7	RECOMENDACIONES.....	41

	Página
1.8 BIBLIOGRAFÍA	42
1.9 ANEXOS	44
1.9.1 Modelo de encuesta utilizado	44
 CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.....	 47
2.1 PRESENTACIÓN	49
2.2 MARCO TEÓRICO	51
2.2.1 Marco conceptual	51
2.2.2 Marco referencial.....	63
2.3 OBJETIVOS	66
2.3.1 Objetivo general	66
2.3.2 Objetivos específicos.....	66
2.4 HIPÓTESIS	67
2.5 METODOLOGÍA.....	68
2.5.1 Caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según las normas “COGUANOR NTG 29001”	68
2.5.2 Describir las prácticas de tratamiento del agua realizadas en cinco comunidades	72
2.5.3 Proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.....	75
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
2.6.1 Caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según las normas “COGUANOR NTG 29001”	77
2.6.2 Describir las prácticas de tratamiento del agua de consumo humano	99
2.6.3 Proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.....	114
2.7 CONCLUSIONES.....	119
2.8 RECOMENDACIONES	120
2.9 BIBLIOGRAFÍA	121

2.10	ANEXOS.....	125
2.10.1	Valores guía para la estimación microbiológica del agua	125
2.10.2	Resultados fisicoquímicos de 10 abastecimientos de agua.....	126
2.10.3	Resultados microbiológicos de 12 abastecimientos de agua.....	127
2.10.4	Parámetros de Spearman y correlación de muestras fisicoquímicas de grifo (chorro) vs. las condiciones locales comunitarias	128
2.10.5	Principales características que favorecen la presencia de coliformes totales y Escherichia coli en las fuentes de abastecimiento de agua.....	129
2.10.6	Reglamento municipal para el manejo sostenible del agua de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.....	133
2.10.7	Boleta de encuesta	135
2.10.8	Resultado total de encuestas realizadas en cinco comunidades.....	136
2.10.9	Diagramas de dispersión, valores fisicoquímicos y microbiológicos vs. LMP de la norma “COGUANOR NTG 29001”	144
2.10.10	Levantamiento de encuestas y conformación de comités de agua.....	146
CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD LOS TARROS, BUENA VISTA II, LA ESPERANZA I, LA NUEVA ESPERANZA Y EL ESFUERZO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.		
3.1	PRESENTACIÓN	149
3.2	SERVICIO 1: Levantamiento de muestras de agua de tubería domiciliar, tanques de distribución y nacimientos, para su análisis fisicoquímico y microbiológico.....	150
3.2.1	Objetivos.....	150
3.2.2	Metodología.....	150
3.2.3	Resultados.....	152
3.2.4	Evaluación	163

	Página
3.3	SERVICIO 2: Capacitaciones de temas de buenas prácticas de higiene, uso adecuado del agua, problemas ambientales en el desarrollo de la comunidad, agua segura para consumo humano y uso mantenimiento de la letrina a madres de familia de la comunidad Los Tarros, Buena Vista II, La Esperanza I, La Nueva Esperanza y El Esfuerzo 164
3.3.1	Objetivos 164
3.3.2	Metodología..... 164
3.3.3	Resultados 166
3.3.4	Evaluación..... 173
3.4	SERVICIO 3: Jornadas de limpieza comunitarias y caminata por el ambiente en conjunto con maestros de centros educativos, promotores de salud de la comunidad Los Tarros, La Nueva Esperanza y equipo agua del CCDA 174
3.4.1	Objetivos 174
3.4.2	Metodología..... 174
3.4.3	Resultados 175

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización de las cinco comunidades y el municipio de Patulul, Suchitepéquez.	5
Figura 2. Mapa de localización de las cinco comunidades.	64
Figura 3. Ficha técnica de recolección de muestras de agua.	69
Figura 4. Toma de muestra de agua de la comunidad La Esperanza I.	71
Figura 5. Parámetros del potencial de hidrógeno (pH) en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	78
Figura 6. Parámetros de la conductividad eléctrica en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	79
Figura 7. Parámetros de la turbidez en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	80
Figura 8. Parámetros de sólidos totales en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	81
Figura 9. Parámetros de la alcalinidad total en los abastecimientos del agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	82
Figura 10. Parámetros de sulfatos en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	83
Figura 11. Parámetros de la dureza total en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.	84
Figura 12. Parámetros de coliformes totales, presentes en los abastecimientos de agua de cinco comunidades.	85
Figura 13. Parámetros de Escherichia coli, presente en los abastecimientos de agua de cinco comunidades.	87
Figura 14. Correlación lineal. (a) coliformes totales (b) Escherichia coli vs. condición local de drenajes.	92
Figura 15. Correlación lineal. (c) coliformes totales (d) Escherichia coli vs. condición local de acceso al agua.	93
Figura 16. Correlación lineal. (e) coliformes totales (f) Escherichia coli vs. tratamiento de agua local.	94
Figura 17. Porcentaje de hombres y mujeres participantes en la entrevistas.	99
Figura 18. Porcentaje de personas que purifican el agua.	100
Figura 19. Porcentaje de enfermedades.	111
Figura 20. Porcentaje de personas que reforesta sus fuentes de agua.	113
Figura 21A. Interior (a) y exterior (b) de la infraestructura del nacimiento de agua comunidad El Esfuerzo.	129

Figura 22A.	Primera visita de reconocimiento al nacimiento comunidad La Esperanza I.....	130
Figura 23A.	Tanque de agua comunidad El Esfuerzo (a) y canasto plástico para la aplicación de pastillas de cloro (b).	130
Figura 24A.	Tanque de agua comunidad Los Tarros (a) y (b) y primera caja de distribución de agua La Esperanza I (c).....	131
Figura 25A.	Caja y llave de paso de agua comunidad El Esfuerzo (a y b), y caja de agua comunidad Buena Vista II (c).	131
Figura 26A.	Tubería conductora de agua comunidad Buena Vista II (a) y El Esfuerzo (b).	132
Figura 27A.	Conexiones no autorizadas en el sistema de agua de Los Tarros (a) y El Esfuerzo (b).	132
Figura 28A.	Reglamento municipal, para el manejo sostenible del agua en el municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.	134
Figura 29A.	Boleta de encuesta.	135
Figura 30A.	Resultado de encuesta Los Tarros.	136
Figura 31A.	Resultado de encuesta Buena Vista II.	137
Figura 32A.	Resultado de encuesta La Nueva Esperanza.	138
Figura 33A.	Resultado de encuesta La Esperanza I.	139
Figura 34A.	Resultado de encuesta El Esfuerzo.	142
Figura 35A.	Diagramas de dispersión de valores fisicoquímicos y bacteriológicos vs. LMP Norma “COGUANOR NTG 29001”.	145
Figura 36A.	Realización de encuesta comunidad La Nueva Esperanza.	146
Figura 37A.	Conformación de comités de agua.	146
Figura 38.	Reunión con miembros del comité de agua y habitantes de la comunidad El Esfuerzo.	152
Figura 39.	Reunión con miembros del comité de agua de la comunidad Los Tarros, El Esfuerzo, Nueva Esperanza y Buena Vista II.	153
Figura 40.	Ubicación de nacimientos de agua de cinco comunidades.	155
Figura 41.	Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad La Esperanza I y Los Tarros.	160
Figura 42.	Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II.	160
Figura 43.	Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad El Esfuerzo.	161
Figura 44.	Muestras de agua recolectadas del nacimiento Buena Vista II.	162
Figura 45.	Muestra de agua recolectada del nacimiento El Esfuerzo.	162
Figura 46.	Estructura de encargados de capacitar a promotores de salud.	168
Figura 47.	Capacitación del tema buenas prácticas de higiene.	168
Figura 48.	Capacitación del tema agua segura para consumo humano.	169

Figura 49.	Capacitación del tema uso adecuado del agua.....	169
Figura 50.	Acto de clausura de promotores de salud comunitarios.....	170
Figura 51.	Entrega de diplomas a promotores de salud avalado por el Centro de Atención Permanente (CAP) de Patulul, Suchitepéquez y el CCDA.....	170
Figura 52.	Réplica de capacitación de buenas prácticas de higiene a 25 madres de familia de la comunidad Buena Vista II.	171
Figura 53.	Réplica de capacitación sobre uso adecuado del agua a 25 madres de familia de la comunidad La Nueva Esperanza.	171
Figura 54.	Réplica de capacitación de solución de problemas ambientales a personas de las cinco comunidades.....	172
Figura 55.	Réplica de capacitación sobre métodos de tratamiento del agua para consumo humano a 25 madres de familia de la comunidad Buena Vista II.	172
Figura 56.	Réplica de capacitación sobre el tema de uso y mantenimiento de la letrina a madres de familia de la comunidad El Esfuerzo.....	173
Figura 57.	Profesores, estudiantes y padres familia de la comunidad Los Tarros participando en la campaña de limpieza.	176
Figura 58.	Alumnos del establecimiento educativo de la comunidad La Nueva Esperanza, participando en la campaña de limpieza.	176
Figura 59.	Profesores, estudiantes, promotores de salud, y equipo agua del CCDA.	177
Figura 60.	Mensaje de concientización dirigido a los pobladores del casco urbano del municipio de Patulul.	178
Figura 61.	Mensajes de concientización dirigido a pobladores del casco urbano del municipio de Patulul, para el cuidado del ambiente y sus recursos naturales.	178
Figura 62.	Mensajes de concientización dirigido a pobladores del casco urbano del municipio de Patulul, para el uso medido de plástico.....	179
Figura 63.	Charla dirigida a estudiantes de preprimaria sobre la importancia de depositar la basura en su lugar.	179

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Población total en el municipio.	6
Cuadro 2. Densidad poblacional del municipio de Patulul.	6
Cuadro 3. Número total de habitantes y familias.	7
Cuadro 4. Población de las cinco comunidades representada en género.	7
Cuadro 5. Personas menores de edad.	8
Cuadro 6. Densidad poblacional en las cinco comunidades.	8
Cuadro 7. Establecimiento educativo de pre-primaria.....	9
Cuadro 8. Establecimiento educativo de nivel primario.....	10
Cuadro 9. Establecimiento educativo de nivel kínder.....	10
Cuadro 10. Establecimiento educativo de nivel primario.....	11
Cuadro 11. Servicios de salud.	12
Cuadro 12. Presencia de drenajes a nivel urbano y rural.	14
Cuadro 13. Primeras veinte causas de morbilidad a nivel de municipio.	15
Cuadro 14. Número de decesos a nivel de municipio.	16
Cuadro 15. Número de decesos por rango de edad.	16
Cuadro 16. Morbilidad en individuos menores de 1 año.	17
Cuadro 17. Morbilidad en niños de 1 - 4 años.	18
Cuadro 18. Principal fuente de servicio de agua.....	22
Cuadro 19. Actores encargados de las fuentes de agua.	23
Cuadro 20. Número de encuestas.	24
Cuadro 21. Personas que acceden al servicio de agua.....	24
Cuadro 22. Abastecimiento de agua.	25
Cuadro 23. Tiempo de provisión de agua Los Tarros	25
Cuadro 24. Tiempo de provisión de agua Buena Vista II.....	26
Cuadro 25. Tiempo de provisión de agua La Nueva Esperanza.....	26
Cuadro 26. Tiempo de provisión de agua La Esperanza I.	27
Cuadro 27. Tiempo de provisión de agua El Esfuerzo.....	27
Cuadro 28. Usos del agua domiciliar	29
Cuadro 29. Consumo y purificación de agua en cada hogar.	30
Cuadro 30. Número de personas que adquiere agua purificada.....	31
Cuadro 31. Principales enfermedades que afectan a la población.	31
Cuadro 32. Acceso a red de drenaje.....	32
Cuadro 33. Sistema de manejo de agua residual.	33
Cuadro 34. Acceso a letrina.....	33
Cuadro 35. Experiencias en actividades del tema agua.	34
Cuadro 36. Interés personal en participar en actividades del tema agua.....	34

Cuadro 37.	Reglamento para la administración del agua.....	35
Cuadro 38.	Costo del agua a nivel local.....	36
Cuadro 39.	Comités de agua.....	36
Cuadro 40.	Conmemoración simbólica o cultural por el agua.	37
Cuadro 41.	FODA.....	38
Cuadro 42.	Matriz de priorización de problemas.	39
Cuadro 43.	Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano. ...	55
Cuadro 44.	Valores guía para verificación de la calidad fisicoquímica del agua.	56
Cuadro 45.	Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua.	56
Cuadro 46.	Valores de laboratorio de referencia para la calidad microbiológica del agua.	60
Cuadro 47.	Concentraciones de cloro aplicar por L de agua.....	62
Cuadro 48.	Fuentes de agua para consumo humano.	65
Cuadro 49.	Número total de familias.	72
Cuadro 50.	Tamaño de la muestra por estrato a entrevistar.	74
Cuadro 51.	Coordenada de las fuentes de agua de cinco comunidades.	77
Cuadro 52.	Personas con acceso a servicios básicos.....	88
Cuadro 53.	Valores determinados del coeficiente de correlación de cinco muestras de agua vs. las condiciones locales comunitarias.	91
Cuadro 54.	Autoridades responsables del manejo y abastecimiento del agua a nivel local.....	96
Cuadro 55.	Abastecimiento de agua local.....	101
Cuadro 56.	La calidad del agua domiciliar.....	102
Cuadro 57.	Acceso al servicio de agua en cada comunidad.	103
Cuadro 58.	Abastecimiento de agua en el hogar cuando no llega por tubería.	104
Cuadro 59.	Significado del agua.	105
Cuadro 60.	Percepción de prácticas para la desinfección del agua.	106
Cuadro 61.	Prácticas que realizan las personas para desinfectar el agua.	108
Cuadro 62.	Porcentaje de personas que utiliza ecofiltro.	111
Cuadro 63.	Medidas de prevención por el uso de agua contaminada.....	112
Cuadro 64.	Matriz de lineamientos para la mejora de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.	116
Cuadro 65A.	Límites para varias combinaciones de resultados de fermentación de tubos múltiples (9223B), estimación de la densidad bacteriana.....	125
Cuadro 66A.	Recopilado de datos de muestras fisicoquímicas obtenidas de laboratorio.	126
Cuadro 67A.	Recopilado de datos de muestras microbiológicas obtenidas de laboratorio.	127
Cuadro 68A.	Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.....	128

	Página
Cuadro 69A. Valores del coeficiente de correlación de cinco muestras de agua vs. las condiciones locales comunitarias.....	128
Cuadro 70. Ubicación geográfica en coordenadas GTM de fuentes de abastecimiento de agua de las cinco comunidades.	153
Cuadro 71. Caracterización de las fuentes de agua (nacimientos).....	156
Cuadro 72. Características de muestra de agua recolectadas.	161
Cuadro 73. Presupuesto para análisis de muestras de agua.....	163
Cuadro 74. Participantes de cada comunidad en la formación de promotores de salud.	167
Cuadro 75. Estudiantes participantes en la campaña de limpieza comunitaria.	175
Cuadro 76. Participantes en la caminata por el ambiente en el casco municipal.....	177

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el producto final del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- realizado en el período de febrero a noviembre del año 2019, en cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala, en coordinación con el Comité Campesino del Altiplano (CCDA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el marco del proyecto de Provisión de agua de consumo humano y fortalecimiento de la organización comunitaria en agua, higiene y saneamiento, implementado y ejecutado por el CCDA. El presente documento se encuentra integrado por tres capítulos: diagnóstico, investigación y servicios.

El diagnóstico se realizó en cinco comunidades del municipio de Patulul, y se enfocó principalmente en la situación del agua para consumo humano. En este capítulo, se describe la información socioeconómica del municipio y las comunidades estudiadas. Asimismo, la información recopilada mediante encuestas; visitas de campo, monitoreo de fuentes de agua; entrevistas a los actores principales relacionados con el recurso, e información primaria y secundaria. Esto permitió identificar las principales problemáticas respectó al vital líquido, y también sirvió de orientación para la investigación y los servicios realizados para mejorar el abastecimiento de agua en las comunidades.

La investigación consistió en evaluar las prácticas de tratamiento del agua para consumo humano en cinco comunidades, formulando la hipótesis, que las prácticas de tratamiento del agua para consumo humano no cumplen con las normas “COGUANOR NTG 29001”. Se tomaron en cuenta tres objetivos principales: caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según lo establecido por las normas “COGUANOR NTG 29001”, describir las prácticas de tratamiento del agua realizada en las comunidades y proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Se evaluaron las muestras de agua de cinco comunidades, en sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, según lo establecido por la normativa. Los resultados muestran que en las cinco comunidades los parámetros fisicoquímicos son aptos. Sin embargo, de los parámetros microbiológicamente, únicamente el agua de la comunidad La Nueva Esperanza cumple con la normativa al presentar menores a <1.8 NMP/100 mL de coliformes totales y *Escherichia coli*.

Respecto a las prácticas, para la desinfección del agua en el hogar; se identificó que en las cinco comunidades la más conocida el método de hervido, la cual presentó un rango de respuesta del 51 % a 77 %, seguido de la práctica de cloración. Sin embargo, se identificó que aunque las personas conocen diferentes métodos de desinfección, muy pocos hogares lo practican.

Como parte del enfoque de investigación acción participativa se trabajó con 125 madres de familia, para aplicar diferentes métodos para la desinfección del agua; se fortaleció la organización a nivel comunitario, con la conformación de tres comités de agua, y se propuso la conformación de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), todo con la finalidad de dar una pronta solución a la problemática de potabilidad y acceso al agua a nivel urbano y rural.

En el tercer capítulo se describen los servicios realizados en las cinco comunidades, el primero consistió en la caracterización, ubicación georeferenciada y levantamiento de muestra de agua de nacimientos, grifos (chorros) y tanques de distribución. El segundo fue sobre las capacitaciones en temas de agua segura para consumo humano, prácticas de higiene, uso adecuado del agua y problemas ambientales en conjunto con el Centro de Atención Permanente (CAP) de Patulul, Suchitepéquez, para conformar a 26 Promotoras de Salud comunitaria. El tercero consistió en dos jornadas de limpieza comunitaria y una caminata por el ambiente en el casco urbano en conjunto con maestros de centros educativos y Promotoras de Salud de las comunidades Los Tarros y La Nueva Esperanza.



1.1 PRESENTACIÓN

Por medio de la elaboración del diagnóstico se conoció la situación del agua e identificó las principales problemáticas de la población con relación al vital líquido. En Guatemala, en el año 2016, se identificaron tres problemas principales que afecta a la población del área rural en torno al agua, siendo la primera la contaminación y degradación del agua; la segunda, la existencia de comunidades sin acceso al agua potable; problemática señalada en 14 diálogos por el agua. Y la tercera, falta de saneamiento (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (USAC), 2016).

Considerando la importancia de conocer la situación del agua, el diagnóstico se realizó en la comunidad (Los Tarros, Buena Vista II, La Nueva Esperanza, La Esperanza I y El Esfuerzo), correspondientes al municipio de Patulul Suchitepéquez, Guatemala.

La información del diagnóstico se recopiló con visitas de campo y consulta a fuentes de información primaria (centro de salud, líderes comunitarios, juntas directivas, COCODES, comités de agua y municipalidad). Asimismo, también se recopiló información socioeconómica referida al municipio y las cinco comunidades, por medio de la recopilación de información secundaria. Sin embargo, para tener un resultado más preciso se elaboró una encuesta relacionada a la situación del agua en las cinco comunidades, y se determinó un tamaño de muestra de personas a entrevistar.

El conocimiento de la situación del agua y de los factores que aquejan a las cinco comunidades fue fundamental, para proponer soluciones íntegras, a la problemática que afectan de manera directa a la población. Los problemas identificados se analizaron por medio de un diagrama FODA, y ponderaron por medio de una matriz de priorización de problemas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

El municipio de Patulul se encuentra en la parte nor-oriental del departamento de Suchitepéquez, a una distancia de 119 km desde la ciudad de Guatemala por la carretera CA-2 y a 60 km desde la cabecera departamental de Mazatenango. Otra vía de acceso es por la CA-1 Occidente la cual tiene una distancia de 184 km hasta el municipio de Patulul (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

Tiene un área territorial de 332 km² y una altura de 178 m s.n.m. su latitud es de 14°25' 20" Norte y su longitud es de 91°09' 50" Oeste.

A. Colindancias

Las colindancias territoriales del municipio de Patulul son:

Al Norte: con el municipio de San Lucas Tolimán (Sololá) y San Miguel Pochuta (Chimaltenango).

Al Sur: con los municipios de; Santa Lucía Cotzumalguapa y Nueva Concepción (Escuintla).

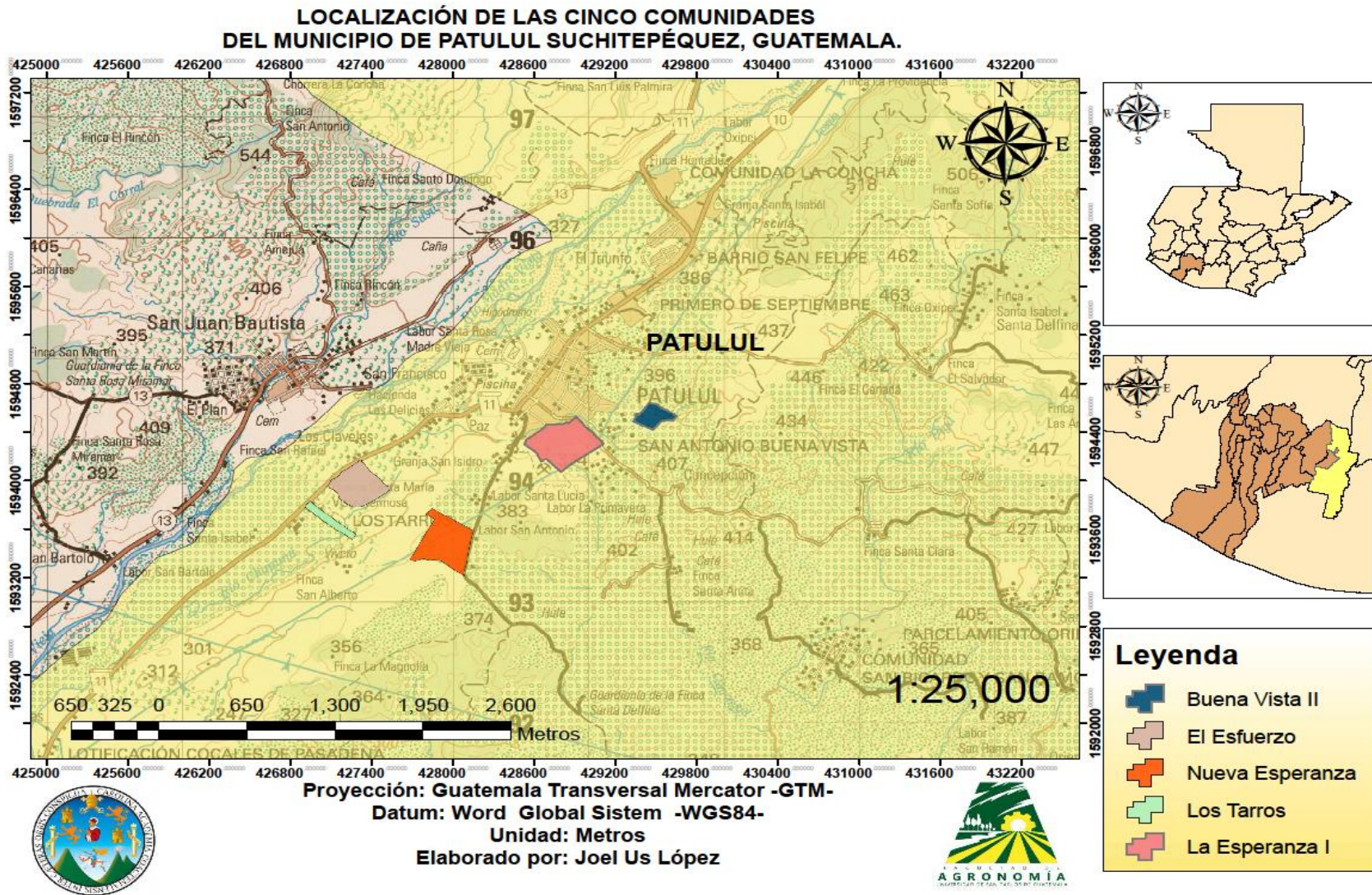
Al Este: con el municipio de Pochuta y Yepocapa (Chimaltenango).

Al Oeste: con el municipio de Nueva Concepción (Escuintla). Santa Bárbara y San Juan Bautista (Suchitepéquez) (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

B. Localización del área de diagnóstico

Las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez se encuentran a unos cuantos minutos del casco urbano. La ubicación específica es la siguiente: Los Tarros y El Esfuerzo se encuentra camino a Cocales por la carretera CA-2, mientras que la comunidad La Nueva Esperanza, se localiza en el camino antiguo a Santa Lucía Cotzumalguapa. Por otra parte, la comunidad La Esperanza I se encuentra dentro del casco urbano. Y la comunidad Buena Vista II se encuentra alejada a la Finca San Antonio. El medio de transporte para ingresar y salir de cada comunidad es en moto-taxi.

En la figura 1, se visualiza la ubicación exacta de las cinco comunidades.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 1. Mapa de localización de las cinco comunidades y el municipio de Patulul, Suchitepéquez.

1.2.2 Demografía

En el año 2,018 se tuvo una población de 49,372 habitantes, mientras que en el año 2,019 el número total fue 50,732. Sin embargo, la proyección para el año 2,020 con un índice de crecimiento del 1.95 %, constituyó un total de 52,098 habitantes en el municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2020).

A. Población total

En cuadro 1, se describe la población total de personas que reside el municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 1. Población total en el municipio.

Municipio	Número total de habitantes por año		
	2,018	2,019	2,020
Patulul	49,372	50,732	52,098

Fuente: elaboración propia, 2019.

a. Densidad de población

El municipio de Patulul, tiene un área de 338.90 km², según la medición realizada en las hojas cartográficas digitales y el software Arcgis 10.3[®]. El término densidad poblacional hace referencia al número de personas que se concentran en una región determinada.

En el cuadro 2, se describe el número total de habitante por km² presente en el municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 2. Densidad poblacional del municipio de Patulul.

Municipio	Densidad poblacional por Km ²		
	2,018	2,019	2,020
Patulul	145.68	149.70	153.73

Fuente: elaboración propia, 2019.

Para el año 2,018, la densidad poblacional representó un total de 145.68 hab/km², mientras que para el año 2,019 la proyección representa un total de 149.70 hab/km², sin embargo para el año 2,020 los valores, dieron como resultado un total de 153.73 hab/km².

b. Población total en las comunidades

El número total de familias, se obtuvo del monitoreo, entrevista y acceso a base de datos de cada comunidad. Información que fue facilitada por los diferentes líderes comunitarios.

En el cuadro 3, se detalla el número total de personas residente en cada localidad.

Cuadro 3. Número total de habitantes y familias.

Comunidad	Población total de habitantes	Número total de familias	%
Los Tarros	366	96	7.87
Buena Vista II	362	60	7.78
La Nueva Esperanza	243	90	5.22
La Esperanza I	2889	368	62.12
El Esfuerzo	791	226	17.01
Total	4,651	840	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 3, se observa el número de personas que reside en las cinco comunidades. Siendo este un total de 4,651 habitantes el cual conforma un conjunto de 840 familias. El mayor número de personas, reside en la comunidad La Esperanza I, mientras que el menor pertenece a la comunidad La Nueva Esperanza.

c. Población descrita por género (mayores de edad)

En el cuadro 4, se describe el número total de mujeres y hombres mayores de 18 años residentes en cada comunidad.

Cuadro 4. Población de las cinco comunidades representada en género.

Comunidad	Mujeres		Hombres	
	Total	%	Total	%
Los Tarros	136	3.80	124	3.51
Buena Vista II	60	1.70	55	1.56
La Nueva Esperanza	77	2.18	46	1.30
La Esperanza I	1284	36.31	963	27.23
El Esfuerzo	406	11.48	385	10.89
Total	1,963	55.51	1,573	44.49

Fuente: elaboración propia, 2019.

Como se puede observar en el cuadro 4, en el año 2019 se tuvo una población 1,963 mujeres en las cinco comunidades; mientras que el número de hombres representó únicamente 1,573 individuos. El mayor número de mujeres y hombres se localizó en la

comunidad La Esperanza I, mientras que el menor número se registró en la comunidad Buena Vista II y La Nueva Esperanza.

d. Población descrita por género (menores de edad)

En el cuadro 5, se describe el número total de mujeres y hombres menores de 18 años residentes en cada comunidad.

Cuadro 5. Personas menores de edad.

Comunidad	Mujeres		Hombres	
	Total	%	Total	%
Los Tarros	19	1.70	34	3.05
Buena Vista II	40	3.59	32	2.87
La Nueva Esperanza	56	5.02	54	4.84
La Esperanza I	434	38.92	320	28.70
El Esfuerzo	60	5.38	66	5.92
Total	609	54.62	506	45.38

Fuente: elaboración propia, 2019.

El las cinco comunidades el número de personas menores de edad, representa mayormente a las mujeres con un total de 609. Mientras que los hombres, constituyen un total de 506 individuos. El mayor porcentaje de mujeres y hombres se identificó en la comunidad La Esperanza I.

e. Densidad de población en las cinco comunidades

La densidad poblacional hace referencia al número de habitantes que reside en un área determinada de superficie en kilómetros cuadrados, a continuación en el cuadro 6, se detalla la densidad de habitantes en cada comunidad.

Cuadro 6. Densidad poblacional en las cinco comunidades.

Comunidad	Habitantes	Área en Km ² del municipio de Patulul	Densidad de habitantes por Km ²
Los Tarros	366	338.90	1.08
Buena Vista II	362	338.90	1.07
La Nueva Esperanza	243	338.90	0.72
La Esperanza I	2889	338.90	8.52
El Esfuerzo	791	338.90	2.33
Total	4,651	338.90	13.72

Fuente: elaboración propia, 2019.

De acuerdo con la información recopilada en el censo comunitario, la población total en las cinco comunidades es de 4,651 habitantes. Sin embargo, el número en cada comunidad es no uniforme y por ende la densidad poblacional es variable. En el cuadro 6, descrito anteriormente se observa que la mayor densidad por habitantes, se encuentra en la comunidad la Esperanza I, siendo esta de 8.52 hab/km², mientras que la menor densidad poblacional se determinó en la comunidad La Nueva Esperanza, con un valor de 0.72 hab/km².

1.2.3 Educación

El municipio de Patulul cuenta con 60 escuelas públicas, la cuales se subdividen en, párvulos, primaria, básicos y diversificado (Rivera, 2019).

A. Establecimientos educativos en las cinco comunidades

En las comunidades estudiadas solamente se tiene la presencia de tres centros educativos, los cuales se encuentran ubicados en la comunidad Los Tarros y La Nueva Esperanza.

a. Establecimiento de párvulos comunidad Los Tarros

En el cuadro 7, se describe el número de estudiantes inscritos en el ciclo académico 2,019.

Cuadro 7. Establecimiento educativo de pre-primaria.

Grado	Género		Total
	M	F	
Kínder	-----	8	8
Párvulos	10	-----	10
Preparatoria	9	14	23
	19	22	41

Fuente: elaboración propia, 2019.

El número total de niños inscritos en el año 2,019 representó un total de 41, tal y como se observa en el cuadro 7. Las características principales identificadas durante la visita al plantel de educación fueron las siguientes: instalaciones no propias, mala infraestructura y servicio de agua intermitente. La problemática con el agua, limitaba el lavado de manos, el uso de sanitarios y causaba dificultad para elaborar la refacción escolar.

b. Establecimiento de primaria comunidad Los Tarros

En el cuadro 8, se presenta el número total de estudiantes inscritos en el año 2,019 en la escuela de primaria de la jornada matutina.

Cuadro 8. Establecimiento educativo de nivel primario.

Grado	Xinca		Garífuna		Ladino		Maya		Total		Total general
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Primero	----	----	----	----	9	9	----	----	9	9	18
Segundo	----	----	----	----	13	8	----	----	13	8	21
Tercero	----	----	----	----	5	9	----	----	5	9	14
Cuarto	----		----	----	6	5	----	----	6	5	11
Quinto	----	----	----	----	4	7	----	----	4	7	11
Sexto	----	----	----	----	3	6	----	----	3	6	9
									40	44	84

Fuente: elaboración propia, 2019.

El número de estudiantes inscritos en el año 2,019 representó un total de 84. Durante la visita de campo se observó que este establecimiento presenta la misma problemática que el establecimiento de pre-primaria, el cual se encuentra en la misma comunidad. Sin embargo, este no tiene instalaciones propias, y la infraestructura se encuentra en mal estado.

c. Establecimiento de kínder comunidad La Nueva Esperanza

En el cuadro 9, se describe el número total de estudiantes inscritos durante el ciclo académico 2,019 en la jornada matutina.

Cuadro 9. Establecimiento educativo de nivel kínder.

Grado (etapa)	Xinca		Garífuna		Ladino		Maya		Total		Total general
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
4 Años	----	----	----	----	1	1	----	----	1	1	2
5 Años	----	----	----	----	5	6	----	----	5	6	11
6 Años	----	----	----	----	7	9	----	----	7	9	16
									13	16	29

Fuente: elaboración propia, 2019.

La edad de los estudiantes descrito en el cuadro anterior, se encuentra en el rango de 4 a 6 años. El número de estudiantes inscritos representa un total de 29. Las características que presenta el centro educativo se describe a continuación: escases de agua, ausencia de

muro perimetral y salones sin ventanas. Sin embargo, a pesar de las características anteriores, la instalación pertenece a la comunidad.

d. Establecimiento de primaria comunidad La Nueva Esperanza

En el cuadro 10, se describe el número total de estudiantes inscritos en la jornada matutina, durante el año 2,019.

Cuadro 10. Establecimiento educativo de nivel primario.

Grado	Xinca		Garífuna		Ladino		Maya		Total		Total general
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Primero	-----	-----	-----	-----	16	21	1	-----	17	21	38
Segundo	-----	-----	-----	-----	12	11	-----	-----	12	11	23
Tercero	-----	-----	-----	-----	6	21	-----	-----	6	21	27
Cuarto	-----	-----	-----	-----	11	8	-----	-----	11	8	19
Quinto	-----	-----	-----	-----	11	9	-----	-----	11	9	20
Sexto	-----	-----	-----	-----	5	5	-----	-----	5	5	10
									62	75	137

Fuente: elaboración propia, 2019.

El número de estudiantes inscritos en el año 2,019 representa un total de 137. Este establecimiento utiliza las mismas instalaciones que los alumnos de kínder, descrito en el cuadro 9, por lo que las características en el acceso al agua e infraestructura son las mismas.

1.2.4 Idiomas

Patulul, se fragmenta en varios grupos socialmente culturales. A continuación se describen: Ladino 58.31 %, Indígenas 41.69 %. La población Indígena pertenece a los Tz'utujil, Quiches, Kaqchikeles y Pipiles (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

1.2.5 Actividades productivas

Existe una diversidad de actividades productivas, pero las principales son la agricultura, el comercio y la industria.

En la actualidad la capacidad productiva del municipio de Patulul se concentra en los monocultivos de hule, pero a nivel local existe un mercado interno en el cual se negocia con leche, quesos, huevos y verduras.

1.2.6 Agricultura

Los principales cultivos comercializados y producidos a nivel local son el hule, banano, café y caña de azúcar (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

1.2.7 Mercados

El municipio cuenta con un solo mercado, el cual se encuentra en la parte central del pueblo. Los días de plaza son los domingos de cada semana, día en el cual todas las personas comercializan todos sus productos a nivel local. Por otra parte, en las cinco comunidades, no se tiene la presencia de algún mercado.

1.2.8 Infraestructura física y servicios

A. Hospitales y puestos de salud

En el cuadro 11, se describe las diferentes categorías de servicios de salud.

Cuadro 11. Servicios de salud.

Tipo de servicio de salud	Número funcionando		
	Si	No	Total
Hospitales (Total):	-----	-----	-----
CAP (Centros Atención Permanente)	1	-----	1
PSF (Puesto de Salud Fortalecido)	1	-----	1
IGSS (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social)	1	-----	1
Centros de Urgencias 24 horas	2	-----	2
Número de clínicas médicas particulares	-----	-----	4
Número de hospitales y/o sanatorios privados	-----	-----	3
Número de farmacias	-----	-----	15

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019)

El número total de instituciones públicas y privadas encargadas del servicio de salud son 12. Sin embargo, a nivel de municipio solamente se cuenta con 2 establecimientos públicos, el Centro de Atención permanente (CAP) y Puesto de Salud Permanente (PSF), para atender a una población de 52,098 personas, el cual es el tamaño de población que se estimó para

el año 2,020. Por otra parte, también se observa que se cuenta con la presencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), sin embargo, esta entidad es privada y atiende únicamente a personas afiliadas.

B. Salones municipales y comunales

a. Salón municipal

Patulul, cuenta con un salón municipal, el cual es utilizado para reuniones, celebraciones y actividades múltiples. El salón, se encuentra ubicado a la par de la terminal de buses, camino al cementerio general de la localidad.

b. Salones comunales

En las cinco comunidades estudiadas, ninguna tiene salón comunal o de usos múltiples, para la realización de reuniones u otras actividades.

c. Vías de acceso

El municipio cuenta con dos vías de acceso: La CA-2 a 60 km desde la cabecera departamental de Mazatenango, y por la carretera interamericana la cual tiene una distancia de 184 km por la CA-1 (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

d. Energía eléctrica

Patulul, cuenta con servicio de energía eléctrica domiciliar, a nivel urbano y rural. Sin embargo, el alumbrado público es ausente en algunas comunidades, como por ejemplo en la comunidad El Esfuerzo y algunas partes de La Nueva Esperanza.

e. Drenajes

En el cuadro 12, se observa las principales características de atención al medio ambiente, en el municipio de Patulul.

Cuadro 12. Presencia de drenajes a nivel urbano y rural.

Atención al ambiente	Urbano	Rural	Total
Número total de viviendas	7,200	3,100	10,300
Número de viviendas con acceso a agua intradomiciliar*	6,800	2,500	9,300
Número de viviendas con acceso a agua por llena cantaros*	650	1,100	1,750
Número de viviendas con letrina y/o inodoro*	6,000	1,105	7,105
Número de viviendas con servicios de alcantarillado*	6,000	500	6,500
Número de comunidades con acueducto funcionando*	-----	-----	-----
Total de acueductos	-----	-----	-----
Total de acueductos con sistema de cloración funcionando	-----	-----	2
Cobertura de acueductos con sistema cloración funcionando	-----	-----	-----
Número total de comunidades	-----	75	75
Número de comunidades con tren de aseo*	15	-----	15

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

Según el (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019), en el año 2,019 se tuvo un total de 10,300 viviendas en el municipio de Patulul. Sin embargo, de este total 7,200 se encuentran en el casco urbano y 3,100 en el área rural. En el cuadro 12, se observa que en el área urbana 400 viviendas no poseen agua intradomiciliar, mientras que en el área rural el número es mayor, específicamente 600. Otra característica que se observa, es la gran brecha en el acceso a letrinas e inodoros. En el área urbana 1,200 viviendas carecen de letrinas/o inodoro, mientras que en el área rural el número es exageradamente mayor, el cual es un total 1,995 viviendas.

Por otra parte, también se observa que un total de 1,200 viviendas del casco urbano, no cuentan con alcantarillado. Mientras que en el área rural, el número viviendas que no cuenta con este servicio es 2,600. Y por último se identificó que de las 75 comunidades que conforman el municipio de Patulul, solamente 15 poseen servicio de tren de aseo, permaneciendo un total de 60 comunidades, sin un control respectivo en el manejo de los desechos sólidos.

1.2.9 Salud y sanidad pública

A. Principales enfermedades

En el cuadro 13, se describe las causas de morbilidad que afectan a la población de Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 13. Primeras veinte causas de morbilidad a nivel de municipio.

Número	Principales enfermedades (morbilidad)	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Total
		Masculinos		Femeninos		
1	Resfriado común	887	22.63	889	16.31	1,776
2	Infección vías urinarias	308	7.86	823	15.10	1,131
3	Amigdalitis	438	11.18	462	8.48	900
4	Infección intestinal	259	6.61	288	5.29	547
5	Infección vías urinarias en el embarazo	-----	-----	526	9.65	526
6	Síndrome diarreico agudo	205	5.23	224	4.11	429
7	Gastritis	129	3.29	297	5.45	426
8	Retardo de crecimiento	228	5.82	181	3.32	409
9	Amebiasis	199	5.08	208	3.82	407
10	Bronquitis	195	4.98	208	3.82	403
11	Infección vías respiratorias	153	3.90	184	3.38	337
12	Dermatitis	136	3.47	180	3.30	316
13	Asma	154	3.93	157	2.88	311
14	Parasitismo intestinal	108	2.76	127	2.33	235
15	Pioderma	103	2.63	126	2.31	229
16	Micosis	90	2.30	124	2.28	214
17	Otitis media aguda	89	2.27	114	2.09	203
18	Impétigo	93	2.37	99	1.82	192
19	Neuralgia	40	1.02	149	2.73	189
20	Absceso cutáneo	105	2.68	83	1.52	188
Total		3,919	100	5,449	100	9,368

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

El número total de personas que presentaron alguna enfermedad en el año 2,018 y principio del 2,019, fue un total de 9,368 según los registros del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). En el cuadro 13, se observa que las mujeres fueron las más vulnerables a enfermar. El número total que enfermó fue un total de 5,449. Por otra parte, el total de hombres que enfermó fue de 3,919. La principal enfermedad que presentaron los habitantes en general, fue el resfriado común, seguido de infección en las vías urinarias, amigdalitis, infección intestinal y síndrome diarreico agudo etc.

B. Índices de mortalidad y morbilidad

a. Mortalidad general

En el cuadro 14, se observa las diez principales causas de mortalidad, en los habitantes del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 14. Número de decesos a nivel de municipio.

Número.	Diez primeras causas de mortalidad general	Número de muertes masculinas	%*	Número de muertes femeninas	%*	Total
1	Mal definidas	70	67.96	57	79.17	127
2	Paro cardíaco	7	6.80	3	4.17	10
3	Septicemia	5	4.85	3	4.17	8
4	Neumonía	5	4.85	2	2.78	7
5	Infarto agudo al miocardio	4	3.88	1	1.39	5
6	Agresión disparo arma de fuego	4	3.88	1	1.39	5
7	Traumatismo intracraneal	2	1.94	2	2.78	4
8	Otras cirrosis del hígado	2	1.94	1	1.39	3
9	Insuficiencia cardíaca	2	1.94	1	1.39	3
10	Choque hipovolémico	2	1.94	1	1.39	3
Total de causas		103	100	72	100	175

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

El mayor número de decesos a nivel de municipio es por factores mal definidos, según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) desconociéndose por completo las causas de defunción de los habitantes. En el cuadro 14, se observa que los decesos en hombres son mayor, en comparación con las mujeres.

b. Mortalidad por rangos de edad a nivel de municipio

En el cuadro 15, se observa los rangos de edad de la población perteneciente al municipio de Patulul, y se detalla el número de decesos por cada 1,000 habitantes.

Cuadro 15. Número de decesos por rango de edad.

Mortalidad por grupos de edad (tasa de mortalidad)	Número de defunciones	Población	Constante	Tasa de mortalidad
0 - 7 días	2	491	1,000	4.07
8 - 28 días	1	491	1,000	2.04
Infantil (< 1 año)	14	491	1,000	28.51
1 - 4 años	6	5,493	1,000	1.09
5 - 9 años	2	6,491	1,000	0.31
10 - 14 años	1	5,932	1,000	0.17
15 - 19 años	5	5,437	1,000	0.92
20 - 24 años	5	4,964	1,000	1.01
25 - 39 años	21	10,121	1,000	2.07
40 - 49 años	22	3,658	1,000	6.01
50 - 59 años	22	2,506	1,000	8.78

Continuación cuadro 15.

60 a más años	106	3,377	1,000	31.39
Mujeres en edad fértil (10 - 54 años)	19	16,169	1,000	1.18
Materna	1	16,169	100,000	6.18
Razón de mortalidad materna	0	491	100,000	0.00
Tasa de mortalidad General	204	49,372	1,000	4.13

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

La tasa de mortalidad es de 4.13 habitantes por cada 1,000. Siendo el rango más susceptible las personas de 60 años de edad en adelante. El número total de defunciones que presentó el municipio de Patulul en el rango descrito anteriormente fue de 106, siendo las principales causa de mortalidad mal definidas, tal y como se observa en el cuadro 14.

i. Morbilidad en niños menores de 1 año a nivel de municipio

En el cuadro 16, se detalla las diez principales causas de morbilidad en niños con una edad menor a un año.

Cuadro 16. Morbilidad en individuos menores de 1 año.

Número.	Diez primeras causas de morbilidad infantil	Número de casos	%
1	Resfriado común	533	35.89
2	Amigdalitis	158	10.64
3	Retardo de crecimiento	148	9.97
4	Infección intestinal	127	8.55
5	Bronquitis	126	8.48
6	Micosis	89	5.99
7	Infección vías respiratorias agudas	83	5.59
8	Asma	83	5.59
9	Síndrome diarreico agudo	75	5.05
10	Impétigo	63	4.24
Total		1,485	100.00

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

El resfriado común es la enfermedad que más presencia tiene en niños menores de 1 año, el número total de enfermos en el año 2,019 fue 533, seguido de casos de amigdalitis, retardo de crecimiento, infección intestinal, bronquitis, micosis, infección en las vías respiratorias, asma, síndrome diarreico agudo y por último los casos de impétigo, dando como resultado un total de 1,485 niños menores de 1 año enfermos.

ii. Morbilidad en niños de 1 - 4 años a nivel de municipio

En el cuadro 17, se describe las primeras 10 causas de morbilidad.

Cuadro 17. Morbilidad en niños de 1 - 4 años.

Número	Diez primeras causas de morbilidad en niños de 1 - 4 años	Número de casos	%*
1	Resfriado común	651	28.88
2	Amigdalitis	305	13.53
3	Retardo de crecimiento	258	11.45
4	Infección intestinal	192	8.52
5	Bronquitis	179	7.94
6	Síndrome diarreico agudo	178	7.90
7	Amiebiasis	144	6.39
8	Infección vías respiratorias agudas	122	5.41
9	Infección vías urinarias	113	5.01
10	Asma	112	4.97
Total de casos		2,254	100.00

Fuente: (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

El resfriado común es la enfermedad que más presentaron los niños en edad de 1 a 4 años, seguido de la amigdalitis, retardo de crecimiento, infección intestinal, bronquitis, síndrome diarreico agudo, amebiasis, infección en las vías respiratoria agudas, infección en las vías urinarias y asma. El número total de niños con edad de 1 – 4 años que presentó alguna enfermedad durante el año 2018 - 2019 fue 2,254.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Conocer la situación del agua potable en la comunidad, Los tarros, Buena Vista II, La Nueva Esperanza, La Esperanza I y El Esfuerzo, pertenecientes al municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

1.3.2 Específicos

1. Conocer el funcionamiento y acceso al sistema de agua en las cinco comunidades del municipio de Patulul.
2. Identificar las prácticas de las comunidades en relación al uso del agua.
3. Identificar las principales problemáticas en situación al agua en las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

1.4 METODOLOGÍA

Para la realización del presente diagnóstico se utilizó una serie de pasos, y herramientas para la recopilación de información, respecto al municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala, y las cinco comunidades estudiadas.

1.4.1 Técnicas utilizadas para la recopilación de información

Las diferentes técnicas utilizadas, para la recopilación de información fueron las siguientes:

- Reconocimiento de campo (información primaria)
- Entrevistas comunitarias (encuestas)
- Recopilación de información secundaria

A. Reconocimiento de campo

Se identificó la ubicación de las cinco comunidades, por medio del software Google Maps, para conocer e identificar las principales vías de acceso y medios de transporte.

a. Visita de Campo

Se realizó el reconocimiento del área de estudio para conocer los sistemas de abastecimiento de agua de la comunidad: Los tarros, Buena Vista II, La Esperanza I, Nueva Esperanza y El Esfuerzo del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

b. Consulta a fuentes primarias

Se entrevistó a los actores relacionados con el recurso agua, educación y ambiente a nivel municipal y comunitario. Los actores entrevistados fueron los siguientes:

- Centro de Atención Permanente (CAP)
- Departamental de Educación
- Escuelas
- Inspector de Agua
- Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE)
- Municipalidad de Patulul.
- Líderes comunitarios
- Comités de agua

c. Consulta a fuentes secundarias

Se realizó una recopilación de información socioeconómica referida al municipio de Patulul y las cinco comunidades estudiadas, mediante la revisión bibliográfica.

1.4.2 Diagnóstico participativo

Se realizó el formato de encuesta, tal y como se observa en los anexos; para recopilar información relacionada a la situación del agua en cada comunidad, esto con la finalidad de obtener el mayor porcentaje de datos; para conocer la situación específica de las comunidades respecto al recurso hídrico.

a. Selección del tamaño de la muestra

En base el número total de familias en cada comunidad, se determinó el tamaño de la muestra, utilizando como técnica el método estadístico de muestreo simple aleatorio.

$$n = \frac{N * Z^2 \alpha * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 \alpha * p * q}$$

Ecuación 1. Muestreo simple aleatorio

b. Entrevistas comunitaria (encuestas)

Se organizaron reuniones y asambleas en cada comunidad y se procedió encuestar a los habitantes a nivel domiciliario, acerca de las principales características del abastecimiento y uso del agua en cada hogar.

1.4.3 Procesamiento de datos

Una vez obtenida la Información primaria, secundaria y los datos de la encuesta sobre la situación del recurso agua, se procedió a ordenarla, trabajarla y clasificarla para plantear de manera concisa la problemática del agua en las cinco comunidades. Como herramienta, para la clasificación de la problemática se utilizó un diagrama FODA y una matriz de priorización de problemas.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Funcionamiento y acceso al sistema de agua

A. Abastecimiento de agua

Durante el monitoreo de campo se logró observar el funcionamiento de los sistemas de conducción de agua, la distancia de los abastecimientos de cada comunidad y las principales fuentes alternas de suministro, cuando escasea el agua local. La información se recopiló gracias al apoyo y acompañamiento de los diferentes líderes comunitarios, COCODES y comités de agua.

En el cuadro 18, se describe las características principales de las fuentes de abastecimiento de agua de cinco comunidades.

Cuadro 18. Principal fuente de servicio de agua.

Comunidad	Distancia de cada comunidad, de la fuente de agua	Funcionamiento del sistema de agua	Fuente de agua	Fuentes alternas
Los tarros	Nacimiento de la planta Eléctrica a 4 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	Pozo manual
Buena Vista II	Finca San Julián a 12 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	-----
La Nueva Esperanza	En la comunidad	Tubería (bomba de succión)	Pozo propio	Río cercano en finca privada.
La Esperanza I	La concepción Pochuta 15 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	-----
El Esfuerzo	Salida de Patulul, hacia San Lucas Tolimán distancia a 3 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	Río y captación de forma empírica de agua de lluvia, almacenamiento en toneles.

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 18, se observa que cuatro comunidades se abastecen de agua de nacimiento, mientras que solamente la comunidad La Nueva Esperanza se provee de agua de pozo. Sin embargo, cuando no tiene energía eléctrica esta comunidad, las personas utilizan el agua de un río que se ubica en la parte baja de la comunidad.

Por otra parte, se identificó que el agua es distribuida por medio de tubería en las cinco comunidades y es conducida por medio de gravedad a excepción de la comunidad La Nueva Esperanza.

Las comunidades se encuentran en un rango de distancia de las fuentes de agua de 3 km a 15 km, aproximadamente, a excepción del pozo de agua de La Nueva Esperanza, el cual se encuentra en la comunidad.

a. Entidad encargada de los sistemas de conducción de agua

En el cuadro 19, se presenta a los principales actores que interceden en el manejo, mantenimiento y cobro del servicio de agua.

Cuadro 19. Actores encargados de las fuentes de agua.

Comunidad	Entidad encargada del funcionamiento
Los Tarros	Comité de Agua
Buena Vista II	Municipalidad
La Nueva Esperanza	Municipalidad y COCODE
La Esperanza I	Municipalidad
El Esfuerzo	Comité de Agua

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 19, se observa que la municipalidad se encuentra a cargo del servicio de agua de la comunidad Buena Vista II, La Esperanza I, y La Nueva Esperanza. Sin embargo, en esta última comunidad hay una intervención por parte del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE). Por otra parte, el comité de agua, es el responsable del servicio de agua en la comunidad Los Tarros y El Esfuerzo.

1.5.2 Identificar las prácticas de las comunidades en relación al uso del agua.

A. Determinación del tamaño de muestra para la realización de encuestas

El número total de encuestas se determinó en base a la población total de familias que reside en cada comunidad.

En el cuadro 20, se observa el número total de encuestas realizadas en cada comunidad.

Cuadro 20. Número de encuestas.

Comunidad	Población total	Número de familias	Número de encuesta determinada	Número de encuestas realizadas
Los Tarros	366	96	40	44
Buena Vista II	362	60	32	39
La Nueva Esperanza	243	90	39	20
La Esperanza I	2,889	368	57	57
El Esfuerzo	791	226	52	68
Total	4,651	840	220	228

Fuente: elaboración propia, 2019.

Según el muestreo simple aleatorio, el número total de encuestas a realizar son 220. Sin embargo, en algunas comunidades se realizó un levantamiento mayor al número determinado. A excepción de la comunidad La Nueva Esperanza, en la cual se levantó un número menor al requerido. A pesar de ello, el número de encuestas recopiladas en las cinco comunidades fue 228.

B. Presencia de servicio de agua

En el cuadro 21, se describe el número de personas que accede a agua domiciliar.

Cuadro 21. Personas que acceden al servicio de agua.

Comunidad	¿Posee servicio de agua?				
	Sí	%	No	%	TOTAL
Los Tarros	41	93	3	7	44
Buena Vista II	37	95	2	5	39
La Nueva Esperanza	17	85	3	15	20
La Esperanza I	56	98	1	2	57
El Esfuerzo	68	100	-----	-----	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

Las personas que acceden a un servicio de agua en las cinco comunidades, se encuentran en un rango del 85 % a 100 %. Sin embargo, otro pequeño porcentaje, no accede a este servicio básico, el cual representa el 7 %, 5 %, 15 % y 2 % de personas de cada comunidad, los porcentajes descritos anteriormente se observan en el cuadro 21.

C. Abastecimiento del servicio de agua

En el cuadro 22, se detalla la dotación de agua en un lapso de tiempo de 24 horas de servicio.

Cuadro 22. Abastecimiento de agua.

Comunidad	¿Posee agua todos los días?				
	Sí	%	No	%	Total
Los Tarros	36	82	8	18	44
Buena Vista II	24	62	15	38	39
La Nueva Esperanza	19	95	1	5	20
La Esperanza I	54	95	3	5	57
El Esfuerzo	67	98	1	2	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El número total de personas que accede todos los días al agua en las cinco comunidades, se encuentra en un rango del 62 % a 98 %. Mientras que el porcentaje de personas que no accede a este servicio de manera diaria, se encuentra en un rango del 2 % a 38 %.

D. Período de abastecimiento de agua

El periodo de abastecimiento de agua en cada comunidad es variable y en algunas limitado. Sin embargo, las personas que acceden durante pocas horas, almacenan el agua en diferentes recipientes, para el uso domiciliar, preparación de alimentos e higiene personal. No obstante, otro pequeño grupo no accede en ningún momento del día

a. Comunidad Los Tarros

En el cuadro 23, se describe los diferentes tiempos de abastecimiento de agua.

Cuadro 23. Tiempo de provisión de agua Los Tarros

Lapso de tiempo	Total	%
Durante la mañana y tarde	8	18
Durante la noche	35	80
No cuenta con servicio de agua	1	2
Total	44	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

En la comunidad Los Tarros la distribución de agua es más eficiente durante la noche. El 80 % de personas entrevistadas, indicó aprovechar este período de tiempo, para

abastecerse. Mientras el otro 18 %, contestó que accede únicamente al agua durante la mañana y tarde. Y por último, el 2 % restante, indicó no tener acceso en ningún momento.

La principal características de la fuente de agua (nacimiento), es que abastece a otras dos comunidades en la parte alta. Siendo un total de 3 comunidades las beneficiadas del vital líquido (Sánchez, 2019).

b. Comunidad Buena Vista II

En el cuadro 24, se describe los diferentes tiempos de abastecimiento de agua.

Cuadro 24. Tiempo de provisión de agua Buena Vista II

Lapso de tiempo	Total	%
Durante la mañana y tarde	14	36
Durante la noche	17	44
Irregular el servicio de agua	8	20
Total	39	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

Los periodos de abastecimiento de agua, tienen una notable variación en la distribución, específicamente por el tiempo de distribución, indicó (Sapón, 2019). A pesar de ello, el mayor porcentaje de personas que accede al agua durante la noche, es el 44 %. Por otra parte, el otro 36 % se abastece de agua durante la mañana y tarde. Solamente un 8 % indicó, que el servicio de agua es irregular en la comunidad.

c. La Nueva Esperanza

En el cuadro 25, se describe los diferentes tiempos de abastecimiento de agua.

Cuadro 25. Tiempo de provisión de agua La Nueva Esperanza.

Lapso de tiempo	Total	%
20 minutos cada día	20	100
Durante la noche	-----	-----
Irregular el servicio de agua	-----	-----
Total	20	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

La principal problemática del abastecimiento de agua en la comunidad, es el tiempo limitado de distribución, el cual tiene una duración de 20 minutos cada día. La fuente principal de agua, es un pozo mecánico, motivo por el cual no se utiliza en periodos de tiempo prolongado, debido al alto costo de la energía eléctrica.

El agua en la comunidad se distribuye por sectores y es coordinado por el COCODE. Sin embargo, el cobro lo realiza algunas veces la municipalidad. Por otra parte, como fuente alternativa de abastecimiento, las personas utilizan el río de la parte baja, de la comunidad, pero este se encuentra sucio y en malas condiciones. A pesar de esto, las personas transportan agua y la guardan en toneles y recipientes plásticos, para consumirla en el hogar según (Maldonado, 2019).

d. Comunidad La Esperanza I

En el cuadro 26, se describe los diferentes períodos de abastecimiento de agua.

Cuadro 26. Tiempo de provisión de agua La Esperanza I.

Lapso de tiempo	Total	%
Todo el día	49	86
Durante la noche	5	9
Irregular el servicio de agua	3	5
Total	57	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

En la comunidad La Esperanza I, la situación de abastecimiento del agua no representa una problemática. El 86 % de personas accede al agua las 24 horas del día. Por otra parte, un 9 %, indicó acceder al agua solo durante la noche, mientras que un 5% opinaba que el servicio de agua era irregular. Según (Gutiérrez, 2019), la municipalidad desinfecta el agua de la localidad, y los abastece las 24 horas.

e. Comunidad El Esfuerzo

En el cuadro 27, se describe los diferentes períodos de abastecimiento de agua.

Cuadro 27. Tiempo de provisión de agua El Esfuerzo.

Lapso de tiempo	Total	%
2 horas en la mañana	48	71
2 horas en la tarde	3	4
Irregular el servicio de agua	17	25
Total	68	100

Fuente: elaboración propia, 2019.

El 71 % de personas encuestadas indicó que accede al agua durante 2 horas en la mañana, siendo este el mayoritario. Únicamente el 4 % respondió que accede al agua durante la tarde. Y por último, el 25 % restante contestó que el servicio de agua es irregular.

La comunidad El Esfuerzo, accede a agua domiciliar diariamente. Sin embargo, el servicio es irregular y solamente es distribuido por sectores durante 2 horas en la mañana y 2 horas en la tarde, todos los días de la semana. El servicio de agua se encuentra a cargo del comité de agua, pero se desconoce el rol de trabajo que se tiene que realizar según (Ramos, 2019).

E. Principales usos del agua

Los diferentes usos respectó al vital líquido, son diferentes en cada comunidad estudiada. Asimismo, la opinión de las personas en cada comunidad es variable, debido a las diferencia en el abastecimiento y acceso.

En el cuadro 28, se describe los principales usos del agua en cada comunidad.

Cuadro 28. Usos del agua domiciliar

Comunidad	Uso principal	Total	%	Otros usos	Total	%	Total
Los Tarros	Doméstico (limpieza)	41	93	No domésticos	3	7	44
	Riego (agrícola)	5	11	No para riego	39	89	44
	Consumo (comida)	43	98	No utiliza para comida	1	2	44
Buena Vista II	Doméstico (limpieza)	36	92	No domésticos	3	8	39
	Riego (agrícola)	-----	-----	No para riego	-----	-----	39
	Consumo (comida)	36	92	No utiliza para comida	3	8	39
La Nueva Esperanza	Doméstico (limpieza)	12	60	No domésticos	8	40	20
	Riego (agrícola)	-----	-----	No para riego	-----	-----	20
	Consumo (comida)	18	90	No utiliza para comida	2	10	20
La Esperanza I	Doméstico (limpieza)	57	100	No domésticos		0	57
	Riego (agrícola)	-----	-----	No para riego	-----	-----	57
	Consumo (comida)	54	95	No utiliza para comida	3	5	57
El Esfuerzo	Doméstico (limpieza)	68	100	No domésticos	-----	-----	68
	Riego (agrícola)	-----	-----	No para riego	-----	-----	68
	Consumo (comida)	54	79	No para comida	14	21	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 28 se observa las diferentes opiniones de cada persona, respectó al uso del agua domiciliar. Los principales usos del agua son para realizar la limpieza en el hogar. En las cinco comunidades las personas que contestaron en esta categoría, se encuentran en el rango del 60 % a 100 %. Mientras que el rango que respondió que utiliza el agua para la preparación de alimentos, se encuentra en un rango del 79 % a 100 % en las cinco comunidades. Y por último, otro pequeño grupo perteneciente a la comunidad Los Tarros, específicamente el 11 %, indicó que utiliza el agua para riego de pequeñas huertas que tienen en el hogar.

a. Purificación de agua del grifo previo a consumirla

En el cuadro 29, se describe el número de personas que consume el agua de grifo (chorro).

Cuadro 29. Consumo y purificación de agua en cada hogar.

Comunidad	Uso del agua de grifo (chorro)	Sí	%	No	%	Total
Los Tarros	Consumo	32	73	12	27	44
	Purificación del agua antes de consumirla	12	27	32	73	44
Buena Vista II	Consumo	35	90	4	10	39
	Purificación del agua antes de consumirla	17	44	22	56	39
La Nueva Esperanza	Consumo	5	25	15	75	20
	Purificación del agua antes de consumirla	5	25	15	75	20
La Esperanza I	Consumo	47	82	10	18	57
	Purificación del agua antes de consumirla	40	70	17	30	57
El Esfuerzo	Consumo	51	75	17	25	68
	Purificación del agua antes de consumirla	59	87	9	13	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

Las personas que consume el agua de grifo (chorro), es muy representativo en cuatro comunidades, a excepción de la comunidad La Nueva Esperanza, en la cual solo el 25 % de personas la utiliza para tomar. En la comunidad Los Tarros el 73 % consume el agua, sin embargo, de este porcentaje únicamente el 27 % la purifica. Por otra parte, en la comunidad Buena Vista II se observa que el 90 % utiliza el agua de grifo, pero solamente el 44 % la purifica. Mientras que en la comunidad La Esperanza I, un 82 % utiliza el agua, pero solo el 70 % la purifica. Y por último, las personas encuestadas de la comunidad El Esfuerzo que toman el agua es 75 %.

No obstante, el porcentaje de personas que purifica es mayor, específicamente un 87 %, esto debido a que utilizan el agua de lluvia para tomar.

b. Compra de agua purificada

En el cuadro 30, se describe el porcentaje de personas que compra agua purificada.

Cuadro 30. Número de personas que adquiere agua purificada.

Comunidad	Compra de agua purificada				
	Sí	%	No	%	Total
Los Tarros	22	50	22	50	44
Buena Vista II	15	38	24	62	39
La Nueva Esperanza	6	30	14	70	20
La Esperanza I	39	68	18	32	57
El Esfuerzo	50	74	18	26	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El rango de personas que compra agua purificada en las cinco comunidades se encuentra entre 30 % a 74 %. Mientras que el rango que no compra se encuentra entre 26% a 70 %. La principal limitante para acceder al agua purificada comercial, es el costo. Ya que la mayoría de personas, no puede acceder económicamente. Los porcentajes descritos anteriormente se observan en el cuadro 30.

F. Morbilidad en personas de las comunidades

En el cuadro 31, se detalla las enfermedades más comunes según la encuesta.

Cuadro 31. Principales enfermedades que afectan a la población.

Comunidad	Enfermedades										
	Infección en el estómago		Gripe		Fiebre		Desnutrición		Ninguna		Total
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	
Los Tarros	20	45	14	32	10	23	----	---	----	---	44
Buena Vista II	18	46	15	38	5	13	----	---	1	3	39
La Nueva Esperanza	8	42	1	5	10	53	1	5	----	---	19
La Esperanza I	24	42	31	54	2	4	----	---	----	---	57
El Esfuerzo	33	49	29	43	6	9	----	---	----	---	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El rango de personas que contestó en las cinco comunidades, que la infección estomacal afecta a los miembros de la familia se encuentra entre 42 % a 49 %. Haciendo referencia que los principales síntomas que aquejan son: diarrea, vómitos y dolores de estómago. Por otra parte, el rango que contestó en las cinco comunidades que la gripe también afecta en el hogar se encuentra entre 5 % a 54 %. Las personas de la comunidad La Nueva Esperanza, también contestaron que la fiebre y desnutrición, afecta a los pobladores de la comunidad.

G. Servicio de drenaje

En el cuadro 32, se observa el porcentaje de personas que accede al servicio a drenajes.

Cuadro 32. Acceso a red de drenaje.

Comunidad	Servicio de drenaje				
	Sí	%	No	%	Total
Los tarros	40	91	4	9	44
Buena Vista II	36	92	3	8	39
La Nueva Esperanza	20	100	-----	-----	20
La Esperanza I	57	100	-----	-----	57
El Esfuerzo	61	90	7	10	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

La presencia de una red de drenajes para la recolección de aguas negras y grises, es una característica presente en las cinco comunidades. Por ejemplo, en la comunidad La Nueva Esperanza y la Esperanza I, el 100 % de personas accede a este servicio, mientras que en la comunidad (Los Tarros, Buena Vista II y El Esfuerzo) el rango de personas que accede a este servicio se encuentra entre 90 % a 92 %. Por otra parte, también se identificó que el rango de personas en las cinco comunidades que no tiene acceso a drenaje se encuentra entre 8 % a 10 %.

a. Tratamiento de agua residual

En el cuadro 33, se describe el número total de plantas de tratamiento, para el manejo de agua residual.

Cuadro 33. Sistema de manejo de agua residual.

Comunidad	Planta de tratamiento del agua residual	
	Sí	No
Los tarros		X
Buena Vista II		X
La Nueva Esperanza	✓	
La Esperanza I		X
El Esfuerzo		X

Fuente: elaboración propia, 2019.

Según la información recopilada, únicamente la comunidad La Nueva Esperanza, posee un sistema para el manejo de aguas residuales. Sin embargo, durante el monitoreo de campo se logró verificar que el sistema no funciona; y el agua se vierte de manera directa en un río que se encuentra en la parte baja. También se identificó que la comunidad (Los Tarros, El Esfuerzo y La Esperanza I) utiliza el mismo río, para descargar las aguas residuales, sin ningún tratamiento previ6.

b. Acceso a servicio de saneamiento (letrina)

En el cuadro 34, se describe el porcentaje de personas que accede a letrina lavable.

Cuadro 34. Acceso a letrina.

Comunidad	Letrina lavables		Letrinas no lavable		Total
	Total	%	Total	%	
Los tarros	42	95	2	5	44
Buena Vista II	36	92	3	8	39
La Nueva Esperanza	20	100	-----	-----	20
La Esperanza I	57	100	-----	-----	57
El Esfuerzo	60	88	8	12	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El uso de inodoro lavable, es una característica muy favorable en términos de saneamiento domiciliar. En el cuadro 34, se observa el porcentaje de personas que accede a este servicio básico, el cual se encuentra entre 88 % a 100 % en las cinco comunidades. Sin embargo, también se observa que un número menor, no cuenta con este servicio, y como medida sustituta utilizaban letrinas no lavables. El rango de personas que accede a estas se encuentra entre 5 % a 12 %.

H. Experiencias en actividades del buen uso y manejo del agua

En el cuadro 35, se describe el porcentaje de personas que han participado en actividades para el cuidado y manejo del agua.

Cuadro 35. Experiencias en actividades del tema agua.

Comunidad	Participación de actividades para el buen uso y manejo del agua				
	Sí	%	No	%	Total
Los Tarros	24	55	20	45	44
Buena Vista II	11	28	28	72	39
La Nueva Esperanza	-----	-----	20	100	20
La Esperanza I	10	18	47	82	57
El Esfuerzo	17	25	51	75	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El rango de personas que contestó haber participado en actividades para el uso y cuidado del agua se encuentra entre 18 % a 55 % en las cinco comunidades. A excepción de la comunidad La Nueva Esperanza, en la cual las personas respondieron que nunca habían participado. Al igual que el 45 %, 72 %, 82 % y 75 % de personas de las cuatro comunidades restantes. Los porcentajes descritos anteriormente se observa en el cuadro 35.

La principal causa de la poca participación, es debido a la ausencia de programas, la falta de interés e iniciativas locales, que logren promover el buen manejo y cuidado del agua por medio de charlas y capacitaciones (Sánchez, 2019).

a. Interés en participar en actividades del buen uso y manejo del agua

En el cuadro 36, se describe el porcentaje de personas que desea participar en actividades del cuidado y manejo del agua.

Cuadro 36. Interés personal en participar en actividades del tema agua.

Comunidad	Interés en participar en actividades para el buen uso y cuidado del agua				
	Sí	%	No	%	Total
Los Tarros	40	91	4	9	44
Buena Vista II	38	97	1	3	39
La Nueva Esperanza	17	85	3	15	20
La Esperanza I	53	93	4	7	57
El Esfuerzo	57	84	11	16	68

Fuente: elaboración propia, 2019.

El interés de los habitantes para aprender prácticas de manejo, uso y cuidado del agua presenta un rango entre 85 % a 97 % en las cinco comunidades. Por otra parte, un pequeño porcentaje respondió que no le interesa conocer del tema, el rango de personas que indicó esta respuesta se encuentra entre 3 % a 16 %. Indicando, que no tienen disponibilidad de tiempo.

I. Reglamentos para la administración operación del agua potable

En el cuadro 37, se describe la reglamentación presente para el uso y cuidado del agua en las cinco comunidades.

Cuadro 37. Reglamento para la administración del agua.

Reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua rurales del agua potable		
Comunidad	Reglamento	Acuerdo
Los Tarros	Sí	MSPAS-UNEPAR
Buena Vista II	Sí	Municipal
La Nueva Esperanza	Sí	Municipal
La Esperanza I	Sí	Municipal
El Esfuerzo	NO	-----

Fuente: elaboración propia, 2019.

Según el (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2014) se establece en el acuerdo Gubernativo número. 049-2014. El Reglamento municipal para el manejo sostenible del agua de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. La corporación municipal debe velar por la administración, operación, calidad y mantenimiento de los sistemas de agua a nivel local. Las diferentes comunidades que se encuentra a cargo de esta comuna municipal son la comunidad Buena Vista II, La Nueva Esperanza y La esperanza I. Sin embargo, se identificó durante el monitoreo de campo, que existe una problemática, relacionada con el vital líquido, en el acceso, distribución y falta de mantenimiento a los sistemas de conducción de agua.

Por otra parte, los sistemas que son administrados por los comités de agua, son regidos por ellos mismos; y deben velar por una buena, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua comunitarios (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad Ejecutora Programa y Acueductos Rurales, Guatemala (MSPAS-UNEPAR), 1982). Las comunidades que son administradas por comités de agua es la comunidad El Esfuerzo y Los Tarros, sin embargo, las mismas desconocen el trabajo y rol, que esto representa.

a. Costos del servicio de agua

En el cuadro 38, se detalla los costos mensuales por el uso de agua domiciliar.

Cuadro 38. Costo del agua a nivel local.

Costo del servicio de agua	
Comunidad	Costo/mensual
Los Tarros	Q. 9.00
Buena Vista II	Q. 6.00
La Nueva Esperanza	Q. 22.00
La Esperanza I	Q. 6.00
El Esfuerzo	Q. 5.00

Fuente: elaboración propia, 2019.

El precio por acceder al servicio de agua presentó un valor entre Q. 5.00 a Q. 22.00, tal y como se observa en el cuadro 38. Los principales cobradores del servicio, son la municipalidad de Patulul y comités de agua. Por otra parte la comunidad que presentó el valor más elevado por el servicio, es la comunidad Nueva Esperanza, esto debido a que extraen agua del pozo comunitario por medio de una bomba de energía eléctrica.

b. Organización con relación al agua

En el cuadro 39, se describe la presencia de comités de agua.

Cuadro 39. Comités de agua.

Presencia de comité de agua		
Comunidad	Comités de agua	Situación
Los Tarros	Sí	No legalizado
Buena Vista II	No	-----
La Nueva Esperanza	No	-----
La Esperanza I	No	-----
El Esfuerzo	Sí	No legalizado

Fuente: elaboración propia, 2019.

Se identificó la presencia de comités de agua en la comunidad Los Tarros y El Esfuerzo, sin embargo, los mismos no se encuentran escritos legalmente, ante la municipalidad. La falta de organización fue una característica que limita la gestión ante la comuna municipal para su aprobación. La comuna municipal, aprovechando la característica anterior no presenta un interés en la legalización de los mismos. Por otra parte, las comunidades restantes,

indicaron desconocer por completo el término comité de agua y mencionan que la municipalidad es la principal autoridad responsable del servicio y manejo del agua.

c. Conmemoración cultural por el agua

En el cuadro 40, se detalla la celebración simbólica hacia el agua.

Cuadro 40. Conmemoración simbólica o cultural por el agua.

Celebración simbólica o cultural por el agua	
Comunidad	Celebración
Los Tarros	No
Buena Vista II	No
La Nueva Esperanza	No
La Esperanza	No
El Esfuerzo	No

Fuente: elaboración propia, 2019.

Para algunas personas en varias regiones del país, el agua es un ser vivo el cual da vida, salud y contribuye en el desarrollo de los bosques, cultivos, animales y seres humanos, motivo por el cual se conmemora y celebra una vez al año su existencia. Sin embargo, en las comunidades estudiadas el agua no presenta ningún valor simbólico, por lo que no se tiene celebración alguna.

1.5.3 Identificar las principales problemáticas en situación al agua en las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala

Con base a la información primaria, secundaria, visitas de campo y recopilación de encuestas en las comunidades, se logró identificar los diferentes aspectos para la conformación del FODA de la situación del agua en las cinco comunidades.

El FODA, se subdivide en cuatro categorías:

- Amenazas
- Fortalezas
- Debilidades
- Oportunidades

En el cuadro 41, se detalla el FODA de la situación del agua en cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 41. FODA

AMENAZAS	FORTALEZAS
• Ausencia de limpieza a los tanques de distribución • Ausencia de saneamiento del agua de consumo humano • Conexiones ilegales de agua • Horario limitado de agua (algunas comunidades) • Proliferación de enfermedades gastrointestinales en niños y adultos • Poca organización comunitaria • Falta de legalización a comités de agua • Desconocimiento de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos aptos en el agua para consumo humano • Desconocimiento del reglamento, para el uso sostenible del agua	• Se tienen estructuras para la distribución de agua • Se tiene acceso agua. • Organización comunitaria (Comunidad el Esfuerzo) • Presencia de dos comités de agua • Purificación del agua en el hogar con alguna práctica casera
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
• Poco conocimiento en saneamiento de agua • Sistemas de agua potable diseñados de manera empírica • Sistema de saneamiento de agua tiene un valor elevado • Desconocimiento del reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua, emitido por la municipalidad • Falta de gestión ante la municipalidad • Desconocimiento del rol de los comités de agua	• Acompañamiento del Comité Campesino del Altiplano (CCDA) en asesoría legal y técnica sobre el tema de agua y saneamiento • Trabajo comunitario en mejora a los sistemas de conducción dañados • Financiamiento de la Cooperación HORIZONT3000, DK Austria y medicor foundation, para mejorar la calidad del agua de consumo humano en las cinco comunidades

Fuente: elaboración propia, 2019.

Los criterios de la matriz de priorización son los siguientes:

Magnitud: Cantidad de personas que afecta en porcentaje.

Gravedad: Registra el daño que ocasiona el problema (grave, nada grave, medianamente grave).

Capacidad: Capacidad de intervenir y dar solución al problema (muy alta, baja, mediana).

Beneficio: Cuanto beneficia su solución (beneficio alto, beneficio bajo, beneficio medio).

En el cuadro 42, se describe la matriz de priorización de problemas.

Cuadro 42. Matriz de priorización de problemas.

Problemáticas	Magnitud ¿Cuántos miembros son afectados por el problema?	Gravedad ¿Cuánto daño ocasiona?	Capacidad ¿Qué posibilidades de solución tenemos?	Beneficio ¿Cuánto nos beneficia su solución?
Ausencia de limpieza a los tanques de distribución	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Ausencia de saneamiento de agua de consumo humano	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Conexiones ilegales de agua	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Horario limitado de agua (algunas comunidades)	80%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Proliferación de enfermedades gastrointestinales en niños y adultos	42 % a 49%	grave	Mediana	Beneficio alto
Poca organización comunitaria	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Falta de legalización a comités de agua	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Desconocimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aptos en el agua para consumo humano	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto
Desconocimiento del reglamento, para el uso sostenible del agua	100%	grave	Muy alta	Beneficio alto

Fuente: elaboración propia, 2019.

En el cuadro 42, se observa la matriz de priorización de problemas, y la capacidad que se tiene de dar una solución a los mismos en las cinco comunidades estudiadas.

1.6 CONCLUSIONES

1. Los abastecimientos de agua de cuatro comunidades se localizan en un rango de distancia 3 km a 15 km de cada comunidad. Asimismo, el agua en estas fuentes, es conducida por medio de sistemas de gravedad, debido a que se encuentran en partes altas. Únicamente la comunidad La Nueva Esperanza, posee dentro de su perímetro la fuente de agua (pozo mecánico). Por otra parte, la ubicación de las fuentes de agua es privada, por lo que se tiene que gestionar permisos correspondientes, para acceder.
2. Las personas utilizan el agua principalmente para uso doméstico (limpieza y preparación de alimentos). El rango que utiliza el agua para limpieza en las cinco comunidades esta entre 60 % a 100 %. Por otra parte, el rango que utiliza el agua, para la preparación de alimentos esta entre 79 % a 98 %. Sin embargo, un pequeño porcentaje el cual es 11% contestó que utiliza el agua para riego de hortalizas en el hogar. Asimismo, también se identificó que un porcentaje de personas purifica el agua de grifo (chorro) previó a consumirla, las personas que realizan está práctica es el 27 % de la comunidad Los Tarros, 44 % Buena Vista II, 25 % de La Nueva Esperanza, 70 % de la Esperanza I y el 87 % de personas de la comunidad El Esfuerzo. Sin embargo, el número que consume el agua directamente del grifo (chorro), sin ningún tratamiento es 73% de la comunidad Los Tarros, 56% de la comunidad Buena Vista II, del mismo modo el 75% de habitantes de la comunidad La Nueva Esperanza, 30 % de la Esperanza I y el 13% de personas de la comunidad El Esfuerzo.
3. Las principales problemáticas en las cinco comunidades, que se identificaron son las siguientes: ausencia de limpieza en los nacimientos de agua y tanques de distribución, falta de saneamiento de agua para consumo humano; conexiones ilegales en las tuberías de agua. Asimismo, se identificó la proliferación de enfermedades gastrointestinales a nivel municipal y en las cinco comunidades. También se identificó un horario limitado para acceder al servicio de agua, en cuatro comunidades, a excepción de la comunidad La Esperanza I. Además, se identificó poca organización comunitaria y la falta de legalización de los comités de agua. Incluso hasta el desconocimiento del reglamento para el usos sostenible del agua establecido a nivel municipal en tres comunidades (La Esperanza I, Buena Vista II y La Nueva Esperanza), también el desconocimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano, según lo establecido por la Norma Guatemalteca COGUANOR NTG 29001.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Determinar los valores fisicoquímicos y microbiológicos del agua de grifo (chorro), en las cinco comunidades, mediante pruebas de laboratorio.
2. Realizar mejoras en la infraestructura de abastecimiento de agua de la comunidad El Esfuerzo y Los Tarros.
3. Adquirir un sistema cloración en comunidad Los Tarros y El Esfuerzo para potabilizar el agua de consumo humano.
4. Promover campañas de limpieza comunitarias, para el cuidado de los nacimientos de agua y tanques de distribución de las cinco comunidades.
5. Las diferentes entidades encargadas del servicio de agua, deben evitar y reducir el número de conexiones ilegales en los sistemas de abastecimiento.
6. Promover en los habitantes el reglamento para el manejo sostenible del agua.
7. Promover el uso de métodos de tratamiento del agua para consumo humano.
8. Realizar lo más pronto posible, la legalización de los comités de agua para evitar conflictos legales.
9. Gestionar ante las entidades competentes el cumplimiento del Código municipal, respecto al recurso agua.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

- Gutiérrez, F. (27 de 02 de 2019). Información sobre el agua potable de la comunidad La Esperanza I, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Vocal I). (J. Us, Entrevistador)
- Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE). (2020). *Proyecciones municipales 2015-2035*. Obtenido de Guatemala: INE: <https://www.ine.gob.gt/ine/proyecciones/>
- Maldonado, E. (14 de 02 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad La Nueva Esperanza, Patulul, Suchitepéquez. Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Lideresa). (J. Us, Entrevistador)
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2014). *Acuerdo Gubernativo 049-2014: Reglamento municipal para el manejo sostenible del agua de Patulul, Suchitepéquez*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Julio, 13, 5-6: <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/12956.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS). (2019). *Memoria de labores: Indicadores básicos de análisis de situación de salud*. Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: MSPAS.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad Ejecutora Programa y Acueductos Rurales, Guatemala (MSPAS-UNEPAR). (1982). *El reglamento del sistema de agua potable*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Septiembre, 30, 16-28: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/204.1-94MO-12-12557.pdf>
- Ramos, E. (19 de 02 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad El Esfuerzo, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulu, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretario). (J. Us, Entrevistador)
- Rivera, A. (25 de 02 de 2019). Información sobre establecimientos educativos públicos de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Departamental de educación, Secretaria). (J. Us, Entrevistador)
- Sánchez, G. (11 de 02 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Los Tarros, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretaria). (J. Us, Entrevistador)
- Sapón, D. (12 de 03 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Vocal II). (J. Us, Entrevistador)

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Patulul, Suchitepéquez*. Obtenido de Guatemala: SEGEPLAN, Dirección de Planificación Territorial: <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-patulul>

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (USAC). (2016). *Informe final diálogos por el agua*. Obtenido de Comisión Ley de Aguas Consejo Superior Universitario: <http://fausac.gt/wp-content/uploads/2017/03/Informe-Dialogos-por-el-Agua-USAC-2016.pdf>



Rolando Barrios

1.9 ANEXOS

1.9.1 Modelo de encuesta utilizado

ENCUESTA SOBRE LA SITUACION DEL AGUA POTABLE DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA 2019.

Género: Masculino _____ Femenino _____

1. COMUNIDAD _____

2. ¿Cuántas personas conforman su Hogar? _____

3. ¿Cuenta usted con servicio de Agua?

Si ☐

No ☐

4. ¿Posee agua todos los días?

Si ☐

No ☐

5. ¿Cuántas veces a la semana? _____

6. ¿Para qué actividades utiliza el Agua?

Uso doméstico (Limpieza)

Riego (huertos)

Consumo

Animales

7. ¿Consume agua del Grifo _____ O compra agua Purificada? _____

8. ¿Purifica el Agua del Grifo antes de consumirla?

Si ☐

No ☐

9. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes que presentan los habitantes en su comunidad:

10. ¿Posee servicio de drenaje?

Si ☐

No ☐

Observaciones _____

11. ¿Si posee drenaje sabe hacia dónde se dirigen las aguas residuales?

Planta de Tratamiento _____ Ríos _____ Observaciones _____

12. ¿Posee Letrina _____ O fosa séptica? _____

13. ¿Ha participado en Actividades para el buen uso y manejo de Agua?

Si ☐ No ☐

14. ¿Le gustaría participar en actividades donde se enseñe el manejo y buen uso del Agua?

Si ☐ No ☐

15. ¿Tiene algún costo mensual el servicio de agua potable en su comunidad?

Sí _____ No _____ Observaciones _____

16. ¿Posee alguna organización o comité de Aguas su comunidad?

Sí _____ No _____ Observaciones _____

21. ¿Existe algún Reglamento del uso de agua en su comunidad?

Sí _____ No _____ Observaciones _____

22. ¿Existe épocas de escases de agua? ¿Qué actividad hacen para recolectar?

Sí _____ No _____ Observaciones _____

24. ¿Tienen recipientes de almacenamiento de Agua de lluvia?

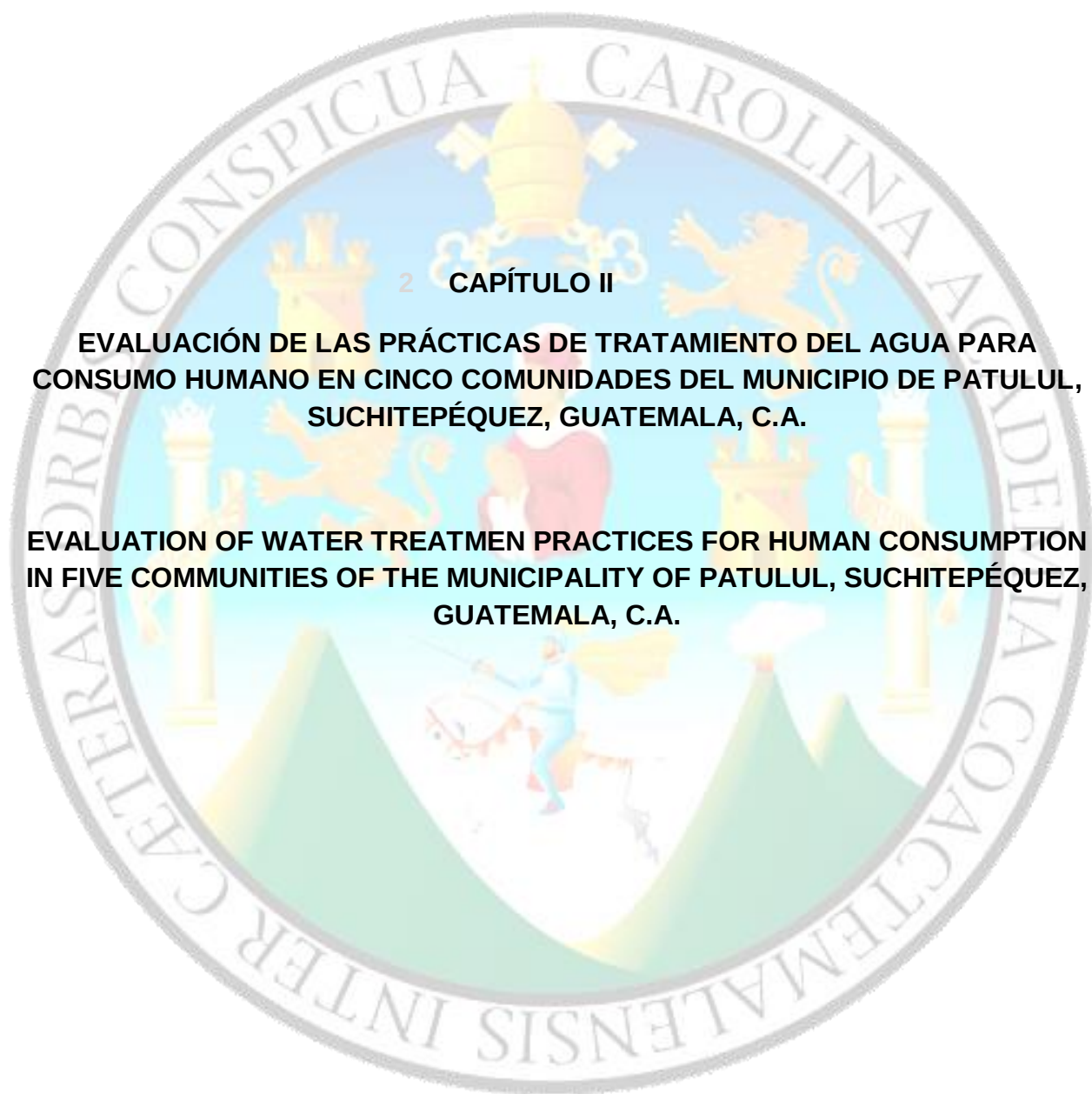
Sí _____ No _____ Observaciones _____

25. ¿Existe alguna expresión simbólica o cultural sobre el agua?

Sí _____ No _____ Observaciones _____

26. ¿El agua que consumen de donde proviene?

Río	☐
Pozo	☐
Nacimiento	☐



2.1 PRESENTACIÓN

El agua segura para consumo humano libre de impurezas es esencial para todos los habitantes para tener un mejor desarrollo. La escasez del recurso hídrico, la mala calidad, la falta prácticas de saneamiento y una mala gestión a nivel local son factores que influyen de manera negativa en las comunidades, disminuyendo las oportunidades de subsistencia y bienestar general.

El presente estudio consistió en la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los abastecimientos de agua en cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, según los parámetros básicos establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR NTG 29001. El desconocimiento de estos parámetros propicia que las personas sean vulnerables al beber agua no apta para el consumo humano. También se analizaron las prácticas de tratamiento del agua mediante la percepción y actividades que las personas realizan para sanear el agua en el hogar previo a consumirla. Al final, se proponen lineamientos para la mejora de los parámetros bacteriológicos del agua en base a los resultados de laboratorio.

La caracterización de los parámetros que establece la norma “COGUANOR NTG 29001”, se realizó mediante un muestreo de las fuentes de abastecimiento de agua, para su posterior análisis fisicoquímico y microbiológico de laboratorio y determinar cuáles cumplían con lo establecido por la norma. Para conocer las prácticas de tratamiento del agua se utilizó, como herramienta el uso de encuestas y entrevistas en las diferentes comunidades. Las diferentes propuestas de mejora, se decidieron en base a los resultados de laboratorio de las muestras de agua recolectadas. Recomendando para el efecto, la conformación de comité de agua, y reuniones de incidencia con autoridades municipales, para proponer lineamientos de mejora.

Los resultados de la investigación indican que el total de muestras de agua analizadas en sus parámetros fisicoquímicos, cumplen con la norma, mientras que de los valores microbiológicos de 12 muestras, solamente 2 cumplen con ellas, siendo estas: el agua del nacimiento de la comunidad Buena Vista II y el agua de grifo (chorro) de la comunidad La Esperanza I. Por otra parte, el mayor porcentaje de personas en las cinco comunidades, conoce mayoritariamente el método de hervido de agua, y en segundo lugar el de cloración, por lo que se recomienda, seguir promoviendo estas prácticas de mejora a nivel domiciliar, local y municipal para mejorar los parámetros bacteriológicos del agua.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Situación del agua en Guatemala

La situación actual del agua en Guatemala adolece de legislación específica para uso, consumo y tratamiento, y tampoco existe una administración especial de la misma. Se ha tenido un marco histórico en cuanto a iniciativas respecto a este vital líquido, sin embargo no se han tenido dictámenes favorables por parte del legislativo. Durante los últimos veinte años se han presentado anteproyectos de ley de aguas ante el congreso, estando estas registradas bajo los números 993 en 1992, número 1001 en 1993, número 1621 en 1996, número 3118 en 2005 (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Guatemala (IARNA), 2005).

La última propuesta de ley presentada al legislativo fue el 26 de julio del año 2016 en la cual se propuso como característica principal, tratar de resolver los derechos adquiridos, siendo estos los derechos colectivos de los pueblos indígenas; la segunda situación a resolver, fue el acceso a la riqueza hídrica y el manejo de conflictos en lo cual se pretendía distribuir y compartir los beneficios del agua; como tercera situación a resolver se planteó en la propuesta de ley, la situación de la seguridad hídrica para el futuro la cual consiste en administrar el agua para desarrollar el potencial hídrico y garantizar el derecho humano a este vital líquido y su saneamiento, siendo hasta la fecha una iniciativa de ley (Asociación Comunitaria para el Desarrollo, Guatemala (SERJUS), 2016).

B. Diálogos por el agua

Los Diálogos por el Agua constituyeron un espacio de reflexión y consenso, auspiciado por la Universidad de Carlos de Guatemala, a raíz de la Marcha por el Agua que diversas organizaciones sociales, indígenas y campesinas realizaron durante el año 2016. Ese año surge la comisión para la elaboración de una ley de aguas, que realizó 24 diálogos por el agua en 21 departamentos de la República de Guatemala, en dónde, se tuvo la participación de entidades gubernamentales, empresas privadas, entidades académicas, asociaciones indígenas, organizaciones no gubernamentales, ciudadanos, grupos de mujeres, iglesias y organizaciones de la sociedad civil local (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (USAC), 2016).

De esta forma la Universidad de San Carlos de Guatemala da inicio a los diálogos por el agua en sus diferentes sedes en acompañamiento de profesionales y voluntarios especializados en el tema de la Facultad de Agronomía y directores de los diferentes centros regionales, además de también contar con la participación del Instituto de Problemas Nacionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala (IPNUSAC). Tres problemas principales fueron identificados en los diálogos por el agua, siendo el primero la contaminación y degradación del agua; el segundo, la existencia de comunidades sin acceso al agua potable; problemática señalada en 14 diálogos por el agua. Y el tercero la falta de saneamiento (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (USAC), 2016).

C. El derecho humano al agua

Según estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el 2016. En el mundo hay suficiente agua para el uso doméstico, agricultura y la industria. El acceso al agua segura, es una necesidad humana y es fundamental, como parte del derecho humano básico. El problema radica en la susceptibilidad que presentan algunos habitantes de la población más pobre, debido a que quedan excluidos sistemáticamente de este vital líquido. Hacer cumplir el derecho humano al agua es un fin en sí mismo, y un medio que da fundamento a los demás derechos humanos, como el derecho a la vida, educación, salud y a un hogar digno.

La garantía que se tiene hacia el agua, es considerado como un derecho digno de cada persona, el cual consiste en disponer al acceso de por lo menos 20 L de agua limpia al día. Este requerimiento se debe de cumplir y respetar, para que se tenga un derecho humano al agua; una distribución justa y el acceso al mínimo social que todos los ciudadanos deben tener no importando el estatus social, económico, cultural o etnia. La igualdad de oportunidad es un requerimiento para el desarrollo humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, USA, (PNUD), 2006).

D. El agua potable para consumo humano en Guatemala

Según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI 2011-2012), el 70 % de los hogares guatemaltecos tiene acceso a servicios básicos de agua potable entubada, mientras que en el área rural, solo el 30 % de los hogares tienen acceso a estos servicios. Para todos los departamentos, la cobertura con mejores fuentes de agua es mayor en la zona urbana. El déficit de la cobertura para los servicios de saneamiento está cerca de 83 % en la zona rural, mientras en la zona urbana la cobertura es de 76.70 %, lo que demuestra una situación clara de inequidad (Organización Panamericana de la Salud (Organización Panamericana de la Salud, Guatemala, (OPS), 2015)).

E. Comités de agua

Según el Acuerdo Gubernativo número 293-82 emitido el 30 de Septiembre de 1982, se considera conveniente asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de agua potable de las comunidades rurales del país y salvaguardar la salud de los habitantes, quienes por su propio interés son los llamados a hacerse cargo del servicio, por medio de comités organizados. Estos comités son los encargados de la administración, operación y mantenimiento de los acueductos ya construidos, si estos no fuesen atendidos por las entidades estatales a consecuencia del elevado número y lo disperso de su localización (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad Ejecutora Programa y Acueductos Rurales, Guatemala (MSPAS-UNEPAR), 1982)).

F. Oficina municipal de agua y saneamiento (OMAS)

Una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), funge como enlace entre las comisiones de agua y saneamiento de las comunidades. Está entidad, posee personal capacitado y es responsable de las operaciones, administración y mantenimiento de los servicios de agua potable. También brinda asesoría técnica a los comités de agua y ayuda a la regulación de los mismos. Para lograr la creación de una OMAS es muy importante que las autoridades municipales den la aprobación, mediante un acuerdo municipal el espacio físico y los recursos necesarios para su implementación (CARE, Guatemala, 2016).

G. Calidad del agua

El sabor, olor y aspecto del agua son características e indicadores de calidad. Estos aspectos físicos se utilizan para dar un diagnóstico de manera rápida, pero no exacta, debido a que el agua también posee propiedades microbiológicas. La alteración del aspecto físico del agua puede ser causada por contaminantes químicos de origen natural, orgánico e inorgánico, o también por contaminantes externos, los cuales se derivan de actividades sintéticas, producto del saneamiento (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006)).

La actividad microbiana es otro factor que afecta las características e indicadores de calidad en el agua, y es causado por la presencia de heces humanas o de animales. La presencia de estos organismos en el agua es potencialmente dañino para la salud de las personas que la consumen (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006)).

H. Agua potable

Es aquella que por sus características de calidad fisicoquímica y microbiológica, es apta para el consumo humano, y cumple con los parámetros establecidos por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

I. Contaminantes del agua

La aceptación del agua para consumo humano es subjetiva y puede verse afectada por componentes externos que alteran la calidad y potabilidad. Por lo cual es importante analizar las prácticas que se utilizan para el tratamiento y distribución del agua en las comunidades. (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

a. Peligros microbianos relacionados con el agua de consumo

Los riesgos para la salud relacionados con el consumo de agua no purificada, es la proliferación de enfermedades infecciosas, ocasionada por agentes patógenos como las bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos), (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

b. Infecciones transmitidas por el agua

Existen diversos agentes patógenos que se transmiten por el consumo de agua contaminada. La gama de estos cambia en función de las circunstancias, por ejemplo: aumento de la población de personas y animales, uso de aguas residuales y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutaciones. Sin embargo, también existe una considerable variabilidad en la inmunidad de las personas, ya sea esta adquirida por el contacto con un agente patógeno, o determinada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

J. Norma “COGUANOR NTG 29001” para agua potable en Guatemala

La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano y es aplicado a toda el agua utilizada para consumo, preparación de alimentos y uso doméstico.

Proveniente de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos, entre otros (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

a. Límite máximo aceptable (LMA)

Es el valor de concentración arriba del cual el agua pasa a ser rechazada por los consumidores, desde la perspectiva sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

b. Límite máximo permisible (LMP)

Es el parámetro establecido por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad. El cual no debe sobrepasar la concentración en el agua de cualquier valor fisicoquímico y microbiológico (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

c. Características físicas del agua

Son aquellas características que se detectan sensorialmente o por medios analíticos de laboratorio, para determinar la calidad del agua (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

En el cuadro 43, se describen los valores del agua, aceptados para potabilidad.

Cuadro 43. Características físicas y organolépticas del agua para consumo humano.

Parámetros evaluados	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Color	5.0u	35.0 u ¹
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15 UNT ²
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1,500 μ S/cm ³
Potencial de hidrógeno	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5 ⁴
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1,000 mg/L ⁵
(1) Unidades de color en escala de platino-cobalto (2) Unidad nefelométricas (3) Microsiemens por centímetro (4) Unidades de pH (5) Miligramo por L		

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013.

d. Características químicas del agua

Es la presencia de cualquier compuesto orgánico e inorgánico en el agua, el cual determina su calidad (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

En el cuadro 44, se describen los valores guía para la calidad fisicoquímica, según lo establecido por la norma.

Cuadro 44. Valores guía para verificación de la calidad fisicoquímica del agua.

Parámetros evaluados	Unidades	Límite máximo permisible
pH	-----	6.50 – 8.50
Conductividad	µS/cm	50 – 750
Turbidez	UNT	15
Sólidos totales	mg/L	1,000
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	-----
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	250
Dureza total	mg/L CaCO ₃	500

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013.

e. Características bacteriológicas del agua

Son aquellas características, las cuales son relativas a la presencia de patógenos que determinan la calidad del agua (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

En el cuadro 45, se describen los valores guía, para la calidad microbiológica del agua.

Cuadro 45. Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua.

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

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013.

K. Parámetros fisicoquímicos de calidad en el agua para consumo humano

a. El potencial de hidrogeno (pH)

El pH, no afecta directamente a los consumidores. Sin embargo, es un parámetro importante de monitorear, para tener una buena calidad en el agua. Se debe de prestar atención al control del pH en todas las fases del tratamiento, y garantizar que su clarificación y desinfección sea satisfactoria; para que el saneamiento con cloro sea eficaz, es preferible un pH menor que 8; no obstante, el agua con un pH más bajo será probablemente corrosiva, y deberá de controlarse para reducir la corrosión de los sistema de fontanería en las instalaciones domésticas (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

El pH óptimo tiene una variación en los distintos sistemas de abastecimiento, sin embargo suele oscilar entre pH 6.5 – pH 8. Algunos valores de pH suelen ser extremos como consecuencia de vertidos accidentales, averías de las instalaciones de tratamiento o por el revestimiento de tuberías de cemento poco curado (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

b. Conductividad eléctrica

Es la capacidad que posee el agua para conducir la electricidad, debido a la presencia de iones, los cuales provienen de una base, un ácido y una sal disociada. La conductividad y la dureza son dos parámetros cuantificables que esta relacionados con la mineralización (Monroy García, 2012).

c. Turbidez

La turbidez en el agua es la presencia de partículas, que proceden del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la suspensión de sedimentos en los sistemas de distribución. También se debe a la presencia de partículas de materia inorgánica en algunas aguas subterráneas o al desprendimiento de biopartículas en los sistemas de distribución de agua (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

Las partículas protegen a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimulan la proliferación de bacterias. Siempre que el agua se somete a un tratamiento de desinfección, la turbidez debe ser baja, lo cual indica que el tratamiento es eficaz. Este parámetro operativo es importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación, sedimentación y en la

proliferación de enfermedades. Por lo tanto, los cambios en la turbidez son un parámetro importante de control de la calidad del agua y debe ser menor a 15 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU), para ser aceptado (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

d. Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales a una concentración menor a 600 mg/L suele valorarse buena, pero a concentraciones mayores de 1,000 mg/L la calidad disminuye de manera significativa y progresiva. Los consumidores también consideran inaceptable la presencia de concentraciones altas de sólidos disueltos totales, debido a que genera excesivas incrustaciones en tuberías (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

e. Alcalinidad total

La alcalinidad total en el agua es una característica importante, que debe ser controlada y monitoreada. Este parámetro permite conocer la concentración de los niveles de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes en el agua, y la reacción de estos compuestos con el pH, evitando su disminución ante la presencia de algún ácido. La acidificación es la principal característica que debe de controlar y evitar, si se presenta, entonces el agua dejaría de ser apta para el consumo humano (Pérez López, 2016).

f. Sulfatos

El sulfato en el agua de consumo humano, genera un sabor apreciable, y en niveles muy altos provocar un efecto laxante en los consumidores no habituados. El deterioro del sabor varía en función de la naturaleza del catión asociado; se han determinado, umbrales gustativos que van de 250 mg/L, para el sulfato de sodio y a 1,000 mg/L, para el sulfato de calcio. Por lo general, se considera que el deterioro del sabor es mínimo cuando la concentración es menor que 250 mg/L (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

g. Dureza total

La dureza se derivada de la presencia de calcio y magnesio. Generalmente se identifica por la precipitación de restos de jabón y la necesidad de utilizar más jabón para conseguir la limpieza deseada. El grado de dureza en el agua varía en gran medida de una comunidad

a otra, en función de las condiciones locales (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

El valor del umbral gustativo del ion calcio se encuentra entre 100 mg/L - 300 mg/L, dependiendo del anión asociado, mientras que el valor del magnesio es menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua no mayor que 500 mg/L (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

L. Parámetros microbiológicos de calidad en el agua para consumo humano

a. Coliformes totales

Son bacterias en forma de bacilos, aeróbicos, anaeróbicos facultativos y gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un periodo de 24 h – 48 h. Los valores se determinan por el método de los tubos múltiples de fermentación (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

Los coliformes totales, son indicadores de contaminación de origen fecal y no fecal. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, establece que el límite máximo permisible, para que el agua sea apta para el consumo humano debe ser $<1.8\text{ NMP}/100\text{ mL}$, y que un valor mayor a este parámetro, causa problemas de salud y proliferación de enfermedades gastrointestinales en las personas que consumen el vital líquido (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

b. Escherichia coli

Son bacterias coliformes fecales, la presencia de estas es determinada por el método de los tubos múltiples de fermentación (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

La bacteria *Escherichia coli*, es un indicador de contaminación fecal de origen humano o animal. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, establece que el límite máximo permisible en el agua para consumo humano debe ser $<1.8\text{ NMP}/100\text{ mL}$, y que un parámetro mayor, causa problemas de salud y proliferación de enfermedades gastrointestinales en las personas que consumen el vital líquido (Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR), 2013).

M. Métodos de análisis de laboratorio para la determinación de los parámetros “COGUANOR NTG 29001”

a. Métodos fisicoquímicos para el análisis del agua

Para determinar el pH y la conductividad eléctrica, se utiliza un potenciómetro, el cual cuenta con un electrodo el cual mide la actividad del ion hidrógeno del agua; la turbidez se mide con un aparato portátil conocido como turbidímetro, el cual presenta los valores en la pantalla; la alcalinidad se determina mediante la titulación de una solución de ácido sulfúrico a una concentración de 0.02 N. Los sólidos totales se obtienen por medio de la preparación de la cápsula de evaporación y la dureza total del agua, se determina con la utilización del indicador negro Eriocromo y el uso de la solución de EDTA (el ácido Etilendiaminotetraacético), (American Public Health Association, USA (APHA), 2012).

b. Métodos microbiológicos para el análisis del agua

i. Prueba de sustrato enzimático 9223 B (fermentación en tubos múltiples)

La técnica de fermentación se utiliza, para determinar la presencia de coliformes totales, fecales y su densidad, basándose en probabilidades del Número Más Probable (NMP) en 100 m/L de agua. La técnica consiste en tres fases; presuntiva, confirmativa y completa (Acevedo Barrios & Severiche Sierra, 2013).

- Fase presuntiva: Se utiliza, el caldo Lauril Triptosa-LTB.
- Fase confirmativa: Se utiliza, el caldo verde bilis brillante, para la determinación de coliformes totales y para la determinación de coliformes fecales se utiliza el caldo EC (*Escherichia coli*).
- Fase completa: Es realizada, para llevar un control de calidad y permite establecer la presencia positiva o negativa de coliformes.

En el cuadro 46, se describe los valores de referencia máximos permisibles según la Norma Guatemalteca COGUANOR NTG 29001.

Cuadro 46. Valores de laboratorio de referencia para la calidad microbiológica del agua.

ANÁLISIS	Metodología	Límite máximo permisible
Coliformes totales	SM 9223 B	No detectable en 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	SM 9223 B	No detectable en 100 mL

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013.

N. Técnicas locales para el saneamiento de agua

Las técnicas locales para la desinfección del agua, son factores esenciales para el control de las enfermedades relacionadas con el vital líquido. En América Latina y el Caribe la población con alto riesgo de consumir agua contaminada, es aproximadamente más del 60 %; como es de esperar, los más afectados por esta situación son los segmentos de la población más pobre. Las prácticas utilizadas por los habitantes más vulnerables, reduce los niveles de contaminación en el agua de consumo humano; utilizando como alternativa tecnologías económicas y accesibles (Witt & Reiff, 1993).

a. Hervido

El hervido de agua, se práctica por la mayoría de personas del área rural, para la desinfección del vital líquido que beben. Esta técnica es segura, tradicional y tiene la característica de destruir los diferentes virus y bacterias; el método es aplicado en el hogar a pequeña escala, es efectivo, casero y de un costo bajo. Esta práctica es utilizada de manera temporal en lugares donde el agua, no tiene ningún tratamiento, la recomendación que hace (Mejía, 2005), es usar el hervido como una medida temporal.

El tiempo recomendado para la eliminación e inactivación de bacterias es de tres minutos, luego del borboteo a una temperatura de 90 °C – 100 °C. La realización de una buena práctica es el almacenamiento en el mismo recipiente en que se hirvió, si fuese necesario el almacenamiento en otro recipiente casero, es importante que este sea desinfectado antes de transferir el agua. Algunas desventajas del método, es la utilización de combustible de gas, leña y algunas veces electricidad (Witt & Reiff, 1993).

b. La cloración

La cloración es un método utilizado por la mayoría de habitantes a nivel domiciliar, debido a su precio bajo, accesibilidad y eficacia para la desinfección del agua de consumo humano. La mayoría de personas utiliza el hipoclorito de sodio (cloro comercial); sin embargo, otro pequeño grupo purifica el agua electrónicamente a partir de una solución de sal y agua. El uso de cloro, para la desinfección del agua tiene que agregarse en cantidades suficientes y controladas, para evitar que sea dañino para la salud. (Mejía, 2005).

El cloro, para la desinfección del agua se presenta en 2 compuestos; hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio. El hipoclorito de calcio se puede obtener en forma de polvo, en concentraciones del 20 %, 35 %, 65 % o 70 %, y en pastillas con una concentración del 65

%; mientras que la presentación del hipoclorito de sodio es en forma de líquido, y se puede obtener en concentraciones de 3 %, 5 % o 10 % (Witt & Reiff, 1993).

Según (Witt & Reiff, 1993), la forma de aplicación, depende de la concentración y el volumen de agua que se desea sanear en el hogar. Luego de la aplicación del hipoclorito se debe dejar reposar durante 30 minutos, para que entre en contacto con los microorganismos.

En el cuadro 47, se describe el número de gotas de cloro a aplicar por cada L de agua.

Cuadro 47. Concentraciones de cloro aplicar por L de agua.

Concentración de cloro	Volumen aplicar por L de agua			
	1	10	15	20
0.50 %	8 gotas	4 mL	6 mL	8 mL
1 %	4 gotas	40 gotas (2 mL)	60 gotas (3 mL)	80 gotas (4 mL)
2 %	2 gotas	20 gotas (1 mL)	30 gotas (1.5 mL)	40 gotas (2 mL)
5 %	1 gotas	8 gotas	12 gotas	16 gotas (0.8 mL)
10 %	1 gotas	4 gotas	6 gotas	8 gotas

Fuente: (Witt & Reiff, 1993)

c. Método sodis

El método sodis, desinfecta el agua por medio de la luz del sol. Es una solución simple de bajo costo y sostenible ambientalmente, para el tratamiento del agua en el hogar; es utilizado principalmente en poblaciones que consumen agua sin saneamiento, con parámetros microbiológicamente no aptos para el consumo humano, los cuales causan enfermedades (Wegelin, 2005).

La metodología, para su realización es sencilla; se llena de agua sin tratamiento una botella de plástico transparente, se expone a la luz de sol durante seis horas; pero cuando el clima es nuboso en un 50 %, las botellas se exponen durante dos días consecutivos; si la temperatura del agua supera los 50 °C, una hora de exposición es suficiente para obtener agua segura en pequeñas cantidades (Wegelin, 2005).

La eficiencia del método es positiva en la inactividad de coliformes fecales o unidades formadoras de colonias de bacterias; las cuales son afectadas por la radiación solar, la temperatura ambiente y radiación ultravioleta. En días en que la temperatura es mayor a los 26 °C, hay una mayor inactividad de bacterias (Claure Oviedo, 2006).

2.2.2 Marco referencial

A. Ubicación geográfica del municipio de Patulul

El municipio de Patulul se encuentra en la parte nor-oriental del departamento de Suchitepéquez, a una distancia de 119 km desde la ciudad de Guatemala por la carretera CA-2 y a 60 km desde la cabecera departamental de Mazatenango. Otra vía de acceso es por la CA-1 Occidente la cual tiene una distancia de 184 km hasta el municipio de Patulul (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010).

Tiene un área territorial de 332 km² y su cabecera municipal se encuentra a una altura de 178 m s.n.m, en las coordenadas latitud de 14°25'20" Norte y longitud 91°09'50" Oeste.

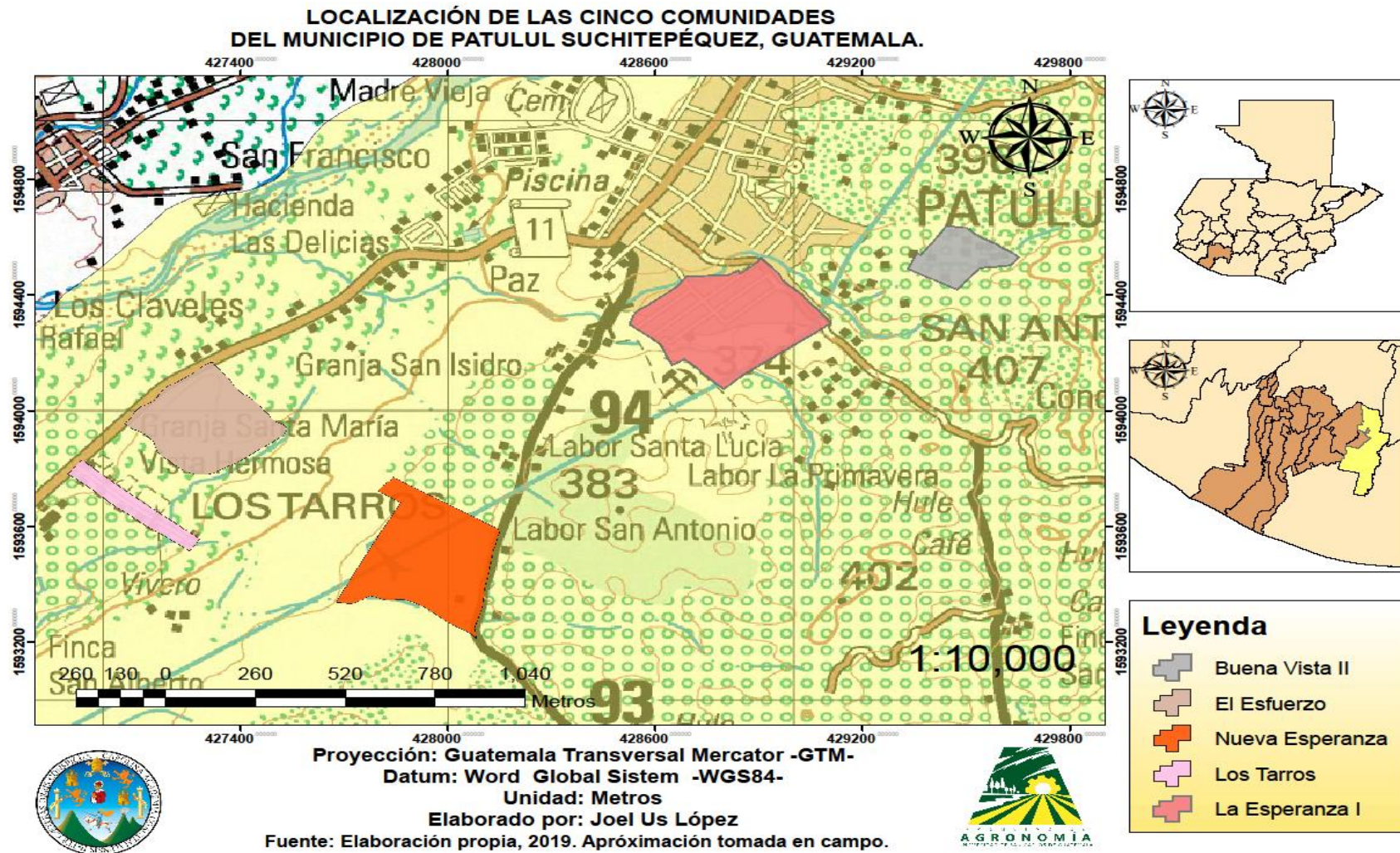
a. Colindancias

Las colindancias territoriales del municipio de Patulul son; al norte con San Lucas Tolimán del departamento de Sololá y San Miguel Pochuta del departamento de Chimaltenango, mientras que al sur las colindancias son; Santa Lucía Cotzumalguapa y Nueva Concepción del departamento de Escuintla, al este sus colindancias son; Pochuta y Yepocapa pertenecientes al departamento de Chimaltenango, las colindancias del oeste son; Nueva Concepción del departamento de Escuintla y también Santa Bárbara y San Juan Bautista del departamento de Suchitepéquez (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2010)

b. Localización del área de estudio

Las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez se encuentran a unos minutos del casco urbano, teniendo un fácil acceso. La comunidad Los Tarros se encuentra camino a Cocales, al igual que la comunidad El Esfuerzo, mientras que la comunidad La Nueva Esperanza se encuentra en el camino antiguo a Santa Lucía Cotzumalguapa. La comunidad La Esperanza I y Buena vista II se localiza alrededor del municipio. El medio de transporte es mediante moto-taxi.

En la figura 2, se describe la ubicación de las cinco comunidades estudiadas.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 2. Mapa de localización de las cinco comunidades.

c. Fuentes de abastecimiento de agua

En el cuadro 48, se describe las características principales de las fuentes de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

Cuadro 48. Fuentes de agua para consumo humano.

Comunidad	Distancia de cada comunidad, de la fuente de agua	Funcionamiento del sistema de agua	Fuente de agua	Fuentes alternas
Los tarros	Nacimiento de la planta Eléctrica a 4 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	Pozo manual
Buena Vista II	Finca San Julián a 12 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	-----
La Nueva Esperanza	En la comunidad	Tubería (bomba de succión)	Pozo propio	Río cercano en finca privada
La Esperanza I	La Concepción Pochuta 15 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	Nacimiento de agua en la parte baja del tanque
El Esfuerzo	Salida de Patulul, hacia San Lucas Tolimán distancia 3 km	Tubería (gravedad)	Nacimiento	Río y captación de forma empírica de agua de lluvia

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Evaluar las prácticas de tratamiento del agua para consumo humano en cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según las normas “COGUANOR NTG 29001”.
2. Describir las prácticas de tratamiento del agua realizadas en las cinco comunidades.
3. Proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

2.4 HIPÓTESIS

Las prácticas de tratamiento del agua realizadas por los habitantes de las cinco comunidades estudiadas no son adecuadas lo que hace el agua para consumo humano no cumpla con las normas “COGUANOR NTG 29001”.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según las normas “COGUANOR NTG 29001”

A. Coordinación con los principales actores comunitarios

Se realizó una reunión con los actores responsables de las fuentes de abastecimiento de agua en las cinco comunidades (COCODES, comités de agua y municipalidad), para la recopilación de la siguiente información:

- Vías de acceso a las fuentes de agua; tiempo para acceder; disponibilidad de transporte; situación de las fuentes de aguas (privadas o públicas) y solicitud de permisos para el levantamiento de las muestras.
- Se programó una visita de reconocimiento a los nacimientos de agua y tanques de distribución.

B. Levantamiento de muestras

Se realizó el levantamiento de muestras de grifo (chorro), tanques de distribución y nacimientos de agua, con el acompañamiento de personas del COCODE y comités de agua.

El número de muestras que se programó, para los análisis fisicoquímicos fueron los siguientes:

- 5 muestras de agua de grifo (chorro).
- 3 muestras de agua de nacimientos.
- 2 muestras de tanques de distribución.

El número de muestras que se programó, para los análisis microbiológicos fueron los siguientes:

- 6 muestras de agua de grifo (chorro).
- 3 muestras de agua de nacimientos.
- 3 muestras de tanques de distribución.

a. Procedimiento utilizado para el levantamiento de muestras de agua para su análisis fisicoquímico

1. Se utilizaron frascos plásticos de 1,000 mL esterilizados.
2. Se anotó la hora y fecha del muestreo. En la figura 3, se describe la ficha utilizada.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía Área integrada Ejercicio Profesional Supervisado			
Departamento			
Municipio			
Lugar			
Comunidad			
Finca			
Hora	Am	Pm	
Fecha	Día	Mes	Año
Recolector			
Coordenadas			
Tipo de análisis	Fisicoquímico	Microbiológico	
Fuente de Agua	Nacimiento	Tanque de D.	Chorro
Característica de lugar de recolección:			

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 3. Ficha técnica de recolección de muestras de agua.

3. El agua de nacimientos y tanques de distribución se muestreó directamente de las fuentes de abastecimiento, mientras que la muestra de grifo (chorro), se levantó en las casas al principio de la red de distribución.
4. Los recipientes que se usaron, se enjuagaron tres veces con el agua que se muestreó.
5. Después de haber enjuagado el recipiente se llenó y levantó la muestra.
6. Durante el llenado, se observó que el recipiente plástico se llenará en su totalidad.
7. Se anotó las coordenadas de las muestra levantadas, las cuales se describen en el cuadro 51.

8. Luego, se procedió a trasladar las muestras recolectadas a laboratorio, en un tiempo no mayor a 8 horas del levantamiento de campo.
9. Las muestras recolectadas se ingresaron a la Unidad de Análisis Instrumental, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Se recogieron los resultados de laboratorio y compararon con la Norma Guatemalteca "CONAGUNOR NTG 29001".
12. Se identificaron las muestras no aptas.
13. Se realizó un análisis de correlación de las muestras de grifo (chorro) vs. las condiciones locales comunitarias.

b. Procedimiento utilizado para el levantamiento de muestras de agua para su análisis microbiológico

1. Se usaron guantes, y frascos plásticos de 1,000 mL esterilizados en cada muestreo.
2. Previó al levantamiento de la muestra, el técnico se colocó los guantes para manipular el recipiente plástico, y evitar cualquier contaminación externa que pudiera alterar los resultados.
3. El agua de nacimiento se muestreó directamente del brote principal, teniendo la precaución de no manipular por mucho tiempo la muestra; en los tanques la muestra se levantó directamente de los reservorios y trasladó de inmediato a la hielera.
4. El levantamiento de la muestra de agua grifo (chorro), se realizó en las casas al principio de la red de distribución.
5. Previó al muestreo, se flameó el grifo (chorro), para eliminar cualquier microorganismo que pudiera alterar los resultados.
6. Luego del flameo, se encendió el grifo (chorro), y se dejó fluir durante 2 minutos el agua.
7. Después de los 2 minutos, se abrió el recipiente, y se llenó rápidamente. En la figura 4, se observa la toma de muestra de agua en un grifo (chorro).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 4. Toma de muestra de agua de la comunidad La Esperanza I.

8. Cada muestra recolectada se trasladó rápidamente a la hielera, teniendo la precaución que no se derramará.
9. El tiempo de traslado de campo a laboratorio no excedió las 8 horas, cumpliendo con el tiempo establecido para su análisis, el cual no debe de exceder las 24 horas.
10. Las muestras recolectadas se entregaron al Laboratorio Microbiológico de Referencia - LAMIR- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
11. Se procedió a realizar el análisis correspondiente por parte del Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. La metodología utilizada en laboratorio, para la obtención de coliformes totales y fecales es la técnica de fermentación en tubos múltiples. Las diferentes combinaciones, para positivo se observan en el cuadro 65A (anexos).
13. Después de obtener los resultados, se comparó con la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001” para potabilidad, e identificó si las muestras cumplían con los parámetros establecidos.
14. Luego de observar si cumplían con la norma, se realizó un análisis de correlación de las muestras de grifo (chorro) vs. las condiciones locales comunitarias.

2.5.2 Describir las prácticas de tratamiento del agua realizadas en cinco comunidades

A. Determinación de la población

El número total de la población se determinó en base al total de familias de las cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez, información la cual se recopiló en el diagnóstico 2019.

En el cuadro 49, se observa el número total de familias que viven en cada comunidad estudiada.

Cuadro 49. Número total de familias.

Comunidad	Número total (N)
Los Tarros	96
Buena Vista II	60
La Nueva Esperanza	90
La Esperanza I	368
El Esfuerzo	226
Total	840

Fuente: elaboración propia, 2019.

a. Determinación de la muestra estratificada

Se realizó un muestreo estratificado en las cinco comunidades en donde el tamaño de la población objetivo fue el total de familias por comunidad y se procedió a calcular el tamaño de la muestra, para cada comunidad comenzando con la fórmula estadística siguiente

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{Nd^2 + Z^2 * P * q}$$

Ecuación 2. Fórmula estadística para el muestreo simple aleatorio.

Dónde:

n: número de elementos de la muestra.

N: número de elementos de la población de las cinco comunidades.

Z= estadístico de Z con un nivel de confianza del 95 % el cual da un valor de z de 1.96.

d= error de estimación del 5 %= 0.05.

p= probabilidad que ocurra el evento estudiado 50 %.

q= probabilidad de que no ocurra el evento 50 %.
o sea que se utilizó varianza máxima.

$$n = \frac{840 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{840 * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 263.60$$

$$n = 264 \text{ familias}$$

b. Luego se procedió a realizar la distribución de la muestra en cada comunidad

La distribución de cada muestra, se calculó de la sumatoria total de familias que reside en cada comunidad. Estas se dividieron en el número total de familias que reside en las cinco comunidades, y multiplicó por el tamaño de la población objetivo, la cual es 264 familias. El número de familias calculado por comunidad es el siguiente:

- Los Tarros: $(96/840)*264 \approx 30.13 = 30$ familias.
- Buena Vista II: $(60/840)*264 \approx 18.83 = 19$ familias.
- La Nueva Esperanza: $(90/840)*264 \approx 28.24 = 28$ familias.
- La Esperanza I: $(368/840)*264 \approx 115.48 = 115$ familias.
- El Esfuerzo: $(226/840)*264 \approx 70.92 = 71$ familias.

c. Cada comunidad se enumeró del 1 al 5

Cada estrato se identificó con una letra E, para representar a cada comunidad. Y se enumeró de uno a cinco. La representación de cada estrato quedó de la siguiente manera:

- Estrato 1= (E1) Comunidad Los Tarros.
- Estrato 2= (E2) Comunidad Buena Vista II.
- Estrato 3= (E3) Comunidad La Nueva Esperanza.
- Estrato 4= (E4) Comunidad La Esperanza I.
- Estrato 5= (E5) Comunidad El Esfuerzo.

Asimismo, en el cuadro 50, se describe el número de muestra por estrato a entrevistar.

Cuadro 50. Tamaño de la muestra por estrato a entrevistar.

Estrato	Comunidad	Número de familias en cada estrato	Proporción (%)	Muestra por estrato a entrevistar
E1	Los Tarros	96	11.4	30
E2	Buena Vista II	60	7.1	19
E3	Nueva Esperanza	90	10.7	28
E4	La Esperanza I	368	43.8	115
E5	El Esfuerzo	226	26.9	71
	Total	840	100	264

Fuente: elaboración propia, 2019.

B. Encuesta

a. Boleta de encuesta

Se formuló una encuesta con preguntas cerradas y abiertas, para conocer la percepción de las prácticas de tratamiento del agua en las comunidades. Y evaluar las características que favorecen o limitan el acceso, abastecimiento, desinfección y proliferación de enfermedades por el consumo de agua no apta.

b. Selección de personas entrevistadas

El número total de encuestas realizadas fue de 264 y se incluyó a mujeres principalmente, para tener un mejor resultado en la información de las prácticas de tratamiento del agua.

c. Levantamiento de la información

- Las personas entrevistadas fueron seleccionadas de manera aleatoria en base a listados de los líderes comunitarios, comités de agua y COCODES.
- Durante la realización de las entrevistas, se tuvo el acompañamiento de miembros del COCODE y comités de agua.

d. Análisis de los resultados

La información recopilada se trabajó en porcentajes, como se observa en la figura 30A, a la figura 34A (anexos), y los criterios que se analizaron fueron los siguientes:

- Porcentaje de personas que purifica el agua en cada comunidad.
- Porcentaje de personas que opina que el agua satisface las necesidades de la familia.
- Porcentaje de personas que opina que la calidad del agua es buena.
- Porcentaje de personas que opina que el agua tiene un significado en el hogar.
- Porcentaje de la percepción de los métodos de tratamiento del agua que las personas conocen en las comunidades.
- Porcentaje de los métodos de tratamiento del agua que practican.
- Porcentajes de las enfermedades que las personas consideran que es resultado del consumo de agua contaminada.

2.5.3 Proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

Para proponer los lineamientos de mejora de la calidad del agua, se procedió de la siguiente manera:

- Se programó reuniones con miembros del COCODE, comités de agua y la corporación municipal del municipio de Patulul, Suchitepéquez.
- Se socializó los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua: nacimientos, pozo, tanques de distribución y agua de grifo (chorro), de las cinco comunidades.
- Se propusieron lineamientos de mejora para una mejor calidad del agua de consumo humano. A nivel local, comunitario y municipal, teniendo como base el cumplimiento de la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad del agua.
- A nivel domiciliario, se optó en programar reuniones con 105 mujeres de las cinco comunidades, para explicarles las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de tratamiento del agua (hervir, clorar y sodis). Como una alternativa para mejorar los parámetros microbiológicos básicos, establecidos por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”.
- A nivel comunitario, se propuso la organización de comités de agua. Para explicarle a cada uno de los miembros, el rol de trabajo en la administración, operación, mantenimiento y el buen funcionamiento de los sistemas de agua de cada comunidad.

Y la importancia que estos lineamientos tienen para la mejora de los parámetros establecidos por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”.

- A nivel municipal, se realizó una reunión con las autoridades municipales periodo 2020-2024 del municipio de Patulul, para darles a conocer los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes de agua de cinco comunidades e impulsar la apertura de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS).

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Caracterizar la calidad del agua en los parámetros básicos fisicoquímicos y microbiológicos según las normas “COGUANOR NTG 29001”

A. Parámetros fisicoquímicos

El levantamiento de las muestras se realizó durante los meses de marzo a julio del año 2019, para su posterior análisis en la instalación de la Unidad de Análisis Instrumental (UAI) de La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En el cuadro 66A (anexos). Se observa los datos fisicoquímicos obtenidos en laboratorio.

Cuadro 51. Coordenada de las fuentes de agua de cinco comunidades.

Comunidad	Coordenadas geográficas (lugar de recolección de muestras de agua)		
	Nacimiento de agua	Tanque de distribución	Grifo (chorro)
Los Tarros	Latitud - Longitud 14.43004, -91.15962	Latitud - Longitud 14.42076, -91.16841	Latitud - Longitud 14.411445, -91.176069 Hogar de Doña Silvia Palacios
Buena Vista II	Latitud - Longitud 14.45858, -91.13744	No se muestreó	Latitud - Longitud 14.419663, -91.156704 Hogar de Doña Dominga Sapón
La Nueva Esperanza (Pozo mecánico, ubicado en la comunidad)	Latitud - Longitud 14.41082, -91.16653	El agua se distribuye, directamente desde el pozo mecánico	Latitud - Longitud 14.411330, -91.167487 Hogar de Doña Gloria Collado
La Esperanza I (No se muestreó el nacimiento, sólo se visitó)	Nacimiento número. 1 y 2 Latitud - Longitud 14.53275, -91.11113 14.52992, -91.11220	Latitud - Longitud 14.41679, -91.15831	Latitud - Longitud 14.417495, -91.160052 Hogar de Doña Isabel Batz
El Esfuerzo	Latitud - Longitud 14.43264, -91.15535	Latitud - Longitud 14.42012, -91.16450	Latitud - Longitud 14.415656, -91.174135 Hogar de Doña Ana Amarilis García

En la figuras 5 a 11, se visualiza el comportamiento fisicoquímico de 10 muestras de abastecimientos de agua (nacimientos, tanques de distribución y grifos), de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez. Y el resultado de los 7 diferentes parámetros básicos para potabilidad.

a. Potencial de hidrógeno (pH)

En la figura 5, se describen los valores de pH, obtenidos de la prueba fisicoquímica de laboratorio.

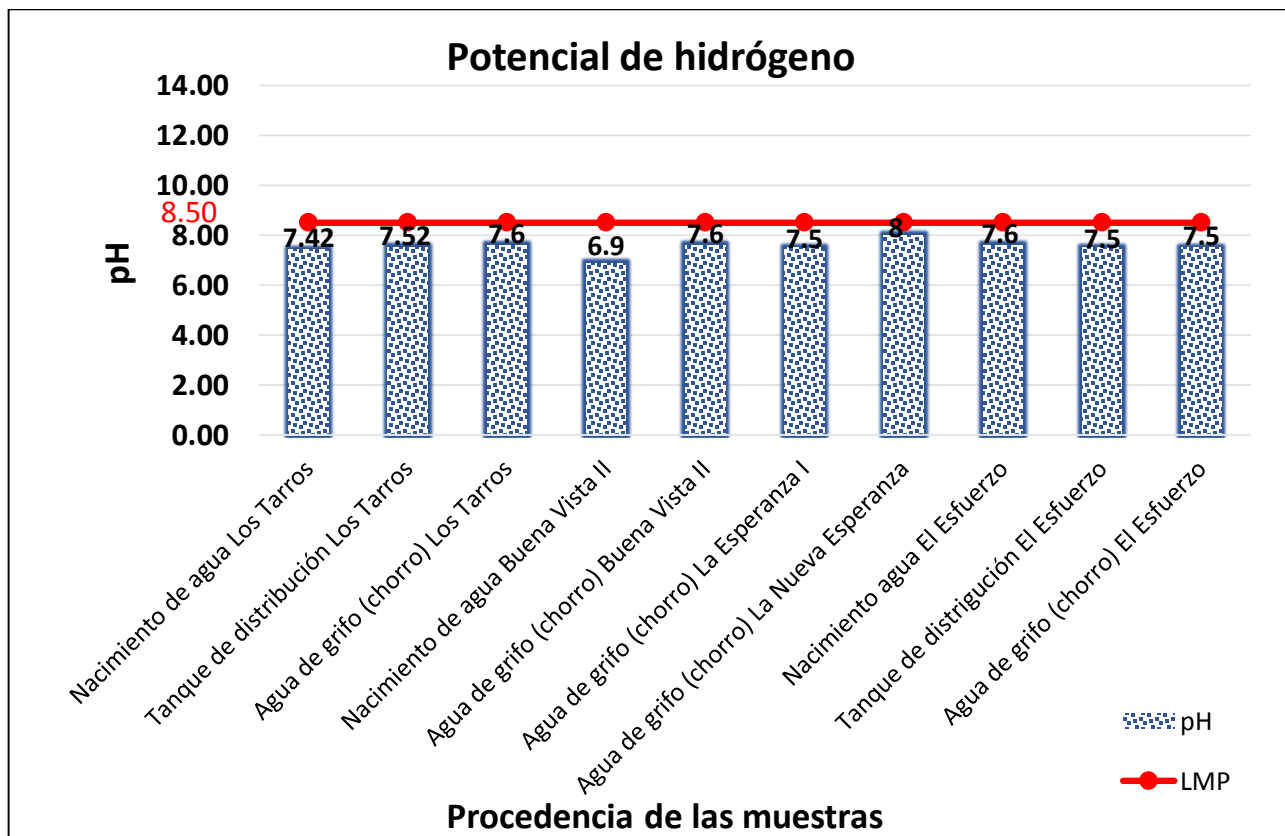


Figura 5. Parámetros del potencial de hidrógeno (pH) en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

El pH menor de los 10 abastecimientos de agua, presentó un valor de 6.9 y corresponde al nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II, mientras que el valor mayor se presentó en la comunidad La Nueva Esperanza, el cual corresponde al agua de grifo (chorro), con un valor de pH de 8.

En las muestras restantes los valores fueron los siguientes: pH de 7.42 en el nacimiento de agua de los Tarros, pH 7.52 y pH 7.6 en el tanque de distribución y agua de grifo de la misma comunidad. Los grifos de agua de la comunidad Buena Vista II y la Esperanza I, presentaron valores de pH de 7.6 y 7.5; mientras que las muestras de agua de la comunidad El Esfuerzo, los valores de pH que se obtuvieron fueron 7.6 en el nacimiento; 7.5 en el tanque de distribución y 7.5 en el agua de grifo. Los resultados descritos anteriormente cumplen con la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, la cual establece que los parámetros permitidos para potabilidad se deben de encontrar en un rango de pH 6.50 – pH 8.5.

b. Conductividad eléctrica

En la figura 6, se presentan los resultados de conductividad eléctrica del agua, y el reflejo de sales disueltas en iones con cargas positivas y negativas.

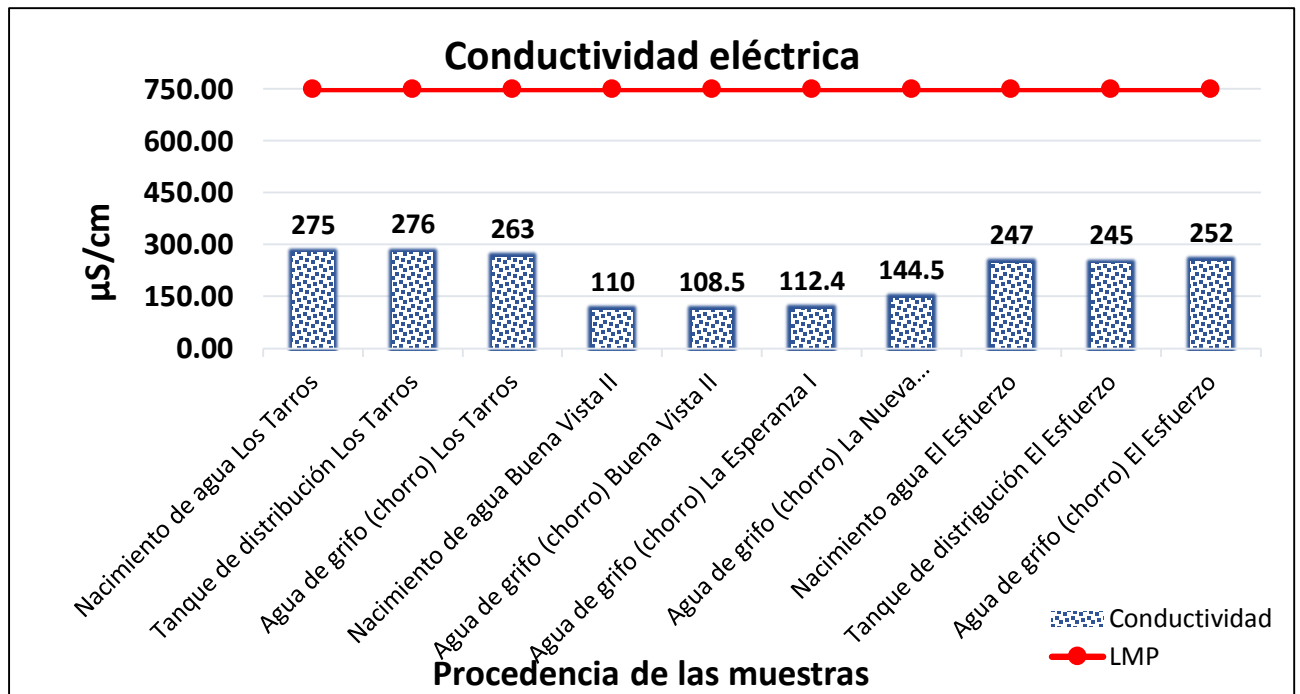


Figura 6. Parámetros de la conductividad eléctrica en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Los valores de conductividad eléctrica (mínimos y máximos, que se obtuvieron de los 10 abastecimientos de agua es 108.5 $\mu\text{S/cm}$ y 276 $\mu\text{S/cm}$, los cuales corresponden al agua de grifo (chorro), de la comunidad Buena Vista II y al tanque de distribución de la comunidad Los Tarros. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad, establece; que el límite mínimo permisible para potabilidad es 50 $\mu\text{S/cm}$ y el límite máximo

es 750 μ S/cm. Por lo tanto, los parámetros de agua de las cinco comunidades, como se observa en la figura 6, sí cumplen con lo establecido por la normativa.

c. Turbidez

En la figura 7, se presenta los resultados de la turbidez, y su determinación de la presencia de partículas de materia en 10 abastecimientos de agua.

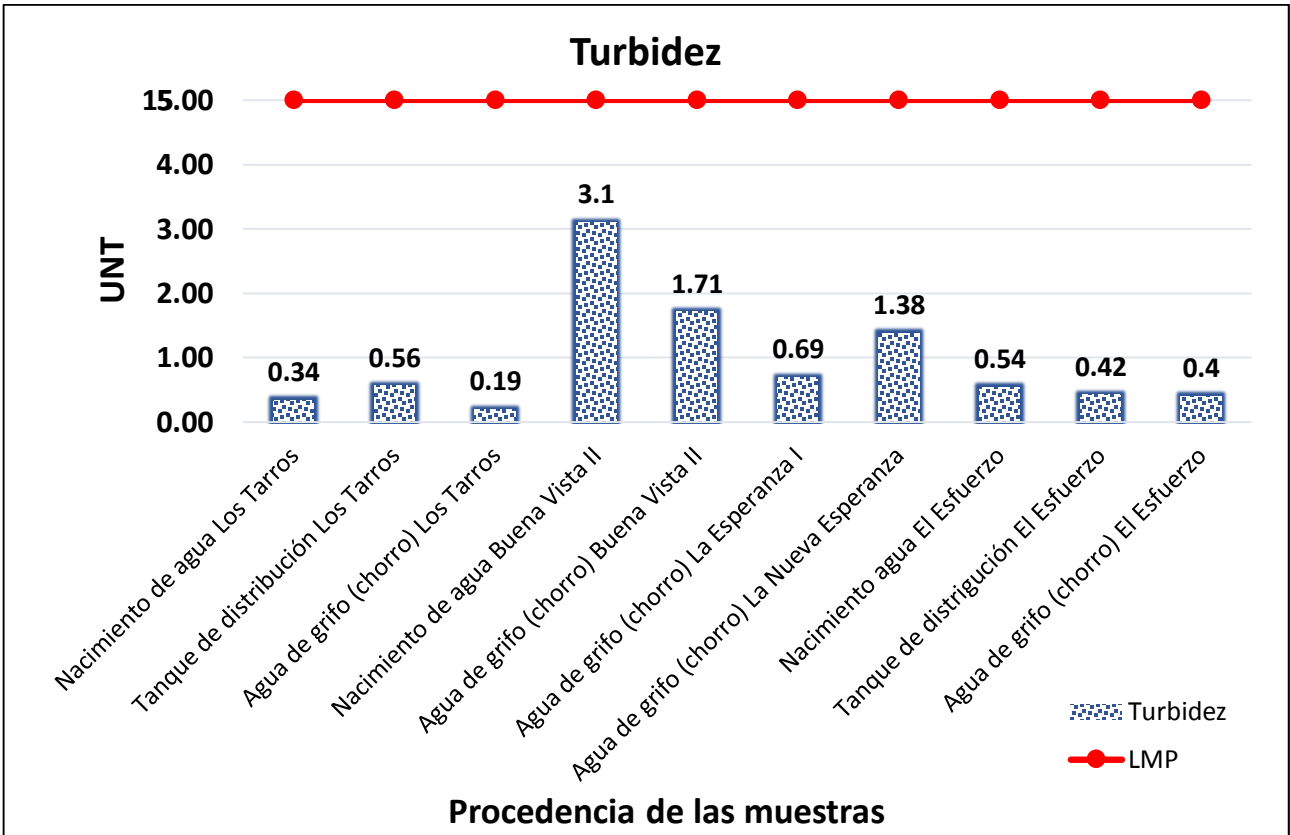


Figura 7. Parámetros de la turbidez en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

El resultado de los valores de turbidez, mínimos y máximos que se obtuvo de los 10 abastecimientos de agua es 0.19 UNT y 3.1 UNT, los cuales corresponden al agua de grifo (chorro), de la comunidad Los Tarros y nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad establece que el límite máximo permisible para potabilidad es 15 UNT. Por lo tanto, los parámetros de agua de las cinco comunidades, como se observa en la figura 7, sí cumplen con lo establecido por la normativa.

d. Sólidos totales

En la figura 8, se presenta el resultado de los análisis de laboratorio de sólidos totales presentes en el agua.

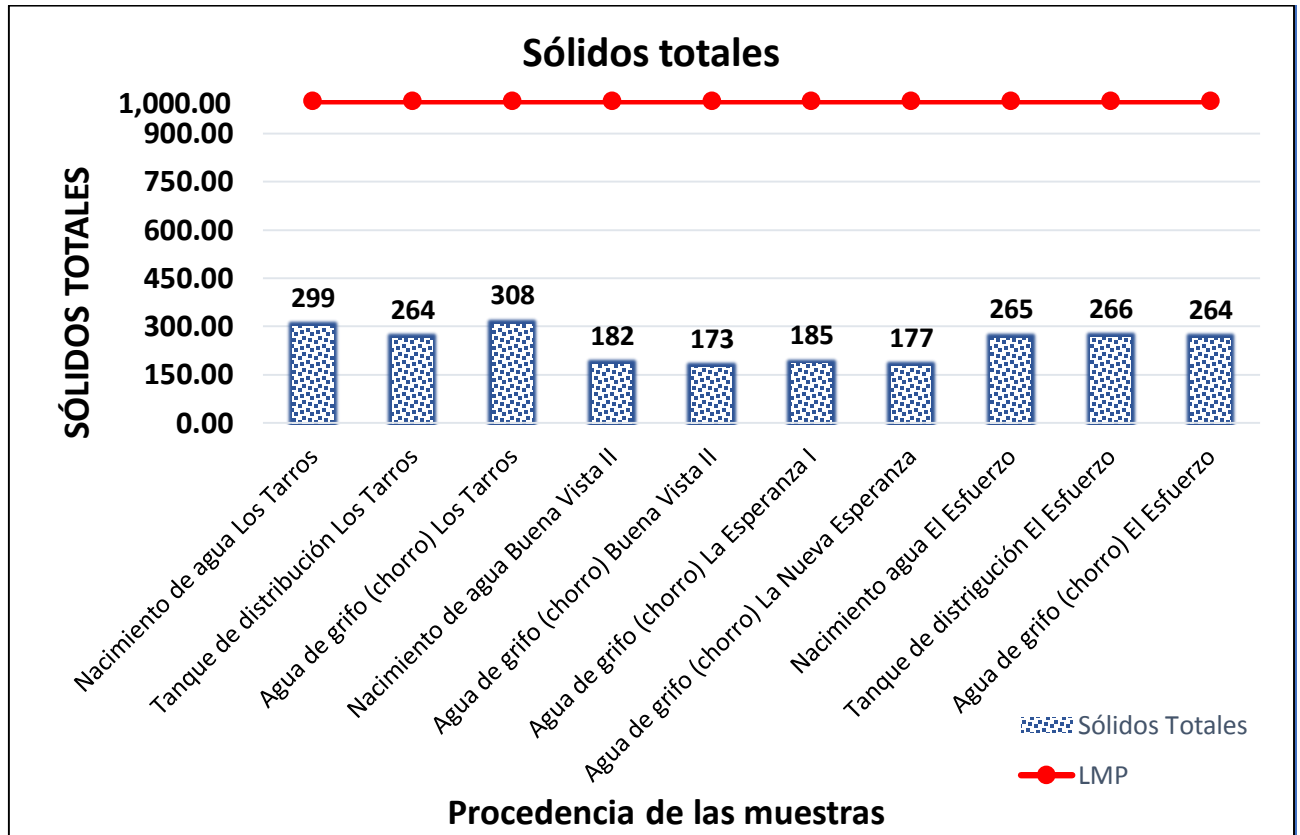


Figura 8. Parámetros de sólidos totales en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Respecto a los parámetros de sólidos totales, el valor mínimo y máximo, que se obtuvo de los abastecimientos de agua es 173 mg/L y 308 mg/L, valores que corresponden al agua de grifo (chorro), de la comunidad Buena Vista II y Los Tarros. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001” para potabilidad, establece que el límite máximo permisible es 1,000 mg/L. Por lo tanto, como se observa en la figura 8, los valores de los 10 abastecimientos de agua, sí cumplen con la normativa.

e. Alcalinidad total

En la figura 9, se presenta el resultado del análisis de alcalinidad total de 10 abastecimientos de agua.

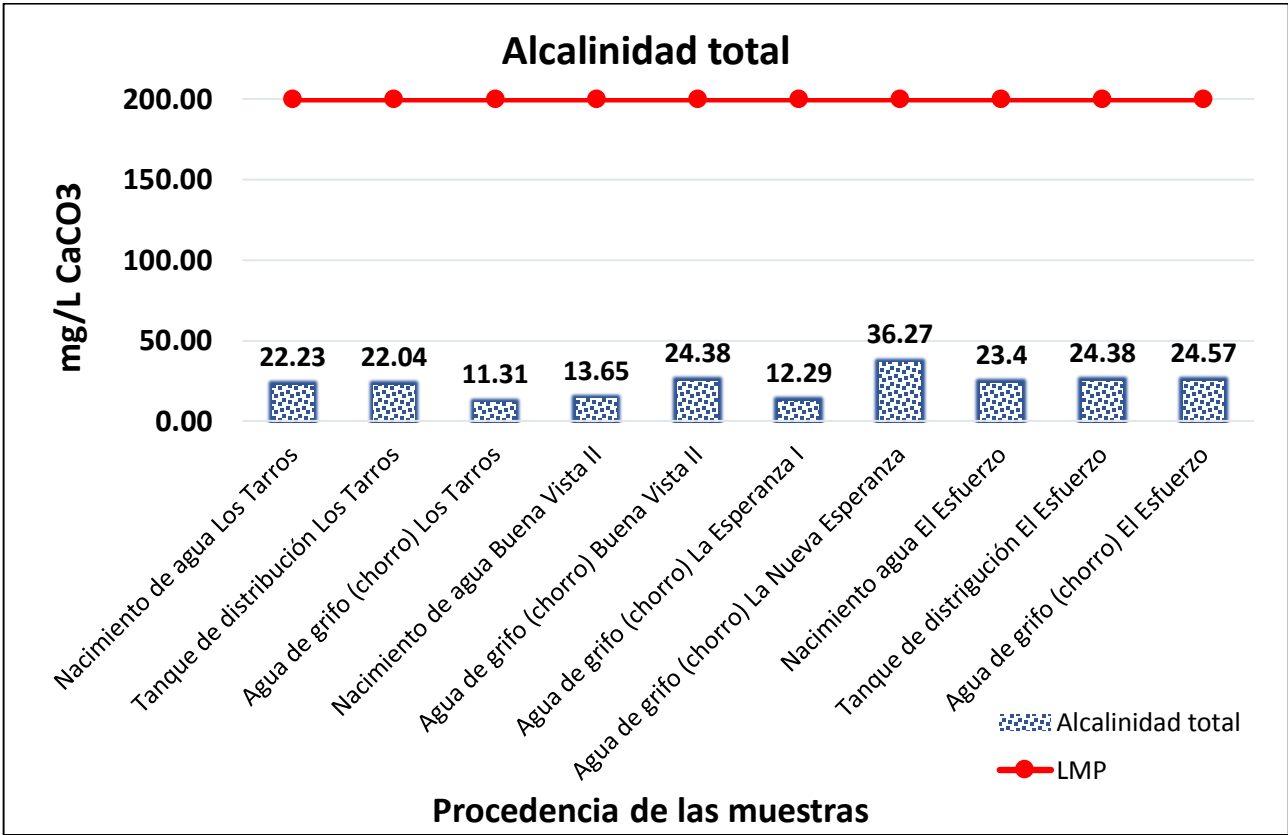


Figura 9. Parámetros de la alcalinidad total en los abastecimientos del agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

La alcalinidad total del agua es una característica muy importante, este análisis permite conocer los parámetros de concentración de los niveles de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes en el agua. Los valores de alcalinidad total en los 10 abastecimientos de agua, se observan en la figura 9. Los límites mínimos y máximos que se obtuvieron, es 11.31 mg/L CaCO₃ y 36.27 mg/L CaCO₃, los cuales corresponden al agua de grifo (chorro) de la comunidad Los Tarros y Nueva Esperanza. De acuerdo a los valores obtenidos, las 10 muestras sí cumplen con la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, para potabilidad.

f. Sulfatos

En la figura 10, se presenta el resultado del análisis de laboratorio de la presencia de sulfatos en las muestras de agua.

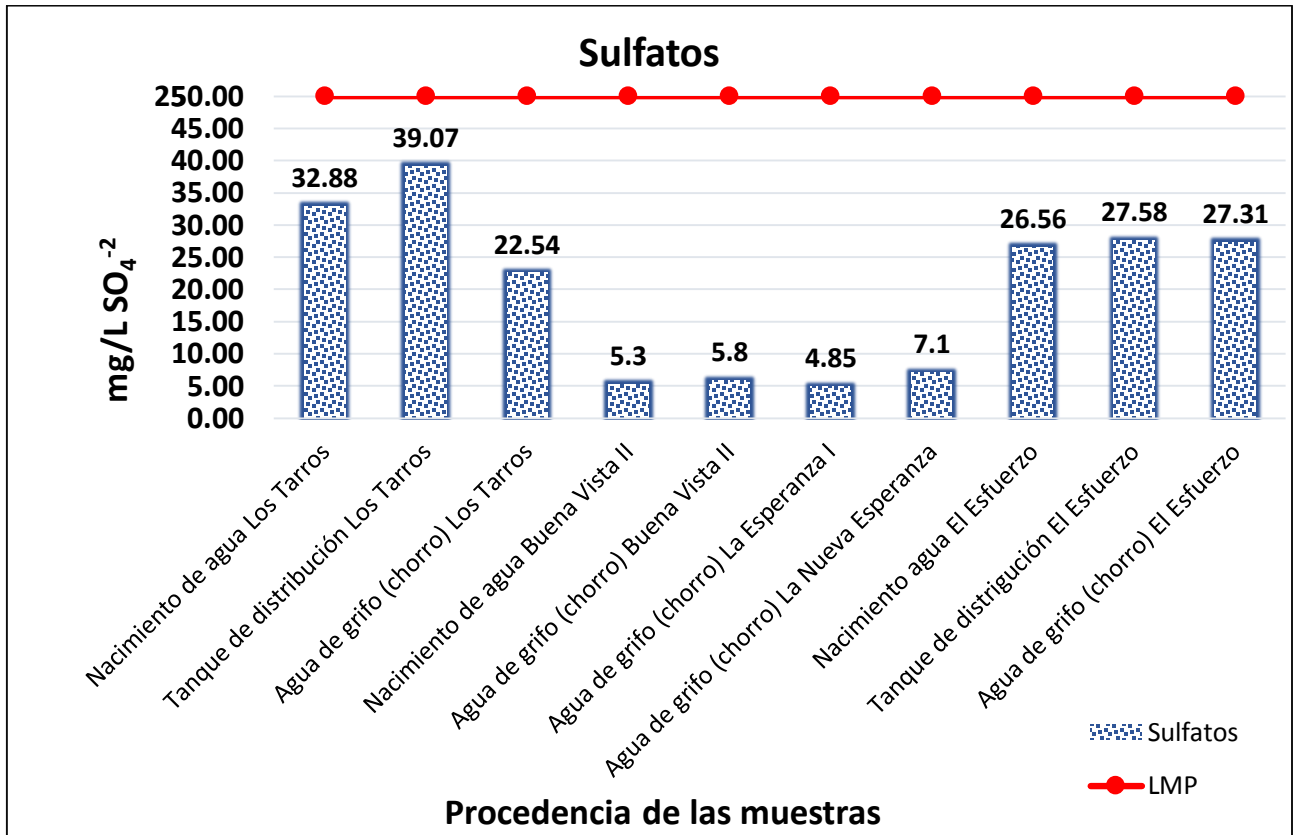


Figura 10. Parámetros de sulfatos en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Los valores mínimos y máximos, que se obtuvieron de los 10 abastecimientos de agua muestreados es 4.85 mg/L SO_4^{-2} y 39.07 mg/L SO_4^{-2} , los cuales corresponden al agua de grifo (chorro), de la comunidad La Esperanza I y al tanque de distribución de la comunidad Los Tarros. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001” para potabilidad, establece que el límite máximo permisibles es de 250 mg/L SO_4^{-2} . Por lo tanto, los parámetros de los 10 abastecimientos de agua, como se observa en la figura 10, sí cumplen con la normativa.

g. Dureza total

En la figura 11, se presenta los resultados de laboratorio del análisis de dureza total del agua.

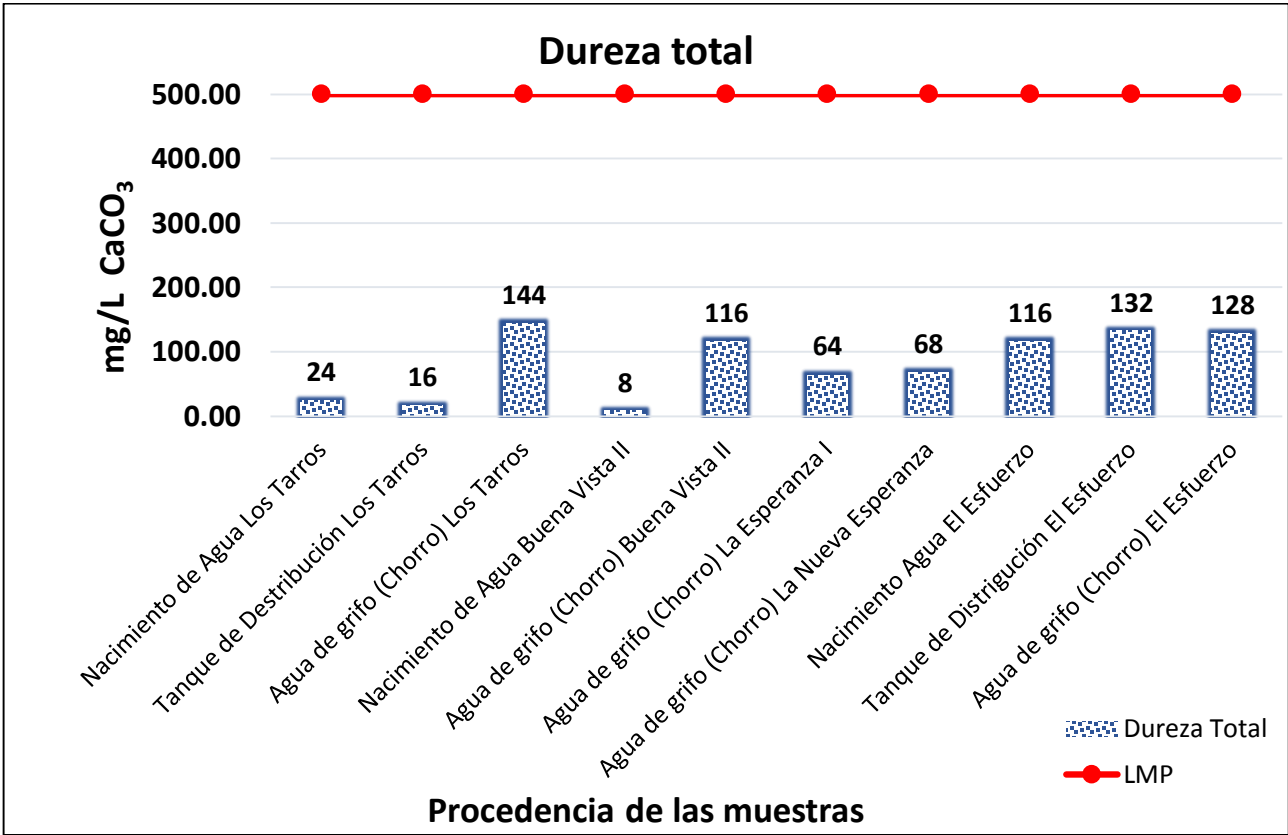


Figura 11. Parámetros de la dureza total en los abastecimientos de agua de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

La dureza total de 10 abastecimientos de agua, se observa en la figura 11. Los valores mínimos y máximos que se obtuvieron de los abastecimientos de agua es 8 mg/L CaCO₃ y 144 mg/L CaCO₃, los cuales corresponden al agua de nacimiento de la comunidad Buena Vista II y al agua de grifo (chorro) de la comunidad Los Tarros. La Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, establece que el límite máximo permisible es 500 mg/L CaCO₃. Por lo tanto, los parámetros de los 10 abastecimientos de agua si cumplen con la normativa.

B. Parámetros microbiológicos

El levantamiento de las muestras de agua se realizó durante los meses de mayo a octubre del año 2019. Para su posterior análisis en las instalaciones del Laboratorio Microbiológico

de Referencia -LAMIR-, de La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En el cuadro 67A (anexos), se observan los datos microbiológicos obtenidos en laboratorio.

En la figuras 12 y 13, se visualiza el comportamiento de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y *Escherichia coli*), presente en 12 muestras de abastecimientos de agua (nacimientos, tanques de distribución y grifos), de cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez. En el cuadro 51, descrito anteriormente se observa las coordenadas de ubicación de la toma de muestras.

a. Coliformes totales

En la figura 12, se describe los valores de coliformes totales presente en los abastecimientos de agua de cinco comunidades.

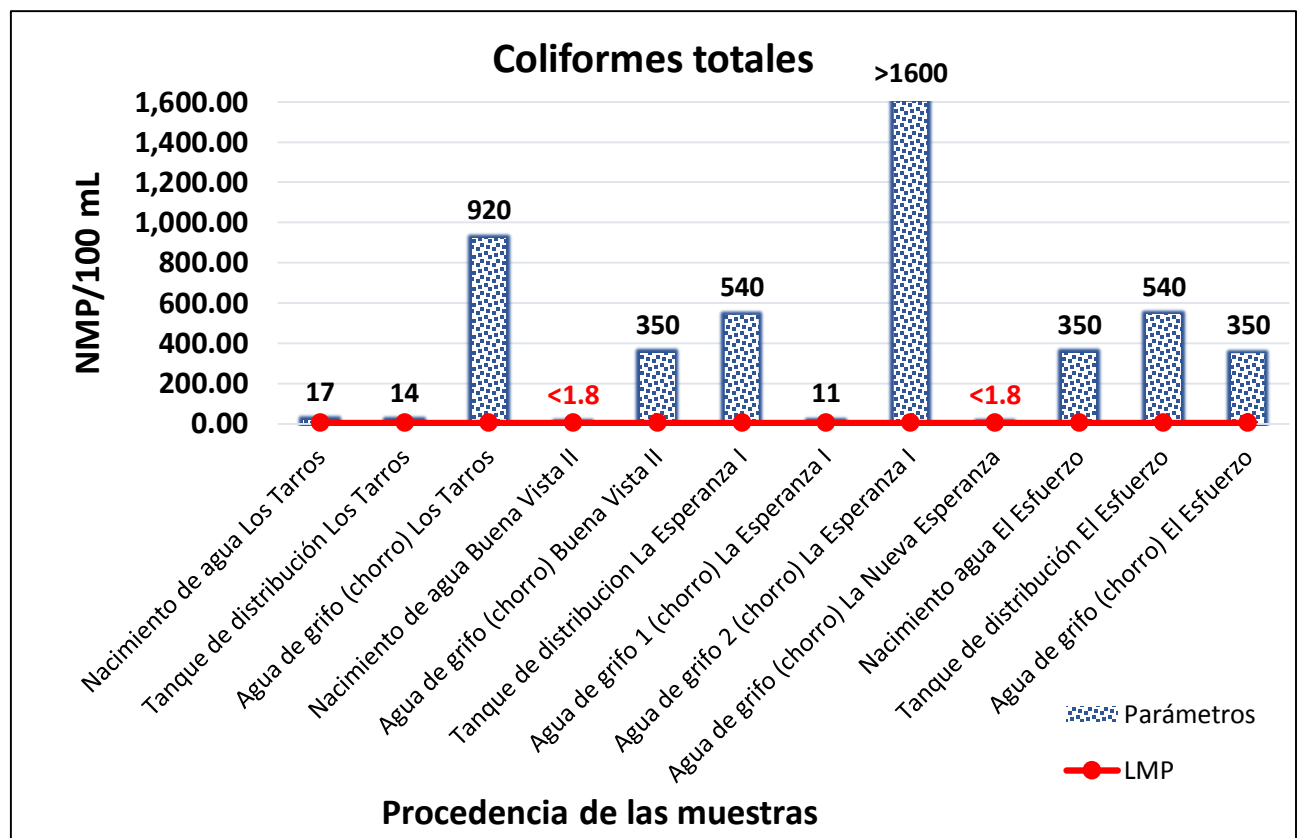


Figura 12. Parámetros de coliformes totales, presentes en los abastecimientos de agua de cinco comunidades.

De 12 muestras analizadas, solamente 2 cumplen el límite máximo permisible: el nacimiento de la comunidad Buena Vista II y el agua de grifo (chorro) de la comunidad Nueva Esperanza. Sin embargo, pese a que el agua de nacimiento no presentó coliformes, el grifo presentó un valor de 350 NMP/100 mL. Por otra parte, la comunidad Los Tarros denotó coliformes en todas sus fuentes de agua; nacimiento 17 NMP/100 mL, tanque de distribución 14 NMP/100 mL y grifo 920 NMP/100 mL.

En la comunidad La Esperanza I, se muestreó el tanque y 2 grifos; la primera muestra de grifo (chorro) se levantó en mayo de 2019, y presentó un valor de 11 NMP/100 mL. Debido al bajo nivel de coliformes se programó otro muestreo a realizarse en octubre del mismo año, el cual presentó un valor $>1,600$ NMP/100 mL, siendo este parámetro el más elevado de las 12 muestras analizadas, mientras que el tanque de distribución, reflejó un valor de 540 NMP/100 mL.

Y por último, la comunidad El Esfuerzo, presentó valores altos en los 3 abastecimientos de agua: nacimiento 350 NMP/100 mL, tanque de distribución 540 NMP/100 mL y el agua de grifo 350 NMP/100 mL. Según la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”, el número más probable de coliformes totales en 100 mL de agua, para que se considere apta para consumo humano debe ser menor a <1.8 NMP/100 mL. Por lo tanto, los parámetros de 10 muestras colectadas no cumplen con la normativa.

b. Coliformes fecales

En la figura 13, se describe el resultado microbiológico de 12 muestras de agua.

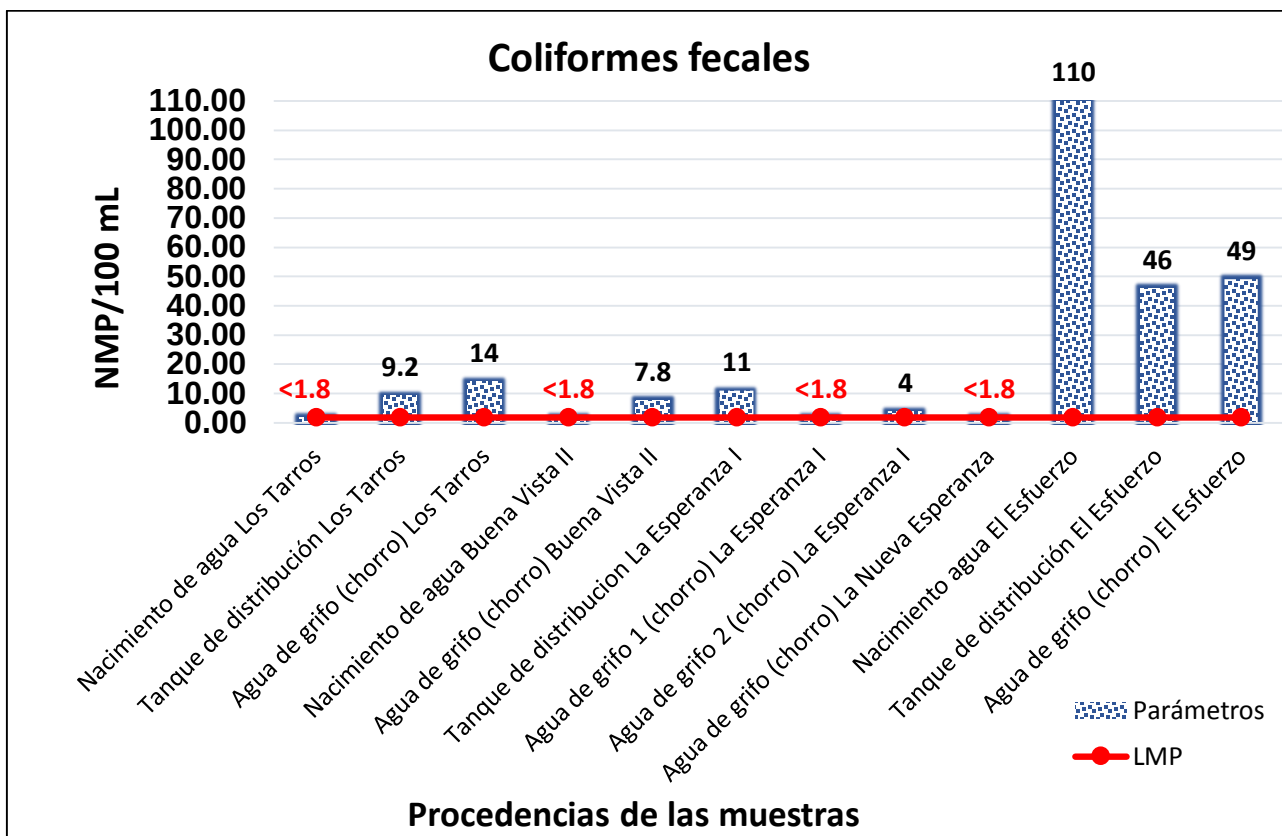


Figura 13. Parámetros de *Escherichia coli*, presente en los abastecimientos de agua de cinco comunidades.

De 12 muestras de agua analizadas, solamente 4 cumplen con el límite máximo permisible; el nacimiento de la comunidad Los Tarros y Buena Vista II. Asimismo el agua de grifo (chorro) de la comunidad La Esperanza I y la Nueva Esperanza. Sin embargo, pese a que el agua del nacimiento de la comunidad Los Tarros no presentó *Escherichia coli*, el tanque y grifo, sí, el cual manifestó valores de 9.2 NMP/100 mL y 14 NMP/100 mL, al igual que grifo de la comunidad Buena Vista II.

El tanque de la comunidad La Esperanza I, presentó un valor de 11 NMP/100 mL. Mientras que el agua de grifo (chorro) muestreado en mayo, no presentó *Escherichia coli*; en el primer levantamiento. Sin embargo, el segundo realizado en octubre, presentó un valor de 4 NMP/100 mL, lo cual es una característica de un manejo inadecuado para la desinfección del agua.

La comunidad El Esfuerzo, presentó los valores más altos de *Escherichia coli*, de 12 muestras de agua analizadas: el nacimiento 110 NMP/100 mL, tanque de distribución 46 NMP/100 mL y el agua de grifo 49 NMP/100 mL. Según la Norma Guatemalteca

“COGUANOR NTG” 29001, el número más probable de Escherichia coli, en 100 mL de agua, para que se considere apta para consumo humano debe ser menor a <1.8 NMP/100 mL. Por lo tanto, 8 muestras de agua no cumplen con la normativa.

C. Condiciones locales comunitarias básicas de saneamiento

En el cuadro 52 se describe el porcentaje de personas de cinco comunidades, que accede a servicios básicos de saneamiento.

Cuadro 52. Personas con acceso a servicios básicos.

Comunidad (estrato)	Drenaje		Servicio de agua		Tratamiento del agua local	
	Total	%	Total	%	Total	%
Los Tarros	40	91	41	93	-----	0
Buena Vista II	36	92	37	95	39	100
La Nueva Esperanza	57	100	17	85	20	100
La Esperanza I	20	100	56	98	57	100
El Esfuerzo	61	90	68	100	-----	0

Los datos presentados anteriormente en el cuadro 52. Se obtuvieron de 228 encuestas recopiladas, para la elaboración del diagnóstico 2019, de la situación actual de agua en cinco comunidades del municipio de Patulul, Suchitepéquez. Las mismas, fueron levantadas de manera aleatoria en las diferentes comunidades. Por otra parte, el número total de encuestas, para la elaboración del presente estudio fue 264.

Según la información recopilada, el rango de personas con acceso al servicio de drenajes se encuentra entre 90 % a 100 %; mientras que, las personas que tienen acceso al servicio de agua local, se encuentran entre 85 % a 100 %. Una característica, importante en el acceso al servicio de agua, es la variación en los horarios de abastecimiento.

La municipalidad de Patulul, proporciona el manejo, tratamiento y desinfección del agua en tres comunidades. Sin embargo, a pesar del tratamiento aplicado por esta corporación, los resultados de las muestras de agua en dos comunidades presentaron parámetros no permisibles. La comunidad Nueva Esperanza, fue la única que presento valores aptos en el agua de grifo (chorro), según lo establecido por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”. Por otra parte, en la comunidad Los Tarros y El Esfuerzo, no existe un tratamiento de desinfección óptimo por parte del comité de agua.

a. Análisis de correlación de los resultados fisicoquímicos de agua de cinco grifos (chorros) vs. las condiciones locales comunitarias

i. El pH vs. condiciones locales comunitarias

Los valores de relación se observan en el cuadro 69A (anexos). El pH vs. drenaje, presentó una correlación positiva moderada ($r = 0.50$). Lo cual implica que, a mayor número de drenajes la calidad del agua aumenta moderadamente. El pH vs. el servicio del agua demostró una correlación negativa muy alta ($r = -0.96$). Este valor indica que, mientras más personas acceden al servicio de agua, el pH, disminuye. Y por último el pH vs. el tratamiento de agua local, presentó un coeficiente de correlación positiva baja ($r = 0.40$).

Según Organización Mundial de la Salud (OMS), este parámetro no afecta de manera directa a los consumidores, siempre y cuando se mantenga en los niveles óptimos establecidos (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

ii. Conductividad eléctrica vs. condiciones locales comunitarias

El cuadro 69A (anexos), se observa el valor de conductividad vs. las condiciones locales. La conductividad vs. drenaje, presentó una correlación negativa moderada ($r = -0.66$), lo cual implica que, cuando aumenta el número de personas con acceso a drenajes, disminuye la conductividad eléctrica en el agua. La conductividad vs. el servicio de agua, indicó una correlación positiva baja ($r = 0.19$). Y por último, la conductividad vs. el tratamiento de agua local, presentó una correlación negativa muy alta ($r = -0.98$), el cual indica que, cuando se aplica un tratamiento en el agua, localmente, la conductividad del agua disminuye.

iii. Turbidez vs. condiciones locales comunitarias

La turbidez vs. drenaje, presentó un coeficiente de correlación positiva baja ($r = 0.33$), el cual no es muy significativo. La turbidez vs. el servicio de agua, manifestó una correlación negativa moderada ($r = -0.44$). El cual implica que, cuando más habitantes acceden al servicio de agua, disminuye la presencia de partículas en el agua. Y por último la turbidez vs. el tratamiento de agua local, presentó una correlación positiva alta ($r = 0.82$), este valor demuestra que, a medida que hay un tratamiento de agua local, aumenta el número de partículas. Lo cual es una característica de un manejo inadecuado del agua. Los valores de (r) descritos anteriormente se encuentran en el cuadro 69A (anexos).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), hace referencia que la turbidez es la presencia de partículas en el agua, debido a un filtrado inadecuado. Sin embargo, algunas veces se deriva directamente de las fuentes de agua. Las partículas protegen a los microorganismos

de los efectos de la desinfección, y estimulan la proliferación de bacterias (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

iv. Sólidos totales vs. condiciones locales comunitarias

Los sólidos totales vs. drenaje, presentó una correlación negativa moderada ($r = -0.67$). Este resultado demuestra, que un aumento en el número de drenajes provoca una disminución de sólidos en el agua. Por otra parte, los sólidos vs. el servicio de agua, denotó una correlación positiva baja ($r = 0.26$). Y por último, los sólidos totales vs. el tratamiento de agua local, presentó un valor de correlación negativa muy alta ($r = -0.96$). Este valor indica, que un aumento en el tratamiento de agua, disminuye los sólidos totales. Los valores anteriores de (r), se observan en el cuadro 69A (anexos).

Según (Chibindal, Arada, & Pérez, 2017), los contaminantes presentes en el agua, a excepción de los gases disueltos, contribuyen a la carga de sólidos totales. El principal origen es por actividades domésticas, comerciales e industriales.

v. Alcalinidad vs. condiciones locales comunitarias

El cuadro 69A (anexos), se observa el valor de alcalinidad vs. las condiciones locales comunitarias. La alcalinidad vs. drenaje, presentó una correlación positiva baja ($r = 0.22$), el cual es un valor no muy significativo. La alcalinidad vs. el servicio de agua, denotó una correlación negativa moderada ($r = -0.58$). Este valor se interpreta, que a mayor porcentaje de personas con servicio de agua, la alcalinidad disminuye. Y por último, la alcalinidad vs. el tratamiento de agua, presentó una correlación positiva baja ($r = 0.34$).

Según (Pérez López, 2016), la alcalinidad del agua es una característica que debe controlarse. Este parámetro permite conocer la concentración de los niveles de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes en el agua, y su reacción con el pH evitando su disminución ante la presencia de algún ácido. La acidificación es la principal característica que se debe de controlar y evitar, si por alguna circunstancia se presenta, entonces el agua dejaría de ser apta para el consumo humano.

vi. Sulfatos vs. condiciones locales comunitarias

La relación de sulfatos vs. drenaje, presentó un coeficiente de correlación negativa alta ($r = -0.75$). Este valor se interpreta que, a mayor porcentaje de drenajes, disminuye la presencia de sulfatos en el agua. Por otra parte, el valor de sulfato vs. el servicio de agua, denotó una correlación positiva baja ($r = 0.36$), el cual no es muy significativo. Y por último la relación de sulfatos vs. el tratamiento de agua, presentó una correlación negativa muy alta ($r = -0.98$). Este valor se interpreta que, a mayor tratamiento del agua local, disminuye la

presencia de sulfatos en el agua. Los valores anteriores de (r), se observan en el cuadro 69A (anexos).

El sulfato en concentraciones mayores de 1,000 mg/L – 1,200 mg/L, es el responsable de causar un efecto laxante en los consumidores no habituados. Sin embargo, el mismo se encuentra en el ambiente de forma natural en muchos minerales. Es utilizado en la industria química, y se libera al agua, procedente de residuos industriales y mediante precipitaciones de la atmósfera (Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS), 2006).

vii. Dureza total vs. condiciones locales comunitarias

La dureza total vs. drenaje, presentó una correlación positiva muy alta ($r = -0.97$). Este valor se interpreta que, a mayor número de drenajes, disminuye la dureza total en el agua. Por otra parte, la dureza total vs. el servicio de agua, denotó una correlación positiva baja ($r = 0.33$). Y por último la dureza vs. la condición local de tratamiento del agua, presentó una correlación negativa alta ($r = -0.81$). Este valor se interpreta que, cuando aumenta el tratamiento de agua, disminuye la dureza total.

b. Análisis de correlación de los resultados microbiológicos de cinco grifos (chorro) vs. las condiciones locales comunitarias

En el cuadro 53, se describe los coeficientes de correlación.

Cuadro 53. Valores determinados del coeficiente de correlación de cinco muestras de agua vs. las condiciones locales comunitarias.

Parámetros microbiológicos	Condiciones locales	Pearson
Coliformes totales vs.	Drenaje	-0.77
	Servicio de agua	0.14
	Tratamiento del agua a nivel local	-0.75
Escherichia coli vs.	Drenaje	-0.70
	Servicio de agua	0.58
	Tratamiento del agua a nivel local	-0.77

i. Coliformes totales y Escherichia coli vs. drenaje

En la figura 14, se observa los valores bacteriológicos y su relación con el servicio de drenaje.

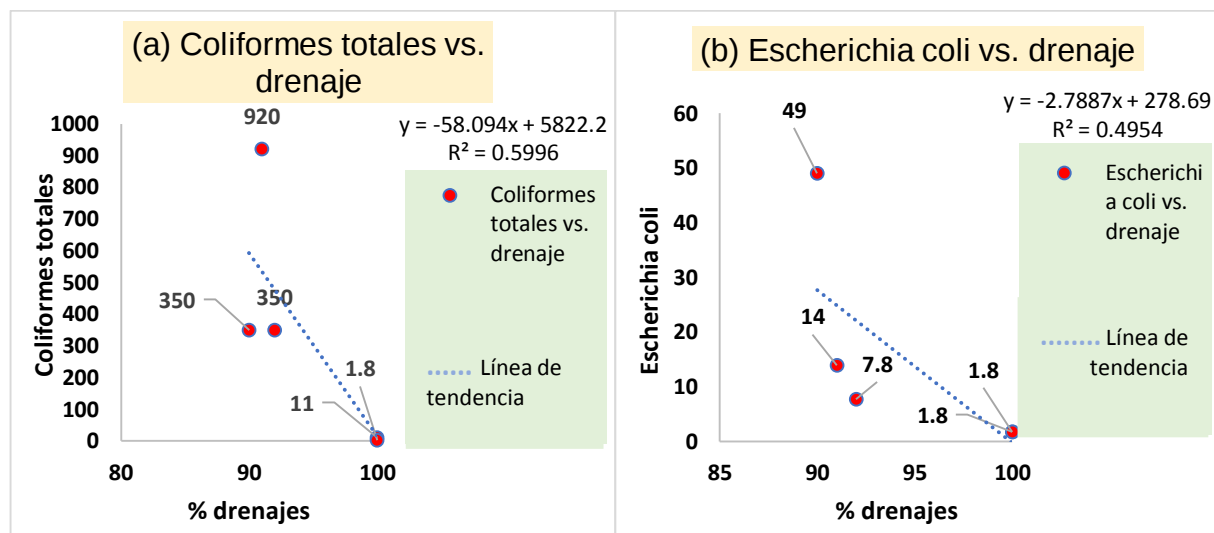


Figura 14. Correlación lineal. (a) coliformes totales (b) Escherichia coli vs. condición local de drenajes.

En el cuadro 53, se observa la relación de coliformes totales vs. drenaje. El cual presentó una correlación negativa alta ($r = -0.77$). También se visualiza, la relación de la bacteria Escherichia coli vs. drenaje, el cual denotó como resultado una correlación negativa alta ($r = -0.70$).

En la figura 14 (a) y (b), se evidencia que, cuando aumenta el porcentaje de personas con un servicio de manejo de aguas negras (drenaje), el número de coliformes totales y Escherichia coli, disminuye. Por lo tanto, estos valores de correlación (r) son indicadores de una relación alta. De cómo los drenajes influyen en la disminución de bacterias.

ii. Coliformes totales y Escherichia coli vs. condición local de acceso al servicio de agua

En la figura 15, se observa los valores bacteriológicos y su relación con el acceso al servicio de agua local.

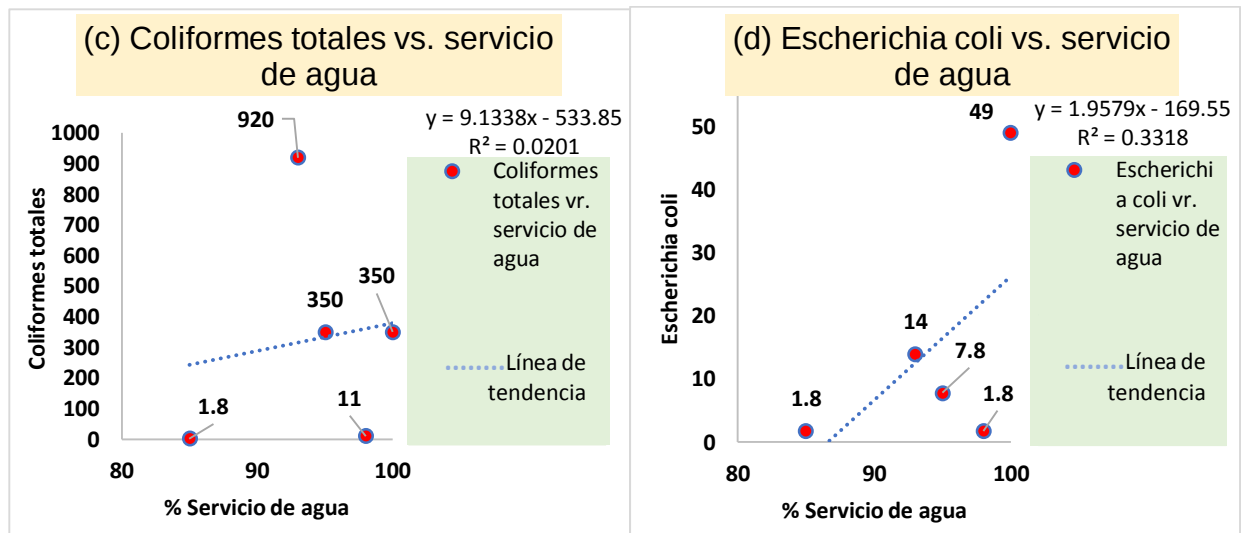


Figura 15. Correlación lineal. (c) coliformes totales (d) Escherichia coli vs. condición local de acceso al agua.

En el cuadro 53, se observa la relación de coliformes totales vs. servicio de agua. El cual presentó una correlación positiva baja ($r = 0.14$). También se visualiza, la relación de la bacteria Escherichia coli vs. el servicio de agua, el cual presentó como resultado una correlación positiva moderada ($r = 0.58$).

La relación entre la bacteria coliforme total y Escherichia coli vs. el servicio de agua domiciliar, se observa en la figura 15 (c) y (d). Prueba de ello, se evidencia que, cuando mayor es el porcentaje de personas que accede a un servicio de agua domiciliar, aumenta el número de coliformes totales en el agua que consumen. Sin embargo, este valor con un coeficiente de correlación positivo muy bajo ($r = 0.14$).

Por otra parte, se interpretó en la figura 15 (d) que, cuando aumenta el número de personas con acceso al servicio de agua domiciliar, también se eleva la presencia de la bacteria Escherichia coli en el agua domiciliar. El valor, para esta relación es de ($r = 0.58$)

iii. Coliformes totales y Escherichia coli vs. condición de tratamiento de agua a nivel local

En la figura 16, se observa los valores bacteriológicos, y la relación existente con el tratamiento de agua local comunitario.

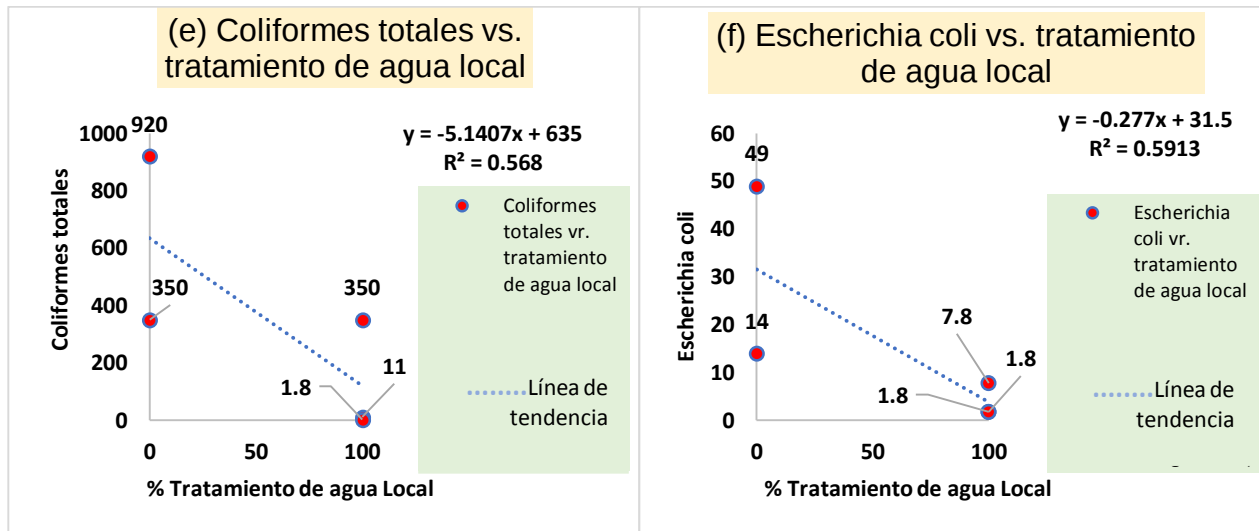


Figura 16. Correlación lineal. (e) coliformes totales (f) Escherichia coli vs. tratamiento de agua local.

El coeficiente existente, entre coliformes totales vs. el tratamiento de agua local, denotó una correlación negativa alta ($r = -0.75$). Mientras que la bacteria Escherichia coli, vs. el tratamiento local, también presentó una correlación negativa alta ($r = -0.77$).

En la figura 16 (e) y (f), se observa el comportamiento de correlación, y se evidencia que existe una relación muy alta entre estas 2 variables. La interpretación de la figura 16 (e) denota que, a medida que se realiza un tratamiento local para la desinfección del agua, disminuyen los coliformes totales. En la figura 16 (f), se observa el mismo comportamiento que (e). A medida que, se aplica un tratamiento de agua local, disminuye la bacteria Escherichia coli.

Sin embargo, a pesar de tener una fuerte relación lineal las variables anteriores, los resultados muestreados, presentaron valores no permitidos, por la Norma Guatemalteca "COGUANOR NTG 29001". Poniendo en evidencia un manejo inadecuado en el tratamiento de agua local.

D. Principales características que favorecen la presencia de coliformes totales y Escherichia coli en las fuentes de abastecimiento de agua

Durante el monitoreo de campo, se logró observar características que favorecen la proliferación de bacterias, en las diferentes fuentes de agua de consumo de humano.

a. Ausencia de limpieza en los nacimientos

La falta y ausencia de un mantenimiento óptimo en las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, es una característica que se observó, durante el levantamiento de muestras de agua. Por otra parte, durante la visita de campo, algunos miembros pertenecientes a los comités de agua y juntas directivas encargados del agua, visitaron por primera vez las fuentes de agua. En las figuras 21A y 22A (anexos), se observa la condición del nacimiento de agua de la comunidad El Esfuerzo y La Esperanza I.

b. Ausencia de limpieza en tanques de distribución

En las figuras 23A y 24A (anexos), se observa la condición en que se encuentra el tanque de distribución de agua de la comunidad El Esfuerzo y Los Tarros. La ausencia de mantenimiento y limpieza, fue una característica que se observó durante el monitoreo de campo. También se identificó un tratamiento irregular de desinfección en los tanques de agua de la comunidad Buena Vista II y La Esperanza I.

La falta de asistencia técnica y desconocimiento de los parámetros y concentración de cloro a utilizar para potabilizar el agua, fue el aspecto más relevante que se identificó en todas las comunidades. Sin embargo, a pesar de ello, algunas personas pertenecientes a la municipalidad (fontaneros) y comités de agua (El Esfuerzo) lo aplicaban de manera empírica.

c. Cajas de agua desprotegidas y en mal estado

Las cajas colectoras de agua y válvulas de paso se encontraron desprotegidas, en malas condiciones y algunas con nula seguridad. Permitiendo que cualquier persona, accediera a esta infraestructura, tal y como se observa en la figura 25A (anexos).

d. Tubería de conducción de agua deteriorada

La infraestructura que abastece de agua domiciliar a las diferentes comunidades, se encontró deteriorada y en mal estado. Tal y cómo se observa en la figura 26A (anexos). Provocando, una vulnerabilidad para la contaminación y proliferación de bacterias en el vital líquido.

e. Conexiones de agua ilegales

La ausencia de un registro actualizado y monitoreo de las tuberías que abastecen de agua las comunidades, es una característica que se observó durante el monitoreo de campo. También se identificó conexiones y reconexiones de agua no autorizadas en los sistemas de abastecimiento de agua. Lo cual es un factor que afectan directamente la calidad y presión en los sistemas de conducción, tal y como se observa en la figura 27A (anexos).

E. Entidad u organización relacionada con el manejo local del agua

En el cuadro 54, se detalla a los actores responsables del cuidado, manejo y mantenimiento de las fuentes de agua.

Cuadro 54. Autoridades responsables del manejo y abastecimiento del agua a nivel local.

Respon- sable	Comunidad (estrato)	Rol de la entidad u organización	Problemática principal del servicio de agua	Actuación ante la problemática del agua
Municipalidad	Buena Vista II	- Desinfección del agua - Cobro del servicio - Pago de fontaneros - Reparación de tubería	- Desinfección no frecuente. - Ausencia de personal capacitado - Bajo nivel de organización - Horario limitado de agua (Buena Vista II) - Ausencia de análisis físicoquímicos y microbiológicos - Conexiones ilegales	- No existe interés, ante la problemática - Desinterés en programas y proyectos de mejoramiento - No existe una gestión ante el MSPA, para el muestreo y monitoreo de fuentes de agua
	La Esperanza I			
	La Nueva Esperanza		- Horario limitado del servicio (2 horas/día) - Costos elevados de electricidad (uso de bomba)	
Comités de agua (no legalizados)	Los Tarros	- Cobro del servicio - Reparación de tubería	- Desinfección no frecuente - Desorganización del comité de agua - Ausencia de programas y planes - Ausencia de análisis físicoquímicos y microbiológicos	- No, existe interés, ante la problemática - Nula gestión ante el MSPA, para el muestreo y monitoreo de fuentes de agua - Falta de organización, comunitaria

Continuación cuadro 54.

Comités de agua (no legalizados)	El Esfuerzo	• Cobro del servicio • Reparación de tubería	• Nula desinfección del agua • Horario limitado del servicio (4 horas/día) • Falta de análisis físicoquímicos y microbiológicos • Ausencia de personal capacitado	• Reuniones trimestrales. • Gestiones ante la municipalidad, para la legalización del comité de agua • Jornales, para la mejora del servicio de agua
----------------------------------	-------------	---	--	--

a. Reglamento municipal para el manejo sostenible del recurso agua

El municipio de Patulul, cuenta con un reglamento municipal para el manejo sostenible del agua. Fue aprobado en el punto séptimo del acta número 049-2014, tal y como se observa en la figura 28A (anexos). El artículo 1. Establece, que se debe de asegurar la disponibilidad del recurso agua, en cantidad y calidad. Por otra parte, el artículo 4. Inciso “n”, establece que es obligación de la municipalidad el prestar un servicio de agua potable, su mantenimiento y administración. Responsabilizando a esta corporación como el único autorizado de la venta, suspensión y dotación del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2014).

A pesar de existir una reglamentación en torno al recurso agua. En el cuadro 54, se observa la problemática que enfrenta la comunidad La Esperanza I, Buena Vista II y La Nueva Esperanza, siendo esta la siguiente: desinfección del agua irregular, horario limitado, nulo monitoreo de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos, conexiones ilegales y ausencia de personal capacitado. El interés de las autoridades municipales, en la búsqueda de alguna posible solución es bajo. Por lo tanto, se considera que incumplen con el reglamento número 049-2014 establecido, para el manejo sostenible del agua del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

b. Reglamento comunitario para el manejo del sistema de agua potable

Los comités de agua son los encargados de la administración, operación y mantenimiento de los acueductos ya construidos; si estos no fuesen atendidos por las entidades estatales. Las personas del comité de agua, deben de reunirse por lo menos una vez al mes, para tratar temas y problemáticas que aquejan el servicio de agua. Tienen la autoridad, para ordenar la suspensión del servicio de agua, de los habitantes que hagan mal uso, o no paguen. Deben rendir cuentas a la comunidad y Gobernación, del dinero recaudado de

forma mensual o trimestral (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad Ejecutora Programa y Acueductos Rurales, Guatemala (MSPAS-UNEPAR), 1982)).

A pesar de existir un reglamento comunitario en torno al recurso agua. En el cuadro 54, se observa la problemática que enfrenta la comunidad Los Tarros y El Esfuerzo, respectó al recurso hídrico. En el diagnóstico realizado durante el año 2019, se identificó que únicamente el comité de agua de la comunidad Los Tarros, presenta conocimiento del reglamento. Sin embargo, este no se aplica, debido a problemas legales con el comité anterior, lo cual no permite su legalización ante las entidades correspondientes. Causando un abandono en la infraestructura de agua y su saneamiento (Sánchez, Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Los Tarros, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretaria), 2019).

Por otra parte, el comité de agua de la comunidad El Esfuerzo, no se encuentra escrito legamente, ante la municipalidad. Y desconocía por completo el reglamento para el manejo de agua. Sin embargo, se organizaba y trabajaba en mejoras de su sistema de agua. Por ejemplo: aplicaba de manera empírica algunas veces, pastillas de cloro, para potabilizar el agua en el nacimiento y tanque de distribución de la comunidad (Ramos, Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad La Nueva Esperanza, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulu, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretario), 2019).

c. Código municipal

El código municipal, decreto número 12-2002, establece en el artículo número 68, inciso A. Que la municipalidad debe de cumplir con un abastecimiento de agua domiciliar debidamente clorado y alcantarillado. Esto con la finalidad de proteger la vida y salud de los habitantes (Congreso de la República de Guatemala, Guatemala, 2002)

Sin embargo, las comunidades administradas por la municipalidad de Patulul (La Esperanza I, Buena Vista II y La Nueva Esperanza), presentan una problemática en torno al saneamiento, infraestructura, mantenimiento y abastecimiento de agua (a excepción de La Esperanza I). Por lo tanto, se considera que el decreto municipal no es cumplido, en su totalidad.

d. Política nacional de agua y saneamiento

En el año 2012, se crea la Política Nacional de Agua y Saneamiento, con el objetivo de promover y contribuir al mejoramiento de la calidad del agua en Guatemala. Esta política se fundamenta en la Constitución Política de la República de Guatemala, artículo número 253.

En el código municipal, y código de salud, decreto número 90-97. La principal entidad que debe velar por el cumplimiento de la política es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2013).

Sin embargo, la participación de este ministerio es nulo en el monitoreo, cuidado y protección de las fuentes de agua, por lo que no se tienen antecedentes recientes de la calidad del agua de consumo humano en las cinco comunidades.

2.6.2 Describir las prácticas de tratamiento del agua de consumo humano

Las encuestas en cada comunidad, se dirigieron principalmente a mujeres, con el objetivo principal de tener un resultado más preciso en la percepción, conocimiento y prácticas de tratamiento del agua, que realizan en el hogar.

A. Porcentaje de hombres y mujeres encuestados

En la figura 17, se presenta el porcentaje de hombres y mujeres entrevistados en cinco comunidades.

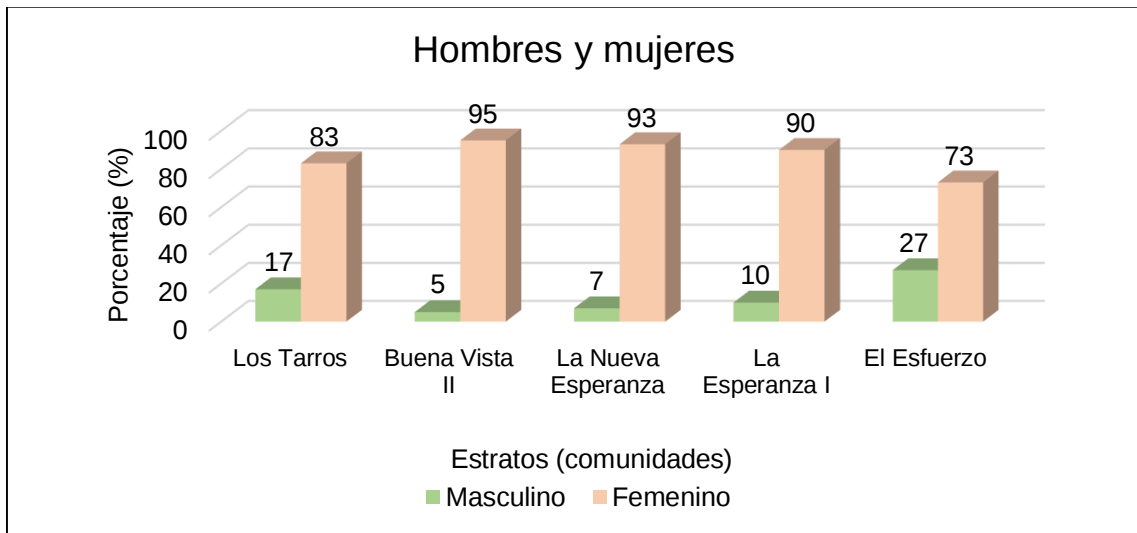


Figura 17. Porcentaje de hombres y mujeres participantes en la entrevistas.

En la figura 17, se observa el porcentaje de habitantes entrevistados, descrito por género. Las mujeres conforman el 83 % de personas entrevistadas en la comunidad Los Tarros; 95 % en Buena Vista II, 93 % en La Nueva Esperanza; 90 % en La Esperanza I y el 73 % en la

comunidad El Esfuerzo. El número total de mujeres entrevistadas en las cinco comunidades fue 225.

Mientras que el porcentaje de hombres entrevistado representa únicamente; 17 % de personas de la comunidad Los Tarros, 5 % de la comunidad Buena Vista II; 7 % de la comunidad La Nueva Esperanza, 10 % de la comunidad La Esperanza I y el último 27 % de la comunidad El Esfuerzo. El número total de hombres entrevistados en las cinco comunidades fue 39.

En el año 2018 la población económicamente activa, se encontraba en un rango de edad de 15 a 24 años, y representaba el 66.9 % de hombres y un 33.1 % mujeres; mientras que los hombres de 25 años en adelante representaba el 64.7 %, y las mujeres un 35.3 %, trabajando este grupo como principal actividad de ocupación: la agricultura, ganadería y silvicultura. El cual representaba valores con una distribución por sector económico formal del 9.8 % e informal del 42.6 % (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, (INE), 2018)

Prueba de ello en la figura 17, se visualiza una baja participación de hombres en las encuestas. Por otra parte, las mujeres entrevistadas respondieron que los jefes de hogar se dedicaban a diferentes actividades en el sector formal e informal.

B. Hábito de purificación para la desinfección del agua

En la figura 18, se observa el porcentaje de personas que purifica el agua.

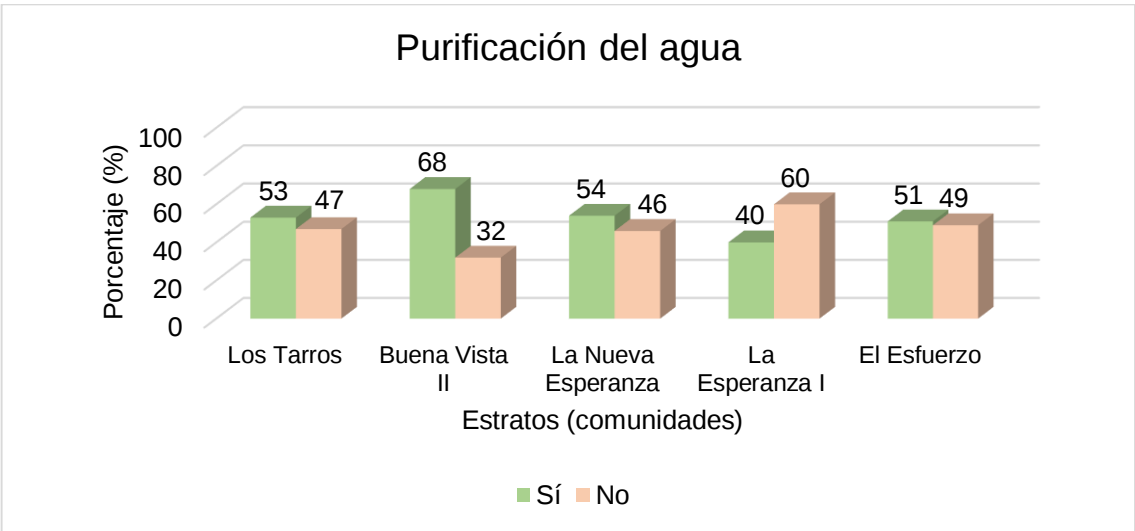


Figura 18. Porcentaje de personas que purifican el agua.

En la figura 18, se observa que en los cinco estratos el rango de personas que purifica el agua, se encuentra entre 40 % a 68 %, respectivamente. Utilizando, como principales métodos para su tratamiento las siguientes técnicas: hervir, clorar, sodis, filtrado etc.

El motivo principal de purificación del agua, era para la eliminación de impurezas, debido, a que algunas veces presentaba una coloración anormal (Buena Vista II, Los Tarros y El Esfuerzo). Por otra parte, el porcentaje que respondió no realizar esta práctica, fue el 47 % de la comunidad Los Tarros; 32 % Buena Vista II, 46 % La Nueva Esperanza; 60 % La Esperanza I y el 49 % de personas de la comunidad El Esfuerzo. El mayor porcentaje que contestó que no purifica, pertenece a la comunidad La Esperanza I. Según (Ajbal, Toma de muestras de agua de la comunidad, La Esperanza I, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Presidenta), 2019b), no había necesidad de purificar el agua, debido a que la municipalidad cloraba el sistema de abastecimiento.

C. Abastecimiento de agua domiciliar

En el cuadro 55, se describe el porcentaje de personas que indicó tener agua.

Cuadro 55. Abastecimiento de agua local.

Comunidad (estrato)	A. Abastecimiento de agua					
	A1. Suficiente		A2. Poca		A3. No hay	
	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	5	17	23	77	2	6
E 2. Buena Vista II	-----	-----	17	89	2	11
E 3. La Nueva Esperanza	1	4	26	92	1	4
E 4. La Esperanza I	104	90	10	8	2	2
E 5. El Esfuerzo	20	28	49	69	2	3

En el cuadro 55, se observa que en el subíndice A1, el 90 % de personas de la comunidad La Esperanza I, consideró que el agua es suficiente para satisfacer las necesidades de la familia. Sin embargo, las personas que opinaron lo mismo, en las cuatros comunidades restantes representa únicamente un rango del 0 % a 28 %, respectivamente.

Por otra parte, en el subíndice A2, se visualiza que el rango de personas que contestó que el agua es poca, presentó valores de porcentaje del 77 %, 89 %, 92 % y 69 %, a excepción de la comunidad la Esperanza I, en la cual el 90 %, indicó que el agua es suficiente. Y por último en el subíndice A3, se observa que hay personas, que no tienen acceso al vital líquido.

El mínimo social básico que se debe de cubrir, para que todos los ciudadanos tengan una vida digna, es el requerimiento mínimo de 20 L de agua limpia por persona. Las consecuencias de carecer acceso al agua, genera falta de oportunidades, pobreza y proliferación de enfermedades. Por lo tanto, es importante promover que los gobiernos locales municipales y suministradores de agua prepararen planes a nivel nacional y local para acelerar los procesos de acceso al agua, saneamiento y promover más fondos a esta problemática (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, USA, (PNUD), 2006)

D. La calidad del agua

En el cuadro 56, se describe la percepción de personas, respecto a la calidad.

Cuadro 56. La calidad del agua domiciliar.

Comunidad (estrato)	A. Calidad de agua					
	A1. Buena		A2. Regular		A3. Mala	
	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	9	30	14	47	7	23
E 2. Buena Vista II	3	16	13	68	3	16
E 3. La Nueva Esperanza	12	43	14	50	2	7
E 4. La Esperanza I	78	67	36	31	2	2
E 5. El Esfuerzo	24	34	37	52	9	13

La calidad del agua de grifo (chorro) de las comunidades presentó valores microbiológicos no aptos, a excepción del agua de grifo (chorro) de la comunidad La Nueva Esperanza, la cual presentó un valor <1.8 NMP/100 mL, de coliformes totales y Escherichia coli.

Por otra parte, el agua de grifo (chorro) de la comunidad Los Tarros, presentó 920 NMP/100 mL de coliformes totales y 14 NMP/100 mL de Escherichia coli. Asimismo, el agua de grifo (chorro) de la comunidad Buena Vista II, presentó 350 NMP/100 mL de coliformes totales y 7 NMP/100 mL de Escherichia coli. De igual forma, el agua de grifo (chorro) de la comunidad La Esperanza I dio un valor >1600 NMP/100 mL de coliformes totales y 4 NMP/100 mL de Escherichia coli. Mientras que la comunidad El Esfuerzo, presentó en el agua de grifo (chorro) 350 NMP/100 mL de coliformes totales y 49 NMP/100 mL de Escherichia coli. Según la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001” para potabilidad, el agua no debe exceder un valor >1.8 NMP/100 mL de coliformes totales y Escherichia coli, si esto fuese así, el agua dejaría de ser apta para consumo humano.

No obstante, durante el levantamiento de información, las personas opinaron, haciendo énfasis en las características organolépticas que el agua presenta: sabor, color y aroma.

Por ejemplo, en el subíndice A1, el rango de personas que respondió en las cinco comunidades, que el agua es buena, fue el 16 % a 67 %. Mientras que el subíndice A2, el rango que opinó en las cinco comunidades que el agua es regular se encuentra entre 31 % a 68 %. Y por último, en el subíndice A3, se observa que el rango de personas en las cinco comunidades, que respondió que el agua es mala, se encuentra entre 2 % a 23 %. Sin embargo, la calidad del agua, no se define con la opinión de las personas. Sino con los valores microbiológicos y fisicoquímicos que presenta el agua. Los porcentajes descritos anteriormente se observan en el cuadro 56.

E. Acceso al servicio de agua

En el cuadro 57, se describe las categorías de acceso al agua en las comunidades.

Cuadro 57. Acceso al servicio de agua en cada comunidad.

Comunidad (estrato)	Acceso al agua							
	A 1. Por tubería		A 2. La trae del Pozo		A 3. La trae del río		A 4. Tubería y pozo	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	25	83	2	7	1	3	2	7
E 2. Buena Vista. II	19	100	-----	-----	-----	-----	-----	-----
E 3. La Nueva E.	16	57	9	32	2	7	1	4
E 4. La Esperanza I	116	100	-----	-----	-----	-----	-----	-----
E 5. El Esfuerzo	45	63	13	18	-----	-----	13	18

En el subíndice A1 del cuadro 57, se observa que en los cinco estratos, únicamente las personas de la comunidad Buena Vista II y La Esperanza I, acceden en un 100 % al agua, mediante tubería; mientras que las comunidades restantes (Los tarros, La Nueva Esperanza y El Esfuerzo), únicamente el 83 %, 57 % y 63 % accede al agua por este medio.

Mientras que en el subíndice A2, se visualiza, que un pequeño porcentaje accede al agua, mediante el uso de pozo artesanal, específicamente La comunidad Los Tarros, La Nueva Esperanza y El Esfuerzo, tal como se observa en el cuadro 57. Sin embargo, otro pequeño porcentaje, accede a agua de río, específicamente un 3 % de personas de la comunidad Los Tarros y un 7 % de la Nueva Esperanza. Y por último, en el subíndice A4, se observa el mayor porcentaje que accede al agua mediante tubería y pozo, el cual es el 18 % de personas de la comunidad El Esfuerzo.

F. Abastecimiento de agua en el hogar

En el cuadro 58, se describe a los actores principales que abastecen de agua el hogar.

Cuadro 58. Abastecimiento de agua en el hogar cuando no llega por tubería.

Comunidad	A. ¿Quién trae el agua al hogar?									
(estrato)	A 1. Las mujeres		A 2. Los hombres		A 3. Los niños/niñas		A 4. Las mujeres y los niños/niñas		A 5. Nadie	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	4	13	4	13	-----	-----	-----	-----	22	74
E 2. Buena Vista II	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	19	100
E 3. La Nueva Esperanza	8	29	3	11	-----	-----	5	18	12	42
E 4. La Esperanza I	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	116	100
E 5. El Esfuerzo	9	13	12	17	-----	-----	6	8	44	62

En los diferentes estratos se logró observar que el abastecimiento de agua, no solamente es proporcionado por los hombres. Sino también la mujer emplea un rol muy importante como actora principal, ante la falta del vital líquido en el hogar, tal y cómo se observa en el cuadro 58, subíndice A1. En el cual un 13 %, 29 % y nuevamente un 13 % de mujeres de la comunidad Los Tarros, La Nueva Esperanza y El Esfuerzo, son las encargadas de buscar agua, para el uso domiciliario. Por otra parte, el subíndice A2 el 13 %, 11 % y 17 % de personas del estratos 1, 3 y 5, contestó que los hombres llevan el agua al hogar.

Según el (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, USA, (PNUD), 2006), diariamente son millones de mujeres y niñas las actoras principales que abastecen de agua el hogar, reforzando ésta actividad una desigualdad de género en ámbitos de empleo y educación. En el subíndice A1 y A4 del cuadro 58, se observa lo mencionado anteriormente. Otra característica observable en el subíndice A5 del mismo cuadro, es que el mayor porcentaje accede al vital líquido. Sin embargo, en el cuadro 55 se evidencia que, aún existe una brecha desigual respecto al acceso al agua.

G. Valor personal respecto al agua

En el cuadro 59, se describe la percepción del significado del agua, para los habitantes de cinco comunidades.

Cuadro 59. Significado del agua.

Comunidad (estrato)	A. Percepción del agua							
	A 1. Recurso para vida		A 2. Limpieza		A 3. Debe sanearla		A 4. Ninguno	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	7	23	1	3	4	13	18	60
E 2. Buena Vista II	12	63	1	5	-----	-----	6	32
E 3. La Nueva Esperanza	6	21	3	11	3	11	16	57
E 4. La Esperanza I	44	38	7	6	12	10	46	40
E 5. El Esfuerzo	29	41	5	7	7	10	30	42

La percepción sobre el significado del agua, depende grandemente del valor que las personas le den a este vital líquido el cual es invaluable. Por ejemplo: en el subíndice A1, se observa que para el 23 % de personas del estrato 1, 63 % del estrato 2, 21 % del estrato 3; así mismo el 38 % del estrato 4 y el 41 % perteneciente al estrato 5. Respondió que el agua es base fundamental de la vida. Mientras que los individuos del subíndice A2 indicaron que el agua tiene la única finalidad de usarse en la limpieza del hogar. Los porcentajes descritos anteriormente se observan en el cuadro 59.

Por otra parte, en el subíndice A3 del mismo cuadro, el porcentaje mínimo y máximo de individuos que respondió que el agua debe de sanearse es el 10 % de la comunidad La Esperanza I y 13 % de la comunidad Los Tarros. El valor y significado que tiene el agua para estas personas es que, debe ser purificada y desinfectada. Y por último en el subíndice A4 del cuadro 59, también observa el porcentaje que respondió nulo, o sea que el agua no representa ningún valor para ellos.

H. Conocimiento de prácticas para la purificación del agua

Las diferentes opiniones de cada persona encuestada respecto al conocimiento de las prácticas de tratamiento del agua que conocen, se observa en el cuadro 60. Cada valor descrito se recopiló de la entrevista a nivel domiciliario de 264 personas, que residen en las cinco comunidades, dónde realizó la presente investigación.

Cuadro 60. Percepción de prácticas para la desinfección del agua.

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA COMUNIDAD	Comunidad (estrato)														
	E 1. Los Tarros			E 2. Buena Vista II			E 3. La Nueva Esperanza			E 4. La Esperanza I			E 5. El Esfuerzo		
	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%
	• Hervir	8	27	• Hervir	9	47	• Hervir	10	36	• Hervir	45	39	• Hervir	21	30
	• Hervir • Clorar	8	27	• Ningún método	6	32	• Clorar	9	32	• Hervir • Clorar	17	15	• Ningún método	10	14
	• Ningún método	3	10	• Hervir • Clorar	3	16	• Ningún método	3	11	• Ningún método	16	14	• Clorar	10	14
	• Colar	3	10	• Hervir • Colar	1	5	• Hervir • Clorar	3	11	• Clorar	12	10	• Hervir • Clorar	9	12
	• Hervir • Colar	3	10	-----	-----	-----	• Colar	2	6	• Colar	7	6	• Clorar • Ecofiltro	5	7
	• Hervir • Clorar • Colar	3	10	-----	-----	-----	• Hervir • Colar	1	4	• Hervir • Colar	6	5	• Hervir • Colar	4	6
	• Clorar	1	3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	• Hervir • Sodis	6	5	• Hervir • Ecofiltro	4	6
	• Hervir • Ecofiltro	1	3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	• Hervir • Clorar • Sodis	4	3	• Clorar • Colar	3	4
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	• Ecofiltro	2	2	• Hervir • Sodis	2	3
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	• Hervir • Clorar • Ecofiltro	1	1	• Hervir • Clorar • Ecofiltro	2	3
				-----									• Colar	1	1
	Total	30	100	Total	19	100	Total	28	100	Total	116	100	Total	71	100

Una característica importante que se obtuvo del levantamiento de la información fue, que el mayor porcentaje de personas entrevistadas, conoce el método de tratamiento (hervido). Por ejemplo, en el estrato 1 (Los Tarros), el 77 % de individuos conoce esta práctica. Mientras que las personas del estrato 2 (Buena Vista II), el 68 % también lo indicó. Por otra parte en el estrato 3 (La Nueva Esperanza), el 51 % opinó, lo mismo. Y en el estrato 4 (La Esperanza I), el 68 % reflejó el mismo resultado. Y por último el estrato 5 (El Esfuerzo), presentó un valor del 60 %, respecto al conocimiento de la práctica de hervido del agua.

Dentro de los valores de porcentaje descritos anteriormente, se identificó que algunas personas conocen la práctica de hervido, en conjunto con la de cloración, tal y como se logra observar en el cuadro 60. Haciendo énfasis a que esta es la segunda práctica más conocida en los cinco estratos. Mientras que otro pequeño porcentaje de personas indicó conocer otras prácticas de tratamiento (colar, filtrar y sodis), pero en un menor porcentaje.

Según (Moscoso Chazi, 2003), en áreas rurales la falta de potabilización del agua es una de las causas principales de morbilidad infantil y los métodos tradicionales para la purificación son muy importantes, ya que permite a las comunidades desposeídas conocer diferentes técnicas, cómo el hervido del agua, el tratado químicamente o el uso de algún filtro, para su tratamiento, previó a consumirla en el hogar.

I. Aplicación de prácticas para el tratamiento de agua

En el cuadro 60, descrito anteriormente se logró observar el porcentaje de conocimiento que las personas poseen, respecto a los métodos de tratamiento del agua. Sin embargo, al momento de preguntarles sobre los métodos que practicaban en el hogar se obtuvo una respuesta diferente. En el cuadro 61, se describe los métodos que las personas aplican en el hogar, para la desinfección del agua, previó a consumirla.

Cuadro 61. Prácticas que realizan las personas para desinfectar el agua.

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA CONOCIDOS COMUNIDAD	Comunidad (estrato)														
	E 1. Los Tarros			E 2. Buena Vista II			E 3. La Nueva Esperanza			E 4. La Esperanza I			E 5. El Esfuerzo		
	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%	Métodos	Total	%
	• Hervir • Clorar	9	30	• Hervir	11	58	• Hervir	9	32	• Ningún método	57	49	• Hervir	18	25
	• Ningún método	7	23	• Ningún método	6	32	• Ningún método	8	28	• Hervir	35	29	• Clorar	16	23
	• Hervir	6	20	• Hervir • Clorar	1	5	• Clorar	7	25	• Clorar	13	11	• Ningún método	16	23
	• Clorar	4	13	• Clorar	1	5	• Hervir • Clorar	3	11	• Hervir • Clorar	3	3	• Hervir • Clorar	9	12
	• Ecofiltro	3	10	-----	----	----	• Ecofiltro	1	4	• Sodis	3	3	• Clorar • Ecofiltro	5	7
	• Clorar • Ecofiltro	1	4	-----	----	----	-----	----	----	• Clorar • Ecofiltro	2	2	• Ecofiltro	4	6
	-----	----	----	-----	----	----	-----	----	----	• Ecofiltro	2	2	• Sodis	2	3
	-----	----	----	-----	----	----	-----	----	----	• Hervir • Clorar • Ecofiltro	1	1	• Clorar • Sodis	1	1
	Total	30	100	Total	19	100	Total	28	100	Total	116	100	Total	71	100

a. Prácticas de purificación del agua (comunidad Los Tarros)

En este estrato las personas conocen diferentes métodos de tratamiento del agua (hervir, clorar, filtrar, colar y sodis), tal y como se observa en el cuadro 60. Sin embargo al preguntar las prácticas que realizan en el hogar, el resultado fue el siguiente: 30 % hierve y clora, el otro 23 % no utiliza ningún método de purificación; 20 % hierve, 13 % clora; mientras que un 10 % utiliza ecofiltros. Y el último 4 % utiliza ecofiltro y cloro comercial, para purificar el agua. Los valores descritos anteriormente se describen el cuadro 61.

El 23 % de personas que no practica ningún método, consideró que no hay motivos para purificar. Por otra parte, el 77 % de individuos que potabiliza el agua, contestó que el servicio no lo suministra la municipalidad; sino el comité de agua, y dado que desconocen el trabajo en el saneamiento, desinfección y mantenimiento de la infraestructura, mejor hierven y cloran el agua, como medida de prevención.

b. Prácticas de purificación del agua (comunidad Buena Vista II)

Como se observó en el cuadro 60, las personas conocen diferentes métodos de tratamiento del agua (hervir, clorar y colar). Pero al preguntar sobre los métodos que practican: 58 % hierve, otro 32 % no utiliza ningún método; 5 % hierve y clora y el 5 % restante, solamente clora el agua. Los valores descritos anteriormente se describen el cuadro 61.

El 32 % que no practica ningún método, consideró que no hay motivo para purificar el agua, mientras que el otro 68 %, comentó que, como medida de prevención realiza algún tratamiento. Según (Sapón, Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Vocal II), 2019), el agua de la comunidad algunas veces presenta una coloración café irregular, motivo por el cual purifica.

c. Prácticas de purificación del agua (comunidad La Nueva Esperanza)

Las prácticas de purificación que realizan las personas de la comunidad son las siguientes: 32 % hierve, 28 % no realiza ninguna práctica; 25 % utiliza cloro, el otro 11 % hierve y clora. Y por último el 4 % utiliza ecofiltro. Los valores descritos anteriormente se describen el cuadro 61.

El 28 %, que no purifica el agua, contestó que no había motivos. Mientras, que el 72 % de personas que realiza esta actividad, indicó que el horario de distribución era corto, por lo

cual almacenaba el agua en recipientes plásticos y metálicos. Sin embargo, después del almacenamiento, algunas veces, ya no volvían a purificar el agua. Según (Maldonado, Toma de muestra de agua, en grifo, Comunidad La Nueva Esperanza, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: La Nueva Esperanza, Lideresa), 2019), las personas también se abastecen de agua de río, el cual pasa en la parte baja de la comunidad.

d. Prácticas de purificación del agua (comunidad La Esperanza I)

El 49 % de personas, no práctica ningún método de tratamiento. Sin embargo, el otro 29 % hierve el agua, 11 % aplica cloro, 3 % hierve y clora, 3 % utiliza el método sodis. Y el último 2 % dispone de ecofiltro. Los valores descritos anteriormente se describen el cuadro 61.

El 49 % que no purifica el agua de grifo, previó a consumirla, mencionó que la municipalidad desinfecta el agua. Sin embargo, los valores bacteriológicos indicaron la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, en las muestra de agua analizadas de grifo (chorro) y tanque de distribución. Por lo tanto, se identificó que existe un tratamiento inadecuado de potabilización.

e. Prácticas de purificación del agua (comunidad El Esfuerzo)

Las prácticas de purificación que realizan las personas de la comunidad son las siguientes; 25 % hierve, 23 % clora; 23 % no realiza ninguna práctica, 12 % purifica mediante hervido y uso de cloro; mientras que 7 % usa cloro y ecofiltro. Y por último el 6 % y 3 % dispone únicamente de ecofiltro y el método sodis. Los valores descritos anteriormente se describen el cuadro 61.

El 23 % de personas, no práctica ningún método de purificación. Por otra parte, el 77 % que realiza alguna de estas prácticas, opinó que los métodos son económicos y se realizan en el hogar sin ningún inconveniente. En los resultados de las muestras de agua (nacimiento, tanque de distribución y chorro) se cuantifico, la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*.

J. Personas que utilizan ecofiltro

En el cuadro 62, se detalla el porcentaje de personas que utilizan ecofiltro, como alternativa, para purificar el agua.

Cuadro 62. Porcentaje de personas que utiliza ecofiltro.

Comunidad (estrato)	Uso de ecofiltro			
	Sí		No	
	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	3	10	27	90
E 2. Buena Vista II	-----	-----	19	100
E 3. La Nueva Esperanza	-----	-----	28	100
E 4. La Esperanza I	6	20	109	94
E 5. El Esfuerzo	11	15	60	85

El grupo de personas que utiliza ecofiltro, para la purificación del agua es pequeño. Únicamente el 10 %, 20 % y 15 % de individuos de la comunidad (Los Tarros, La Esperanza I y El Esfuerzo) posee, este instrumento de purificación. La principal barrera, para adquirir este utensilio es el valor económico.

K. Enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada

En la figura 19, se observa las principales enfermedades que aqueja a los habitantes.

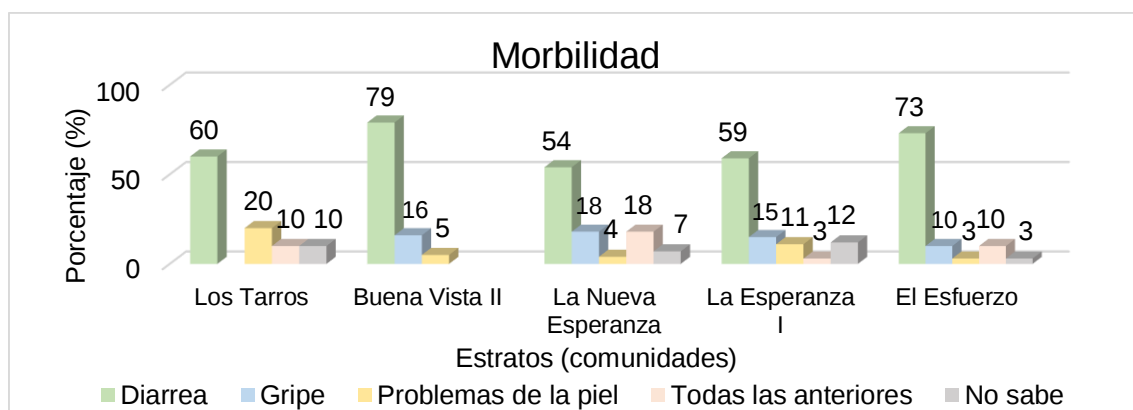


Figura 19. Porcentaje de enfermedades.

En la figura 19, se observa que el mayor porcentaje de personas entrevistadas en cada estrato, respondió que la principal enfermedad que aqueja a los miembros del hogar es la diarrea. El cual tuvo un rango de respuesta del 54 % a 79 % en las cinco comunidades.

Algunas personas consideraban que el consumo de agua de grifo (chorro), era la principal causa para contraer esta enfermedad. Debido a la falta de desinfección de las fuentes de agua. Según (Salazar, 2019), la proliferación de enfermedades en las comunidades podía

ser causado por varios factores como, la falta de purificación del agua, ausencia de lavado de manos, falta de prácticas de higiene, poco aseo personal y el desconocimiento de prácticas para la purificación del agua de consumo humano.

Dentro de las 10 principales causas de morbilidad en niños de 1 a 4 años a nivel municipal, ocupó la posición número 1 el resfriado común con un 28.8 %; la posición número 4 la ocupó la infección intestinal con un 8.52 %. En la posición número 6 se encontró, el síndrome diarreico agudo con un 7.90 % y en la posición 7 la amebiasis con un valor de 6.39 %. De una población total de 2,254 menores de edad registrados (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS), 2019).

L. Prevención ante el uso de agua contaminada

En el cuadro 63, se describe las prácticas para la prevención de enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada.

Cuadro 63. Medidas de prevención por el uso de agua contaminada.

Comunidad (estrato)	A. Medidas de prevención					
	A1. Práctica de tratamiento		A2. No utilizar el agua		A3. Ninguna	
	Total	%	Total	%	Total	%
E 1. Los Tarros	17	57	6	-----	7	23
E 2. Buena Vista II	10	53	2	11	7	37
E 3. La Nueva Esperanza	16	57	8	29	4	14
E 4. La Esperanza I	68	59	20	17	28	24
E 5. El Esfuerzo	56	79	9	13	6	8

En el subíndice A1 del cuadro 63, se observa que el rango de personas en los cinco estratos que previene las enfermedades por el uso de agua contaminada, se encuentra entre 53 % a 79 %, respectivamente. Utilizando para ello, diferentes prácticas de tratamiento (hervir, clorar, sodis, colar y filtrar). Por otra parte, en el subíndice A2, el 11 %, 29 %, 17 % y 13 %, indicó no utilizar el agua, para tomar o preparar alimentos, sino únicamente para limpieza y aseo en el hogar. Y por último, en el subíndice A3, se observa que el rango de personas que toma el agua directamente del grifo en las cinco comunidades, se encuentra en un rango del 8 % a 37 %, respectivamente.

M. Reforestación en las fuentes de agua

En la figura 20, se presenta el porcentaje de personas que reforesta las fuentes de agua.

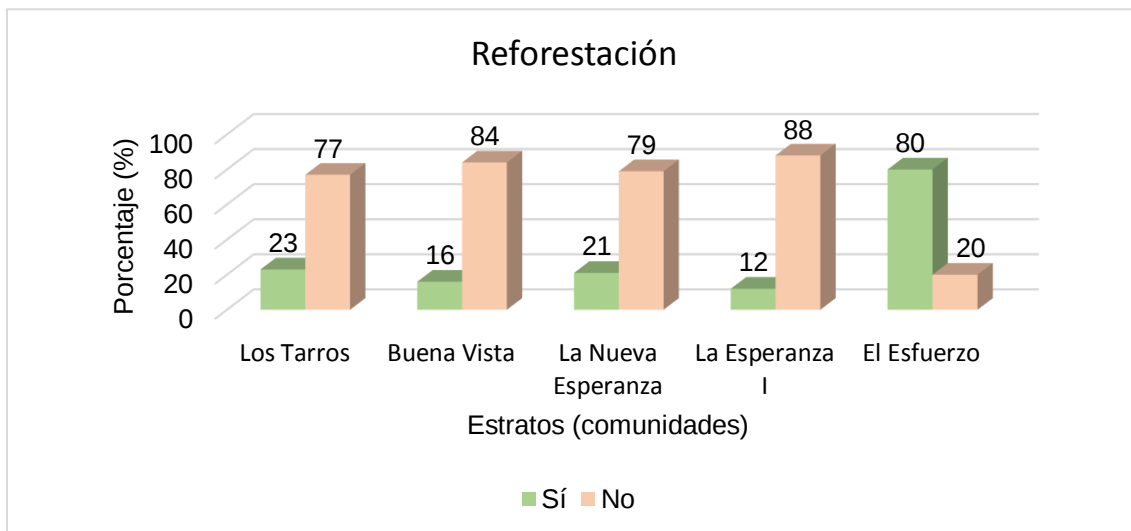


Figura 20. Porcentaje de personas que reforesta sus fuentes de agua.

El código municipal, establece en el artículo número 68. Inciso “k”. Que la municipalidad, debe desarrollar viveros forestales permanentes, con la finalidad de reforestar las cuencas de los ríos, nacimientos, lagos, reservas ecológicas. Para proteger la vida, salud, biodiversidad, los recursos naturales y fuentes de aguas (Congreso de la República de Guatemala, Guatemala, 2002).

La reforestación en las fuentes de agua de las cinco comunidades, presentó el porcentaje más alto en la comunidad El Esfuerzo, específicamente un 80 %. En donde, el comité de agua, era el principal organizador para reforestar. Sin embargo, en las demás comunidades, únicamente el rango del 12 % a 23 %, indicó haber reforestado alguna vez. Según (Ajbál, Información sobre el nacimiento de agua de Pochúta, Chimaltenango, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Presidenta), 2019a), desconocían por completo las fuentes de agua.

La falta de iniciativa y gestión, tanto del comité de agua de la comunidad Los Tarros, COCODES y juntas directivas de las demás comunidades, es un factor por el cual la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), no cumple su rol de trabajo, según lo establecido por el código municipal, decreto número 12-2002.

2.6.3 Proponer lineamientos de mejora de la calidad del agua para consumo humano en sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

La mejora de la calidad del agua, para consumo humano, es de vital importancia para la salud, desarrollo y bienestar general de los habitantes de cada región del país. Sin embargo, en la actualidad, hay regiones dónde se desconoce la calidad y los parámetros establecidos por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”.

A. Mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel domiciliar

A nivel domiciliar se trabajó con 105 mujeres, en cinco comunidades. Se explicó los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de laboratorio de las muestras de agua de cada comunidad. La propuesta para mejorar los parámetros bacteriológicos, fue por medio de la enseñanza y capacitación de diferentes prácticas de tratamiento del agua (hervir, clorar y sodis). Haciendo énfasis en las ventajas y desventajas de los métodos, y como estos ayudan a minimizar la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano.

B. Mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel comunitario

A nivel de comunidad, se conformó tres comités de agua. Y en conjunto con los dos comités ya organizados, se realizó la capacitación a los cinco comités de agua en temas de diagnóstico, saneamiento, y obligaciones, para mejorar los parámetros microbiológicos del agua. También, se dió un diálogo con los diferentes COCODES, en cada comunidad para evitar conflictos. Y por último, se gestionó ante la municipalidad, la legalización de los comités de agua, cuya respuesta para enero del año 2020, aún no era aprobada.

C. Lineamiento de mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel de municipio

A nivel municipal, se realizó una reunión con la corporación municipal, período 2020-2024 del municipio de Patulul. Se expuso, el diagnóstico 2019 de la situación actual del agua en cinco comunidades. Y se presentó el resultado fisicoquímico y microbiológico de 22 muestras de agua analizadas en laboratorio, para potabilidad. La propuesta, para mejorar los resultados microbiológicos, fue la creación e implementación de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS). Como una solución, para atender las demandas y dar una pronta solución a la problemática de potabilidad y acceso del agua a nivel urbano y comunitario.

La implementación de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), no burocratiza el servicio de agua, ni promueve dependencias municipales, y mucho menos aumenta el gasto. Tiene como finalidad mejorar, la reorganización, administración, operación y saneamiento de los sistemas de agua. Pero principalmente, genera un vínculo entre comités de agua y municipalidad. Dando asesoría y acompañamiento, para fortalecer el manejo: técnico, financiero, administrativo y ambiental (CARE, Guatemala, 2016).

En el cuadro 64, se detalla los lineamientos de mejora para la calidad de agua de consumo humano, a nivel domiciliar, comunitario y municipal.

Cuadro 64. Matriz de lineamientos para la mejora de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Lineamientos de mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel domiciliar								
	Objetivo	Propuesta	Descripción	Ventajas	Desventajas	Indicador de mejora	Medios de verificación	Supuestos
Prácticas de tratamiento	Mejorar la calidad del agua de consumo domiciliar	Hervido	• Práctica, para potabilizar el agua cuando llega a su punto de ebullición a 100 °C. Elimina microorganismos y patógenos	• Método más practicado en las comunidades • Práctica domiciliar • Fácil y accesible • Elimina microorganismos • Medida sustitutiva, ante la falta de saneamiento local	• Contribuye a la deforestación • Uso de leña/gas • No elimina la turbidez • Genera humo • No elimina la contaminación química	• Disminución de enfermedades originadas por el consumo de agua contaminada en las cinco comunidades	• Entrevista y encuesta	• Las personas están dispuestas a seguir practicando el método
		Cloración	• Práctica para la eliminación de microorganismos y virus presentes en el agua de consumo humano	• Práctica domiciliar • Precio bajo • Segundo método más utilizado en las comunidades • En cualquier tienda se puede obtener	• Cambio en el olor y sabor del agua • Desconocimiento del número de gotas por litro • Sólo es eficaz en agua clara • El uso excesivo, no controlado, causa intoxicación • La dosis debe de calcularse adecuadamente	• Aumento de las prácticas de cloración en las cinco comunidades	• Entrevista y encuesta	• Las personas aplican la cantidad óptima de gotas de cloro por cada litro de agua

Continuación cuadro 64.

		Sodis	• Práctica que elimina microorganismos y patógenos del agua potabilizándola	• Práctica domiciliar • Método gratuito • Elimina microorganismos contaminantes del agua.	• Método menos practicado en las cinco comunidades • No se puede usar cualquier botella plástica • Necesita 6 horas de sol	• Más del 6 % de personas realiza esta práctica de purificación	• Entrevista y encuesta	• Las personas utilizarán botellas PET óptimas para purificar el agua
Lineamientos de mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel comunitario								
Organización	Administrar el agua potable, lograr cubrir la demanda de agua y mejorar la calidad de este recurso.	Comités de agua	• El comité de agua y saneamiento es un modelo de gestión de servicios de aplicación local y comunitaria en el tema agua • Está conformada por un grupo de personas nombradas en asamblea general comunitaria	• Se conformaron tres comités de agua en las comunidades estudiadas. • Gestora de recursos, para mejorar el abastecimiento de agua • Desarrollo comunitario, equitativo e integral • Se organiza y trabaja para promover la mejora de la calidad del agua	• Proceso de inscripción pendiente ante la municipalidad de Patulul	• Aumento de organización, administración y mejora de los sistemas de agua • Registro de los parámetros establecidos por la Norma Guatemalteca "COGUANOR NTG 29001" para potabilidad	• Entrevista y monitoreo de actores en cada comunidad	• El presidente/a de cada comité de agua, gestionará los análisis de agua ante las autoridades de salud

Continuación cuadro 64.

Lineamientos de mejora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a nivel de municipal								
Propuesta de la Creación de una unidad técnica	Creación de una unidad técnica que funcione como oficina de agua y saneamiento, a través de la aprobación legal	Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS)	• Unidad técnica altamente capacitada y responsable de las operaciones y mantenimiento de los servicios de agua potable • Entidad responsable del saneamiento	• Sé presentó la Fase I, de un total de IV fases, a la corporación municipal de Patulul, Suchitepéquez, período 2020 - 2024 • Personal calificado y apoyo técnico al comité de agua, de parte del Comité campesino del Altiplano (CCDA)	• Falta la aprobación legal mediante un acuerdo municipal, para la apertura de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS)	• Disminución de la presencia de microorganismos, contaminantes que afectan la potabilidad, calidad y salud	• Análisis de laboratorio para potabilidad • Mejora en el servicio y calidad del agua en la comunidad • Entrevista y encuesta • Visita de campo y monitoreo	• La Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), acompañará a las cinco comisiones de agua. Y a la población en general del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

2.7 CONCLUSIONES

La hipótesis se confirma, las prácticas de los habitantes son inadecuadas e insuficientes. Aunque un porcentaje elevado conoce diferentes métodos de purificación, un número menor lo práctica, y algunas personas los desconocen.

1. Los parámetros fisicoquímicos de las 10 muestras de agua, presentaron valores aceptables, según lo establecido por la Norma Guatemalteca “COGUANOR NTG 29001”. Sin embargo, los resultados microbiológicos, únicamente 2 muestras son aptas: el nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II y el agua de grifo (chorro) de la Nueva Esperanza. Por lo tanto, el agua domiciliar en cuatro comunidades (Los Tarros, Buena Vista II, La Esperanza I y El Esfuerzo) no es apta, para el consumo humano. Poniendo en evidencia el tratamiento inadecuado por parte de la municipalidad y comités de agua.
2. Las personas entrevistadas en las cinco comunidades, respondieron mayoritariamente que conoce el método de hervido del agua, representando un rango del 51 % a 77 %. El método de hervido es una práctica tradicional y se basa en el conocimiento de las personas para purificar el agua, esta práctica es importante que se siga fomentando, como una alternativa primordial, para la eliminación de impurezas en el agua de consumo en el hogar. Sin embargo, también se observó que la segunda práctica más conocida es el método de cloración. Esta práctica, también debe de promoverse y ser utilizada para la desinfección del agua en el hogar y en los tanques de distribución comunitarios. Aplicando siempre la concentración correcta, para que cumpla con la eliminación de bacterias en el agua.
3. La ausencia de programas, planes y un manejo sostenible del recurso hídrico es una característica observable en los resultados microbiológicos de agua recolectados. La débil institucionalidad, gobernabilidad y organización es un factor que afecta directamente el cumplimiento del Código Municipal y Reglamento para el uso sostenible del agua en el municipio de Patulul, Suchitepéquez. Como alternativa, ante dicha problemática, el Comité Campesino del Altiplano (CCDA), promueve programas de acompañamiento al desarrollo rural comunitario, y lazos de trabajo, con diferentes Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales, para alcanzar resultados óptimos y que las personas mejoren sus condiciones de vida, tal es el caso, la propuesta de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS).

2.8 RECOMENDACIONES

1. Se debe impulsar a la municipalidad el cumplimiento del reglamento y código municipal, para mejorar la calidad del agua de consumo humano en sus parámetros bacteriológicos.
2. Los comités de agua, deben de ser legalizados lo más pronto posible, para que puedan ejecutar mejoras en sus sistemas de abastecimiento de agua y rendir cuentas a Gobernación, para evitar conflictos legales.
3. Promover campañas comunitarias a cargo de la municipalidad, comités de agua y escuelas, en temas de reforestación y limpieza de los nacimientos, ríos y fuentes de agua.
4. El Centro de Atención Permanente (CAP) del área de salud en coordinación con los comités de agua y autoridades municipales, debe monitorear periódicamente cada mes las fuentes de agua, y realizar la medición de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para tener un mejor control en el comportamiento de la calidad y una actualización de la base de datos.
5. Promover campañas de divulgación a la población de las cinco comunidades, sobre las diferentes prácticas de tratamiento del agua (hervir, clorar u otros), y recalcarles la importancia de los mismos.
6. Que el Comité Campesino del Altiplano (CCDA), en conjunto con los comités de agua y juntas directivas, continúen el seguimiento y gestión para la apertura de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS).
7. La Facultad de Agronomía, debe seguir promoviendo estudios e investigaciones similares que permitan conocer la calidad del agua que consumen las personas del área rural, y darle seguimiento y una posible solución a esta problemática.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Barrios, R., & Severiche Sierra, C. C. (2013). *Biología y microbiología ambiental, prácticas de laboratorio*. España: EUMED.NED. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/ciencia/2013/22/22.pdf>
- Ajbal, L. (15 de 03 de 2019a). Información sobre el nacimiento de agua de Pochúta, Chimaltenango, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Presidenta). (J. Us, Entrevistador)
- Ajbal, L. (12 de 03 de 2019b). Toma de muestras de agua de la comunidad, La Esperanza I, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Presidenta). (J. Us, Entrevistador)
- American Public Health Association, USA (APHA). (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. (S. m. wastewater, Ed.) Obtenido de USA: APHA: <http://www.standardmethods.org>
- Asociación Comunitaria para el Desarrollo, Guatemala (SERJUS). (2016). *Propuesta de ley de aguas desde los pueblos*. Obtenido de Guatemala: SERJUS. : <http://www.serjus.org.gt/propuesta-de-ley-de-aguas-desde-los-pueblos/>
- CARE, Guatemala. (2016). *Modelo de la creación e implementación de una oficina municipal de agua y saneamiento -OMAS-*. Obtenido de San Marcos, Guatemala: CARE, Guatemala.: <https://es.scribd.com/document/427278286/omas>
- Chibindal, C., Arada, P. M., & Pérez, P. N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 303-321. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443551310010>
- Claure Oviedo, M. A. (2006). *Validación de método SODIS como alternativa para la desinfección del agua en la ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, Honduras*. Obtenido de (Tesis Lic. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE): Zamorano, Honduras): <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/519/1/T2386.pdf>
- Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala, (COGUANOR). (2013). *COGUANOR NTG 29001: Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. Obtenido de Guatemala: COGUANOR: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludabmiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>

- Congreso de la República de Guatemala, Guatemala. (2002). *Decreto 12-2002: Código municipal*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Mayo, 13, 1-13: <https://scp.gob.gt/wp-content/uploads/2017/03/CODIGO-MUNICIPAL.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística, Guatemala, (INE). (2018). *ENEL: Encuesta nacional de empleo e ingresos 1-2018*. Obtenido de Guatemala: INE: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2018/12/17/20181217134618Qofx8MPyS9OdyK8BAy1XeZ3hIDJ1sUO9.pdf>
- Maldonado, E. (14 de 02 de 2019). Toma de muestra de agua, en grifo, Comunidad La Nueva Esperanza, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: La Nueva Esperanza, Lideresa). (J. Us, Entrevistador)
- Martínes Rebollar, A., & Campos Francisco, W. (2015). *Correlación entre actividades de interacción social registradas con nuevas tecnologías y el grado de aislamiento social en los adultos mayores*. Obtenido de Ingeniería Biomédica, 36(3), 181-191: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmib/v36n3/v36n3a4.pdf>
- Mejía, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y la percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Geronimo, Honduras*. Obtenido de (Tesis Mag. Sc, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE): Turrialba, Costa Rica): <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2014). *Acuerdo Gubernativo 049-2014: Reglamento municipal para el manejo sostenible del agua de Patulul, Suchitepéquez*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Julio, 13, 5-6: <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/12956.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS). (2013). *Acuerdo Gubernativo 418-2013: Política nacional del sector de agua potable y saneamiento*. Obtenido de Guatemala, MSPAS: <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludabmiente/regulacionesvigentes/PoliticaNacionalAPS/PoliticaNacionalSectorAguaPotableSaneamiento.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala, (MSPAS). (2019). *Memoria de labores: Indicadores básicos de análisis de situación de salud*. Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: MSPAS.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad Ejecutora Programa y Acueductos Rurales, Guatemala (MSPAS-UNEPAR). (1982). *El reglamento del sistema de agua potable*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Septiembre, 30, 16-28: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/204.1-94MO-12-12557.pdf>

- Monroy García, E. M. (2012). *Diagnóstico de la calidad fisicoquímica y microbiológica en agua de suministro potable para 6 aldeas y cabecera municipio de San Vicente Pacaya, conforme a la norma COGUANOR NGO 29001*. Obtenido de (Tesis Mag. Art. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala): <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEC52.pdf>
- Moscoso Chazi, C. (2003). *Métodos tradicionales para purificar el agua*. Obtenido de La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 2(1), 25-27:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5969769>
- Organización Mundial de la Salud, Suiza (OMS). (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de Suiza, OMS:
https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Organización Panamericana de la Salud, Guatemala, (OPS). (2015). *Agua y saneamiento*. Obtenido de
https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=789:agua-y-saneamiento&Itemid=405
- Pérez López, E. (2016). *Control de la calidad en aguas para consumo humano en la región de Costa Rica*. Obtenido de Tecnología en Marcha, 29(3), 3-14:
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2884/pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, USA, (PNUD). (2006). *Informe sobre desarrollo humano*. Obtenido de Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
- Ramos, E. (19 de 02 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad La Nueva Esperanza, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretario). (J. Us, Entrevistador)
- Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., & Clesceri, L. S. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. (22 ed.). USA: American Public Health Association.
- Salazar, A. (8 de 02 de 2019). Información sobre las principales enfermedades presentes en la población del municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: CAP, Inspector de Agua). (J. Us, Entrevistador)
- Sánchez, G. (11 de 03 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Los Tarros, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: Comité de Aguas, Secretaria). (J. Us, Entrevistador)

Sapón, D. (12 de 03 de 2019). Información sobre el nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. (Patulul, Suchitepéquez, Guatemala: COCODE, Vocal II). (J. Us, Entrevistador)

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Patulul, Suchitepéquez*. Obtenido de Guatemala: SEGEPLAN, Dirección de Planificación Territorial:
<https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-patulul>

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (USAC). (2016). *Informe final diálogos por el agua*. Obtenido de Comisión Ley de Aguas Consejo Superior Universitario: <http://fausac.gt/wp-content/uploads/2017/03/Informe-Dialogos-por-el-Agua-USAC-2016.pdf>

Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, Guatemala (IARNA). (2005). *Situación del recurso hídrico en Guatemala*. Obtenido de Guatemala: IARNA:
<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0135/doc0135.pdf>

Wegelin, M. (2005). *Desinfección solar del agua: Guía de aplicación*. Obtenido de La Paz, Cochabamba, Bolivia: Weinberg:
<https://www.hwts.info/document/aa96156f/desinfeccion-solar-del-agua-guia-de-aplicacion>

Witt, V. M., & Reiff, F. M. (1993). *La desinfección del agua a nivel casero en zonas urbanas marginales y rurales*. Obtenido de Sistema de Información de Salud Ambiental:
http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/Desinfeccion_Agua_Casero_Zonas_%20Urbanas_%20Marginales_Rurales.pdf

 Rolando Barrios

2.10 ANEXOS

2.10.1 Valores guía para la estimación microbiológica del agua

Cuadro 65A. Límites para varias combinaciones de resultados de fermentación de tubos múltiples (9223B), estimación de la densidad bacteriana.

Combinación de positivas	MPN Índice/100mL	Límites de confianza		Combinación de positivas	MPN Índice/100mL	Límites de confianza	
		bajo	alta			bajo	alta
0-0-0	<1.8	-----	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1.8	0.090	6.8	4-1-0	17	6.0	40
0-1-0	1.8	0.090	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3.6	0.70	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3.7	0.70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5.5	1.8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5.6	1.8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2.0	0.10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4.0	0.70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6.0	1.8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4.0	0.71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6.1	1.8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8.1	3.4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6.1	1.8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8.2	3.4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8.3	3.4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3.5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3.5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4.5	0.79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6.8	1.8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9.1	3.4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6.8	1.8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9.2	3.4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4.1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9.3	3.4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4.1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5.9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4.1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5.9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5.9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7.8	2.1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3.5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5.6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3.5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5.6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6.0	38	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5.7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6.8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6.8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6.8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6.8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9.8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6.8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9.8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9.8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4.1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5.9	36	5-5-5	> 1600	700	-----
4-0-2	21	6.8	40				

Fuente: (Rice, Baird, Eaton, & Clesceri, 2012).

126

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Unidad de Análisis Instrumental
 Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12
 Teléfono: 2418-9412

2.10.2 Resultados fisicoquímicos de 10 abastecimientos de agua

Cuadro 66A. Recopilado de datos de muestras fisicoquímicas obtenidas de laboratorio.

Lugar	Muestra agua	Número de registro	Fecha de recepción	Análisis de parámetros fisicoquímicos						
				pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	Turbidez UNT	Sólidos totales mg/L	Alcalinidad mg/L CaCO_3	Sulfatos mg/L SO_4^{2-}	Dureza total mg/L CaCO_3
Patulul, Suchitepéquez, Guatemala/Comunidades	Nacimiento Los Tarros	1907220	18/07/2019	7.42	275	0.34	299	22.23	32.88	24
	Tanque de distribución Los Tarros	1907219	18/07/2019	7.52	276	0.56	264	22.04	39.37	16
	Chorro Los Tarros	1905089	03/05/2019	7.6	263	0.19	308	11.31	22.52	144
	Nacimiento Buena Vista II	1907221	18/07/2019	6.91	110	3.1	182	13.65	5.3	8
	Chorro Buena Vista II	1905090	03/05/2019	7.6	108.5	1.71	173	24.38	5.8	116
	Chorro La Esperanza I	1905091	03/05/2019	7.5	112.4	0.69	185	12.29	4.85	64
	Chorro La Nueva Esperanza	1905095	07/05/2019	8	144.5	1.38	177	36.27	7.1	68
	Nacimiento El Esfuerzo	1903048	15/03/2019	7.6	247	0.54	265	23.4	26.56	116
	Tanque de distribución El Esfuerzo	1903049	15/03/2019	7.5	245	0.42	266	24.38	27.58	132
	Chorro El Esfuerzo	1903050	15/03/2019	7.5	252	0.4	264	24.57	27.31	128
	Parámetros máximos y mínimos establecidos por la Norma Guatemalteca Obligatoria "COGUANOR NGO 2900"			6.50 -8.50	50 -750	15	1,000	—	250	500

Fuente: elaboración propia, 2019.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR-
 Edificio T-12, 2do. Nivel, Ciudad Universitaria, Zona 12
 Teléfono: 2418-9400, ext. 108

2.10.3 Resultados microbiológicos de 12 abastecimientos de agua

Cuadro 67A. Recopilado de datos de muestras microbiológicas obtenidas de laboratorio.

Lugar	Muestras de agua	Número. de Informe de resultado	Fecha de muestreo	Hora del muestreo	Fecha de recepción	Hora de recepción	Análisis microbiológico NMP/100 mL		
							C. totales	E. coli	*LMP COGUANOR NTG 29001
Patulul, Suchitepéquez, Guatemala/Comunidades	Nacimiento Los Tarros	238-19	18/07/2019	10:20 a.m.	18/07/2019	14:00 p.m.	17	< 1.8	<1.8
	Tanque de distribución Los Tarros	240-19	18/07/2019	10:50 a.m.	18/07/2019	14:00 p.m.	14	9.2	<1.8
	Chorro Los Tarros	158-19	07/05/2019	8:00 a.m.	07/05/2010	14:35 p.m.	920	14	<1.8
	Nacimiento Buena Vista II	239-19	18/07/2019	8:10 a.m.	18/07/2019	14:00 p.m.	<1.8	<1.8	<1.8
	Chorro Buena Vista II	163-19	07/05/2019	10:05 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	350	7.8	<1.8
	Tanque de distribución La Esperanza I	337-19	10/10/2019	9:10 a.m.	10/10/2019	13:35 p.m.	540	11	<1.8
	Chorro La Esperanza I	162-19	07/05/2019	9:35 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	11	<1.8	<1.8
	Chorro de La Esperanza I	336-19	10/10/2019	9:30 a.m.	10/10/2019	13:35 p.m.	>1,600	4	<1.8
	Chorro La Nueva Esperanza	157-19	07/05/2019	7:35 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	<1.8	<1.8	<1.8
	Nacimiento El Esfuerzo	159-19	07/05/2019	8:55 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	350	110	<1.8
	Tanque de distribución El Esfuerzo	160-19	07/05/2019	9:20 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	540	46	<1.8
	Chorro El Esfuerzo	161-19	07/05/2019	10:20 a.m.	07/05/2019	14:35 p.m.	350	49	<1.8

Fuente: elaboración propia, 2019.

2.10.4 Parámetros de Spearman y correlación de muestras fisicoquímicas de grifo (chorro) vs. las condiciones locales comunitarias

Cuadro 68A. Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.

Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.	
Valor de r	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: (Martínez Rebollar & Campos Francisco, 2015).

Cuadro 69A. Valores del coeficiente de correlación de cinco muestras de agua vs. las condiciones locales comunitarias.

Parámetros fisicoquímicos	Condiciones locales	r
El pH vs.	Drenajes	0.50
	Servicio de agua	-0.96
	Tratamiento del agua	0.40
Conductividad vs.	Drenajes	-0.66
	Servicio de agua	0.19
	Tratamiento del agua	-0.98
Turbidez vs.	Drenajes	0.33
	Servicio de Agua	-0.44
	Tratamiento del agua	0.82
Sólidos totales vs.	Drenajes	-0.67
	Servicio de agua	0.26
	Tratamiento del agua	-0.96
Alcalinidad vs.	Drenajes	0.22
	Servicio de agua	-0.58
	Tratamiento de agua	0.34
	Drenajes	-0.75

Continuación cuadro 69A.

Sulfatos vs.	Servicio de agua	0.36
	Tratamiento de agua	-0.98
Dureza total vs.	Drenajes	-0.97
	Servicio de agua	0.33
	Tratamiento del agua	0.65

Fuente: elaboración propia, 2020.

2.10.5 Principales características que favorecen la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en las fuentes de abastecimiento de agua



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 21A. Interior (a) y exterior (b) de la infraestructura del nacimiento de agua comunidad El Esfuerzo.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 22A. Primera visita de reconocimiento al nacimiento comunidad La Esperanza I.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 23A. Tanque de agua comunidad El Esfuerzo (a) y canasto plástico para la aplicación de pastillas de cloro (b).



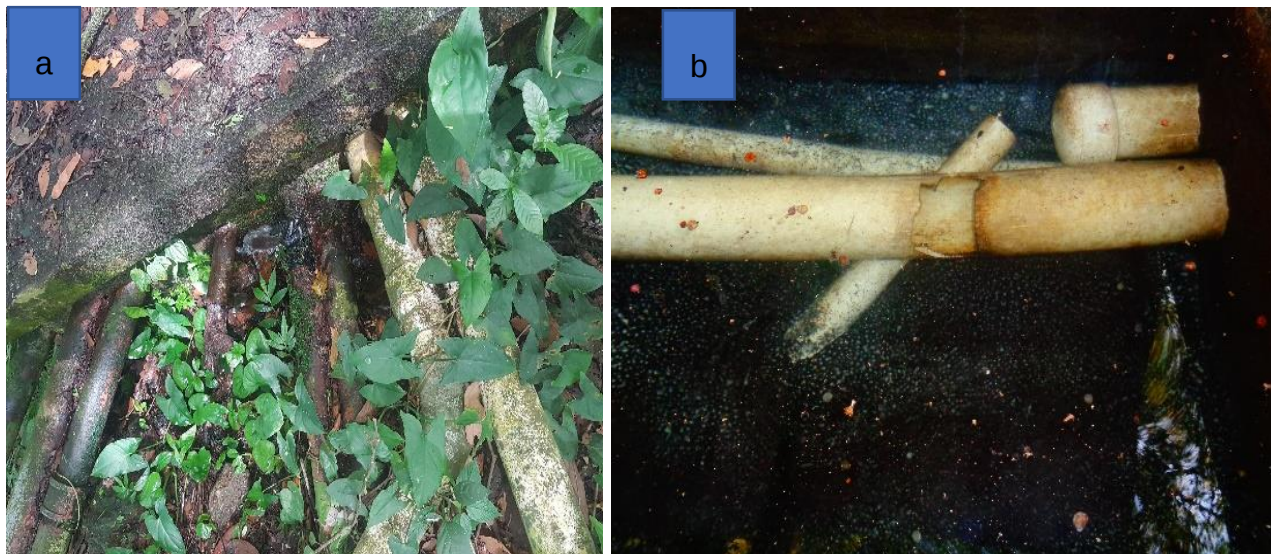
Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 24A. Tanque de agua comunidad Los Tarros (a) y (b) y primera caja de distribución de agua La Esperanza I (c).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 25A. Caja y llave de paso de agua comunidad El Esfuerzo (a y b), y caja de agua comunidad Buena Vista II (c).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 26A. Tubería conductora de agua comunidad Buena Vista II (a) y El Esfuerzo (b).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 27A. Conexiones no autorizadas en el sistema de agua de Los Tarros (a) y El Esfuerzo (b).

2.10.6 Reglamento municipal para el manejo sostenible del agua de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala

MUNICIPALIDAD DE PATULUL, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ

Acuérdase emitir el siguiente: **REGLAMENTO MUNICIPAL PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL AGUA DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ.**

EL INFRASCRITO SECRETARIO MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE PATULUL DEL DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ. -----.

CERTIFICA:

HABER TENIDO A LA VISTA EL LIBRO DE ACTAS DE SESIONES MUNICIPALES QUE PARA EL EFECTO SE LLEVA EN ESTA DEPENDENCIA EN EL CUAL SE ENCUENTRA EL ACUERDO MUNICIPAL CONTENIDO EN EL PUNTO SÉPTIMO DEL ACTA NÚMERO. 049-2014. DE SESIÓN ORDINARIA CELEBRADA POR ESTE CONSEJO EL DÍA DIECINUEVE DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL CATORCE, QUE COPIADO LITERALMENTE DICE;-----

-----.

SÉPTIMO; El Honorable Consejo de la Municipalidad del Municipio de Patulul del Departamento de Suchitepéquez;

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con el artículo 353 de la Constitución Política de la República, corresponde a la Municipalidad la función de atender los servicios públicos locales.

CONSIDERANDO:

Que de acuerdo a lo establecido en el código municipal; Decreto 12-2002 del Congreso de la República, corresponde a la corporación municipal establecer, regular y mantener los servicios públicos; así como la emisión de las ordenanzas y reglamentos necesarios para ese fin.

CONSIDERANDO:

Que es competencia del Gobierno Municipal velar por la integridad de su patrimonio y proteger los recursos del municipio y para lo cual emitirá los acuerdos y reglamentos necesarios, a tener de los artículos 33, 35 incisos b) e y) del Código municipal.

ACUERDA:

Emitir el siguiente: **REGLAMENTO PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL AGUA DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ.**

Capítulo I

Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto del reglamento: Regular las relaciones ente la municipalidad y al abonado en ocasión de la prestación y consuma de agua potable. Además, asegurar la disponibilidad del recurso agua, en cantidad y calidad para cubrir las necesidades de los habitantes del municipio de Patulul y el uso racional del agua por parte de la población del municipio, considerando de interés público la protección y la conservación de la cuenca y de su área de recarga hídrica.

Artículo 2. Ámbito de aplicación: El presente reglamento es de aplicación obligatoria para todos los usuarios del servicio de agua potable del sistema municipal del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Artículo 3. Usos del agua que regula el presente reglamento: El reglamento norma los siguientes usos del agua: servicio de agua potable urbana, uso para riego, industrial y comercial.

Artículo 4. Definiciones: Para la debida interpretación del reglamento, las palabras o términos en él usados, se entenderán así:

- a) Acometida domiciliar: es la tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo del usuario o abonado, que va desde la tubería de distribución propia de la municipalidad a la llave de paso: y para cualquier uso debe tener un diámetro de 1/2 inch.

- b) Instalación domiciliar: Es la red de distribución que parte desde la salida de la llave de paso hacia el interior del inmueble que recibe el servicio:
- c) Corte: interrupción del servicio de agua ordenado por municipalidad de Patulul y ejecutado por personal de la misma
- d) Datación: acto mediante el que es instalada y registrase en la municipalidad los títulos de agua potable del usuario que lo solicito.
- e) Derecho de servicio de agua potable de un inmueble: es el que corresponde al usuario que se le preste el servicio de suministro de agua potable en un inmueble específico, respaldado mediante un título y El pago de la tasa correspondiente.
- f) Fraudulencia: forma en que las personas, individual o jurídica, defraudan a la municipalidad es su aprovisionamiento de agua potable por medio de conexión no autorizada y mal uso del servicio.
- g) Reconexión: reanudación del servicio por parte de la Municipalidad y ejecutado por personal de la misma, cuando éste hubiere sido suspendido o cortado por cualquier causa.
- h) Suspensión: interrupción del servicio por ceso fortuito o de fuerza mayor o a solicitud del usuario o abonado.
- i) Tarifa: escala de precios fijada por la corporación municipal por L de agua consumida mensualmente por el abonado.
- j) Tasa por derecho de acometida, valor fijado por la corporación municipal a la datación del servicio de agua potable a un inmueble o trasladó a otro inmueble diferente al que originalmente se le proveyó,
- k) Urbanización: Inmueble fraccionado en lotes destinados a edificación de viviendas.
- l) Urbanizador: la personas individual o jurídica responsable de la construcción y del desarrollo de una urbanización
- m) Usuario o abonado: persona individual o jurídica que adquiere un derecho o título de servicio de agua potable para un inmueble.
- n) La municipalidad de Patulul, tiene como función el establecimiento del servicio de agua potable, su mantenimiento y administración de los recursos hídricos del municipio, la autorización de venta de agua potable, suspensión y dotación de tales servicios.

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2014).

Figura 28A. Reglamento municipal, para el manejo sostenible del agua en el municipio de Patulul, Suchitepéquez, Guatemala.

2.10.7 Boleta de encuesta

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMÍA AREA INTEGRADA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		 FACULTAD DE AGRONOMÍA
BOLETA DE ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LAS 5 COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.		
Nombre: _____	Género: Masculino	
Comunidad: _____	Femenino	
1 ¿El agua que consume en el hogar la purifica?		
Sí		No
2 El agua que hay en la comunidad considera que es:		
A. suficiente para satisfacer las necesidades de la familia		
B. Es poca		
C. No hay		
3 ¿La calidad del agua de su comunidad es?		
A. Buena		B. Regular C. mala
4 ¿Cómo acceden al agua?		
A. Tubería		
B. La trae del pozo		
C. La trae del río		
5 ¿Si el agua no llega por tubería, quién trae el agua a la casa?		
Las mujeres		
Los hombres		
Los niños/niñas		
Las mujeres y los niños/a		
6 ¿Qué significado tiene el agua en su hogar?		
A. Recurso para la vida		C. Debe de sanearse
B. Es para uso doméstico		D. Ninguno
7 Cuales métodos conoce para purificar el agua?		
Hervir		clorar colar
Filtro		solear Ninguno
		todas/anteriores
8 ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?		
Hervir		clorar
Filtro		solear Ninguno
		Todos los anteriores
9 ¿Tiene algún filtro de agua en su hogar?		
Sí		No
10 Seleccione cuál de estas enfermedades produce el agua contaminada		
Ninguna Enfermedad		Vómitos Todas las anteriores
Problemas de piel		Gripe
Dolor de estómago		Diarrea
11 ¿Qué hacen para prevenir las enfermedades producidas por el agua contaminada?		
Tratar el agua		No utilizar el agua Nada
12 ¿Siembran árboles alrededor de las fuentes de agua?		
Sí		No

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 29A. Boleta de encuesta.

2.10.8 Resultado total de encuestas realizadas en cinco comunidades

Comunidad	No.	Nombre	Género		1. ¿Purifica usted el agua?	2. ¿El agua que hay en la comunidad es?	3. ¿La calidad del agua es?	4. ¿Cómo acceden al agua?				5. ¿Quién trae el agua a la casa?				6. Qué significado tiene el agua en el hogar	7. ¿Usted conoce algún método para purificar el agua?				8. ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?				9. Uso de ecofiltro	10. enfermedades que causa el agua contaminada				11. ¿Que hace para prevenir las enfermedades por el agua contaminada?	13. ¿Siembran árboles en fuentes de agua?																				
			M	F	SI	NO	Suficiente	Es poca	No hay	Buena	Regular	Mala	Tubería	Pozo	Río	tubería agua -pozo	mujeres	hombres	niños/niña	mujeres	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Si	No	Diarrea	Gripe	Problema de la piel	Todas	No sabe	Tratar el agua en el hogar	No utilizaría	Nada	Si	No						
LOS TARROS	1	Alejandro Alberto	1		1		1			1				1						1			1							1		1				1				1			1								
	2	Amanda Leticia Charral		1		1		1			1				1					1		1										1	1						1				1								
	3	Ana Beatriz Recinos		1	1		1			1		1				1						1	1					1	1						1	1					1			1							
	4	Antonio Sirin Perez	1		1		1			1		1								1								1	1							1				1			1								
	5	Blanca Chiché		1	1		1			1			1							1								1							1	1					1			1							
	6	Blanca Estela Chirum		1	1		1			1			1							1		1	1					1									1			1			1								
	7	Carmen Perez Santos		1		1		1			1				1					1		1						1							1	1					1			1							
	8	Carmen Yoc		1	1		1			1			1				1											1								1				1			1								
	9	Catarina Pu Itzep		1	1				1	1				1						1								1	1							1	1					1			1						
	10	Clara Luisa Pérez		1		1		1			1	1								1		1						1								1	1					1			1						
	11	Creliy Charral		1	1		1				1		1							1								1								1	1					1			1						
	12	Devi Carolina López		1		1		1			1			1				1										1											1				1			1					
	13	Elvira Ramirez		1		1		1			1		1							1								1												1			1			1					
	14	Eunice Axulen		1	1		1			1			1							1		1						1									1	1					1			1					
	15	Evangelina Romero		1	1		1		1				1							1									1												1			1			1				
	16	Francisco Paz	1			1		1			1			1						1								1											1	1					1			1			
	17	Gardenia Sanchez		1		1		1				1	1							1								1														1			1			1			
	18	Jennifer Julissa Medina Paz		1		1		1			1		1							1								1														1			1			1			
	19	Juana de Charal Us		1	1		1				1		1							1								1													1			1			1				
	20	Lidia de Jesus Lopez		1		1		1				1	1							1								1														1			1			1			
	21	Luis Barrios	1			1		1				1	1							1									1														1			1			1		
	22	Mariela de Tello		1	1		1			1			1							1								1														1			1			1			
	23	Marta Cruz Ajcalon		1		1		1			1		1							1								1														1			1			1			
	24	Mirian Canel		1	1		1				1		1							1								1														1			1			1			
	25	Olga Gonzales		1	1			1			1		1							1								1														1			1			1			
	26	Reginaldo Yol	1			1		1				1	1							1								1														1			1			1			
	27	Rosa Cristina Coac		1	1		1				1		1						1									1														1			1			1			
	28	Sabina mejia Castro		1		1		1				1	1							1								1														1			1			1			
	29	Wendy Coz		1		1		1			1				1	1													1													1			1			1			
	30	Zulma Pu		1		1		1			1		1							1								1														1			1			1			
		TOTAL	5	25	16	14	5	23	2	9	14	7	25	2	1	2	4	4	0	0	22								3		3	27	18	0	6	3	3	17	6	7	7	23									
		%	17	83	53	47	17	77	7	30	47	23	83	7	3	7	13	13	0	0	73								10		10	90	60	0	20	10	10	57	20	23	23	77									

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 30A. Resultado de encuesta Los Tarros.

Comunidad	No.	Nombre	Genéro		1. ¿Purifica usted el agua?	2. ¿El agua que hay en la comunidad es?	3. ¿La calidad del agua es?	4. ¿Cómo acceden al agua?			5. ¿Quién trae el agua a la casa?			6. Qué significado tiene el agua en el hogar	7. ¿Usted conoce algún método para purificar el agua?	8. ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?	9. Uso de ecofiltro	10. enfermedades que causa el agua contaminada	11. ¿Que hace para prevenir las enfermedades por el agua contaminada?	13. ¿Siembran árboles en fuentes de agua?																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			M	F	SI	NO	Suficiente	Es poca	No hay	Buena	Regular	Mal	Tubería	Pozo	Río	tubería agua -pozo	mujeres	hombres	niños/niña	mujeres	Ninguno	6.1. CRITERIO PERSONAL				Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Si	No	Diarrea	Gripe	Problema de la piel	Todas	No sabe tratar el agua en el hogar	No utilizarla	Nada	Si	No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 31A. Resultado de encuesta Buena Vista II.

Comunidad	No.	Nombre	Género		1. ¿Purifica usted el agua?		2. ¿El agua que hay en la comunidad es?		3. ¿La calidad del agua es?		4. ¿Cómo acceden al agua?		5. ¿Quién trae el agua a la casa?		6. Qué significado tiene el agua en el hogar	7. ¿Usted conoce algún método para purificar el agua?					8. ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?					9. Uso de ecofiltro		10. enfermedades que causa el agua contaminada				11. ¿Que hace para prevenir las enfermedades por el agua?		13. ¿Siembran árboles en fuentes de agua?														
			M	F	SI	NO	Suficiente	Es poca	No hay	Buena	Regular	Mala	Tubería	Pozo		Río	tubería agua -pozo	mujeres	hombres	niños/niña	mujeres	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Si	No	Diarrea	Gripe	Problema	Todas	No sabe	Tratar el	No utilizarla	Nada	Si	No		
			6.1. CRITERIO PERSONAL																																													
LA NUEVA ESPERANZA	1	Ana Ventura		1	1			1		1			1								1					1							1			1					1			1				
	2	Angelica Beatriz Mateo		1	1			1			1			1	1							1	1				1	1					1	1							1			1				
	3	Aura Marina Nicolas Gonzales		1	1			1			1			1							1					1							1	1					1				1					
	4	Blanca Elizabeth Baran Pérez		1		1		1		1			1				1									1							1	1		1			1			1						
	5	Candelaria Emperatriz Barrios Mendoza		1		1		1		1			1									1					1						1	1			1			1			1					
	6	Celina Martinez Jeronimo		1		1		1		1			1													1							1	1					1			1						
	7	Danica Arana Monterroso		1		1		1		1			1				1					1												1	1			1			1							
	8	Fausto Leonel Higueros	1			1		1		1			1				1																		1	1			1			1						
	9	Florinda Rosales		1		1		1		1			1														1							1	1				1			1						
	10	Ingrid Lorena Juarez		1		1		1		1			1				1						1				1	1						1	1				1			1						
	11	Janeth Elizabeth Rodas Hernández		1		1		1			1	1															1							1	1				1			1						
	12	Jose Manuel	1			1		1		1			1				1										1							1	1			1			1							
	13	Juana de La Cruz Cumpar Gómez		1		1		1		1			1														1							1	1				1			1						
	14	Maria Tun Garcia del Aguila		1		1			1		1		1														1							1	1				1			1						
	15	Maritza Valenzuela		1		1		1		1		1	1														1							1	1				1			1						
	16	Marta Regina Cocon Sanic		1		1		1		1			1														1							1	1				1			1						
	17	Mirian Flora Mateo Coronado		1		1		1		1		1	1														1							1	1				1			1						
	18	Monica Godoy		1		1		1			1	1																						1	1		1			1			1					
	19	Patricia Maribel Poy Montenegro		1		1			1		1		1														1								1	1				1			1					
	20	Reina Judith		1		1		1		1		1															1							1	1				1			1						
	21	Reina Victoria Lopez		1		1		1		1		1															1							1	1				1			1						
	22	Saira Dianet Fuentes Escobar		1		1		1		1		1															1							1	1				1			1						
	23	Silvia Calan Mazariegos		1		1		1		1		1															1							1	1				1			1						
	24	Silvia Elizabeth Tello Ruiz		1		1		1		1		1			1												1							1	1				1			1						
	25	Teresa Lopez Sanchez		1		1		1		1			1														1							1	1				1			1						
	26	Thania Dalila Valenzuela Rosales		1		1		1		1		1			1												1							1	1				1			1						
	27	Vilma Carolina Cunen Martin		1		1		1		1		1			1												1							1	1				1			1						
	28	Yoselin Reyex		1		1	1			1																									1	1				1			1					
			TOTAL	2	26	15	13	1	26	1	12	14	2	16	9	2	1	8	3	0	0	0				14	12	0	3	0	3	12	10	0	1	8	0	28	15	5	1	2	5	16	8	4	6	22
			%	7	93	54	46	4	93	4	43	50	7	57	32	7	4	29	11	0	0	0				50	43	0	11	0	11	43	36	0	4	29	0	100	54	18	4	7	18	57	29	14	21	79

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 32A. Resultado de encuesta La Nueva Esperanza.

Comunidad	No.	Nombre	Género		1. ¿Purifica usted el agua?	2. ¿El agua que hay en la comunidad es?	3. ¿La calidad del agua es?	4. ¿Cómo acceden al agua?			5. ¿Quién trae el agua a la casa?				6. Qué significado tiene el agua en el hogar	7. ¿Usted conoce algún método para purificar el agua?				8. ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?				9. Uso de ecofiltro o	10. enfermedades que causa el agua contaminada				11. ¿Que hace para prevenir las enfermedades por el agua contaminada?	13. ¿Siembran árboles en fuentes de agua?																
			M	F	SI	NO	Suficiente	Es poca	No hay	Buena	Regular	Mala	Tubería	Pozo	Río	tubería agua -pozo	mujeres	hombres	niños/niña	mujeres	niños/niña	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	SI	No	Dianrea	Gripe	Problema de la piel	Todas	No sabe	Tratar el agua en el hogar	No utilizarla	Nada	SI	No						
LA ESPERANZA I	1	Adelina Colmenar		1	1		1				1										1																						1			
	2	Albertina Mendez de Tocón		1	1				1			1										1			1								1										1			
	3	Albertina Upun		1	1		1			1		1									1																						1			
	4	Alexander Velasquez Toledo	1			1	1			1		1									1																						1			
	5	Alicia Monzon		1		1	1			1		1									1																						1			
	6	Alicia Morales		1	1		1			1		1									1																						1			
	7	Alicia Talquin		1	1		1			1		1									1																						1			
	8	Alida Perez		1	1		1			1		1									1																						1			
	9	Amicar Lopez	1		1		1			1		1									1																							1		
	10	Ana Isabel Leiva de Leon		1		1	1			1		1									1																							1		
	11	Ana Maria Reynoso		1		1	1			1		1									1																							1		
	12	Ana Socón		1		1	1			1		1									1																							1		
	13	Andrea Monterroso		1		1	1				1		1								1																							1		
	14	Antony Garcia	1			1			1		1		1								1																								1	
	15	Arcenia Zu		1		1		1			1		1								1																								1	1
	16	Aura Corzo		1		1	1			1		1									1																								1	
	17	Aura Marleni Chali		1	1		1			1		1									1																								1	
	18	Aurelia		1		1	1			1		1									1																								1	
	19	Beberly Martin		1	1			1			1		1								1																								1	
	20	Benita Castro Gutierrez		1		1		1		1		1									1																								1	
	21	Brenda Elizabeth Pacheco Pinto		1	1		1			1		1									1																								1	
	22	Briselda Jochola		1	1		1				1		1								1																								1	
	23	Carmelina Chocoj		1	1		1			1		1									1																								1	
	24	Carmen Mendez		1	1		1			1		1					1				1																								1	
	25	Carolina Garcia Mendez		1		1	1			1		1									1																								1	
	26	Clara Ramirez		1		1			1	1		1									1																								1	
	27	Consuelo Conoz		1		1	1			1		1									1																								1	
	28	Diana Mota		1		1	1				1		1								1																								1	
	29	Emiliano Lopez (Hijo)	1			1		1		1		1									1																								1	
	30	Emma Judith Pú		1		1	1			1		1									1																								1	

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 33A. Resultado de encuesta La Esperanza I.

Continuación figura 33A.

LA ESPERANZA I	31	Enmma Ajcot	1	1	1		1	1					1			1	1	1				1				1			1
	32	Esperanza Cael	1	1	1		1	1					1	vital para la vida, no sobrevivimos	1							1	1	1			1		1
	33	Euegenia Sut	1	1	1		1	1					1		1							1	1	1	1			1	1
	34	Eugenia Mendez	1	1	1		1	1					1		1	1						1	1	1			1		1
	35	Fátima Nohemí Ajbal	1	1	1		1	1					1	Esencial para la vida	1							1	1	1			1		1
	36	Felliciana Perez	1	1	1		1	1					1	Fuente de vida	1	1			1			1	1	1	1			1	1
	37	Felicio Castro	1	1	1		1	1					1		1							1	1	1			1		1
	38	Felipe Batz Gutierrez	1	1	1		1	1					1	Cuidados	1	1	1					1	1	1			1	1	1
	39	Fernanda Medina	1	1	1		1	1					1	Cuidar el agua				1	1			1		1		1		1	
	40	Flori morales	1	1	1		1	1					1	Necesaria para vivir	1							1	1	1			1		1
	41	Giedy Perez	1	1	1		1	1					1	El agua es esencial	1				1				1	1		1		1	1
	42	Glendy Yojana de la Cruz	1	1	1		1	1					1	Fuente de vida				1				1	1	1			1		1
	43	Griselda Mejia	1	1	1		1	1			1		1	Cuidado del Agua	1	1	1					1	1				1		1
	44	Hernestina Mendez	1	1	1		1	1					1		1							1	1				1		1
	45	Idalia Camey de la Cruz	1	1	1		1	1					1	El agua es fuente de vida	1							1	1	1			1		1
	46	Idalia Jimenez Castro	1	1	1		1	1					1		1								1	1			1		1
	47	Ingrid Ajbal Camey	1	1	1		1	1					1				1					1	1			1		1	1
	48	Irma del Carmen Gonzales Morales	1	1	1		1	1					1	El agua es una bendicion	1				1			1	1	1			1		1
	49	Irma Garcia	1	1	1		1	1					1	El agua es vida	1							1	1	1			1		1
	50	Irma Garriz	1	1	1		1	1					1	Fuente de vida				1	1	1			1	1			1		1
	51	Irma Yolanda de leon Garcia	1	1	1		1	1					1	Cuidado del Agua	1		1					1	1				1		1
	52	Isabel Batz Chaman	1	1	1		1	1					1		1	1						1	1				1		1
	53	Isabel Castro	1	1	1		1	1					1	El agua es fuente de vida	1							1	1				1		1
	54	Isabel Gutierrez	1	1	1		1	1					1				1					1	1				1		1
	55	Jackelin Garcia	1	1	1		1	1			1		1		1							1	1			1		1	1
	56	Jackelin García (Hija)	1	1	1		1	1					1	El agua es una bendicion			1					1	1			1		1	1
	57	Jennifer Carolina García (Mamá)	1	1	1		1	1					1	El agua es vida	1							1	1			1		1	1
	58	Jennifer Xiomara Boch	1	1	1		1	1					1				1					1	1			1		1	1
	59	Joseline Karina Mendez Xalpon	1	1	1		1	1					1		1			1				1	1			1		1	1
	60	Juan Garcia Lix	1	1	1		1	1					1	El agua es vida	1	1						1	1				1		1
	61	Juan Gomez	1	1	1		1	1					1			1						1	1				1		1
	62	Juana Samina Julaj	1	1	1		1	1					1	Bienestar al hogar	1				1				1	1	1			1	1
	63	Julia Rosales	1	1	1		1	1					1	Beneficia mucho, Es Importante	1				1				1	1			1		1
	64	Karen Sanchez	1	1	1		1	1					1		1							1	1				1		1
	65	Lesbia Ajbal	1	1	1		1	1					1	Vital para la vida	1				1				1			1		1	1
	66	Lesly	1	1	1		1	1					1	El agua importante para vivir	1	1						1	1	1			1		1
	67	Leticia Roblero	1	1	1		1	1					1	Indispensable para los humanos	1	1						1	1	1	1			1	1
	68	Lorenza Morales	1	1	1		1	1			1		1				1					1	1			1		1	1
	69	Luz Eliza Archila Gomez (Hija)	1	1	1		1	1					1	Un poco sobre el cuidado del agua	1				1	1			1	1			1		1
	70	maria Amperez	1	1	1		1	1					1	fuentes de vida	1	1						1	1		1		1		1
	71	Maria Antonia Toj	1	1	1		1	1					1	El agua es importante para vivir	1	1						1	1				1		1
	72	Maria de Martín	1	1	1		1	1					1	Vida	1							1	1		1		1		1
	73	María Eunice Ajbal	1	1	1		1	1					1	importante para vivir	1							1	1				1		1
	74	Maria Gomez	1	1	1		1	1					1		1							1	1				1		1
	75	Maria Perez	1	1	1		1	1					1		1	1						1	1				1		1

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 33A. Resultado de encuesta La Esperanza I.

Continuación figura 33A.

LA ESPERANZA I	76	Maria Xar		1	1	1		1		1						1							1	1			1			1	1	1
	77	Mariana Mendez		1	1	1		1	1							1				1				1	1	1				1	1	1
	78	Maricela Reyes		1	1	1	1		1	1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	79	Marina Calo		1	1	1			1	1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	80	Maria Lucrecia Yac		1	1	1		1		1						1	1			1	1				1	1	1			1	1	1
	81	Marleny Vega		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	82	Marlin Canil		1	1	1	1		1	1		1					1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
	83	Mayra Jessenia Sut		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	84	Mercedes Son		1	1	1		1	1		1					1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	85	Miriam Hernandez		1	1	1		1		1						1				1				1	1	1			1		1	1
	86	Mirna Castillo		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	87	Mirma Soto Icoj		1	1	1		1		1						1				1	1			1	1			1		1	1	1
	88	Monica Dalila Celada		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	89	Nicolasa Toom		1	1	1		1		1						1				1		1			1	1	1			1	1	1
	90	Olya Asucena Azurdia Canil		1	1	1		1		1						1				1	1		1		1	1	1			1	1	1
	91	Ortencia Juarez		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	92	Oseas Rodriguez	1	1	1	1		1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1
	93	Patricia Gomez		1	1	1			1	1						1				1	1				1	1	1			1	1	1
	94	Paula Morales		1	1	1		1		1						1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
	95	Ramón Chiroy	1	1	1	1		1		1						1	1			1	1		1		1	1	1			1	1	1
	96	Rene	1		1	1	1	1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	97	Reyna Liliana Buch Duarte		1	1	1	1	1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1
	98	Rocio Gisel		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
	99	Rosa Betzabe Torres Lopez		1	1	1		1		1						1				1			1		1	1	1			1	1	1
	100	Rosa Elvina Herrera de Batz		1	1	1		1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1
	101	Rosario Herrera Gutierrez		1	1	1	1	1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1
102	Rosmery Alonzo		1	1	1		1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1	
103	Saira Janeth Quinalla Quiñonez		1	1	1		1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1	
104	Sandra Calderón		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
105	Sandra Romero		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
106	Santos Morales Ramos		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
107	Sara Sotoj		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
108	Silvana Roca		1	1	1			1	1						1				1	1				1	1	1			1	1	1	
109	Tirsa Coton de Yoc		1	1	1		1		1						1				1	1				1	1	1			1	1	1	
110	Veronica Lopez		1	1	1		1		1						1				1			1		1	1	1			1	1	1	
111	Victor Manuel Perez	1	1	1	1		1		1						1				1			1		1	1	1			1	1	1	
112	Yolanda Morales		1	1	1		1		1						1	1			1	1				1	1	1			1	1	1	
113	Zilpa Raquel Lara		1	1	1		1		1						1		1		1	1				1	1	1			1	1	1	
114	Zoila Raquel Lara		1	1	1		1		1						1				1			1		1	1	1			1	1	1	
115	Z.		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
116	Z.		1	1	1		1		1						1				1	1	1			1	1	1			1	1	1	
		TOTAL	12	104	46	70	104	10	2	78	36	2	116	0	0	0	0	5	0	0	0	0	111									
		%	10	90	40	60	90	9	2	67	31	2	100	0	0	0	0	4	0	0	0	96										
			67	29	9	11	3	14	34	17	3	0	4	49	5	94	59	15	11	12	3	59	17	24	12	88						

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 33A. Resultado de encuesta La Esperanza I.

Comunidad	No.	Nombre	Género		1. ¿Purifica usted el agua?	2. ¿El agua que hay en la comunidad es?	3. ¿La calidad del agua es?	4. ¿Cómo acceden al agua?			5. ¿Quién trae el agua a la casa?			6. Qué significado tiene el agua en el hogar	7. ¿Usted conoce algún método para purificar el agua?					8. ¿Aplica alguna forma para potabilizar el agua?					9. Uso de ecofiltro	10. enfermedades que causa el agua contaminada			11. ¿Que hace para prevenir las enfermedades por el agua contaminada?	13. ¿Siembran árboles en fuentes de agua?																			
			M	F	SI	NO	Suficiente	Es poca	No hay	Buena	Regular	Mala	Tubería		Pozo	Río	tubería agua -pozo	mujeres	hombres	niños/niña	mujeres niños/niña	Ninguno	Hervir	Cloración		Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Hervir	Cloración	Solear	Colar	Ecofiltro	Ninguno	Si	No	Diarrea	Gripe	Problema de la piel	Todas	No sabe	Tratar el agua en el hogar	No utilizarla	Nada	Si	No		
EI ESFUERZO	1	Ada Luz Flores		1	1		1		1					1	Agua vital para vivir	1	1			1		1			1		1		1		1		1					1				1			1				
	2	Agustin Morales Vargas	1			1	1		1		1				1											1		1	1										1					1					
	3	Alfonso Coc	1				1			1				1	Importante en la vida		1									1				1									1					1					
	4	Amalia García Gonzalez de Urban		1	1		1			1					Saludable, importante		1					1							1	1										1				1					
	5	Ana María Chali		1	1			1		1		1				1	1					1							1	1										1				1					
	6	Ana Marina Brenes Cruz		1		1		1		1		1					1											1		1										1				1					
	7	Andrea Yulisa Corzo Mendez		1	1		1			1				1	Que hidrata		1			1								1		1										1				1					
	8	Carlos Manuel López	1		1		1			1				1	Saludable, importante		1				1								1	1										1				1					
	9	Claudia Marina Trejo		1	1		1			1					Elemental	1			1										1	1										1				1					
	10	Debora Priscila Quinillo Rivera		1		1		1			1		1			1			1										1										1				1						
	11	Debora Raquel Castro		1		1		1			1		1			1													1													1				1			
	12	Diego Calvo Cortez	1			1	1			1				1	Es vida y hay que cuidarla		1					1							1	1											1				1				
	13	Dominga Hernandez Cosigua		1		1		1				1			El agua es bendición para vivir												1			1											1				1				
	14	Edna Erinette Muñoz Rodríguez		1		1	1			1		1				1					1								1	1											1				1				
	15	Elida Palencia		1		1		1			1					1														1											1				1				
	16	Elisa Marina Tacán Batzin		1		1		1			1			1	El Agua es vida		1		1											1	1											1				1			
	17	Elmy de La Cruz		1		1		1			1		1			1				1									1												1				1				
	18	Elvia Carolina López		1	1			1			1	1			El agua es vida sin ella no vivimos	1					1									1	1											1				1			
	19	Elvin Jochola		1		1		1			1			1	Fuente de vida para ser humano	1		1											1												1				1				
	20	Emanuel Ramos		1		1		1			1	1			El agua es vida	1													1													1				1			
	21	Fidelina Gómez de Choy		1		1	1			1		1			El agua es vida					1									1	1	1												1				1		
	22	Flor de María Morales Zetino		1	1		1			1		1			Elemental para el hogar	1		1			1									1	1											1				1			
	23	Floridalma Mota Solano de Ramos		1	1			1			1	1				1														1											1				1				
	24	Glenda Marisol Morales		1	1			1			1	1				1		1												1	1											1				1			
	25	Gloria Bahil		1	1			1			1		1																																1				
	26	Ilton Adán López Chitic		1			1		1		1		1			1													1															1					
	27	Irma Dorayda Sen de la Cruz		1		1		1			1		1		El agua es vida para todos		1				1									1	1												1				1		
	28	Jenifer Melise Ceto Pérez		1	1			1			1									1										1	1														1				
	29	Jessica Hernandez		1	1		1			1		1			Mineral Hidrico muy importante	1					1									1	1													1					
	30	Jesus Pérez de León	1			1	1			1		1		1	El agua es importante para vivir	1	1				1	1							1	1													1				1		

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 34A. Resultado de encuesta El Esfuerzo.

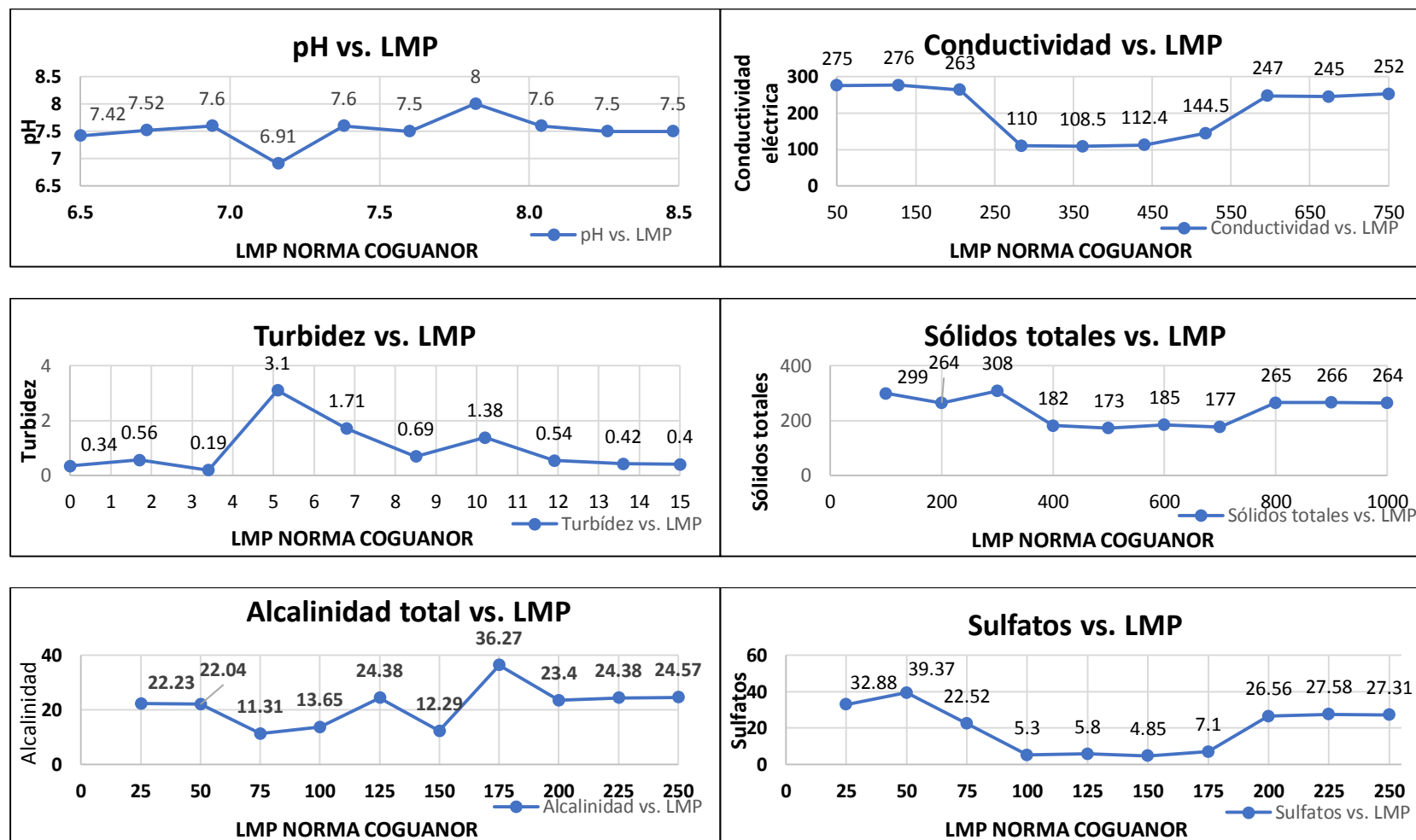
Continuación figura 34A.

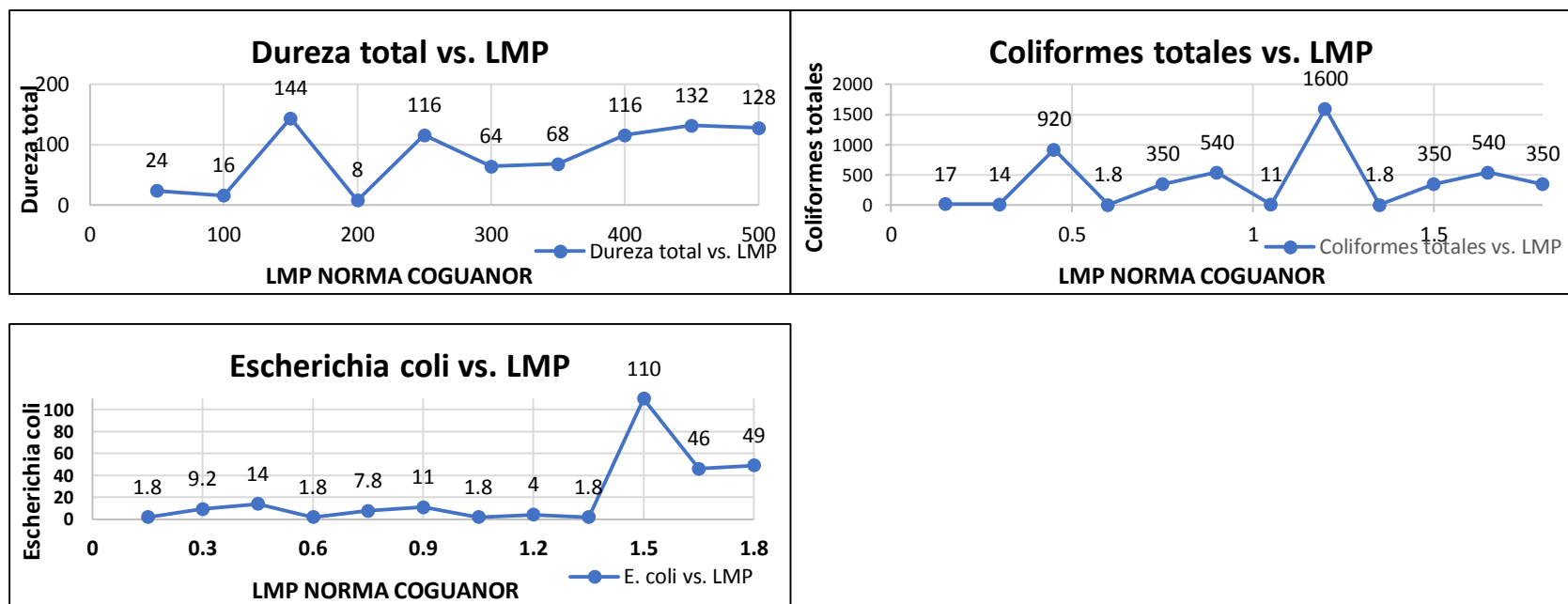
E	I	E	S	F	U	E	R	Z	31	José de León Reyes	1	1		1		1	1						1	El agua es vida	1				1			1	1			1		1		1						
									32	Jose García	1		1	1		1			1			1		1							1				1	1			1		1		1			
									33	Jose Leonel Mendez Juarez	1		1	1		1			1			1									1			1					1		1		1			
									34	Juan Francisco Berducido	1	1		1		1			1			1		1										Liquido Vital	1	1		1			1	1	1			1
									35	Juana Lucrecia Pérez Pú		1	1		1		1	1													1			1			1	1			1		1			
									36	Juana Martin Las		1	1		1		1	1													1			Muy importante	1		1				1	1	1		1	
									37	Julia Imelda Ramos		1	1		1	1			1														1		Vital para vivir	1	1		1		1	1		1		
									38	Lesbia Griselda Marroquin		1	1		1		1	1													1			Necesario para vivir	1	1				1	1		1			
									39	Lucrecia Choxóm López		1	1			1	1	1				1											1	1				1	1		1		1			
									40	Macaria Taniel		1	1		1	1		1													1			Es fundamental para la vida	1	1			1	1		1	1		1	
									41	María Antonieta Toc Perez		1		1	1		1	1													1						1	1		1		1		1		
									42	María Graciela Alvarado		1	1		1		1		1					1									1		Es vida	1		1				1	1	1		1
									43	Maria Luisa García		1	1		1			1				1	1											Sirve mucho,	1			1				1	1		1	
									44	María Mejía		1	1		1		1	1													1						1	1			1		1		1	
									45	Maribel Tiquirán		1		1	1		1					1	1										1		Vital para vivir	1	1			1			1		1	
									46	Mario de León	1		1	1			1	1													1				El agua es vida	1	1			1			1	1		1
									47	Marta Patricia Tiul Ical		1	1	1			1	1													1				Vital para vivir	1	1			1	1		1	1		1
									48	Mayra Pérez		1		1	1		1	1													1						1	1		1		1		1		
									49	Melesia Xuya		1	1		1	1		1													1				Serviceal	1	1					1	1	1		1
									50	Milca Abigail Orozco Macario		1	1	1	1		1				1	1											1		Muy importante para la vida	1	1		1		1	1	1		1	
									51	Nery Ediberto Cuc Pérez	1			1	1		1		1												1							1		1	1		1		1	
									52	Pedro Chan	1			1	1			1																												

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 34A. Resultado de encuesta El Esfuerzo.

2.10.9 Diagramas de dispersión, valores fisicoquímicos y microbiológicos vs. LMP de la norma “COGUANOR NTG 29001”





Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 35A. Diagramas de dispersión de valores fisicoquímicos y bacteriológicos vs. LMP Norma “COGUANOR NTG 29001”.

2.10.10 Levantamiento de encuestas y conformación de comités de agua



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 36A. Realización de encuesta comunidad La Nueva Esperanza.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 37A. Conformación de comités de agua.



3 CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD LOS TARROS, BUENA VISTA II, LA ESPERANZA I, LA NUEVA ESPERANZA Y EL ESFUERZO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

El municipio de Patulul, pertenece al departamento de Suchitepéquez. Tiene una extensión de 338.90 km² y se determinó una población de 50,732 habitantes para el año 2,020. Patulul, se encuentra conformado por 75 comunidades. Sin embargo, la realización de los servicios se realizó únicamente en cinco comunidades.

Los servicios se formularon como una alternativa para responder, a las problemáticas identificadas en el diagnóstico 2,019, sobre la situación actual del agua. Siendo las principales las siguientes: a) Proliferación de enfermedades gastrointestinales en la población entrevistada. b) Desconocimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua domiciliar. c) Escasez de agua para consumo humano.

Los servicios que se realizaron en las cinco comunidades fueron: a) El levantamiento de muestras de agua de tanques de distribución y nacimientos, para su análisis fisicoquímico y microbiológico. Así mismo, también se realizó la caracterización de los nacimientos de agua, para identificar posibles focos de contaminación. b) Capacitación en temas de buenas prácticas de higiene, uso adecuado del agua, problemas ambientales en el desarrollo de la comunidad, agua segura para consumo humano y uso mantenimiento de la letrina. El número total de personas capacitadas fue de 125. c) Jornadas de limpieza comunitaria y caminata por el ambiente, la cual se realizó en el casco urbano, en conjunto con maestros de centros educativos, promotores de salud de La comunidad Los Tarros y La Nueva Esperanza, y el equipo agua del CCDA. Con los diferentes servicios realizados se buscó promover mejoras de la calidad del agua y ambiente.

3.2 SERVICIO 1: Levantamiento de muestras de agua de tubería domiciliar, tanques de distribución y nacimientos para su análisis fisicoquímico y microbiológico

3.2.1 Objetivos

A. Objetivo general

Recolectar muestras de agua para su análisis fisicoquímico y microbiológico.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la ubicación y caracterización de los nacimientos de agua.
2. Obtener las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua recolectadas.

3.2.2 Metodología

A. Acercamiento a los actores responsables de las fuentes de agua

Para conocer la ubicación exacta de las fuentes de agua, se tuvo un acercamiento con los actores responsables de los nacimientos (comité de aguas, COCODE, junta directiva y municipalidad). Los primeros acercamientos se realizaron en febrero del 2019. Se dió dialogo y entrevisto a los actores de cada comunidad, para conocer el acceso y ubicación exacta de las fuentes de agua.

a. Determinación de la ubicación exacta de las fuentes de agua

Se gestionó mediante reuniones y solicitudes, los permisos correspondientes para acceder a los nacimientos de agua. Así mismo, también se coordinó la búsqueda de personas que conocieran la ubicación y acceso. Luego se calendarizó el día y hora de la visita a los nacimientos y tanques de distribución.

b. Caracterización de las fuentes de abastecimiento de agua**i. Determinación de la ubicación y georeferenciación de los nacimientos de agua**

La ubicación exacta de los nacimientos se determinó en campo con el Software Avenza maps® y con el uso de hojas cartográficas digitales.

ii. Caracterización de los nacimientos de agua

Durante la visita a los nacimientos de agua, se tuvo el acompañamiento de personas del COCODE, comité de agua y junta directiva. Las principales características de cada fuente de agua que se anotó fueron las siguientes:

- Descripción de condiciones
- Identificación de factores de riesgo en los nacimientos de agua
- Identificación de focos de contaminación
- Necesidad de mejoramiento o cambio de fuente de agua

B. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua colectadas

El levantamiento de las muestras se realizó después de haber caracterizado los nacimientos de agua. Durante el levantamiento se utilizó, guantes desechables botes plásticos, hielera, hielo y mascarilla. Cada muestra se recopiló en diferente fecha y se trasladó al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados de laboratorio que se obtuvieron demostraron los valores y características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua colectadas.

c. Presupuesto

El número total de muestras para su análisis fue 22. Este número se distribuyó en las muestras de agua de grifo (chorro), tanques de distribución y nacimientos de agua. El costo de cada análisis fisicoquímico fue de Q. 125, y el costo de cada análisis microbiológico fue Q. 110.

3.2.3 Resultados

A. Acercamiento a los actores responsables de las fuentes de agua

a. Determinación de la ubicación exacta de las fuentes de agua

En el mes de febrero del año 2019, se realizó la primera reunión con personas pertenecientes a los comités de agua, juntas directivas y COCODES, para gestionar y determinar los mecanismos de ingreso a las fuentes de agua de las cinco comunidades. Se tuvo una aceptación por parte de los habitantes e interés en ayudar en las diferentes gestiones. Durante las reuniones se programó la hora, fecha y medio de transporte para acceder a los nacimientos de agua.

En la figura 38 y 39, se observa las reuniones con los diferentes actores encargados del manejo agua.



Figura 38. Reunión con miembros del comité de agua y habitantes de la comunidad El Esfuerzo.



Figura 39. Reunión con miembros del comité de agua de la comunidad Los Tarros, El Esfuerzo, Nueva Esperanza y Buena Vista II.

b. Caracterización de las fuentes de abastecimiento de agua

i. Ubicación y georeferenciación de los nacimientos de agua

En el cuadro 70, se detalla las coordenadas de los nacimientos de agua y tanques de distribución.

Cuadro 70. Ubicación geográfica en coordenadas GTM de fuentes de abastecimiento de agua de las cinco comunidades.

Comunidad (características principales de ubicación)	Coordenadas			
	Nacimiento de agua		Tanque de distribución	
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Los Tarros (Abastecido solamente por un nacimiento de agua)	14.43004,	-91.15962	14.42076,	-91.16841
Buena Vista II (Abastecido solamente por un nacimiento de agua)	14.45858,	-91.13744	14.41688,	-91.15765
La Nueva Esperanza (Abastecido por medio de un pozo mecánico, el cual se encuentra en la comunidad).	14.41082,	-91.16653	14.41082,	-91.16653

Continuación cuadro 70.

La Esperanza I (2 nacimientos abastecen de agua a la comunidad y al municipio de Patulul, Suchitepéquez).	14.53275,	-91.11113	14.41679,	-91.15831
	14.52992,	-91.11224		
El Esfuerzo (Abastecido solamente por un nacimiento de agua).	14.43264,	-91.15535	14.42012,	-91.1645

En el cuadro 70, se observa las coordenadas de las fuentes de agua de cinco comunidades. Por otra parte, en la figura 40, se observa la ubicación exacta del nacimiento de agua de la comunidad Los Tarros, Buena Vista II, La Esperanza y El Esfuerzo. Así mismo, también se observa la ubicación del pozo de agua de la comunidad la Nueva Esperanza.

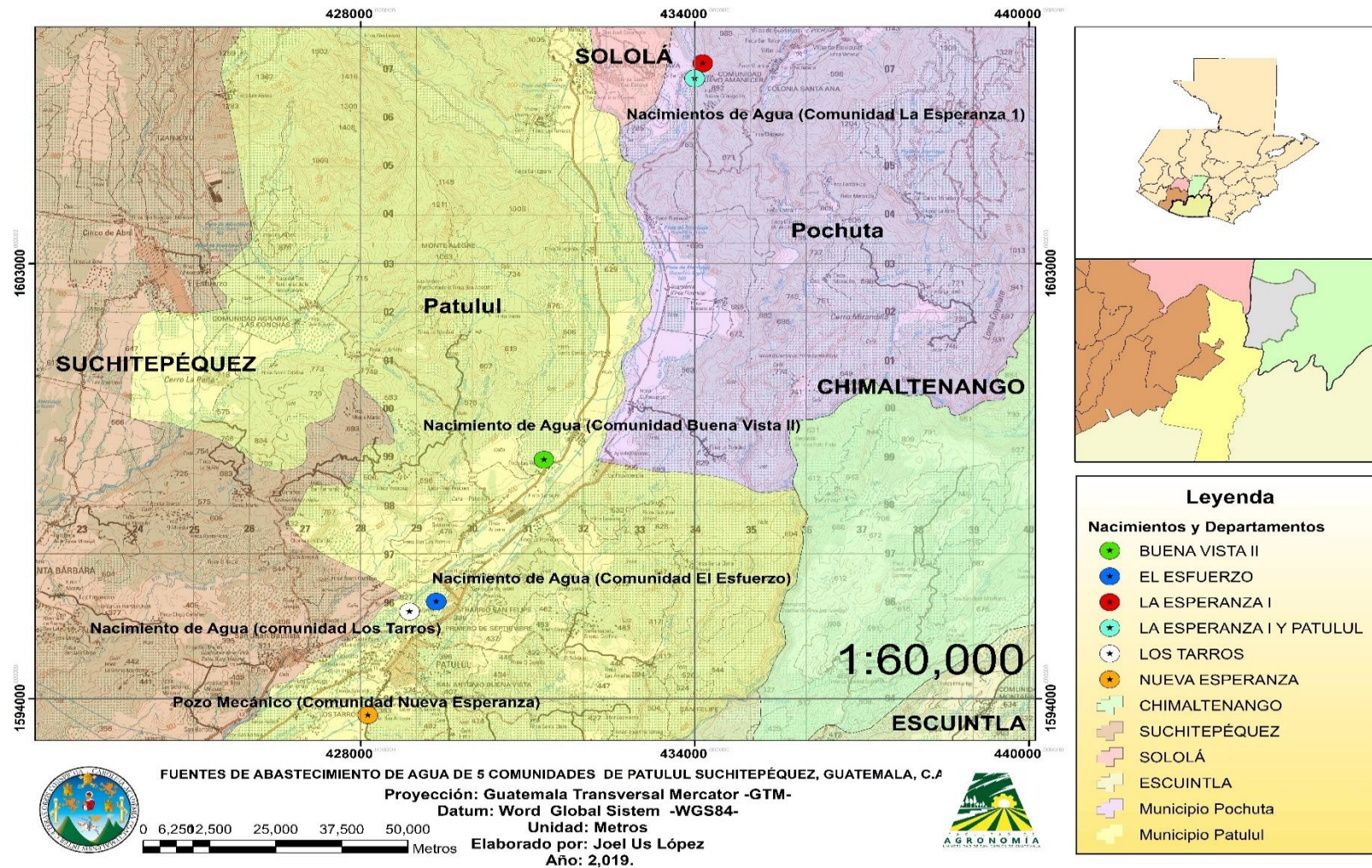


Figura 40. Ubicación de nacimientos de agua de cinco comunidades.

ii. Caracterización de nacimientos de agua

En el cuadro 71, se detalla las características de cada nacimiento de agua, que abastece a cinco comunidades del municipio de Patulul Suchitepéquez, Guatemala.

Cuadro 71. Caracterización de las fuentes de agua (nacimientos).

Comunidad	Descripción de condiciones	Identificar los factores de riesgo que tiene el nacimiento	Identificar focos de contaminación	Necesidades de mejoramiento o cambio (análisis de la situación del agua de nacimiento)
Los Tarros	Nacimiento de agua rodeado de fincas privadas, con cultivos de maíz. Para ingresar a su ubicación se debe de pedir permiso con el encargado de la finca El Recreo. Este nacimiento es comunitario y abastece de agua a otras 4 comunidades: Las Conchitas, La Paz I, La Paz II, Los Tarros I y Los Tarros II. La construcción de la infraestructura que cubre el nacimiento tiene 22 años y el convenio de uso del agua es indefinido. La infraestructura se diseñó por una entidad privada. El nacimiento no posee un sistema de cloración y ningún tratamiento de potabilización de agua.	Avance de la frontera agrícola. Reducido número de árboles. El sistema de abastecimiento se encuentra sin medidas de seguridad. Cualquier persona puede manipular las tapaderas y cajas de distribución de agua.	Nacimiento rodeado de fincas con cultivos agrícolas, principalmente de maíz. El riesgo que posee, es la contaminación por residuos de insumos químicos (Herbicidas e Insecticidas).	Implementar un sistema de potabilización para la desinfección del agua (sistema de cloración). Limpieza y mantenimiento de la infraestructura de captación del agua mensualmente o trimestral.

Continuación cuadro 71.

Buena Vista II	Nacimiento rodeado de bosque y vegetación. La población más cercana habita a un 1 km de distancia. Abastece de agua a la comunidad; Buena Vista I, Buena Vista II, Pueblo Nuevo y San Antonio. La municipalidad se encuentra a cargo del nacimiento y de la potabilización el agua. La ubicación exacta del nacimiento es dentro de la Finca San Julián, la cual pertenece a la Universidad de San Carlos de Guatemala. El mantenimiento de la infraestructura está a cargo de la municipalidad.	Estructuras antiguas y en mal estado. Algunas cajas de distribución se encuentran descubiertas o con las tapaderas quebradas. Algunas partes, del nacimiento se encuentran desprotegidas.	No se encuentra algún foco de contaminación visible debido a que no existe algún cultivo cercano al nacimiento y la población más cercana se encuentra aproximadamente a 1 km de distancia.	Colocar tapaderas de cemento con su respectivo candado, para proteger las cajas de distribución que se encuentran dañadas. Cambió de tubos que distribuyen el agua a los tanques, los cuales se encuentran quebrados. Realizar limpiezas periódicamente en los sistemas de agua.
La Nueva Esperanza	Pozo comunitario rodeado de población y monocultivo de hule. Este pozo se encuentra a cargo de la municipalidad y el COCODE, el cual se encarga de cobrar una tarifa mensual por prestar el servicio de agua. El servicio de agua potable funciona en un horario de 2 horas al día, debido a que funciona con una bomba. Otra característica muy importante que se identificó, es que la fuente de agua abastece a la mitad de la población de la comunidad. Mientras, que la otra parte es beneficiada con un nacimiento de agua.	Lixiviación por aguas grises en la parte superficial. Restos de insumos químicos en el manejo de monocultivos.	No se identificó algún foco de contaminación latente. Sin embargo, el servicio de agua es irregular. La prueba fisicoquímica y microbiológica del agua de pozo, dieron un resultado favorable para consumo humano. Sin embargo, quedó pendiente el análisis del nacimiento que abastece a la otra mitad de la población.	Implementar alrededor del pozo árboles. Realizar el manteamiento del pozo, periódicamente, para evitar el colapso del sistema. El cual ya ocurrió con anterioridad en el año 2019. Mejorar el cableado de conducción de energía que abastece la bomba de distribución, por uno que sea de alto voltaje y adecuado.

Continuación cuadro 71.

La Esperanza I	Nacimiento rodeado de vegetación y árboles. Se encuentra ubicado en Pochuta, Chimaltenango en un lugar montañoso en la parte alta. Este nacimiento de agua y su infraestructura está a cargo de la municipalidad de Patulul. Y abastece a la comunidad; La Esperanza I y a otra gran parte del casco urbano del municipio de Patulul, debido al volumen de su caudal. La captación de agua se hace en 3 cajas, las cuales están rodeadas de vegetación y árboles. El proyecto en su ejecución tuvo una duración de 12 años y tiene un tamaño aproximado de 15 km de tubería.	Deslaves en la parte alta del nacimiento debido a la topografía. Socavamiento de las cajas de captación.	El nacimiento no tiene riesgo de contaminación humana, debido a que se encuentra en la parte alta de un terreno montañoso. Sin embargo, quizás hay algún riesgo de contaminación por heces de animales, debido a que la tubería es quebrada algunas veces, para extraer agua para uso agrícola en la parte baja. En la planicie hay una gran extensión de cultivo de Limón y Banano.	Este nacimiento posee un caudal grande, el cual es suficiente para abastecer a la comunidad La Esperanza I, y a gran parte población del caso urbano de Patulul. También cuenta con un sistema de potabilización de agua en la comunidad. Sin embargo, los resultados microbiológicos de las muestras de agua, presentaron parámetros no aptos para el consumo humano.
El Esfuerzo	Nacimiento rodeado de fincas ganaderas. Está ubicado en la Finca La Aurora. Se encuentra a cargo del comité de agua, el período de uso del agua de este nacimiento tiene una vigencia de 25 años, el cual se obtuvo por medio de un convenio con la municipalidad. En la actualidad, se debe pedir permiso para ingresar. En el año 2015 se realizó la construcción del tanque de captación del agua. Esta infraestructura se construyó de manera empírica por parte de los habitantes de la comunidad. En el	Poco número de Árboles alrededor. Diseño de tanque de captación de manera empírica, rodeado de potreros con pasto ganadero y escorrentía de heces de ganado.	Aletas de recaudación de agua desprotegidas, Rodeado de finca ganadera, rodeado de pasto, escorrentía con heces de ganado en el sistema de conducción de agua	Cambio de nacimiento, por otro que no tenga las condiciones externas que presenta este, ya que se encuentra rodeado de fincas ganaderas privadas. Mejorar el diseño de captación de agua, para reducir la presencia de Coliformes totales y Escherichia coli, causado por el entorno en que se encuentra rodeado.

Continuación cuadro 71.

	año 2016 se realizó la inauguración y la construcción de la terraza que cubre el nacimiento de agua. Este sistema no cuenta con un sistema de cloración.			
--	--	--	--	--



Figura 41. Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad La Esperanza I y Los Tarros.



Figura 42. Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad Buena Vista II.



Figura 43. Caracterización del nacimiento de agua de la comunidad El Esfuerzo.

B. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua colectadas

En el cuadro 72, se describe las características principales de las muestras de agua de cada comunidad.

Cuadro 72. Características de muestra de agua recolectadas.

Comunidad	Características			
	Microbiológicas		Fisicoquímicas	
	Apta para consumo humano	No apta para consumo humano	Apta para consumo humano	No apta para consumo humano
Los Tarros		X	✓	
Buena Vista II		X	✓	
La Nueva Esperanza	✓		✓	
La Esperanza I		X	✓	
El Esfuerzo		X	✓	



Figura 44. Muestras de agua recolectadas del nacimiento Buena Vista II.



Figura 45. Muestra de agua recolectada del nacimiento El Esfuerzo.

a. Costos totales

En el cuadro 73, se describe los costos totales, gastados para el análisis de muestras de agua en laboratorio.

Cuadro 73. Presupuesto para análisis de muestras de agua.

Presupuesto para el análisis de laboratorio de muestra de agua			
Tipo de muestra	Número total de Muestras de agua	Precio	Total
Fisicoquímica	10	Q. 125.00	Q.1,250.00
Microbiológico	12	Q. 110.00	Q. 1,320.00
			Q. 2,570.00

3.2.4 Evaluación

La georreferenciación y caracterización de los nacimientos de agua, queda como constancia de la visita a cada fuente. Así mismo, contribuye a la generación de información y guía para un futuro monitoreo y levantamiento de muestra de agua, para su análisis fisicoquímico y microbiológicos. Por otra parte, los 22 resultados de muestras de agua analizados, son la base para la compilación del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las diferentes fuentes de agua que abastece a las cinco comunidades. Es importante resaltar, que debe monitorearse constantemente las fuentes de agua, para identificar las posibles mejoras de los parámetros establecidos por Norma Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, para potabilidad.

3.3 SERVICIO 2: Capacitaciones de temas de buenas prácticas de higiene, uso adecuado del agua, problemas ambientales en el desarrollo de la comunidad, agua segura para consumo humano y uso mantenimiento de la letrina a madres de familia de la comunidad Los Tarros, Buena Vista II, La Esperanza I, La Nueva Esperanza y El Esfuerzo

3.3.1 Objetivos

A. Objetivo general

Promover prácticas para el cuidado del agua, ambiente e higiene y saneamiento en las cinco comunidades a través de capacitaciones a madres de familia.

B. Objetivos específicos

1. Conformar mediante cinco capacitaciones a 26 promotores de salud, sobre los temas de agua, saneamiento e higiene.
2. Prevenir enfermedades gastrointestinales en niños y niñas, mediante el cumplimiento y réplica de las capacitaciones en el hogar.

3.3.2 Metodología

A. Conformación de 26 promotores de salud en temas de agua e higiene y saneamiento

Se programó una reunión en cada comunidad, para seleccionar a un grupo de 5 madres o jóvenes para que participaran y se formaran en el tema agua, saneamiento y cuidado del ambiente.

a. Organización de participantes y planificación de temas para capacitación

Se realizó un programa, con los tiempos establecidos para la presentación de cada tema. Así mismo, se planificó las 5 capacitaciones con el contenido descrito a continuación:

1. Buenas prácticas de higiene
2. Uso adecuado del agua
3. Problemas Ambientales en el desarrollo de la comunidad

4. Agua segura para consumo humano
5. Uso mantenimiento de la letrina

Cada capacitación se realizó una vez por mes, siguiendo el programa establecido para el desarrollo de la actividad.

b. Coordinación con el Centro de Atención Permanente (CAP) de Patulul

Se coordinó con el Centro de Atención Permanente (CAP) de Patulul, Suchitepéquez, para tener el aval de esta entidad gubernamental en la entrega de diplomas a los Promotores de Salud. Así mismo, se gestionó un enlace institucional, para recibir el apoyo del inspector de agua (Lic. Amílcar Salazar) y del Director del Centro de Atención Permanente (CAP) (Dr. Nelson Azurdia).

B. Réplicas de capacitaciones dirigidas a madres de familia

Se realizó la réplica de los temas de agua, saneamiento e higiene. Dichos temas se dirigieron a 25 madres de familia de cada comunidad, esto con el fin de que los conocimientos adquiridos, por los promotores de salud se replicaran en el grupo de madres de familia seleccionado. No obstante, también se buscó reducir la proliferación de enfermedades gastrointestinales y problemas ambientales.

a. Buenas prácticas de higiene

La réplica consistió en enseñar a las madres de familia la importancia del lavado de manos, la limpieza en el hogar, el lavado de frutas y verduras, el aseo personal, y el cuidado de una buena alimentación.

b. Uso adecuado del agua

La réplica consistió en enseñar a las madres de familia la importancia del uso adecuado del agua. Se explicó la situación actual del agua en el país y la contaminación que presenta este recurso debido al manejo inadecuado.

c. Problemas ambientales en el desarrollo de la comunidad

La réplica consistió en enseñar a las madres de familia la importancia de cuidar el ornato de la comunidad. Para evitar y reducir los focos de contaminación, los cuales son factores dañinos para la salud de los habitantes. Se explicó las responsabilidades y derechos que las personas poseen, para velar por el desarrollo y ornato de la comunidad.

d. Agua segura para consumo humano

Se empleó para la realización de esta capacitación herramientas lúdicas. Se clasificó y representó en hojas color blanco los diferentes métodos para tratar el agua, previó a consumirla en el hogar. Así mismo, también se explicó las diferentes ventajas de los métodos, y como estos actúan para eliminar las bacterias que están presentes en el agua de consumo humano.

e. Uso mantenimiento de la letrina

La réplica consistió en enseñar a las madres de familia la importancia de limpiar la letrina. Para evitar enfermedades por una limpieza inadecuada. Así mismo, también se explicó las consecuencias que representa el uso de letrinas no lavables.

3.3.3 Resultados**A. Conformación de 26 promotores de salud en temas de agua e higiene y saneamiento****a. Determinación de participantes en la formación de promotores de salud**

Durante las capacitaciones, se tuvo la participación de 26 personas de las cinco comunidades.

En el cuadro 74, se detalla el listado de participantes en los temas de cuidado del agua, ambiente, higiene y saneamiento.

Cuadro 74. Participantes de cada comunidad en la formación de promotores de salud.

Comunidad	Número	Personas participantes durante las cinco capacitaciones
El Esfuerzo	1	Floridalma Motta de Ramos.
	2	Débora Priscila Quinillo.
	3	Gloria Angélica
	4	Vilma Pérez
	5	Micaela Las Ordoñez
La Nueva Esperanza	6	German Vega Quino
	7	Saira Dianel Fuentes
	8	Silvia Griselda Calán
	9	Ingrid Lorena Juárez
	10	Floridalma Rosales
Los Tarros	11	Silvia Palacios
	12	Loydi Rebeca Chicaj
	13	Gardenia Sánchez Palacios
	14	Rosa Elena Pérez Santos
	15	Silvia Díaz
Buena Vista II	16	Silas Raquel Ventura
	17	Amanda Cárdenas Ajzaly
	18	Gilda Aracely Pérez Maric
	19	María Elena Sapón
	20	Sandra Mariela de León Vargas
	21	Carla Velásquez Sec
La Esperanza I	22	Felipe Batz
	23	Isabel Batz Chaman
	24	María Eunice Ajbal
	25	Fátima Nohemí Ajbal
	26	Ramón Chiroy

b. Impartición de capacitaciones por el Centro de Atención Permanente (CAP) y equipo técnico agua del CCDA

Los promotores de salud, se capacitaron con la ayuda del Dr. Nelson Azurdia, Lic. Amílcar Salazar y equipo agua del CCDA; Joel Us e Ing. Agr. Luvia López. En la figura 45, se describe la estructura de los responsables de las capacitaciones.

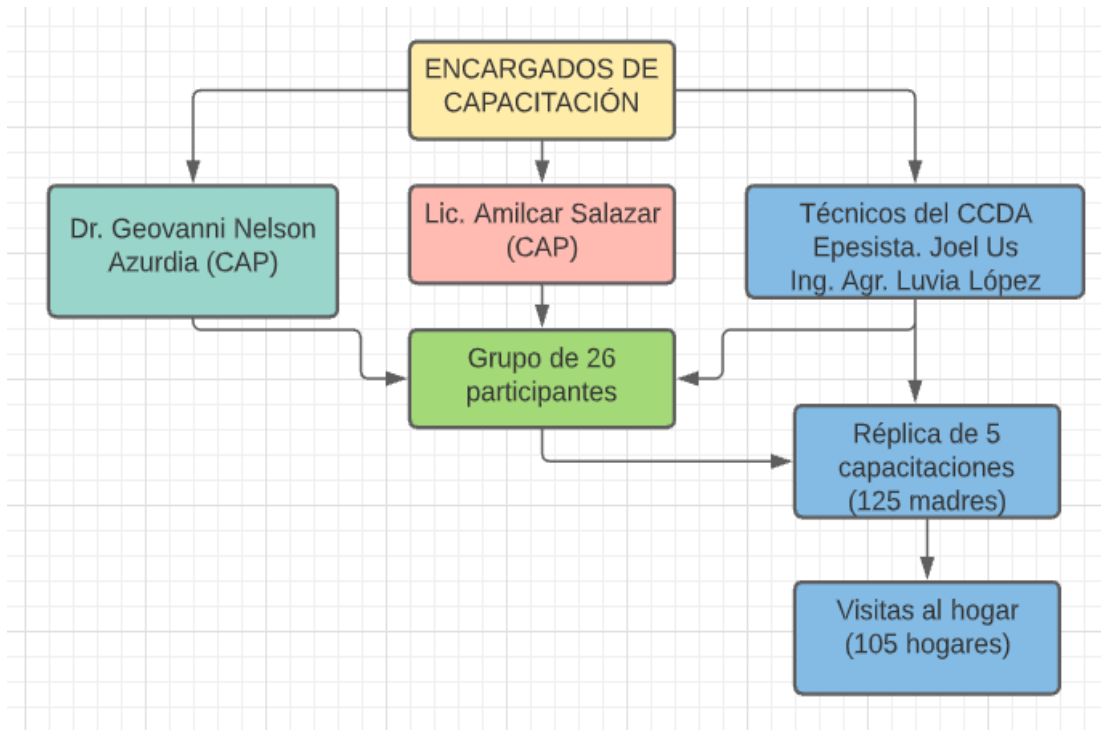


Figura 46. Estructura de encargados de capacitar a promotores de salud.



Figura 47. Capacitación del tema buenas prácticas de higiene.



Figura 48. Capacitación del tema agua segura para consumo humano.



Figura 49. Capacitación del tema uso adecuado del agua.



Figura 50. Acto de clausura de promotores de salud comunitarios.



Figura 51. Entrega de diplomas a promotores de salud avalado por el Centro de Atención Permanente (CAP) de Patulul, Suchitepéquez y el CCDA.

B. Réplicas de capacitaciones dirigidas a madres de familia

a. Buenas prácticas de higiene



Figura 52. Réplica de capacitación de buenas prácticas de higiene a 25 madres de familia de la comunidad Buena Vista II.

b. Uso adecuado del Agua



Figura 53. Réplica de capacitación sobre uso adecuado del agua a 25 madres de familia de la comunidad La Nueva Esperanza.

c. Problemas Ambientales en el desarrollo de la comunidad



Figura 54. Réplica de capacitación de solución de problemas ambientales a personas de las cinco comunidades.

d. Agua segura para consumo humano



Figura 55. Réplica de capacitación sobre métodos de tratamiento del agua para consumo humano a 25 madres de familia de la comunidad Buena Vista II.

e. Uso mantenimiento de la letrina



Figura 56. Réplica de capacitación sobre el tema de uso y mantenimiento de la letrina a madres de familia de la comunidad El Esfuerzo.

3.3.4 Evaluación

La conformación de 26 promotores de salud comunitarios fue satisfactorio. Este grupo de personas es el encargado de promover en las comunidades los diferentes conocimientos adquiridos en las capacitaciones, sobre el tema de cuidado del agua, ambiente e higiene y saneamiento. Así mismo, la conformación de los promotores contribuyó a reducir las enfermedades producidas por el consumo de agua no apta y en la formulación de propuestas ante las entidades correspondientes, para las mejoras en los servicios básicos de saneamiento, agua y ambiente.

3.4 SERVICIO 3: Jornadas de limpieza comunitarias y caminata por el ambiente en conjunto con maestros de centros educativos, promotores de salud de la comunidad Los Tarros, La Nueva Esperanza y equipo agua del CCDA

3.4.1 Objetivos

A. Objetivo general

Promover la importancia del manejo de los desechos sólidos reutilizables en los establecimientos educativos, y población del casco urbano por medio de jornadas de limpieza y caminata por el ambiente.

B. Objetivos específicos

1. Despertar la concientización sobre el manejo de los desechos sólidos en los establecimientos educativos de La Comunidad Los Tarros, La Nueva Esperanza y población del casco urbano.
2. Enseñar a los niños y niñas como se debe de clasificar los desechos sólidos, y el efecto que se tiene en el ambiente al no depositarlos su lugar.

3.4.2 Metodología

A. Despertar la concientización sobre el manejo de los desechos sólidos en los establecimientos educativos de La Comunidad Los Tarros, Nueva Esperanza y población del casco urbano

Se realizó el trámite en la supervisión educativa de Patulul, para trabajar con los maestros de los centros educativos ubicados en la comunidad Los Tarros y La Nueva Esperanza.

a. Campañas de limpieza comunitarias

Se obtuvo la autorización para trabajar capacitaciones y campañas de limpieza con estudiantes del nivel primario y pre-primario de las escuelas de la comunidad Los Tarros y Nueva Esperanza. Así mismo, se programó la fecha para la realización de dos campañas de limpieza en las dos comunidades. En las campañas de limpieza se tuvo el

acompañamiento de maestros, estudiantes, el equipo agua del CCDA y promotores de salud.

i. Caminata en el casco urbano por el medio ambiente

Se gestionó ante las autoridades locales el permiso, para la realización de la caminata. Así mismo, se promovió en los estudiantes y padres de familia, la elaboración de carteles y trajes con materiales reutilizables, con frases a favor del medio ambiente, agua y bosque.

B. Enseñar a los niños y niñas como se debe de clasificar los desechos sólidos, y el efecto que se tiene en el ambiente al no depositarlos su lugar.

Mediante diferentes charlas, se les enseñó a los niños la manera correcta de clasificar los desechos. Así mismo, se explicó las consecuencias que tiene el lanzar basura en las calles.

3.4.3 Resultados

A. Despertar la concientización sobre el manejo de los desechos sólidos en los establecimientos educativos de La Comunidad Los Tarros, Nueva Esperanza y población del casco urbano

a. Campañas de limpieza comunitarias

En cada jornada de limpieza se tuvo la participación de estudiantes, maestros, padres de familia y promotores de salud. Se obtuvo una respuesta positiva por parte de las comunidades en la participación.

El en cuadro 75, se describe el número de estudiantes participantes de los establecimientos educativos de la comunidad Los Tarros y la Nueva Esperanza.

Cuadro 75. Estudiantes participantes en la campaña de limpieza comunitaria.

Estudiantes participantes en las campañas de limpieza comunitaria	
Comunidad Los Tarros	Comunidad Nueva Esperanza
84	90



Figura 57. Profesores, estudiantes y padres familia de la comunidad Los Tarros participando en la campaña de limpieza.



Figura 58. Alumnos del establecimiento educativo de la comunidad La Nueva Esperanza, participando en la campaña de limpieza.



Figura 59. Profesores, estudiantes, promotores de salud, y equipo agua del CCDA.

i. Caminata en el casco urbano por el medio ambiente

El número total de participantes en la caminata por el ambiente fue de 195 personas.

En el cuadro 76, se detalla la distribución.

Cuadro 76. Participantes en la caminata por el ambiente en el casco municipal.

Participantes en caminata por el ambiente en el casco urbano de Patulul					
Comunidad Los Tarros	Comunidad Nueva Esperanza	Maestros	Promotoras de Salud	Equipo Agua del CCDA	TOTAL
84	90	8	10	3	195



Figura 60. Mensaje de concientización dirigido a los pobladores del casco urbano del municipio de Patulul.



Figura 61. Mensajes de concientización dirigido a pobladores del casco urbano del municipio de Patulul, para el cuidado del ambiente y sus recursos naturales.



Figura 62. Mensajes de concientización dirigido a pobladores del casco urbano del municipio de Patulul, para el uso medido de plástico.

B. Enseñar a los niños y niñas como se debe de clasificar los desechos sólidos, y el efecto que se tiene en el ambiente al no depositarlos su lugar.



Figura 63. Charla dirigida a estudiantes de preprimaria sobre la importancia de depositar la basura en su lugar.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 22/2021

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: JOEL US LÓPEZ

CARNÉ: 201210601

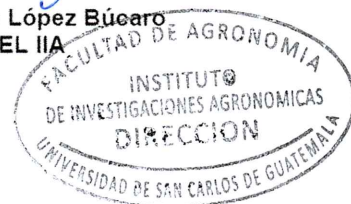
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Eddi Vanegas
Ing. Agr. Kelder Ortiz Cardona
Ing. Agr. Silvel Elías Gramajo

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Ing. Agr. Kelder Ortiz Cardona
ASESOR ESPECIFICO

Ing. Agr. Silvel Elías Gramajo
DOCENTE- ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA



CFLB/nm
c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA.53.2021

Guatemala, 29 de junio de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: JOEL US LÓPEZ

No. CARNÉ 201210601

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Dr. Eddi Vanegas

Ing. Agr. Kelder Ortiz Cardona

Ing. Agr. Silvel A. Elías Gramajo

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”



Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente



No. 52.2021

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. "

Estudiante: Joel Us López

Carné: 201210601

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

