



GEORREFERENCIACIÓN DE POZOS Y ÁREAS DE COBERTURA, ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE DOTACIÓN Y ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD FINANCIERA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

Edgar Raúl Ramos Torres

Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)

Guatemala, febrero de 2023

SALVAR EL AGUA ES SALVAR LA VIDA



Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento



SALVAR EL AGUA ES SALVAR LA VIDA



AGRADECIMIENTOS A:

A Dios por brindarme salud y vida para el desarrollo de mis actividades diarias, además de ser mi consejero y guía espiritual en este mundo terrenal.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ingeniería, por ser la casa de estudios que me formó y por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para afrontar cualquier reto que se me pueda presentar como profesional.

A la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Lucía García y Pablos Santos por brindarme su apoyo incondicional y asesoría técnica profesional en el desarrollo del presente estudio. De igual forma, un agradecimiento especial al Fondo de Agua y Saneamiento de España (FCAS) y a la Agencia de Cooperación Española (AECID) por brindar los recursos económicos y la oportunidad de desarrollar dicho estudio; el cual es un aporte en el mejoramiento de las capacidades municipales para la gestión integral del recurso hídrico.

A Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS): Thomas Henry, Obdulio Cotuc, Diana Osorio, Tom Luna y Mauro Tezen por su asesoría técnica profesional y los conocimientos compartidos, por permitirme aportar mi granito de arena en su búsqueda de soluciones para mejorar las condiciones de vida de la población guatemalteca y la conservación de sus recursos naturales.

A la municipalidad de Villa Canales, por permitirme desarrollar mis estudios profesionales en su municipio e instalaciones, además de colaborar con mi persona en todo momento.

A mi asesor Manuel Arrivillaga por amablemente dedicar su tiempo, orientación y asesoría en el desarrollo de mis prácticas profesionales.

A mi familia por ser mi soporte en todo momento, por sus consejos, amor y comprensión durante el desarrollo del presente estudio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	10
LISTA DE SÍMBOLOS	14
GLOSARIO	15
SIGLAS.....	17
RESUMEN.....	18
METODOLOGÍA	20
INTRODUCCIÓN	24
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
Antecedentes.....	26
Justificación	27
Delimitación del problema.....	28
FASE DE INVESTIGACIÓN.....	30
1. Monografía del municipio de Villa Canales	30
1.1 Aspectos generales	30
1.2 Ubicación y localización	31
1.3 Extensión.....	32
1.4 Vías de acceso	32
1.5 Climatología.....	33
1.6 Hidrografía	33
2. Caracterización socioeconómica	34
2.1 Economía	34
2.2 Población en general	35
2.3 Población por aldeas	35
2.4 Religión.....	36
2.5 Niveles de educación.....	37
2.6 Alfabetismo	37

3.	Sistemas de agua potable	38
3.1	Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable	38
3.2	Fuentes de agua	39
3.3	Pozo mecánico	39
3.4	Sistemas de captación	40
3.5	Planta de tratamiento de aguas residuales	40
3.6	Líneas de conducción	41
3.7	Tanque de almacenamiento.....	42
3.8	Red de distribución	43
3.9	Aforo	45
3.10	Caudal de diseño	45
3.11	Determinación de la población futura	45
4.	Análisis financiero	47
4.1	Elementos de un análisis financiero	47
4.1.1	Balance general.....	48
4.1.2	Estado de resultados	48
4.1.3	Estado y flujo de efectivo	48
4.1.4	Estado de cuentas del patrimonio.....	48
4.1.5	Estado de utilidades retenidas.....	49
4.1.6	Estado de activos y pasivos.....	49
4.2	Métodos de análisis financieros	49
4.2.1	Método de análisis vertical.....	49
4.2.2	Método de análisis horizontal	50
4.2.3	Método de análisis histórico.....	50
4.2.4	Método de análisis proyectado o estimado	50
	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	51
	Producto 1. Mapa de pozos de agua potable del municipio	51
1.	Definición de atributos para pozos de agua potable	51
2.	Definición de atributos para estudios hidrogeológicos de pozos perforados	53

3.	Recopilación de información de pozos de agua potable.....	54
4.	Consolidación de datos para mapas de pozos de agua potable.....	55
5.	Visita técnica de pozos de agua potable del municipio.....	55
6.	Descarga de información recopilada en campo.....	58
7.	Actualización de mapas de pozos de agua potable.....	58
Producto 2. Mapa de tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua potable		
.....		73
1.	Definición de atributos para tanques y/o cisternas	73
2.	Recopilación de información de tanques y/o cisternas de agua potable..	74
3.	Consolidación de información de tanques y/o cisternas de agua potable	74
4.	Visita técnica de tanques y/o cisternas de agua potable del municipio....	75
5.	Descarga de información recopilada en campo.....	77
6.	Actualización de mapa de tanques y/o cisternas.....	77
Producto 3. Área de cobertura de pozos de agua potable		79
1.	Definición de atributos para áreas de cobertura de pozos de agua potable	79
2.	Impresión de mapas guía del municipio de Villa Canales.....	80
3.	Reunión con fontaneros para trazo de límites de áreas de cobertura.....	80
4.	Mapas de áreas de cobertura de pozos de abastecimiento de agua.....	81
Producto 4. Caracterización y clasificación de predios.....		94
1.	Determinación del área para realizar estudio	94
2.	Definición de atributos para caracterización de predios	95
3.	Recorrido de calles y avenidas del área de cobertura de los pozos objeto de estudio.....	97
4.	Caracterización y clasificación de predios	100
Producto 5. Análisis de sostenibilidad hídrica		104
1.	Investigación bibliográfica de consumos de agua acorde al uso del suelo	104
2.	Cálculos de consumo de agua de acuerdo con la clasificación de usos mixtos.....	110
3.	Cálculo de producción de agua extraída de los pozos del área de estudio	113

4. Análisis comparativo del consumo de agua y la producción de los pozos para comprobar la sostenibilidad hídrica	114
Producto 6. Análisis de sostenibilidad financiera.....	117
1. Determinación de rubros o actividades que generan gasto en la operación y funcionamiento de pozos	117
2. Recopilación de información sobre gastos de operación y funcionamiento de pozos de agua	117
3. Estimación de gastos en la operación y funcionamiento de pozos de agua	119
5. Cálculos de recaudación de aportes respecto al agua potable.....	133
6. Estimación de tarifas de cobro	136
Producto 7. Recomendaciones y propuestas	141
CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES	150
BIBLIOGRAFÍA.....	152
APÉNDICES	154
ANEXOS.....	160
Cronograma de actividades del mes	160
Fichas de pozos.....	161
Fichas de tanques	161
Tasa de crecimiento municipio de Villa Canales	161
Listados de negocios	162
Organigrama de puestos	162
Cuadro de registros catastrales de pozos	163
Cuadro de consultas	164
Memoria fotográfica de pozos y tanques.....	166
Pozo Shangrila	166
Pozo El Aguacate	167
Pozo La Séptima II	168
Pozo La Séptima I	169
Pozo El Rosario.....	170

Pozo El Matazano	171
Pozo La Roca	172
Pozo Reynaldo	173
Pozo El Júcaro	174
Pozo La Comunidad	175
Pozo El Campo.....	176
Pozo Las Flores.....	177
Pozo Doña Betty.....	178
Pozo Agua Santa.....	179
Pozo La Lechería	180
Pozo Santana I	181
Pozo Santana II	182
Pozo Salomón	183
Pozo Puesto de Salud	184
Pozos El Cementerio I y II	185
Pozo El Pedrero	186
Pozo Cumbre de San Nicolás.....	187
Pozo Corazón de Jesús.....	188
Pozo de Rustrián	189
Pozo Monjas.....	190
Pozo Chichimecas	191
Pozo Morancito I.....	192
Pozo Morancito II.....	193
Pozos Tuluja I y II	194
Pozo Escamilla	195
Pozo Santa Delfina.....	196
Pozo El Zapote	197
Pozo El Durazno I.....	198
Pozo El Durazno II Viejo.....	199
Pozo El Durazno II Nuevo	200

Pozo El Durazno III.....	201
Pozo Ojo de Agua	202
Pozo San Cristóbal.....	203
Nacimiento El Chamacal	204
Pozo El Chipilinar	205
Pozo Santa Elena.....	206
Pozo Los Llanos	207
Pozo El Jocotillo I	208
Pozo El Jocotillo II	209
Pozo El Jocotillo III	210
Pozo Centro de Salud.....	211
Pozo Los Pocitos.....	212
Pozo Rincón de Pacaya	213
Pozo Las Escobas.....	214



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Villa Canales	32
Figura 2. Componentes de un sistema de agua potable	38
Figura 3. Equipo mecánico para perforación de pozo	39
Figura 4. Captación de agua de lluvia	40
Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales	41
Figura 6. Línea de conducción de agua potable.....	42
Figura 7. Tanque elevado	43
Figura 8. Red de distribución abierta.....	44
Figura 9. Red de distribución cerrada	44
Figura 10. Red de distribución cerrada	45
Figura 11. Gráfica de crecimiento poblacional por el método de comparación	47
Figura 12. Trazo de polígonos de área de cobertura.....	81
Figura 13. Toma de fotografía para armar recorrido.....	98
Figura 14. Recorrido fotográfico	98
Figura 15. Recorrido fotográfico listo para carga en plataforma de Mapillary	99
Figura 16. Vista de recorridos cargados a plataforma Mapillary	99
Figura 17. Revisión de recorrido en plataforma.....	100
Figura 18. Predial de Casco Urbano	101
Figura 19. Predios con alto consumo de agua manzana 25	102
Figura 20. Predios con alto consumo de agua manzana 28	102

CUADROS

Cuadro 1. Población año 2018 por grupos etarios	35
Cuadro 2. Población año 2018 por área.....	35
Cuadro 3. Tasa de escolaridad	37
Cuadro 4. Tasa de escolaridad	37
Cuadro 5. Atributos para pozos.....	51
Cuadro 6. Atributos para estudios hidrogeológicos	53
Cuadro 7. Pozos y nacimientos visitados	56
Cuadro 8. Atributos para tanques y/o cisternas.....	73
Cuadro 9. Tanques y/o cisternas visitados	75
Cuadro 10. Atributos para áreas de influencia.....	79
Cuadro 11. Atributos para predios.....	96
Cuadro 12. Características atributo USO_LOT	103
Cuadro 13. Características atributo LOT_MIX.....	103
Cuadro 14. Dotaciones por actividad económica o doméstica	105
Cuadro 15. Caracterización del consumo diario y mensual de agua	112
Cuadro 16. Producción litros diarios y mensuales de pozos de Casco Urbano ..	114
Cuadro 17. Exedentes de producción de agua potable para Casco Urbano	116
Cuadro 18. Cargos y salarios de personal para administración y funcionamiento de pozos	117
Cuadro 19. Gastos de mano de obra en pozos de Casco Urbano	120
Cuadro 20. Gastos de facturación eléctrica año 2020	122
Cuadro 21. Gastos de facturación eléctrica año 2021	123
Cuadro 22. Gastos de facturación eléctrica año 2022	124
Cuadro 23. Estimación de gastos anuales por facturación eléctrica.....	126
Cuadro 24. Gastos de facturación de cloro año 2019.....	127
Cuadro 25. Gastos de facturación de cloro año 2020.....	128
Cuadro 26. Gastos de facturación de cloro año 2021.....	129
Cuadro 27. Gastos de facturación de cloro año 2022.....	129

Cuadro 28. Estimación de gastos por reparaciones	131
Cuadro 29. Estimación de gastos por mantenimiento	132
Cuadro 30. Estimación de gastos anuales para pozos del Casco Urbano	133
Cuadro 31. Tarifas estimadas por consumo como por producción	139
Cuadro 32. Resumen de gastos, consumos y recaudos	140
Cuadro 33. Propuesta de reducción de horas de bombeo	141
Cuadro 34. Propuestas de tarifas por servicio de agua	142
Cuadro 35. Propuestas de tarifas por servicio de agua sin tomar en cuenta predios de “La Línea”	144
Cuadro 36. Propuestas de tarifas utilizando contadores de agua	145
Cuadro 37. Comparación de producción de agua actual y sugerida.....	146
Cuadro 38. Comparación de tarifas de serviciód de agua actual y sugeridas.....	146

GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de población por aldeas	36
Gráfico 2. Contribuyentes de gua potable por inmuebles	135
Gráfico 3. Contribuyentes de gua potable por personas.....	135

MAPAS

Mapa 1. Pozos y nacimientos del municipio de Villa Canales	59
Mapa 2. Pozos de aldea Boca del Monte	60
Mapa 3. Pozos de aldea El Porvenir	61
Mapa 4. Pozos de aldea Chichimecas	62
Mapa 5. Pozos de aldea El Durazno y Colmenas	63
Mapa 6. Pozo de aldea Cumbre de San Nicolás	64
Mapa 7. Pozos de Casco Urbano.....	65
Mapa 8. Pozo de aldea El Zapote	66
Mapa 9. Pozos de aldea San Cristóbal	67

Mapa 10. Pozos de aldea Santa Elena Barillas	68
Mapa 11. Pozo de aldea Los Llanos	69
Mapa 12. Pozos de aldea El Jocotillo.....	70
Mapa 13. Pozos de aldea Los Pocitos	71
Mapa 14. Pozo de aldea Los Dolores	72
Mapa 15. Mapa de tanques y/o cisternas del municipio de Villa Canales.....	78
Mapa 16. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos del municipio de Villa Canales.....	82
Mapa 17. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Boca del Monte	83
Mapa 18. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Porvenir... 84	
Mapa 19. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Chichimecas 85	
Mapa 20. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Cumbre de San Nicolás	86
Mapa 21. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Zapote y Casco Urbano	87
Mapa 22. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldeas El Durazno y Colmenas.....	88
Mapa 23. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea San Cristóbal	89
Mapa 24. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Santa Elena Barillas	90
Mapa 25. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Llanos..	91
Mapa 26. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Jocotillo ...	92
Mapa 27. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Pocitos..	93
Mapa 28. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Dolores .	94

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Quetzales
HP	Horsepower. Caballos de potencia
%	Porcentaje



GLOSARIO

Acuífero	Formación geológica que contiene agua o acumulación de la misma en un estrato subterráneo.
Cualitativo	Adjetivo que hace referencia a la cualidad o calidad de algo.
Cuantitativo	Adjetivo que refiero a la naturaleza numérica de los datos.
Georeferenciación	Posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial en una localización geográfica única.
Gestión	Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.
Hídrico	Del agua o relacionado con ella.
Institucional	De la institución (organismo) o que tiene relación con ella.
Metodología	Conjunto de procedimientos utilizados para alcanzar un objetivo.
Monografía	Escrito producto de la investigación exhaustiva de un tema específico.
Multifamiliar	Se refiere al edificio de varias plantas, con numerosos apartamentos, cada uno de los cuales está destinado a ser habitado por una familia.
Recursos	Conjunto de bienes, riquezas o medios de subsistencia.
Robusto	Adjetivo que se emplea para señalar que un objeto o persona se caracteriza por ser resistente o fuerte.
Shape	Tipo de formato de archivo que permite guardar datos SIG en grupos de archivos asociados.

Socioeconómico	Descripción de la situación de una o varias personas según la educación, los ingresos y el tipo de trabajo que poseen.
Sostenibilidad	Se refiere, a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.
Superficial	Que solamente afecta a la superficie de una cosa.
Tarifario	Que está relacionado con los precios de un servicio u otra cosa.
Unifamiliar	Que corresponde a una sola familia.
Valle	Llanura entre montañas o alturas, una depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes, con Forma inclinada y alargada, que conforma una cuenca hidrográfica en cuyo fondo se aloja un curso fluvial.

SIGLAS

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
BM	Banco Mundial
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCAS	Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento
FUNCAGUA	Fundación para la Conservación del Agua en la Región Metropolitana
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
MGCS	Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
MVC	Municipalidad de Villa Canales
PROSEHIGUA	Programa de Seguridad Hídrica de la Región Metropolitana de Guatemala
RMG	Programa Seguridad Hídrica de la Región Metropolitana
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

RESUMEN

El presente documento contiene los resultados del estudio denominado “Georreferenciación de pozos y áreas de cobertura, análisis de capacidad de dotación y análisis de sostenibilidad financiera del servicio de agua potable en el casco urbano del Municipio de Villa Canales, Departamento de Guatemala” que fue diseñado en coordinación con la UICN, la MGCS y la Municipalidad de Villa Canales.

El desarrollo de la investigación cuenta con tres fases, las cuales son: fase de investigación, con información general sobre la monografía del municipio, así como su caracterización socioeconómica; información sobre un sistema de agua potable y un análisis financiero, esto con el objetivo de conocer el municipio y la metodología a utilizar para realizar los análisis planteados.

Fase de servicio técnico profesional, describiendo el proceso para la georreferenciación y realización de mapas de pozos, tanques y áreas de influencia de los pozos; la caracterización y clasificación de predios, los cálculos de consumo de agua y determinación de gastos en la operación y mantenimiento de pozos.

Fase de resultados, la cual arrojó que el municipio cuenta con cincuenta y dos pozos de administración municipal, los cuales forman veintidós áreas de cobertura. Seis de ellos se encuentran en el casco urbano, enmarcados en un área de cobertura y produciendo el doble de agua que la población enmarcada necesita; generando altos gastos de operación y mantenimiento a la municipalidad los cuales no alcanza a cubrir con las tarifas de agua que se cobran.

Por esta razón se recomendó reducir la producción de agua potable y modificar la tarifa de cobro de tal forma que el servicio sea sostenible.

SALVAR EL AGUA ES SALVAR LA VIDA



METODOLOGÍA

Para la realización del estudio de capacidad de dotación y de sostenibilidad financiera del servicio de agua potable para los pozos mecánicos que abastecen el Casco Urbano del municipio de Villa Canales, del departamento de Guatemala, se planteó una investigación con un enfoque metodológico cuantitativo, puesto que permitió determinar aporte monetario de los usuarios con relación al tipo de uso de los inmuebles y sus hábitos de consumo.

El estudio de investigación realizado se apoyó en metodologías de recolección de datos, siendo estas:

- **Documentos y registros:** Se tuvo acceso a información histórica y registros en la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur y en los distintos departamentos o direcciones de la Municipalidad de Villa Canales. Esto permitió la elaboración de cuadros con información y una base de datos general que mostraron el panorama en el que se encuentran los registros de pozos y tanques del municipio.
- **Entrevistas:** Para poder completar la información faltante y construir una base de datos más robusta, se realizaron entrevistas a los fontaneros del municipio, con conocimiento y años de experiencia en la administración de los pozos que se les fueron asignados. La información obtenida de la entrevistas, sirvió para el trazo de áreas de cobertura de los pozos, utilizando una ficha técnica previamente elaborada por la MGCS para el recaudo de la información.

- Observación: Debido a que algunos datos encontrados en la ficha técnica son de carácter cualitativo, se recurrió a la inspección visual y al registro de la correcta información.

Como contexto e información general, el municipio de Villa Canales posee una red municipal de agua potable conformada por cuarenta y cuatro (44) pozos en funcionamiento a lo largo de toda su extensión territorial (282.44km²). El estudio y análisis realizado se enfocó únicamente en los pozos que abastecen la cabecera municipal, por ser el área objeto de estudio.

El desarrollo de la investigación inició por recolectar toda la información relacionada a pozos y tanques del municipio. Esta información sirvió para elaborar mapas que muestran la ubicación de los mismos, así como la información recolectada. Luego, con la ayuda de los administradores de los pozos (fontaneros), se elaboró un mapa de áreas de cobertura de los pozos y tanques. Posteriormente, se realizó un enfoque en los pozos que abastecen el Casco Urbano del municipio, realizando recorridos por las calles y avenidas de las áreas abastecidas por estos pozos, censo de los inmuebles y el tipo de uso que se les da. Una vez obtenidos estos datos, se realizaron consultas a los departamentos municipales encargados de llevar los registros de los contribuyentes, los montos de sus aportes, los gastos de operación y mantenimiento de pozos y tanques. De esta cuenta, se realizó un análisis financiero haciendo uso de la metodología por proyección o estimación, el cual consiste en un control del presupuesto basado en experiencias o deducciones razonadas que se prevén a futuro; de tal forma que permite determinar un sistema de aporte monetario de los usuarios en relación al tipo de uso de los inmuebles y sus hábitos de consumo. Así mismo, con ayuda de la información recolectada por medio de la ficha técnica, se realizó un análisis hídrico para determinar la capacidad de dotación y abastecimiento constante de agua para la población que se encuentra dentro del área en estudio.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de georreferenciación de pozos y áreas de cobertura, análisis de capacidad de dotación y análisis de sostenibilidad financiera del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala.

Específicos

1. Revisar, validar y completar la información previamente registrada por MGCS y la Municipalidad de Villa Canales, sobre la cantidad de pozos y tanques de almacenamiento de agua existentes en el municipio de Villa Canales.
2. Determinar el área de cobertura de los pozos municipales a través de mapeos participativos.
3. Caracterizar y clasificar el tipo de uso de los inmuebles y cantidad de habitantes abastecidos por los pozos del Casco Urbano.
4. Elaborar mapas utilizando Sistemas de Información Geográfica (GIS) que muestren información técnica, de registro, ubicación, áreas de cobertura de los pozos y el uso del suelo a nivel predial, con la finalidad de determinar el consumo de agua potable de acuerdo con las características de cada predio.
5. Realizar un análisis financiero respecto a la distribución de agua potable por medio de pozos mecánicos y los costos que esto genera a la municipalidad.

6. Brindar alternativas de sostenibilidad financiera del servicio de agua para los pozos que abastecen el Casco Urbano del municipio de Villa Canales acorde a sus hábitos de consumo y capacidad de dotación.

INTRODUCCIÓN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en coordinación con la Municipalidad de Guatemala, la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, grupo Tragsa, Empresa de Transformación Agraria, S.A, e IGME, Instituto Geológico y Minero de España, se está implementando el Programa Seguridad Hídrica de la Región Metropolitana -RMG- con apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo -AECID.

El objetivo del programa es: Propiciar una estrategia de seguridad hídrica para la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para las poblaciones del Valle de Ciudad de Guatemala, con miras en atender la demanda de agua de la población de Ciudad Guatemala y de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. El programa responde a la necesidad y demanda creciente de agua por parte de la población urbana en aumento.

Por lo que, como parte del fortalecimiento a las municipalidades en la temática de los recursos hídricos, fue aprobado el desarrollo del presente estudio de investigación a través del desarrollo de una pasantía, con el fin de mejorar las capacidades municipales vinculadas con los procedimientos y operación de los sistemas de abastecimiento de agua

De esta cuenta, la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur; la UICN y el suscrito, fue desarrollado el presente estudio mediante pasantía, estudio que tiene por objetivo determinar la capacidad de dotación en el casco urbano y un análisis de sostenibilidad financiera

de los pozos de agua que abastecen la cabecera municipal del municipio de Villa Canales, del departamento de Guatemala.

A través del estudio realizado, se buscó dotar de información a la municipalidad de Villa Canales respecto la situación actual del casco urbano en relación al servicio de agua potable y brindar propuestas de mejora para garantizar la sostenibilidad del servicio. Para ello, se realizó una recopilación toda la información que fue posible sobre los pozos del municipio, posteriormente fue trasladada a un sistema de información SIG y georreferenciarla. Se estableció el casco urbano del municipio como área para realizar el estudio, se caracterizó el tipo de uso de los inmuebles y la cantidad de habitantes que son abastecidos de agua potable proveniente de los pozos ubicados en esa región. Se determinó la capacidad de dotación que poseen y por medio de un análisis financiero se determinó una tarifa municipal de agua que debe aplicarse y que permita que la recopilación de importes provenientes de los contribuyentes pueda cubrir los costos de operación y mantenimiento de los pozos.

Así mismo, se buscó que por medio de una comparativa entre capacidad de extracción de agua de los pozos y los hábitos de consumo de la población, se pueda mantener un constante suministro de este vital líquido, a todos los usuarios y la mayor cantidad de tiempo que sea posible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Villa Canales no cuenta con un análisis de la capacidad de dotación y análisis de sostenibilidad financiera del servicio de agua potable para su Casco Urbano, por lo que la municipalidad subsidia los costos de operación y mantenimiento del abastecimiento de agua.

Antecedentes

En cuanto a estudios de sostenibilidad hídrica, técnica y financiera de pozos se tiene precedente en otro municipio del departamento de Guatemala. Se encontró a (Hernández, 2021), quien en el “Manual para la recolección de información sobre pozos municipales y predios, en la búsqueda de promover sostenibilidad hídrica: Caso análisis, Municipalidad de San Miguel Petapa”. Para las colonias Villas de Petapa, Exclusivas de Petapa y Ribera del Río, se estableció una metodología de recolección de información, procesamiento y análisis de datos de un proyecto piloto. Describiendo el paso a paso realizado, con base a un análisis técnico y financiero de los pozos y predios municipales de San Miguel Petapa. En dicho manual, se planteó establecer un tarifario respecto a las categorías del uso del suelo categorizándolos en vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar, comercio e iglesias y escuelas.

Por otra parte, (Benavides, 2012). En su boletín “Uso del Agua en Guatemala – Sostenibilidad del Sistema” presenta el caso de Empresa Municipal de Agua-EMPAGUA-, para la Ciudad de Guatemala. Este indica que el municipio de Guatemala presenta problemas de sobreexplotación de los acuíferos, teniendo como consecuencia la falta de continuidad en los servicios para muchos sectores de la ciudad. Establece que EMPAGUA gestiona en la actualidad un déficit promedio

anual de Q 35.5 millones (6.5% de sus ingresos anuales), y los ingresos provenientes de la tarifa cargada a los usuarios son insuficientes para cubrir los costos de operación. Estima que sólo el 7% de los usuarios pagan cuotas que cubren sus costos respectivos.

De esta cuenta, Basterrechea, M., & Guerra Noriega, A. (2019), es su reporte de evaluación del conocimiento sobre el cambio climático en Guatemala detallan que “La información adecuada permitirá planificar el desarrollo de programas y proyectos de uso, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos”.

A nivel regional también se puede observar que se presentan problemas en cuanto al acceso a agua potable y los costos relacionados a ella. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014, octubre) en su artículo “La necesidad de un uso sostenible del agua en Centroamérica”. Advierte que el 17 % de la población centroamericana, unos 7,8 millones de personas, no tiene acceso a agua potable. Según la entrevista realizada a Rodríguez, A. responsable regional del Banco Mundial (BM) en este ámbito. “Centroamérica necesita fortalecer su capacidad para manejar los recursos hídricos, revisar las tarifas e invertir más en nueva infraestructura para mejorar la calidad y garantizar el suministro de agua”. Añadió que mejorar el mantenimiento de los sistemas lleva consigo "una fuerte necesidad de inversión y una revisión de tarifas", esto último no significa "aumentarlas", pero si ajustarlas a "los costes de operación".

Justificación

El presente estudio busca realizar un análisis de capacidad de dotación y análisis de sostenibilidad financiera de los pozos que abastecen el Casco Urbano del municipio de Villa Canales, que permitirá a la municipalidad, contar con alternativas en la búsqueda de soluciones para dejar de subsidiar los costos de

operación y mantenimiento respecto al abastecimiento de agua potable. Mediante el desarrollo de un modelo o marco de referencia, pondrá a disposición de la municipalidad, información para trasladar estos costos a los usuarios y de esta forma sensibilizarlos sobre la responsable utilización del recurso hídrico.

Según registros brindados por Hernández, O.V. (2022, julio). Jefe del departamento de Estadística Socioeconómica del municipio de Villa Canales, se estima que para finales del año 2022 la población del casco central alcance los 7,589 habitantes. El constante crecimiento de la población en el casco urbano del municipio (ver gráfico 4 en la sección de anexos) y su progresiva apertura de negocios según registros brindados por Osorio, E.G (2022, julio). Encargado de la Sección de Establecimientos Comerciales de la Dirección de Servicios Públicos. (ver gráfico 5 en la sección de anexos) se ha creado una creciente demanda de los servicios de agua potables. Por lo cual, la capacidad de los pozos de abastecer a todos los habitantes puede verse comprometida. De esta cuenta, se hace necesario realizar un estudio sobre la capacidad de los pozos de mantener la dotación que satisfaga los hábitos de consumo de los usuarios y los costos relacionados a ello.

El trabajo de estudio es de suma importancia para la población que habita en el municipio de Villa Canales (166,918 habitantes) según registros brindados por Hernández, V. (2022, junio) jefe del departamento de Estadística Socioeconómica, Municipalidad de Villa Canales. En especial a los que residen en el casco urbano, ya que permitirá reducir el impacto de escasez de agua y un cobro más justo respecto a los hábitos de consumo de cada usuario.

Delimitación del problema

El estudio se realizó en el Casco Urbano del municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala. El período de ejecución del estudio fue entre los meses de julio del año 2022 a enero del año 2023.



SALVAR EL AGUA ES SALVAR LA VIDA

FASE DE INVESTIGACIÓN

1. Monografía del municipio de Villa Canales

En la monografía del lugar se describen los aspectos generales, localización, colindancias, entre otros.

1.1 Aspectos generales

El municipio de Villa Canales es uno de los diecisiete municipios que conforman el departamento de Guatemala, siendo este el municipio con la extensión territorial más grande del departamento, con unos doscientos ochenta y dos con cuarenta y cuatro (282.44) kilómetros cuadrados. Se encuentra ubicado a una distancia aproximada de veintidós (22) kilómetros hacia el sur de la ciudad de Guatemala y actualmente es una de las veinte (20) ciudades más importantes de la República de Guatemala (Municipalidad de Villa Canales, 2022).

El nombre original del municipio era San Joaquín Villa Canales y fue otorgado al municipio en el año mil novecientos quince (1915) en honor a la madre del entonces presidente Manuel Estrada Cabrera, Joaquina Cabrera. Quien tuvo una fuerte influencia en la vida de su hijo y en sus años de gobernanza. Pero no fue hasta el año mil novecientos veinte (1920), es decir cinco años después, que con el derrocamiento de Manuel Estrada Cabrera todo nombre de pueblo, plaza, calle, etc. que tuviera vínculo con él, fue suprimido. Es así como popularmente se le empieza a llamar únicamente Villa Canales; posteriormente en mayo de mil novecientos veintisiete (1927) por medio de un acuerdo gubernativo queda asentado como municipio de Villa Canales (Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, 2015).

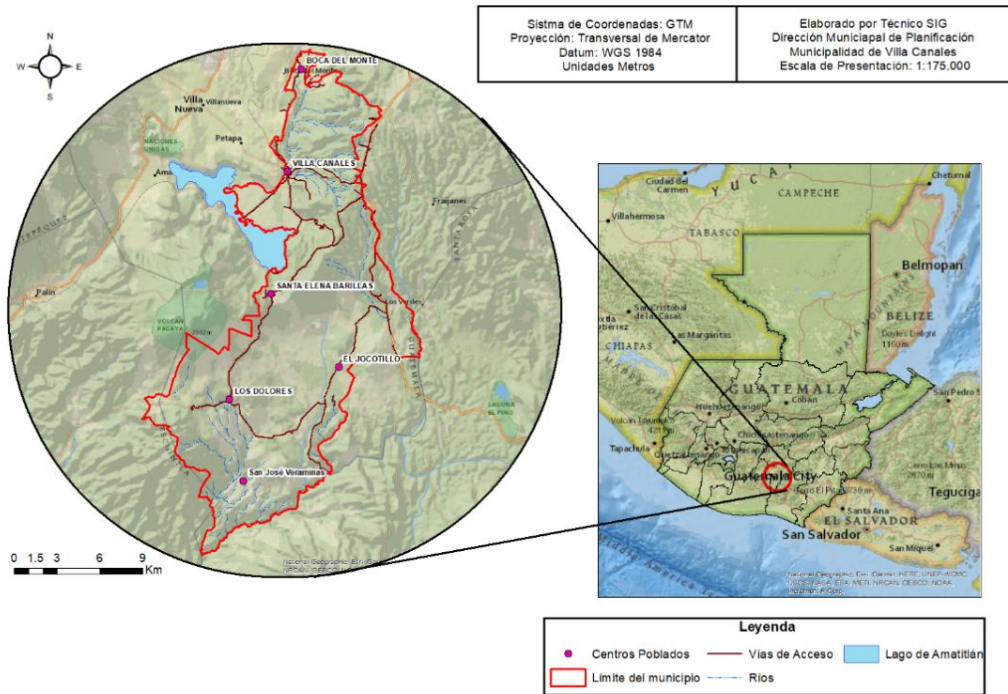
El municipio oficialmente cuenta con catorce (14) aldeas siendo estas: Boca del Monte, Chichimecas, Concepción Colmenas, Cumbre de San Nicolás, El Durazno, El Jocotillo, El Obrajuelo, El Porvenir, Los Dolores, Los Pocitos, Pamocá, San José El Tablón, Santa Elena Barillas y Santa Rosita. Además de contar con cuarenta y cinco caseríos (45), su centro o casco urbano y formar parte de la asociación de municipios de Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (Municipalidad de Villa Canales, 2022).

El alcalde es la máxima autoridad del municipio, por lo que a él se le concierne su administración. Aparte del alcalde, la municipalidad se encuentra integrada por un concejo municipal, el cual se encarga de apoyar con la administración de los recursos del municipio.

1.2 Ubicación y localización

El municipio de Villa Canales lo podemos ubicar en la parte sur del departamento de Guatemala, a unos 22km de la ciudad de Guatemala. En el norte colinda con el municipio de Santa Catarina Pinula y ciudad de Guatemala, al sur con los departamentos de Santa Rosa y Escuintla, al este con el municipio de Fraijanes y al oeste con los municipios de San Miguel Petapa y Amatitlán. Su localización se puede ubicar con las coordenadas geográficas 14°28'53" N y 90°32'00" O. (Municipalidad de Villa Canales, 2022)

Figura 1. Ubicación del municipio de Villa Canales



Fuente. Dirección Municipal de Planificación. Municipalidad de Villa Canales

1.3 Extensión

El municipio de Villa Canales posee una extensión territorial de doscientos ochenta y dos con cuarenta y cuatro (282.44) kilómetros cuadrados. La densidad demográfica proyectada en el municipio para el año dos mil veintitrés (2023) es de cuatrocientos setenta y siete con ochenta y cinco (477.85) habitantes por kilómetro cuadrado ya que se estima que la población ascienda a ciento sesenta y ocho mil seiscientos ochenta (168,680) habitantes para entonces (INE 2022).

1.4 Vías de acceso

Entre las vías de comunicación que podemos encontrar hacia el municipio de Villa Canales se encuentra la Carretera Interamericana CA – 1, un tramo carretero

proveniente de la avenida Hincapié inaugurado en 1961 (ciudad de Guatemala), una la línea férrea que data de los tiempos de gobierno del General Jorge Ubico y la cual era administrada por FEGUA (estación Morán). En la actualidad esta se encuentra deshabilitada por falta de mantenimiento y asentamiento de familias en el área (Municipalidad de Villa Canales, 2016-2020).

La comunicación vial entre aldeas, caseríos y comunidades del municipio, se lleva a cabo por carreteras asfaltadas, así como vías de terracería, empedradas y adoquinadas. De igual forma se puede encontrar comunicación vial con otros municipios como los es San Miguel Petapa cuyo tramo carretero se encuentra asfaltado y fue inaugurado en 1974 (Municipalidad de Villa Canales, 2016-2020).

1.5 Climatología

El municipio se caracteriza por tener una temperatura promedio anual de unos veinte grados centígrados (20 °C) además de un cincuenta por ciento (50%) de humedad. Su temporada de lluvia es muy marcada, siendo esta de los meses de mayo a octubre y que no sobrepasan los mil trescientos milímetros de lluvia (1300mm). Sus meses con mayor precipitación son de junio a septiembre (Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, 2015).

1.6 Hidrografía

El municipio goza de tener múltiples de fuentes de agua, pudiendo encontrar ríos, riachuelos, quebradas, pozos mecánicos y hasta un lago. Entre los ríos podemos mencionar: Rio Agua Blanca, Agua Santa, Agua Tibia, Aguacapa, Aguacate, Blanco, Chamacal, Chanquín, Chiquilote, Chiquimula, El Bosque, El Chupadero, El Jute, El Precio, La concha, La Cumbre, La Puerta, Las Canoas, Las Minas, Los Encuentros, Morán, Negro, Obrajuelo, Pínula, San Pedro, San Serapio,

Santa Cecilia, Santo Domingo, Tuluja, Villalobos y Zarzal. De los riachuelos podemos encontrar: El Bosque, El Jutillo, El Silencio y La Canoa. En cuanto a quebradas podemos localizar veinte y uno (21), algunas de ellas son: San Rafael, El Colmenal, San Nicolás y La Ceiba. De los pozos mecánicos se pueden contabilizar cuarenta y cuatro (44) en estado activo, de los cuales se estará haciendo mención en el presente documento y en cuanto al lago podemos encontrar el que lleva por nombre Amatitlán (Municipalidad de Villa Canales, 2022).

2. Caracterización socioeconómica

2.1 Economía

Su economía se encuentra basada principalmente en labores de siembra y cultivo, de entre los más importantes para el municipio podemos mencionar: cultivos de piña, café y caña de azúcar. Es por esta razón que en el escudo del municipio se pueden encontrar dibujos de los mismos. Su cultivo estrella es la piña y las mayores siembras las podemos encontrar en las aldeas de El Jocotillo y El Obrajuleo, esto debido a que gozan de tierras fertilizadas por el Volcán Pacaya y un clima propicio para su producción. Esto ha llevado al municipio a ser el mayor productor de piña de primera calidad a nivel nacional. Cabe mencionar que también se pueden encontrar pequeños comercios, así como grandes industrias en la región, las cuales promueven puestos de trabajo y movimiento económico. Entre las industrias más importantes se encuentran Pegon Piloncito, Pastas La Moderna, Plastimax S.A., Polindustrias S.A. y Granja Avícola Rancho K (Municipalidad de Villa Canales, 2016-2020).

2.2 Población en general

La población total del municipio según el Censo Nacional del año 20018 se estimó en 155,422 habitantes (INE 2018). En materia de identidad étnica, un 3.07% pertenece al pueblo maya, un 0.11% al pueblo garífuna, 0.11% al pueblo xinca, 0.12% pueblo afrodescendiente/afromestizo 0.31% población extranjera y 96.27% corresponde a la población ladina (Municipalidad de Villa Canales, 2022).

Cuadro 1. Población año 2018 por grupos etarios

Grupos Etarios	GENERO		GRUPOS DE EDAD (AÑOS CUMPLIDOS)				
	Hombres	Mujeres	0 a 4 años	5 a 14 años	15 a 44 años	45 a 64 años	65 años a más
Población	75,968	79,454	15,479	31,242	79,103	22,147	7,451
Porcentaje	48.88%	51.12%	9.96%	20.10%	50.90%	14.25%	4.79%

Cuadro 1. Población de Villa Canales censo 2018. **Fuente.** INE, 2018. XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda.

Cuadro 2. Población año 2018 por área

Área	
Urbana	Rural
124,680	30,742

Cuadro 2. Distribución de la población por área. **Fuente.** INE, 2018. XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda.

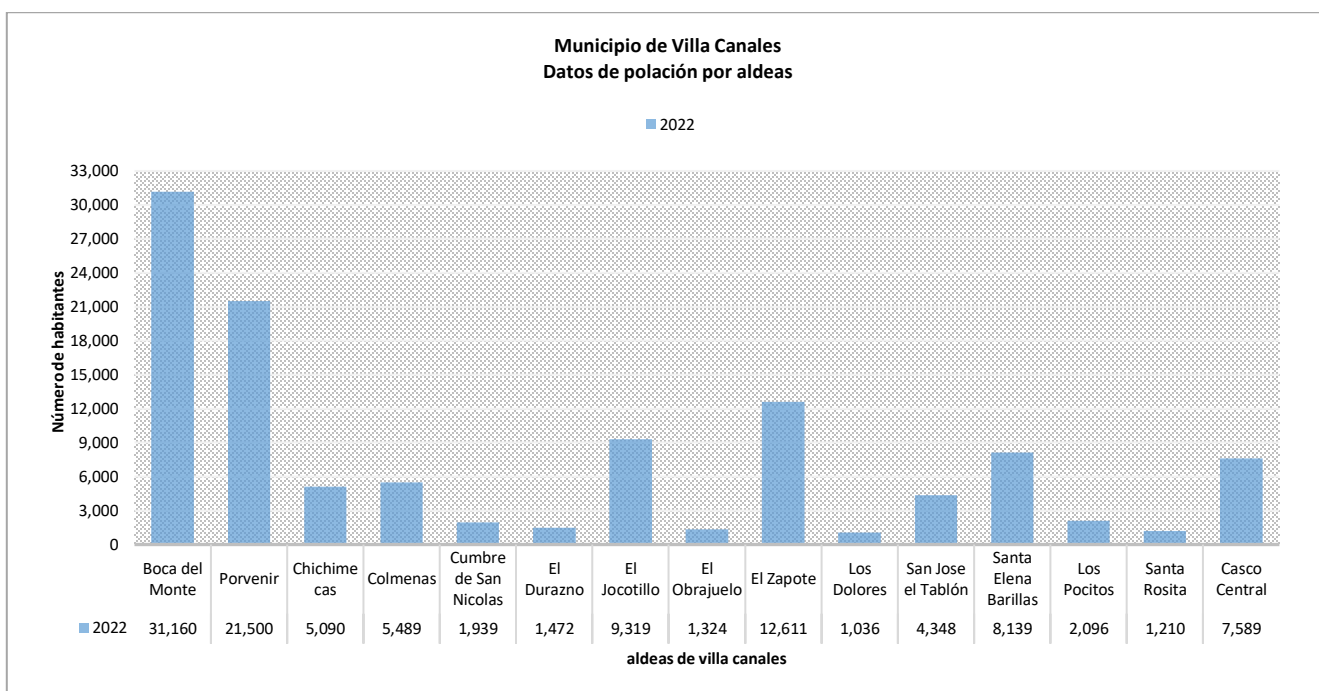
Para el año 2023 estiman que la población ascienda a 168,680 habitantes (INE 2022).

2.3 Población por aldeas

Según las proyecciones establecidas por el departamento de Estadística Socioeconómica de la Municipalidad de Villa Canales que ajusta la tasa de crecimiento poblacional a uno punto ocho por ciento (1.8%) en contraposición a la

del Instituto Nacional de Estadística que establece una tasa del dos punto cincuenta y cinco por ciento (2.55%); para el municipio de Villa Canales se estima que la población para finales del año 2022 sea de 166,918 habitantes distribuidos de la siguiente forma:

Gráfico 1. Distribución de población por aldeas



Fuente. MVC (2022). Archivo compartido respecto a crecimiento de población. Elaboración propia.

2.4 Religión

En el municipio se practican mayormente dos religiones siendo estas la católica y la evangélica protestante; aun así, se puede apreciar que el catolicismo es la de mayor predominancia (Municipalidad de Villa Canales, 2016-2020).

2.5 Niveles de educación

Este fue medido acorde a la tasa neta de escolarización la cual es una relación porcentual entre el alumnado de ciertas edades respecto al total de la población con esas edades (Municipalidad de Villa Canales, 2016-2020). La tasa neta de escolaridad calculada se puede apreciar en la siguiente imagen:

Cuadro 3. Tasa de escolaridad

Municipio	Pre primaria (%)			Primaria de niños (%)			Ciclo básico (%)			Ciclo diversificado (%)		
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M
Villa Canales	63	61	66	117	112	121	55	52	59	21.1	16.9	25.7

Cuadro 3. Tasa neta de escolaridad según niveles de estudio. **Fuente.** Municipalidad de Villa Canales (2016-2020). Estudio de factibilidad para la construcción del instituto tecnológico de aldea Boca del Monte.

2.6 Alfabetismo

El alfabetismo en el municipio se considera bastante alto y este se puede apreciar en la siguiente imagen:

Cuadro 4. Tasa de escolaridad

Alfabetismo (2010)			
Municipio	Ambos sexos (%)	Hombres (%)	Mujeres (%)
Villa Canales	88.6	89.9	87.3

Cuadro 4. Alfabetismo por género. **Fuente.** Municipalidad de Villa Canales (2016-2020). Estudio de factibilidad para la construcción del instituto tecnológico de aldea Boca del Monte.

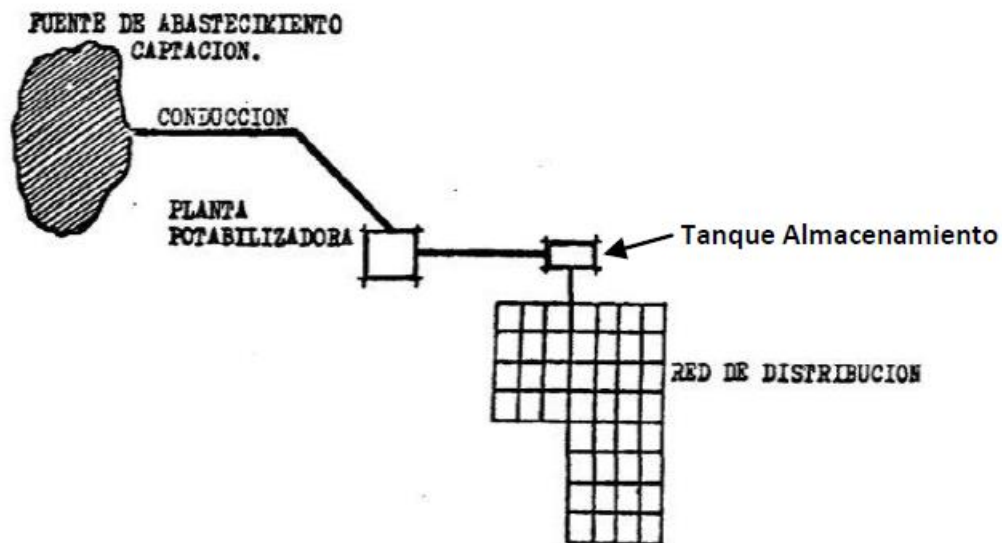
3. Sistemas de agua potable

Se les llama así a todos aquellos sistemas que permiten conducir el agua potable desde su punto de extracción (fuente) hasta el punto de consumo con la calidad y cantidad requerida. Todo el sistema esta supuesto a conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua hasta los usuarios, esto por medio de tuberías instalaciones y accesorios (Ruiz, 2007).

3.1 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de agua potable consta de cuatro partes fundamentales, las cuales son: La fuente, la línea de conducción, el sistema de almacenamiento y potabilización y la distribución (INFOM, 2011).

Figura 2. Componentes de un sistema de agua potable



Fuente. INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.

3.2 Fuentes de agua

Esta hace referencia al origen del agua, las hay de varios tipos, de entre las más explotadas y utilizadas se encuentran los ríos, los lagos, los manantiales y aguas subterráneas. También se les puede encontrar en otras formas o estados como lo son los glaseares, la condensación, el agua de lluvia, etc.

3.3 Pozo mecánico

Un pozo no es más que una perforación vertical que permite la extracción del agua contenida entre las rocas del subsuelo, mejor conocido como acuífero. La perforación de dichos pozos puede ser de distintas formas, siendo una de ellas la forma mecánica. Denominada así por la utilización de equipo mecánico como camiones con herramientas de perforación rotatoria, las cuales permiten alcanzar grandes profundidades (wikiwater).

Figura 3. Equipo mecánico para perforación de pozo

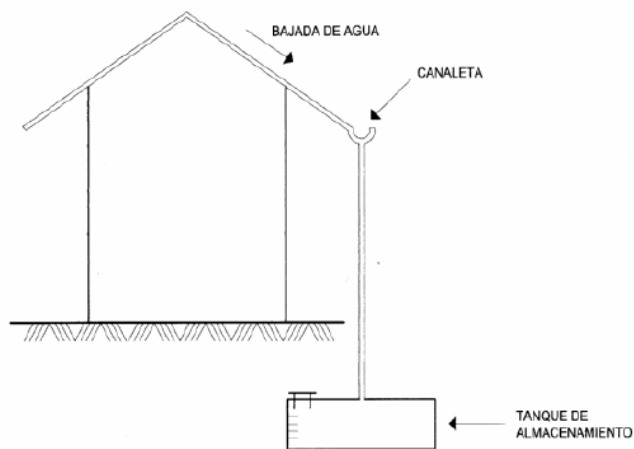


Fuente. Municipalidad de Santa Catarina Mita

3.4 Sistemas de captación

Es todo aquel sistema ideado que permita recolectar y almacenar agua de las diferentes fuentes disponibles. Uno de los más utilizados son los sistemas de captación de agua de lluvia, captándola del techo de una edificación y llevándola a un tanque de retención (INFOM, 2011).

Figura 4. Captación de agua de lluvia



Fuente. Trabajo de graduación. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1

3.5 Planta de tratamiento de aguas residuales

Es aquella obra civil diseñada para retirar los contaminantes de las aguas residuales por medio de procesos físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de hacer que el agua resultante no presente ningún riesgo para la salud o el medio ambiente. El tratado de las aguas consiste en las siguientes fases:

- Pretratamiento: Eliminación de materiales sólidos de gran tamaño por medio de rejillas.

- Tratamiento primario: Eliminación de sólidos orgánicos suspendidos por medio de la utilización de componentes químicos.
- Tratamiento secundario: Eliminación de materia orgánica y nutrientes disueltos por medio del uso de bacterias.
- Tratamiento terciario: Desinfección de las aguas por medio de agentes filtrantes y cloro.

Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales

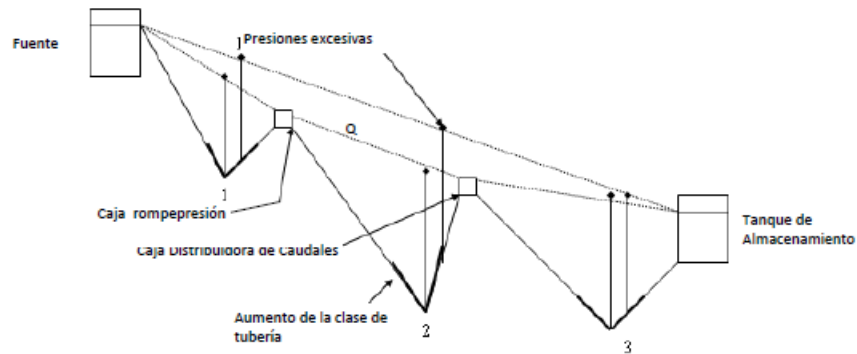


Fuente. Sitio web. Tratamiento de aguas residuales.

3.6 Líneas de conducción

Son todos aquellos dispositivos encargados de trasladar el agua de la fuente o punto de captación hasta el sistema de almacenamiento o capitación, en algunos casos cuando el agua requiere de algún tratamiento para su consumo es trasladada a una planta de tratamiento y luego al tanque de almacenamiento (INFOM, 2011).

Figura 6. Línea de conducción de agua potable

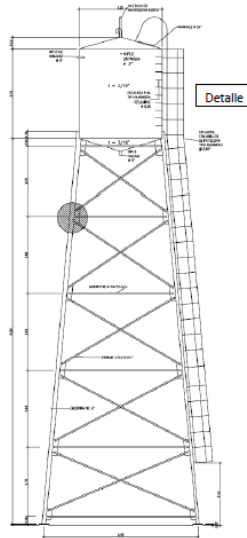


Fuente. INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano

3.7 Tanque de almacenamiento

Es el sistema utilizado para el almacenaje de agua proveniente de la fuente. Estos sistemas los hay de diferentes formas, tamaños y de distintos materiales como lo es el policloruro de vinilo (PVC), acero estructural o concreto. Estos deben de ser instalados en puntos topográficos estratégicos, para que, por medio de su altura de colocación, permita que la energía acumulada sea la necesaria para que el agua almacenada pueda ser distribuida con el caudal y presión necesaria. Se aconseja utilizar los datos de la demanda real de la población a servir para establecer las dimensiones y volumen del tanque, de lo contrario se puede considerar de un 25% a 40% del caudal medio diario para sistemas por gravedad y un 40% a 65% para sistemas por bombeo (INFOM, 2011).

Figura 7. Tanque elevado



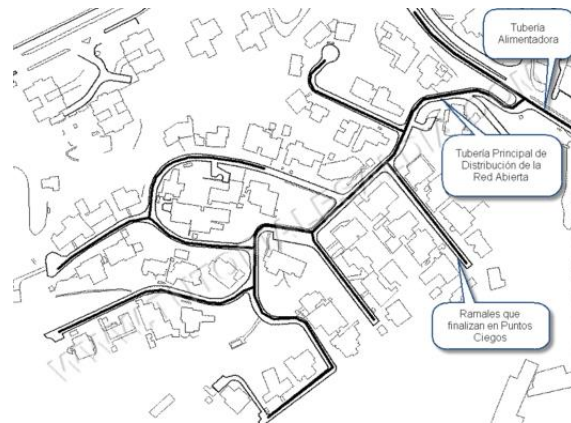
Fuente. INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano

3.8 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías e instalaciones por lo general subterráneas encargadas de transportar el agua hasta las comunidades o viviendas a servir (Tutoriales al día -Ingeniería Civil, 2023). Una red de distribución puede ser:

- Abierta o ramificada: Cuenta con una tubería principal para la distribución (de mayor diámetro), desde la cual parten ramales.

Figura 8. Red de distribución abierta



Fuente. Ingeniería Civil tutoriales. Red de distribución de agua potable.

- Cerrada o mallada: Se forma por mallas o circuitos formada por la interconexión de los ramales.

Figura 9. Red de distribución cerrada

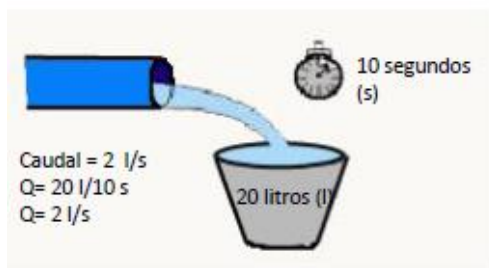


Fuente. Ingeniería Civil tutoriales. Red de distribución de agua potable.

3.9 Aforo

Se le llama así a la operación de medir el volumen de agua obtenido entre una unidad de tiempo, es decir medir un caudal (Ruiz, 2007).

Figura 10. Red de distribución cerrada



Fuente. INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano

3.10 Caudal de diseño

Se le llama así al caudal considerado o a los consumos considerados para el diseño de los equipos y dispositivos (tuberías, accesorios, obras hidráulicas) de un sistema de abastecimiento de agua (Ruiz, 2007).

3.11 Determinación de la población futura

Esta es una proyección de una población a servir en futuro y existen varias metodologías para poder determinarla entre los cuales están (Ruiz, 2007):

- Método geométrico: Es un modelo matemático que se basa en las propiedades geométricas de un plano cartesiano. Este es el que más se adecua para las poblaciones que se encuentran en vías de desarrollo (América latina, África y Asia).

$$Pf = Po * (1 + i)^n \quad \text{ec. (1)}$$

Dónde:

- Pf = Población futura
- Po = Población inicial
- i = Tasa de crecimiento poblacional
- n = Número de años en futuro

- Método aritmético: Se considera cuando el crecimiento poblacional es muy lento, cuando la población está bastante desarrollada.

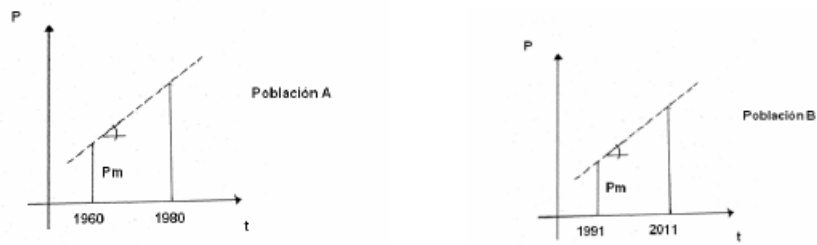
$$Pf = P1 + (P1 - P2) * \frac{t3 - t1}{t1 - t2} \quad \text{ec. (2)}$$

Dónde:

- Pf = Población futura
- P₁ = Población al tiempo t₁ (Censo más antiguo)
- P₂ = Población al tiempo t₂ (Censo más reciente)
- t₁ = Días transcurridos hasta la fecha del censo más antiguo
- t₂ = Días transcurridos hasta la fecha del censo más reciente
- t₃ = Días transcurridos hasta la fecha de servicio proyectada

- Método de comparación gráfica: Consiste en hacer una comparación de manera gráfica de la población en estudio comparándola con otra población con características similares.

Figura 11. Gráfica de crecimiento poblacional por el método de comparación



Fuente. Trabajo de graduación. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1

$$P_B = \text{Población modelo} \quad P_{mA} = P_{mB}$$

Si la población de A tiene características similares que la población B, por tanto, la pendiente es relativamente la misma, es posible hacer una proyección de la población B basados en la información de la población A.

4. Análisis financiero

Este es un estudio de información contable que permite evaluar el desempeño económico de una institución y forman un papel importante para la toma de decisiones. Este permite conocer la liquidez, solvencia, eficiencia, capacidad de endeudamiento, rendimiento y rentabilidad de una empresa o institución (Ortega, 2009).

4.1 Elementos de un análisis financiero

Su origen se basa en los libros de contabilidad, que no son más que cuadros numéricos elaborados en forma de resumen que muestran la situación económica de una empresa. Son un medio para transmitir la información financiera tal como los resultados de sus operaciones, cambios en la situación financiera, cambios en las

inversiones realizadas, etc. esto para determinada fecha de análisis (Higuerey, 2016).

4.1.1 Balance general

Es también llamado estado de situación debido a que muestra la situación en la que se encuentra la empresa por medio de un detallado de los recursos con los que cuenta la organización (activos), los recursos que quedan pendientes de pago (pasivos) y la diferencia que existe entre ambos (patrimonio) (Higuerey, 2016).

4.1.2 Estado de resultados

Este es un informe en términos monetarios de lo acontecido en una empresa u entidad. Se muestra la utilidad o pérdida obtenida en un periodo económico determinado que se cierra. En este informe podemos encontrar información de ventas brutas y netas, costo de ventas, ganancias o pérdidas por ventas, gastos de operación, ingreso y egresos (Higuerey, 2016).

4.1.3 Estado y flujo de efectivo

Este informe indica las fuentes y las aplicaciones del efectivo que se manejó en la empresa en un determinado tiempo o período, es decir muestra las fuentes de financiamiento como las actividades de inversión de la empresa (Higuerey, 2016).

4.1.4 Estado de cuentas del patrimonio

Es un informe que muestra los movimientos o variaciones que se han realizado en las partidas que forman el patrimonio neto de una empresa. El patrimonio neto de una empresa está conformado por los fondos propios (dinero

que aportan los socios) y sus reservas (beneficios generados por la empresa) (Higuerey, 2016).

4.1.5 Estado de utilidades retenidas

En términos sencillos este es un informe que presenta una parte de las ganancias que se reservan para la empresa. Es decir, un monto de los beneficios generados después de haber descontado las ganancias de socios y accionistas (Higuerey, 2016).

4.1.6 Estado de activos y pasivos

Como su nombre bien lo indica, este es un informe que muestra todos los activos (derechos y patrimonio) y pasivos (obligaciones y deudas) de una empresa, esto permite llevar una contabilidad eficiente y la adecuada clasificación de las partidas para el desarrollo del balance general (Higuerey, 2016).

4.2 Métodos de análisis financieros

4.2.1 Método de análisis vertical

Esta metodología consiste en mostrar la participación de las cuentas de los estados financieros en un valor porcentual donde la suma de todas las partes representa un valor igual al 100%. Esta metodología puede ser muy valiosa si se comparan dos empresas del mismo sector o comparando los estados financieros de la misma empresa en distintos períodos para medir o visualizar su evolución (Ortega, 2009).

4.2.2 Método de análisis horizontal

Esta metodología permite comparar las variaciones de los estados de resultados en fechas iguales en un periodo de tiempo, es decir comparar los resultados obtenidos en diciembre del año 2021 con los resultados de diciembre del año 2022. De esta forma se podrían observar los aumentos o disminuciones del rubro sometido a comparación (Ortega, 2009).

4.2.3 Método de análisis histórico

Esta metodología consiste en buscar patrones que puedan rendir explicaciones o servir de estrategia para la toma de decisiones, por medio de la investigación histórica de los estados financieros. Este no solo permite contar los hechos históricos sino permite establecer hipótesis sobre cómo llegaron a suceder y plantear soluciones alternativas (Ortega, 2009).

4.2.4 Método de análisis proyectado o estimado

Esta metodología busca tomar la evolución histórica de los estados financieros y utilizarlos como referencia para elaborar información proyectada (presupuestos). Por medio de esta metodología se puede definir un programa de prevención y administración de los recursos, algunas técnicas utilizadas para este tipo de análisis podría ser el punto de equilibrio y el control financiero Du Pont (Ortega, 2009).

FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

Producto 1. Mapa de pozos de agua potable del municipio

1. Definición de atributos para pozos de agua potable

Para mostrar la información recolectada de los pozos en un sistema de información geográfica, se construyó tabla de datos conformada por filas y columnas. Cada fila representa la fuente de la información y cada columna representa un atributo que nombra los elementos objeto de representación en SIG. Inicialmente Mancomunidad Gran Ciudad del Sur compartió una lista de atributos que consideraba importantes y necesarios de conocer sobre los pozos.

A lo largo del estudio y derivado de las actividades de campo realizadas, se hizo necesario actualizar algunos de estos, así mismo agregar algunos otros. De tal forma se obtuvo un nuevo listado de atributos, mismo que se comparte a continuación:

Cuadro 5. Atributos para pozos

No.	BLOQUES DE DATOS	NOMBRE DEL ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	LONGITUD	PRECISIÓN
1	Datos de registro de mancomunidad	NUM_POZ	Número de pozo	Número Entero	10	-
2		COD_DEP	Código del departamento	Número Entero	10	-
3		NOM_DEP	Nombre del departamento	Texto	254	-
4		COD_MUN	Código del municipio	Número Entero	10	-
5		NOM_MUN	Nombre del municipio	Texto	254	-
6		DIR_POZ	Dirección del pozo	Texto	254	-
7	Datos de registro municipalidad	NUM_ZONA	Número de zona	Número Entero	10	-
8		DIV_TER	Aldea/Caseño	Texto	254	-
9		NOM_POZ	Nombre del pozo	Texto	254	-
10		LUG_ABS	Lugares que abastece	Texto	254	-
11		NUM_FIN	Número de finca catastral	Texto	254	-
12		NUM_FOL	Número de folio catastral	Texto	254	-
13		NUM_LIB	Número de libro catastral	Texto	254	-
14		A_CONS	Año de construcción	Texto	254	-
15		ADM_POZ	Administración del pozo: Municipal/Privada/Comunidad	Texto	254	-
16		EST_POZ	Estado del pozo: Activo/Reparación/ Inhabilitado/Seco	Texto	254	-

17		FRE_MAN	Frecuencia de mantenimiento (año)	Texto	254	-
18		FEC_MAN	Fecha del último mantenimiento	Texto	254	-
19		COS_OPE	Costo de operación mensual	Texto	254	-
20	Datos de localización	LAT	Coordenada en "X" en proyección decimal	Número Real	23	2
21		LON	Coordenada en "Y" en proyección decimal	Número Real	23	2
22		X_GTM	Coordenadas en "X" en proyección GTM (Latitud)	Número Real	23	2
23		Y_GTM	Coordenadas en "Y" en proyección GTM (Longitud)	Número Real	23	2
24		TIP_POZ	Tipo de pozo: Mecánico/ Hincado/Excavado	Texto	254	-
25		ALT_POZ_M	Altitud del pozo (msnm)	Número Entero	10	-
26	CAU	Caudal (gal/min)	Número Entero	10	-	
27	CAU2	Caudal (lt/s)	Número Real	23	2	
28	TEM_AGU	Temperatura del agua: Fría/Caliente	Texto	254	-	
29	NIV_EST_P	Nivel estático (pies)	Texto	254	-	
30	NIV_EST_M	Nivel estático (metros)	Número Real	23	2	
31	NIV_DIN_P	Nivel dinámico (pies)	Texto	254	-	
32	NIV_DIN_M	Nivel dinámico (metros)	Número Real	23	2	
33	PRO_POZ_P	Profundidad del pozo (pies)	Número Entero	10	-	
34	PRO_POZ_M	Profundidad del pozo (metros)	Número Real	23	2	
35	DIA_PER_PG	Diámetro de perforación del pozo (pulgadas)	Número Entero	10	-	
36	DIA_ENC_P G	Diámetro del encamisado del pozo (pulgadas)	Número Entero	10	-	
37	Datos técnicos de pozo	DIA_ENT_PG	Diámetro de entubado (pulgadas)	Texto	254	-
38		MAT_ENT	Material de entubado: HG/PVC/Otros	Texto	254	-
39		FOR_DIS	Forma de distribución del caudal: Abierta/Cerrada	Texto	254	-
40		CON_RED	Pozo conectado a: Red/Tanque/ Otros	Texto	254	-
41		TAN_REB	Cuenta con tanque de bombeo: Si/No	Texto	254	-
42		DIA_TUB_P	Diámetro de tubería del pozo al tanque -Línea de impulsión (Pulgadas)	Número Entero	10	-
43		MAT_TUB	Material de la tubería: HG/PVC/Otros	Texto	254	-
44		SIS_FIL	Cuenta con sistema de filtrado de agua: Si/No	Texto	254	-
45		SIS_DES	Cuenta con sistema de desinfección: Cloración/UV/Otros	Texto	254	-
46		EQU_CLO	Cuenta con equipo de cloración: Si/No	Texto	254	-
47		PIEZOM	Cuenta con piezómetro: Si/No	Texto	254	-
48		PER_EST	Cuenta con perfil estratigráfico: Si/No	Texto	254	-
49	Datos técnicos de bomba	TIP_BOM	Tipo de bomba: Sumergible/Centrífuga/Periférica	Texto	254	-
50		POT_BOM_H P	Potencia de la bomba (HP)	Número Entero	10	-
51		FAC_POT	Factor de potencia: .80/.85/.90/.95/1	Número Real	23	2
52		PER_TRAB	Periodo de trabajo: hora/día	Texto	254	-
53		PRO_BOM_P	Profundidad de la bomba (Pies)	Número Real	23	2
54	PRO_BOM_M	Profundidad de la bomba (metros)	Número Real	23	2	
55	Datos del sistema eléctrico	SIS_ELE	Sistema eléctrico: Monofásico/Trifásico/ Generador	Texto	254	-
56		BAN_CAP	Cuenta con banco de capacitores: Si/No	Texto	254	-
57	Datos técnicos de motor	POT_MOT_H P	Potencia del motor (HP)	Número Real	23	2
58		REN_MOT	Rendimiento del motor (%)	Número Real	23	2
59		SUS_MOT	Marca/Modelo para sustitución del motor	Texto	254	-
60		COS_SUS	Costo de sustitución	Número Real	23	2
61	Datos administrativos	ADMR_POZ	Nombre del fontanero	Texto	254	-
62		NUM_CON	Número de contacto	Texto	254	-
63		RES_MUN	Responsable municipal de la información y coordinación	Texto	254	-
64		TIP_LEV	Tipo de levantamiento de información: Mapeo participativo/Planos/Campo	Texto	254	-
65		NOM_DIG	Digitador de la información	Texto	254	-
66		FEC_LEV	Fecha del levantamiento de información	Texto	254	-
67		OBSER	Observaciones	Texto	254	-

Cuadro 5. Cuadro de atributos para pozos de agua potable. Fuente. MGCS (2016). Modificado por Edgar Ramos (2022).

2. Definición de atributos para estudios hidrogeológicos de pozos perforados

Por otra parte, MGCS compartió un listado de atributos para estudios hidrogeológicos, que derivado de las actividades de recolección de datos se hizo necesario actualizar algunos de ellos y agregar otros. Al igual que en el caso de pozos se obtuvo un nuevo listado de atributos para estudios hidrológicos, que también es compartido a continuación:

Cuadro 6. Atributos para estudios hidrogeológicos

No.	BLOQUES DE DATOS	NOMBRE DEL ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	LONGITUD	PRECISIÓN
1	Datos de registro de mancomunidad	NUM_POZ	Número del pozo	Número Entero	10	-
2		COD_DEP	Código del departamento	Número Entero	10	-
3		NOM_DEP	Nombre del departamento	Texto	254	-
4		COD_MUN	Código del municipio	Número Entero	10	-
5		NOM_MUN	Nombre del municipio	Texto	254	-
6	Datos de registro de municipalidad	DIR_POZ	Dirección del pozo	Texto	254	-
7		NUM_ZON	Número de zona	Número Entero	10	-
8		DIV_TER	Aldea/Caserío	Texto	254	-
9		NOM_POZ	Nombre del pozo	Texto	254	-
10		EST_TEC	Año estudio técnico del pozo	Número Entero	10	-
11		RESP_EST	Responsable de la realización del estudio	Texto	254	-
12		TIP_PRO	Tipo de proyecto: Municipal/Privado Otros	Texto	254	-
13		ALT_POZ	Altitud de pozo (msnm)	Número Entero	10	-
14		ANIO_ALT	Año de toma de altitud	Número Entero	10	-
15		Datos de localización	LAT	Coordenada en "Y" en proyección decimal	Número Real	23
16	LON		Coordenada en "X" en proyección decimal	Número Real	23	2
17	X_GTM		Coordenadas en "Y" en proyección GTM (Latitud)	Número Real	23	2
18	Y_GTM		Coordenadas en "X" en proyección GTM (Longitud)	Número Real	23	2
19	Datos de dotación	POB_ACT	Población actual	Número Entero	10	-
20		NUM_VIV	Número de viviendas	Número Entero	10	-
21		CANT_FAM	Cantidad de familias	Número Entero	10	-
22		DEN_PROM	Densidad promedio (km)	Número Entero	10	-
23		DOT	Dotación: lt/persona/día	Texto	254	-
24		CAU_G_MIN	Caudal demandado al pozo: gal/min	Número Real	23	2
25		CAU_L_MIN	Caudal demandado al pozo: lt/s	Número Real	23	2
26		EST_POB	Estimación de crecimiento poblacional (%)	Texto	254	-
27		PER	Período (años)	Número Entero	10	-
28		POB_FUT	Población futura	Número Entero	10	-
29		CAU_G_FUT	Caudal futuro demandado al pozo: gal/min	Número Real	23	2
30		CAU_L_FUT	Caudal futuro demandado al pozo: lt/s	Número Real	23	2
31		HID_GEO	Hidrogeología	Texto	254	-
32		CON_HIDRA	Conductividad hidráulica (m/s)	Número Real	23	2
33		PREC	Precipitación media anual: (mm)	Número Real	23	2
34		INF_ANU	Infiltración promedio anual	Número Real	23	2

35	Datos hidrológicos	POR_INF	Porcentaje de infiltración (%)	Texto	254	-
36		MET_INF	Método de prueba de infiltración	Texto	254	-
37		AREC_KM2	Área de recarga (km2)	Número Entero	10	-
38		AREC_M2	Área de recarga del pozo (m2)	Número Entero	10	-
39		REC_HID	Observaciones para recarga hídrica	Texto	254	-
40		VAL_TRANS	Valores de transmisibilidad	Número Entero	10	-
41		VAL_TRANSP	Valores de transmisibilidad promedio	Número Entero	10	-
42	Datos geológicos	EST_GEO	Estudio geofísico	Texto	254	-
43		GEO	Geología	Texto	254	-
44		PER_EST	Estratigrafía: Si/No	Texto	254	-
45		SUE_ENC	Suelo encontrado	Texto	254	-
46		CAP_REC	Capacidad de recarga (litros/seg)	Número Real	23	2
47		POT_H2O	Potencial de agua (Gal/min)	Número Real	23	2
48	Otros estudios	EST_FIS	Estudios físicos del pozo	Texto	254	-
49		AÑO_EST	Año de estudio físico	Texto	254	-
50	Datos del pozo	TIP_POZ	Tipo de pozo: Mecánico/Hincado/Excavado	Texto	254	-
51		PRO_POZ_P	Profundidad recomendada del pozo (Pies)	Número Entero	10	-
52		CAU_BOM_R	Caudal de bombeo recomendado (Gal/min)	Número Real	23	2
53		DIA_PER_PG	Diámetro de la perforación (Pulgadas)	Número Entero	10	-
54		DIA_ENC_PG	Diámetro del encamisado (Pulgadas)	Número Entero	10	-
55		DIA_ENT_PG	Diámetro del entubado (Pulgadas)	Número Entero	10	-
56	Datos de bomba	TIP_BOM	Tipo de bomba: Sumergible/Centrífuga/Periférica/Otros	Texto	254	-
57		PROF	Profundidad de bomba (Pies)	Número Entero	10	-
58		POT_BOM_R	Potencia de bomba requerida (HP)	Número Entero	10	-
59		BOM_HRS	Horas de bombeo	Número Entero	10	-
60		ELEC_BOM	Consumo eléctrico de la bomba (Q/mes)	Número Real	23	2
61	Datos de tanque	TIP_TAN	Tipo de tanque de distribución: Aéreo/Cistema	Texto	254	-
62		CAP_TAN	Capacidad de almacenamiento de tanque (galones)	Número Real	23	2
63	Datos de costos	CON_DOM	Costo por conexión domiciliar (Q/mes)	Número Real	23	2
64		ELEC_VIV	Consumo electricidad por vivienda (Q/mes)	Número Real	23	2
65	Datos administrativos	REC_POZ	Recomendaciones en momento de perforación de pozo	Texto	254	-
66		RES_MUN	Responsable municipal de la información y coordinación	Texto	254	-
67		NOM_DIG	Digitador de la información	Texto	254	-
68		FEC_LEV	Fecha de levantamiento de la información	Texto	254	-

Cuadro 6. Atributos de estudios hidrogeológicos para pozos perforados. **Fuente.** MGCS (2016). Modificada por Edgar Ramos (2022).

3. Recopilación de información de pozos de agua potable

Para la recolección de datos, se recurrió a los registros que poseen Mancomunidad Gran Ciudad del Sur y los departamentos de Agua y Saneamiento, Planificación y Catastro de la municipalidad de Villa Canales. Así como el apoyo de los fontaneros administradores de los diferentes pozos del municipio. Como resultado de esta actividad se pudo observar que para muchos de los pozos en el municipio se desconoce su registro catastral, que los pozos carecen de

mantenimientos preventivos y que hace falta realizar mediciones de aforos y niveles para obtener datos más recientes y actualizados.

A su vez, se obtuvo un registro fotográfico del estado en que se encuentran los pozos (Ver memoria fotográfica en sección de Anexos).

4. Consolidación de datos para mapas de pozos de agua potable

De la información recolectada, se integró un cuadro general de datos (Ver Apéndice 2) el cual se actualizó a medida que se fue recibiendo y obteniendo la información. De esta cuenta se obtuvo una base de datos que contiene toda la información referente a datos técnicos e históricos de los pozos que se pudieron recolectar. Del mismo modo, con apoyo de los departamentos de Agua y Saneamiento y Servicios Públicos de la municipalidad de Villa Canales se obtuvo la información referente a los gastos de mantenimiento de pozos (Ver Apéndice 3, 4, 5 y 6), como los aportes de los contribuyentes. Esto para poder realizar un análisis financiero.

Es importante mencionar que el formato utilizado en el cuadro general de datos únicamente sirvió para vincular dicha información con el programa libre para procesamiento de información geográfica QGIS el cual representa la información en un mapa por medio de una capa (shape file, en inglés) de pozos de agua potable. La información contenida en dicha base de datos se puede apreciar en las fichas de pozos adjuntas en la sección de Anexos.

5. Visita técnica de pozos de agua potable del municipio

A lo largo del estudio y por medio de la coordinación de vehículo municipal o transporte propio se logró realizar visita de campo a los siguientes pozos y nacimientos:

Cuadro 7. Pozos y nacimientos visitados

Nombre del Pozo o Nacimiento	Tipo de Pozo	Coordenadas		Administración del Pozo	Estado del Pozo	Potencia de la Bomba (HP)	Potencia del Motor (HP)	Nivel Dinámico (m)	Nivel Estático (m)
		LAT	LON						
Shangrila	Mecánico	14.559997	-90.525173	Municipal	Activo	60	60	113.1	-
El Aguacate	Mecánico	14.559175	-90.524790	Municipal	Activo	30	40	-	95.83
La Séptima II	Mecánico	14.558201	-90.514887	Municipal	Inactivo	30	30	-	208.4
La Séptima I	-	14.558177	-90.515665	Municipal	Inactivo	-	-	-	-
El Rosario	Mecánico	14.557075	-90.512507	Municipal	Activo	30	30	207	198.75
El Matazano	Mecánico	14.541091	-90.523124	Municipal	Activo	40	50	128.45	75
La Roca	Mecánico	14.540642	-90.524308	Municipal	Activo	25	30	153.4	85.83
Reynaldo	Mecánico	14.537731	-90.524426	Municipal	Activo	10	10	160	67.1
El Jícaro	Mecánico	14.535581	-90.530312	Municipal	Activo	40	40	-	-
El Cafetal	Mecánico	14.538105	-90.531830	Municipal	Activo	30	30	122.5	74
La Comunidad	Excavado	14.548716	-90.527312	Municipal	Activo	7.5	7.5	-	-
El Campo	Mecánico	14.550577	-90.522170	Municipal	Activo	30	30	105.9	81
Las Flores	Mecánico	14.545858	-90.523967	Municipal	Activo	30	30	134.7	-
Doña Betty	-	14.536291	-90.522794	Municipal	Inactivo	-	-	-	-
Agua Santa	Mecánico	14.544456	-90.528897	Municipal	Activo	40	50	-	-
Santa Anita	Mecánico	14.559872	-90.519050	Privado	Activo	-	-	-	-
La Lechería	Mecánico	14.555166	-90.519594	Municipal	Activo	40	40	-	-
Santana I	Mecánico	14.543124	-90.509281	Municipal	Inactivo	-	-	-	-
Santana II	Mecánico	14.543124	-90.509281	Municipal	Activo	60	60	128.5	-
Salomón	Mecánico	14.543817	-90.506026	Municipal	Inactivo	-	-	-	-
Puesto de Salud	Mecánico	14.539147	-90.513021	Municipal	Activo	40	40	94.7	-
El Cementerio I	Mecánico	14.532112	-90.508787	Municipal	Activo	30	30	197.55	187.22
El Cementerio II	Mecánico	14.532112	-90.508787	Municipal	Activo	40	40	-	-
El Pedrero	Mecánico	14.540171	-90.502604	Municipal	Activo	40	40	-	-
Cumbre de San Nicolas	Mecánico	14.507878	-90.481157	Municipal	Activo	20	20	-	144.35
Corazón de Jesús	Mecánico	14.509694	-90.511595	Municipal	Activo	40	40	169	165.05
Rustrian	Mecánico	14.509260	-90.515738	Municipal	Activo	30	40	-	-



Monjas	Mecánico	14.505971	-90.518822	Municipal	Inactivo	-	15	-	-
Vista al Lago	Mecánico	14.497447	-90.521179	Privado	Activo	-	-	-	-
Bello Atardecer	Mecánico	14.501554	-90.526390	Privado	Activo	-	-	-	-
Linda Vista	-	-	-	Privado	-	-	-	-	-
Chichimecas	Mecánico	14.496789	-90.524095	Municipal	Activo	40	40	111	111
Morancito I	Mecánico	14.487993	-90.534718	Municipal	Activo	40	40	80	23
Morancito II	Mecánico	14.487427	-90.534523	Municipal	Activo	50	50	34.1	23.95
Tuluja I	Mecánico	14.486592	-90.530017	Municipal	Activo	50	50	-	-
Tuluja II	Mecánico	14.485901	-90.531224	Municipal	Activo	50	50	-	-
Escamilla	Mecánico	14.479979	-90.533108	Municipal	Activo	20	20	-	-
Santa Delfina	Mecánico	14.477024	-90.535275	Municipal	Activo	50	50	25.9	25.4
El Durazno I	Nacimiento	14.473440	-90.493441	Municipal	Activo	3	3	-	-
El Durazno II Viejo	Mecánico	14.477446	-90.490077	Municipal	Inactivo	-	-	-	-
El Durazno II Nevo	Mecánico	14.477541	-90.490005	Municipal	Activo	40	40	217.72	206.9
El Durazno III	Mecánico	14.476329	-90.491053	Municipal	Activo	10	10	-	177.44
Ojo de Agua	Mecánico	14.478023	-90.501647	Municipal	Activo	Desconocido	Desconocido	264.6	245.1
El Zapote	Mecánico	14.456454	-90.556967	Municipal	Inhabilitado	7	7	-	-
San Cristóbal	Mecánico	14.428877	-90.495584	Municipal	Activo	40	40	-	-
Santa Rosita	-	-	-	Municipal	-	-	-	-	-
Chamacal	Nacimiento	14.412116	-90.539962	Municipal	Activo	40	40	-	-
El Chipilinar	Mecánico	14.399593	-90.544186	Municipal	Activo	50	50	215	214
Santa Elena	Mecánico	14.408864	-90.536698	Municipal	Activo	30	30	-	-
Los Llanos	Mecánico	14.359975	-90.546050	Municipal	Activo	40	50	-	-
Jocotillo I	Mecánico	14.362597	-90.498764	Municipal	Activo	30	30	57	53
Jocotillo II	Mecánico	14.352886	-90.503298	Municipal	Activo	30	30	-	-
Jocotillo III	Mecánico	14.350084	-90.506360	Municipal	Activo	25	25	-	-
Centro de Salud	Mecánico	14.340780	-90.509676	Municipal	Activo	40	40	-	-
Los Pocitos	Mecánico	14.333131	-90.595335	Municipal	Activo	30	30	122.65	116.3
Rincón de Pacaya	Mecánico	14.333778	-90.600131	Municipal	Activo	30	30	-	-
Las Escobas	Mecánico	14.320599	-90.558203	Municipal	Activo	35	Desconocido	-	-

Fuente. Elaboración propia

6. Descarga de información recopilada en campo

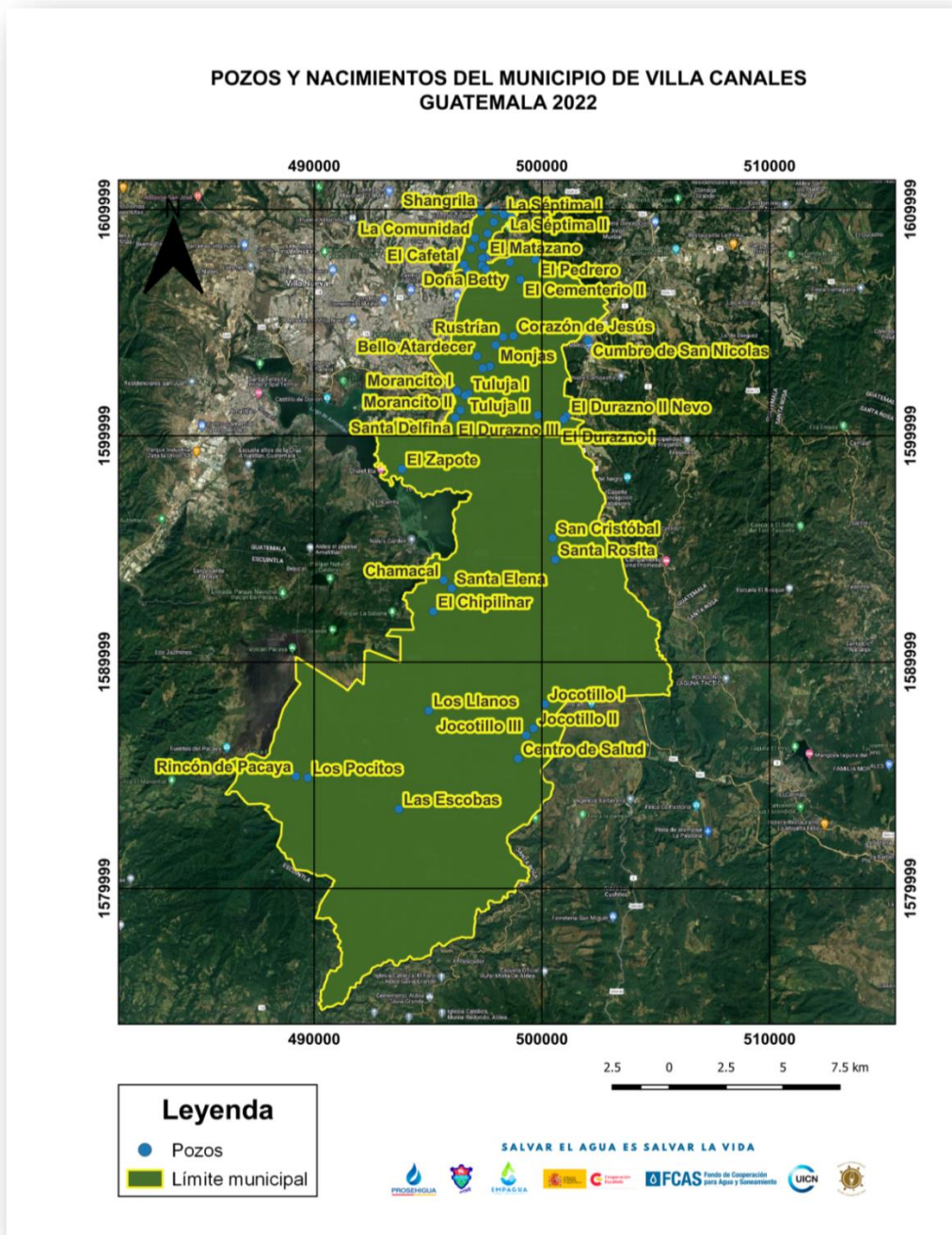
Luego de la visita programada a los pozos, se procedió a descargar los datos obtenidos tanto técnicos, de registro y localización a la tabla general de datos previamente elaborada. Se resaltaron con colores los textos y las casillas para mayor facilidad de identificación y control de los mismos (Ver Apéndice 2).

7. Actualización de mapas de pozos de agua potable

Con la información del cuadro general de datos actualizada y la geolocalización de los pozos, se realizó un nuevo mapa de pozos de tal forma que se complementó la información contenida en los mapas guía previamente elaborados y utilizados durante las visitas de campo realizadas.

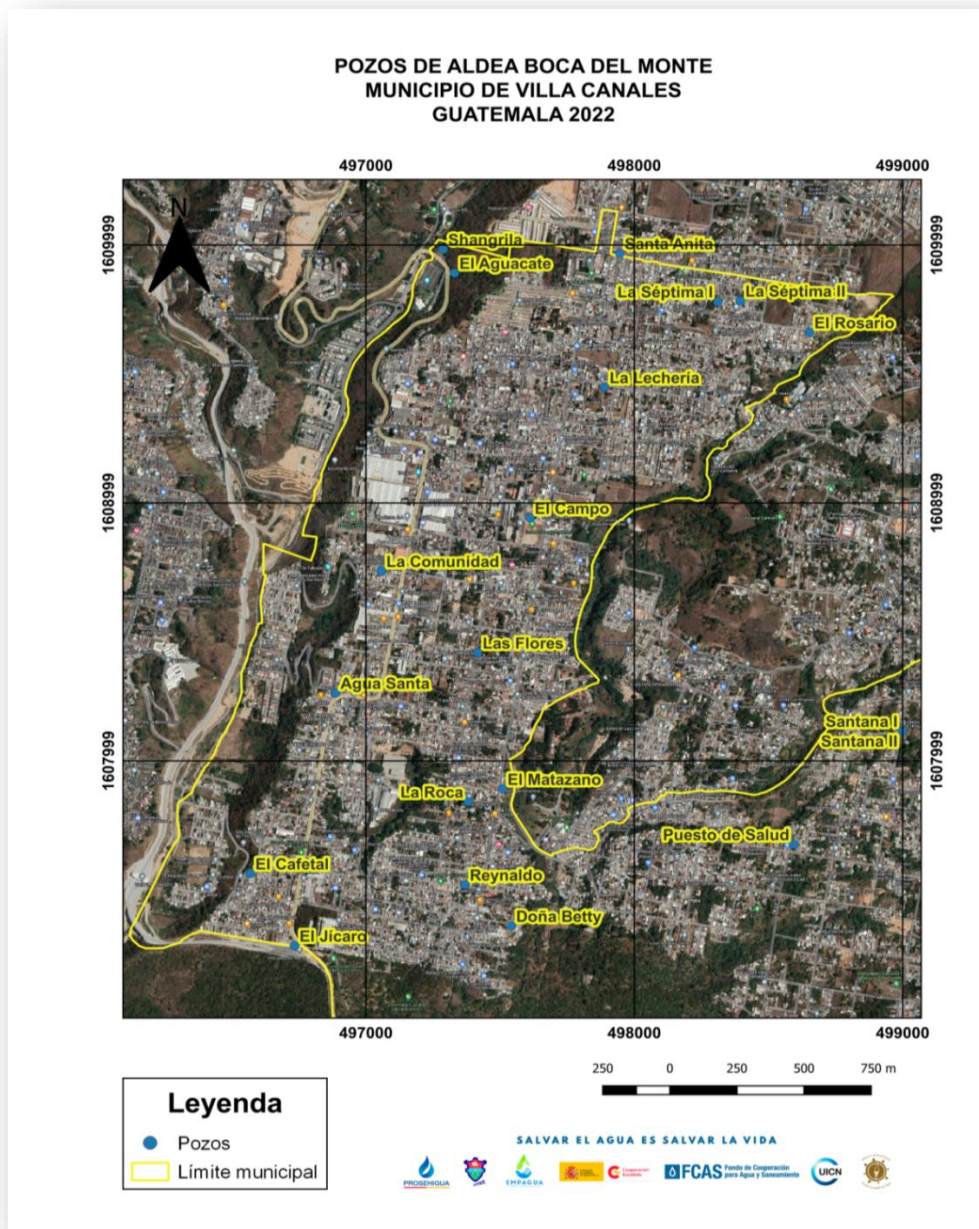
A continuación, se presenta una imagen con el mapa en donde se identifica la localización de los pozos encontrados, así como también mapas individuales con los pozos y nacimientos de agua encontrados:

Mapa 1. Pozos y nacimientos del municipio de Villa Canales



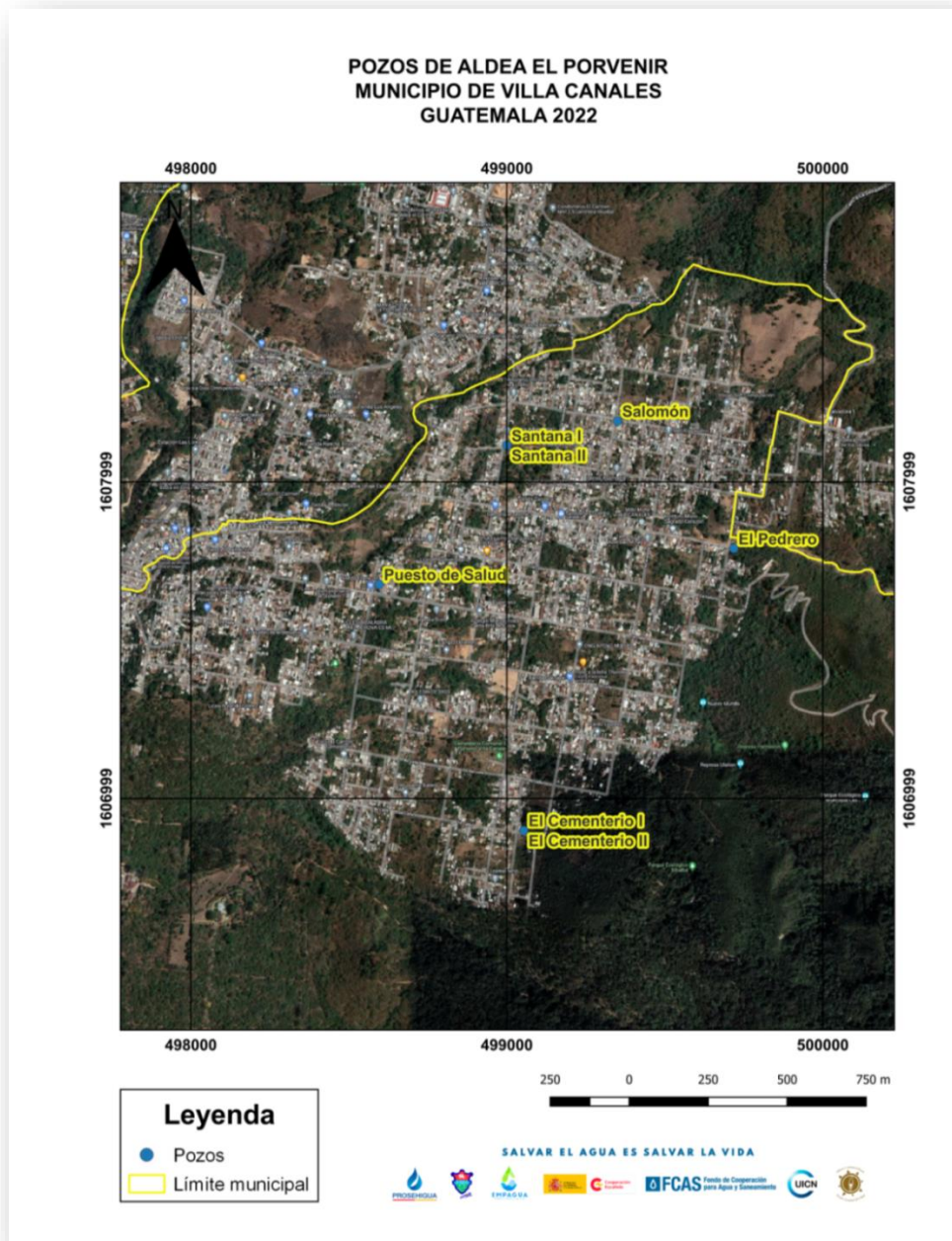
Mapa 1. Ubicación geográfica de los cincuenta y siete registros de pozos de agua como nacimientos encontrados en el municipio de Villa Canales, Guatemala. Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 2. Pozos de aldea Boca del Monte



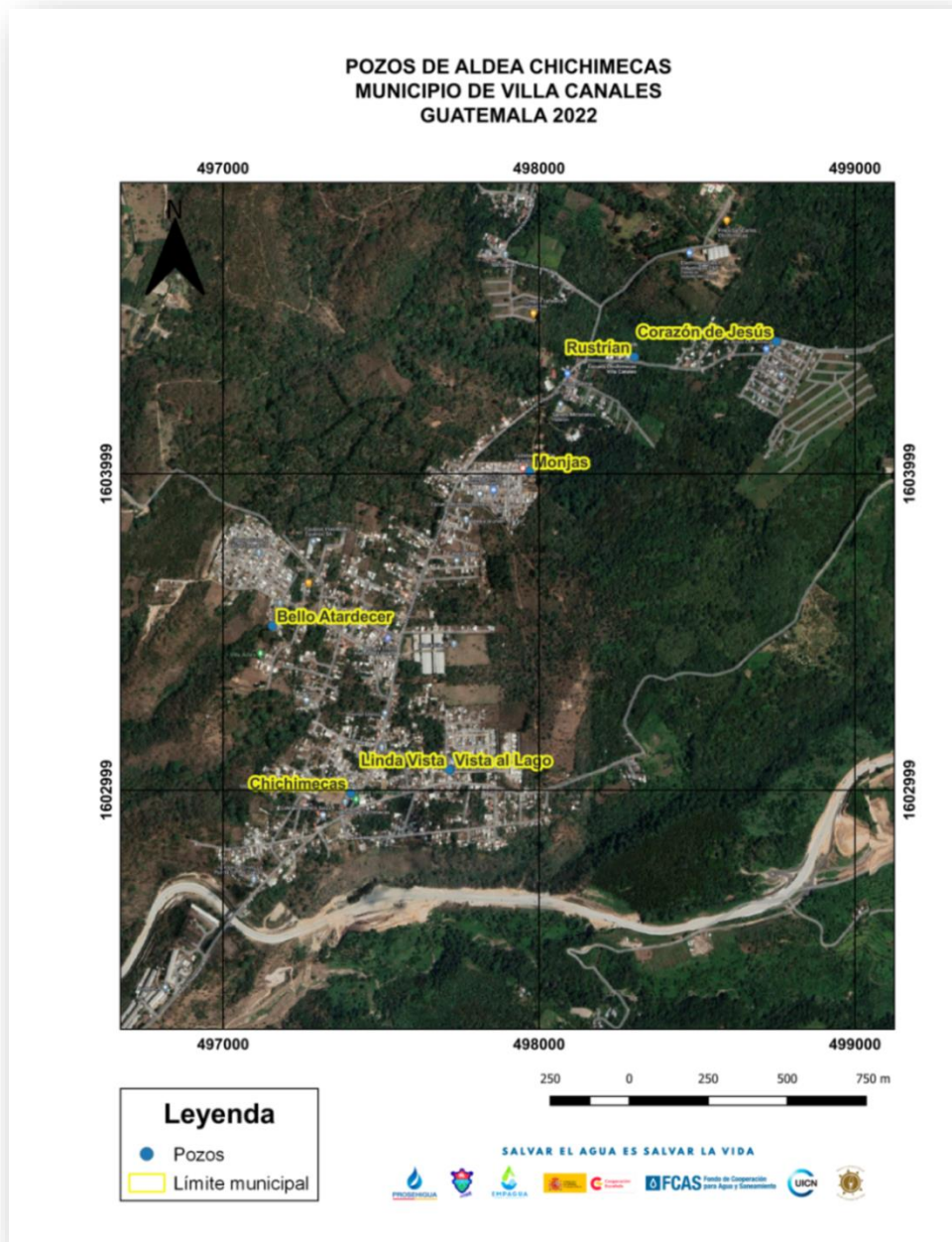
Mapa 2. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea Boca del Monte. Municipio de Villa Canales, Guatemala. Los pozos ubicados al norte abastecen la zona 2 de la aldea, los pozos al centro la zona 1, los pozos al sureste la zona 3 y el pozo El Cafetal ubicado al suroeste abastece la zona 4. Los pozos Puesto de Salud y Santana I y II pertenecen a aldea El Porvenir. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 3. Pozos de aldea El Porvenir



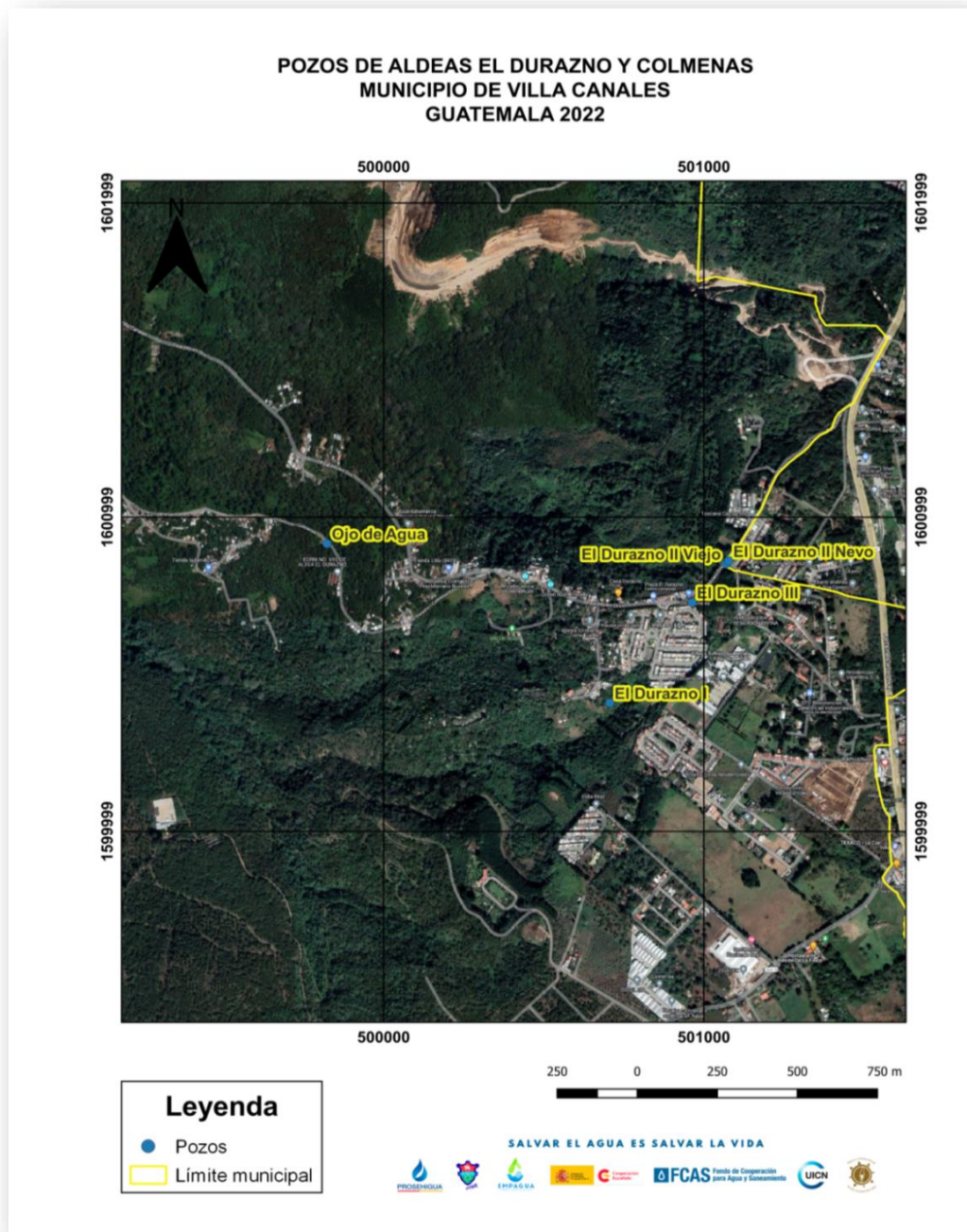
Mapa 3. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea El Porvenir del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 4. Pozos de aldea Chichimecas



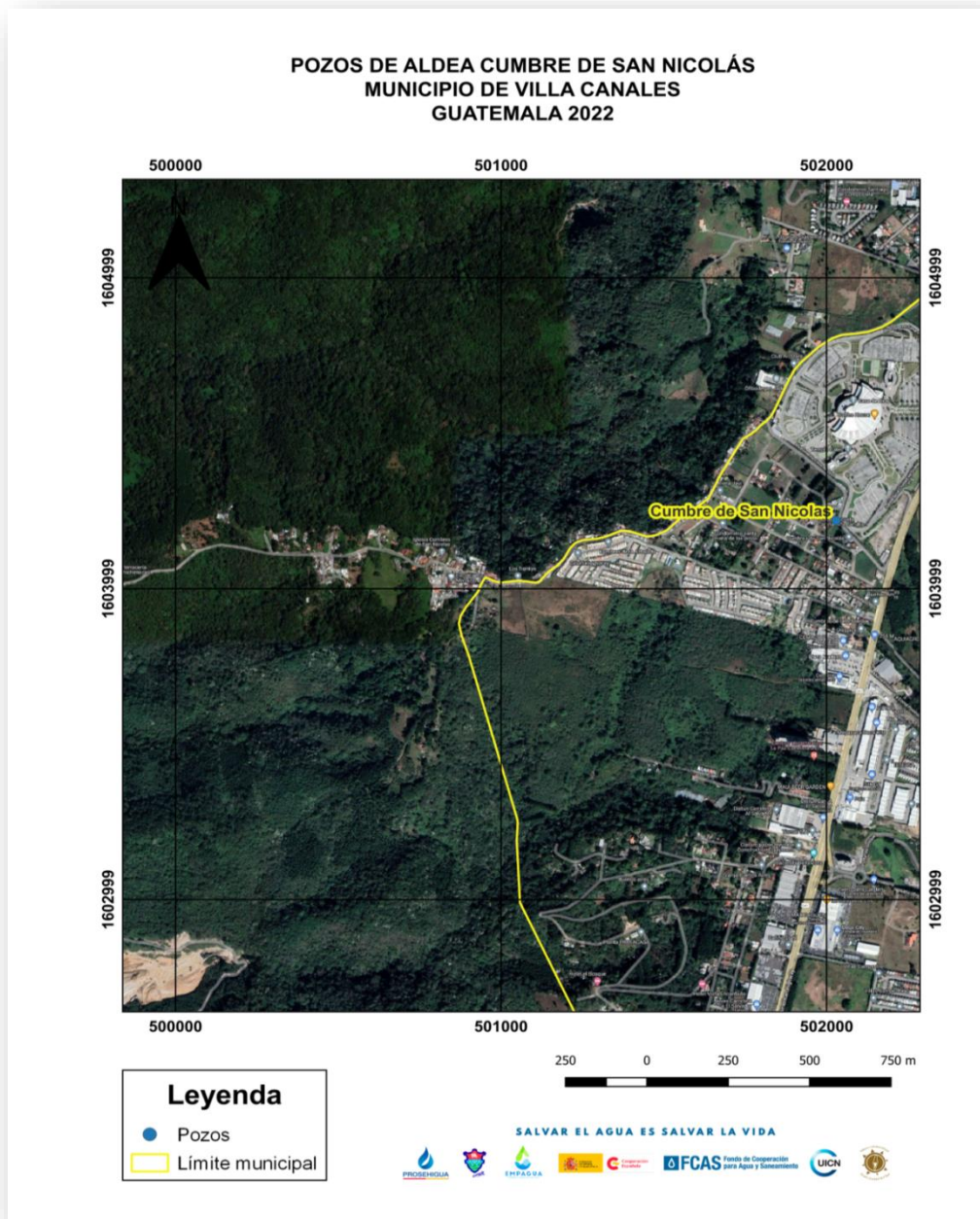
Mapa 4. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea Chichimecas del municipio de Villa Canales, Guatemala. Los pozos Rustrián y Corazón de Jesús abastecen la zona norte y centro de la aldea, el pozo Chichimecas la zona sur, el pozo Monjas se encuentra inactivo y el resto son de administración privada. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 5. Pozos de aldea El Durazno y Colmenas



Mapa 5. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de aldeas Colmenas y El Durazno del municipio de Villa Canales, Guatemala. El pozo identificado como Ojo de Agua pertenece a la aldea de Colmenas y el pozo identificado como El Durazno I es un nacimiento de agua. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

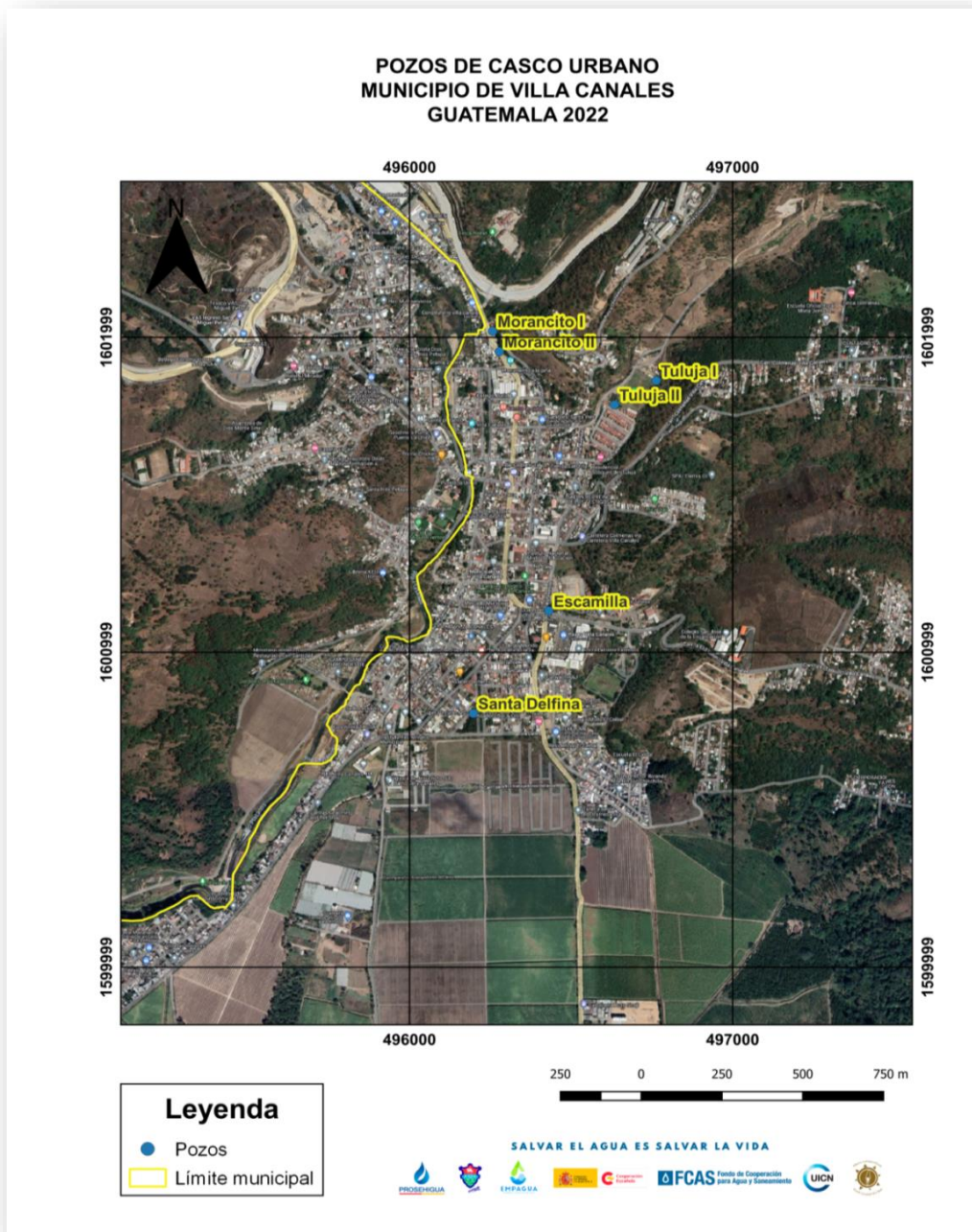
Mapa 6. Pozo de aldea Cumbre de San Nicolás



Mapa 6. Ubicación geográfica del pozo de agua visitado de aldea Cumbre de San Nicolás del municipio de Villa Canales, Guatemala. Este pozo se encuentra ubicado en el municipio de Santa Catarina Pinula, puesto que se encuentra fuera del límite municipal, pero abastece a la aldea Cumbre de San Nicolás, que se encuentra al lado izquierdo del límite municipal.

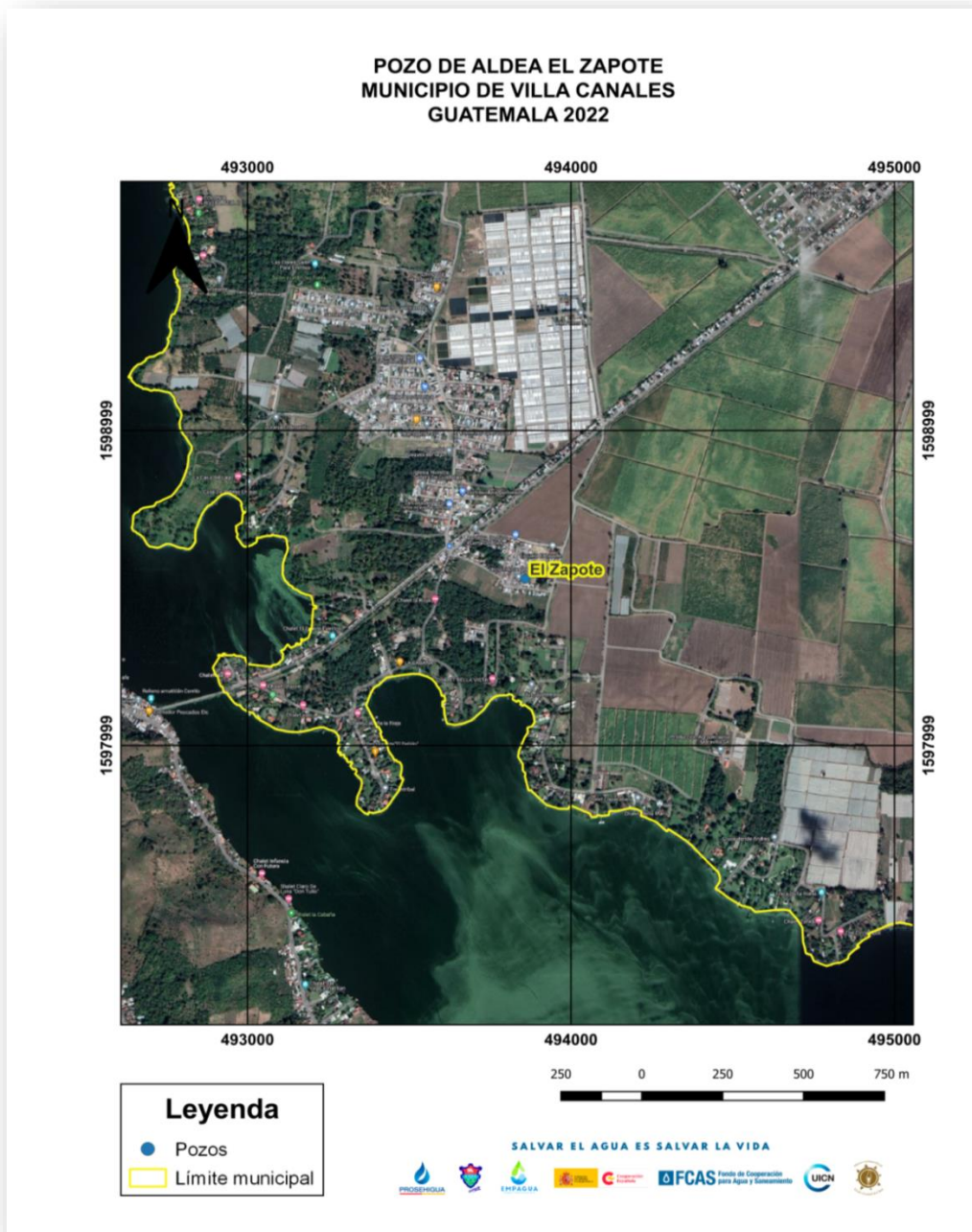
Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 7. Pozos de Casco Urbano



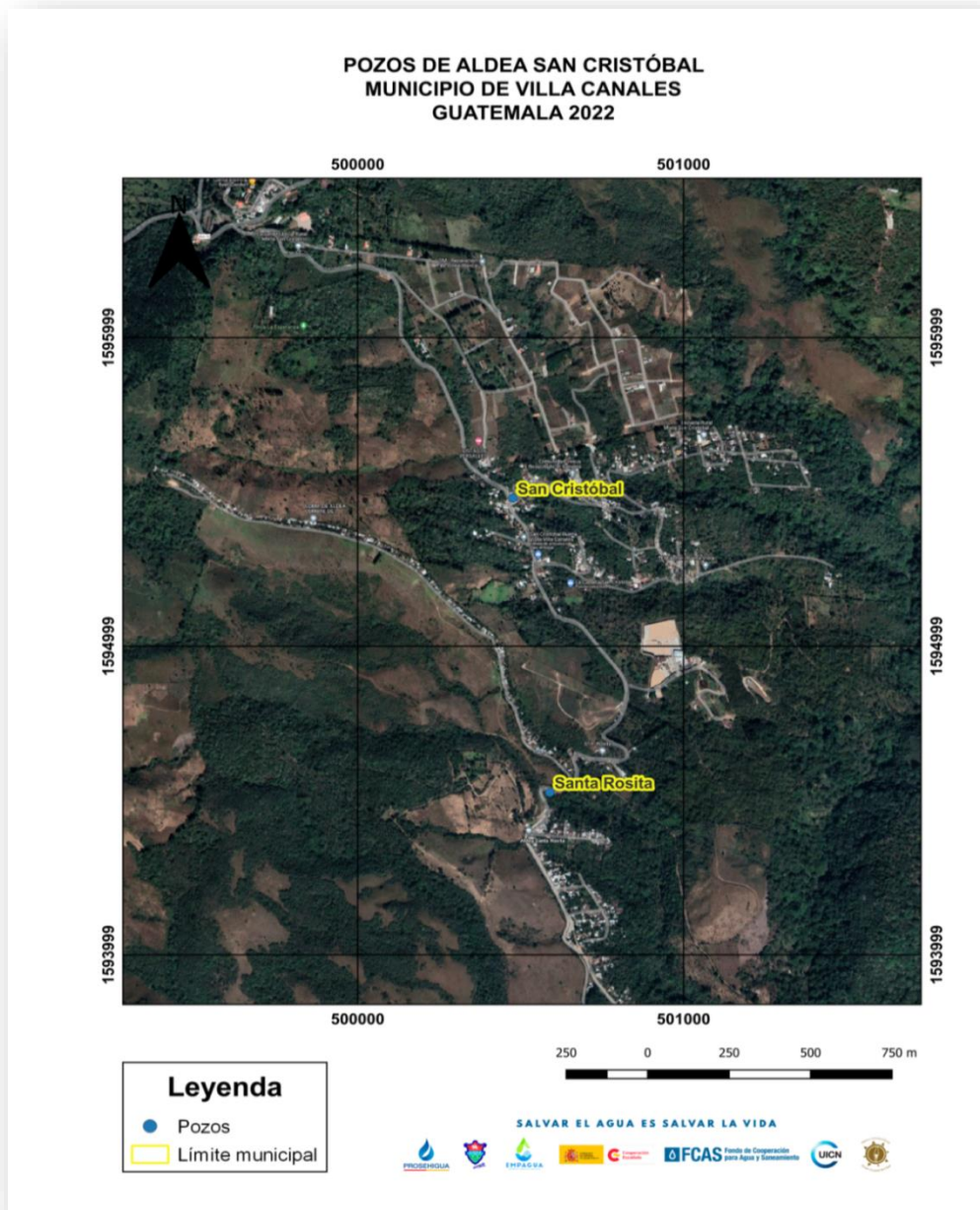
Mapa 7. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados del Casco Urbano del municipio de Villa Canales, Guatemala. El pozo identificado como Santa Delfina comparte su agua con zona 2 de casco urbano, algunas regiones de la aldea el Zapote y caserío La Virgen. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 8. Pozo de aldea El Zapote



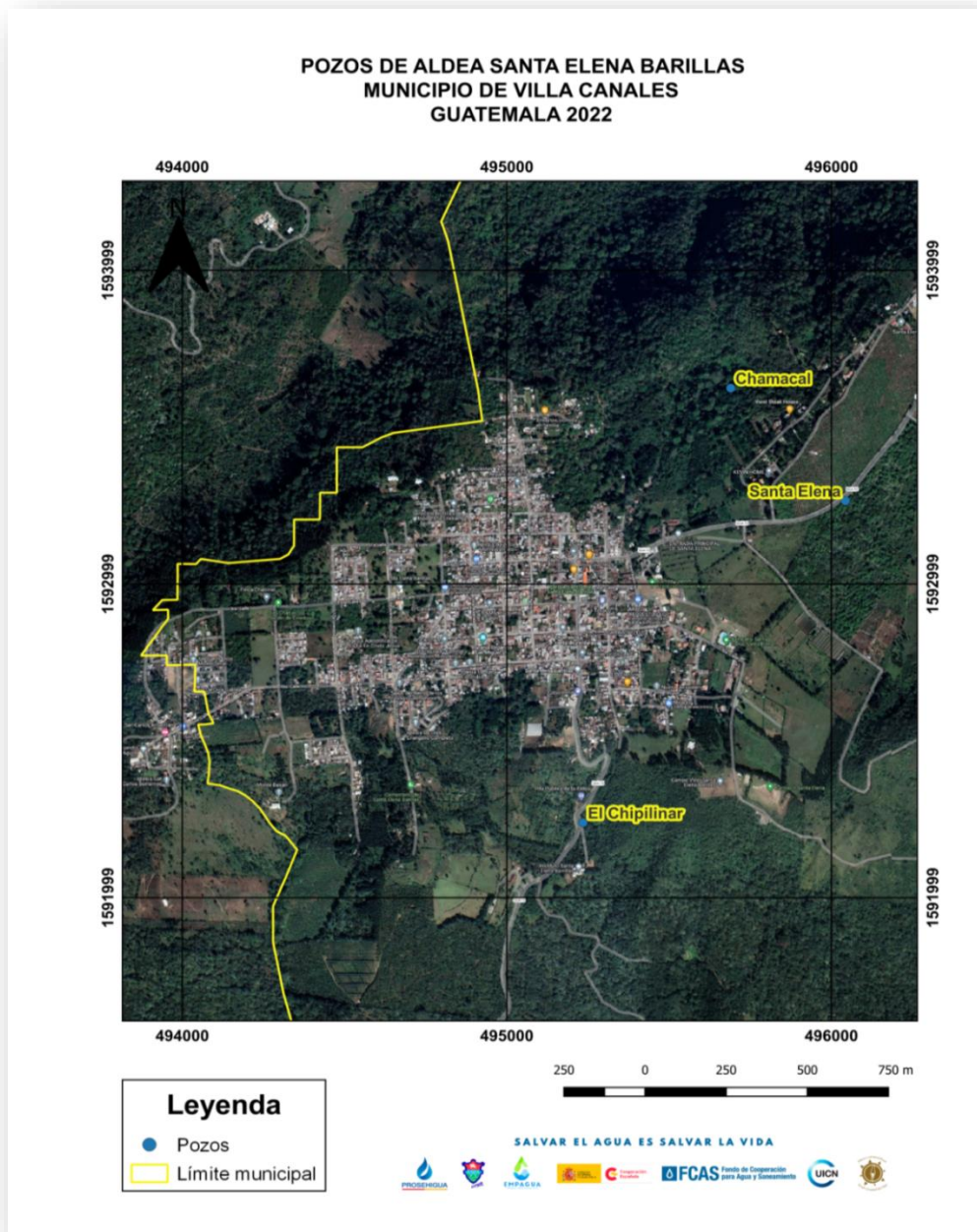
Mapa 8. Ubicación geográfica del pozo de agua visitado de la aldea El Zapote del municipio de Villa Canales, Guatemala. Este pozo se encuentra desactivado por lo que la aldea se abastece con agua proveniente del pozo Santa Delfina, ubicado en el casco urbano del municipio. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 9. Pozos de aldea San Cristóbal



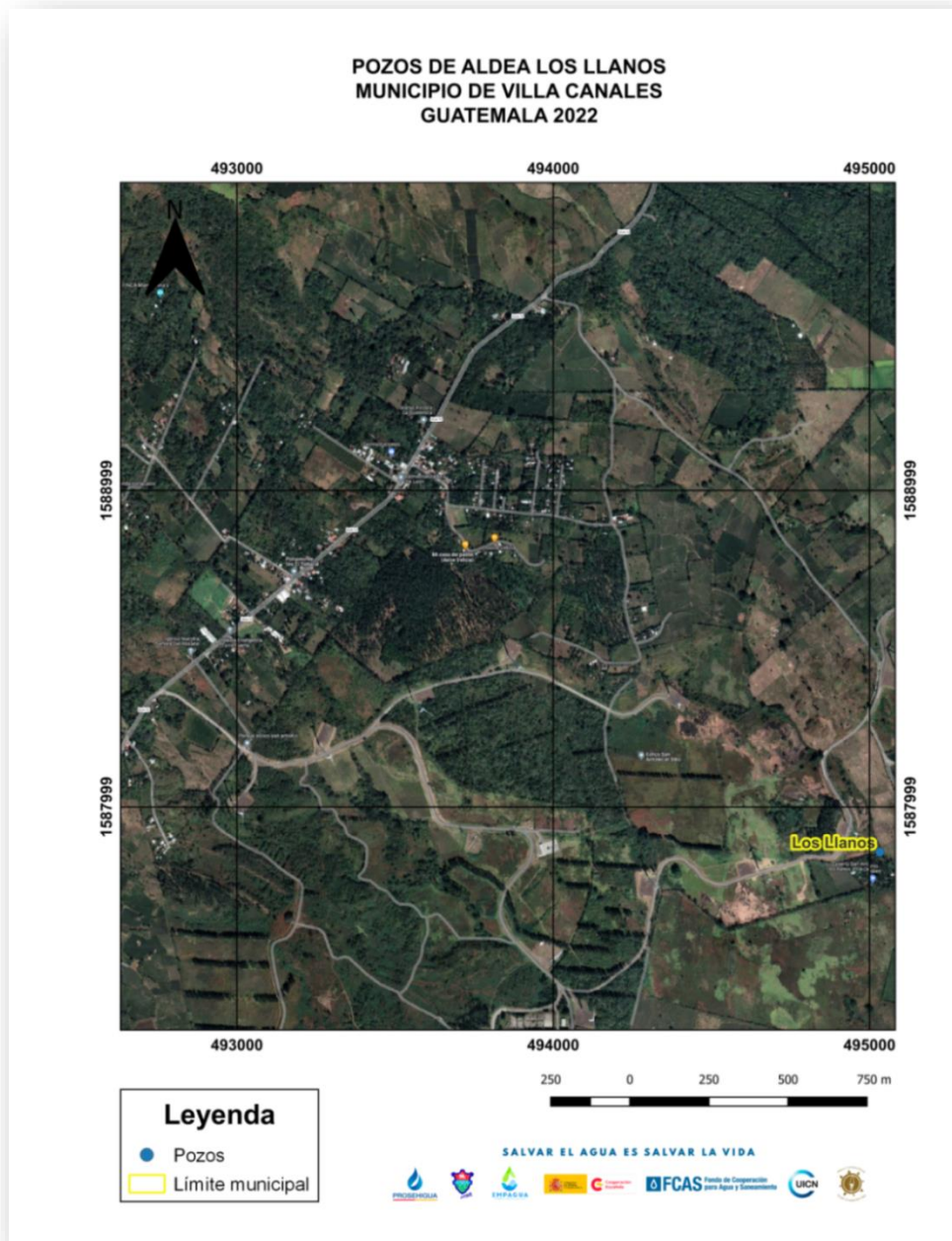
Mapa 9. Ubicación geográfica del pozo de agua visitado de la aldea San Cristóbal del municipio de Villa Canales, Guatemala. El pozo identificado como Santa Rosita fue incluido debido a que se encontró el registro dentro de la información compartida por MGCS, pero los fontaneros y personal de la municipalidad desconocen de su existencia, en registros se encontró que es un pozo de administración privada. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 10. Pozos de aldea Santa Elena Barillas



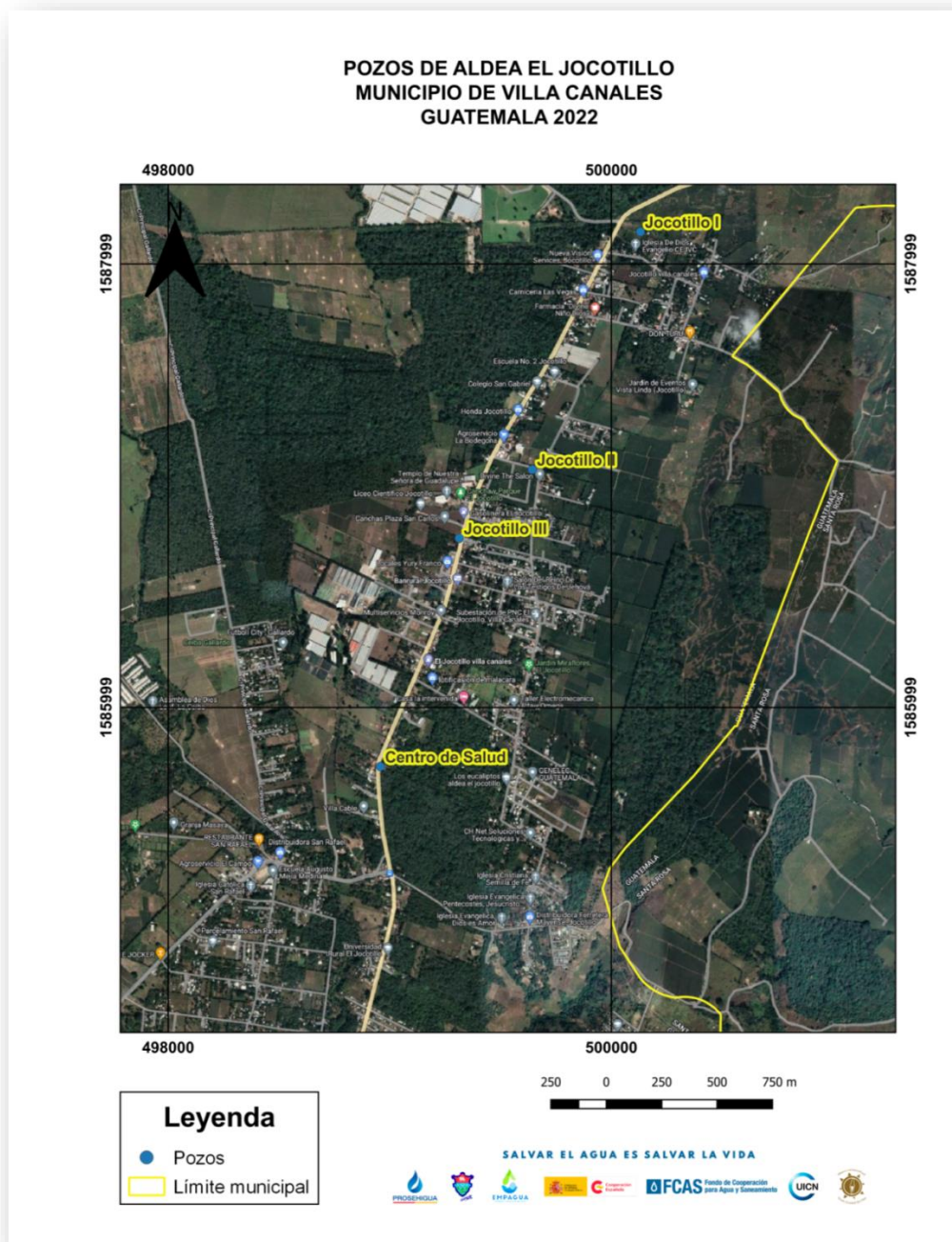
Mapa 10. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea Santa Elena Barillas del municipio de Villa Canales, Guatemala. El pozo identificado como El Chamacal es un nacimiento de agua. Entre los pozos y el nacimiento de agua se encargan de abastecer a toda la aldea, trasladando el agua extraída a cuatro tanques de almacenamiento y luego distribuyéndola a la comunidad. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 11. Pozo de aldea Los Llanos



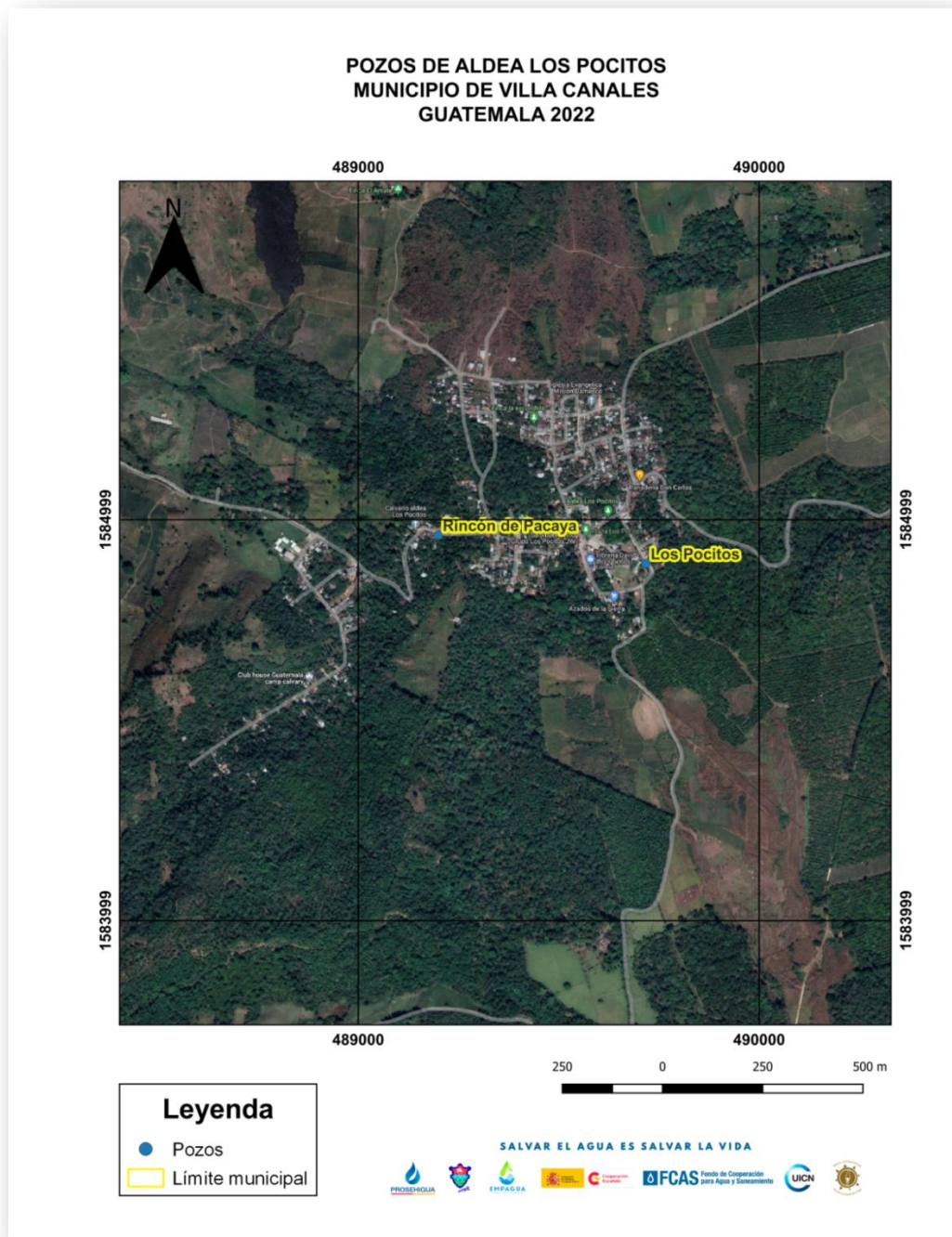
Mapa 11. Ubicación geográfica del pozo visitado de agua de la aldea Los Llanos del municipio de Villa Canales, Guatemala. Este pozo se encuentra dentro de una finca privada de plantación de piña y su agua es bombeada hacia el tanque de almacenamiento de la aldea, que se encuentra en la zona noreste del mapa. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 12. Pozos de aldea El Jocotillo



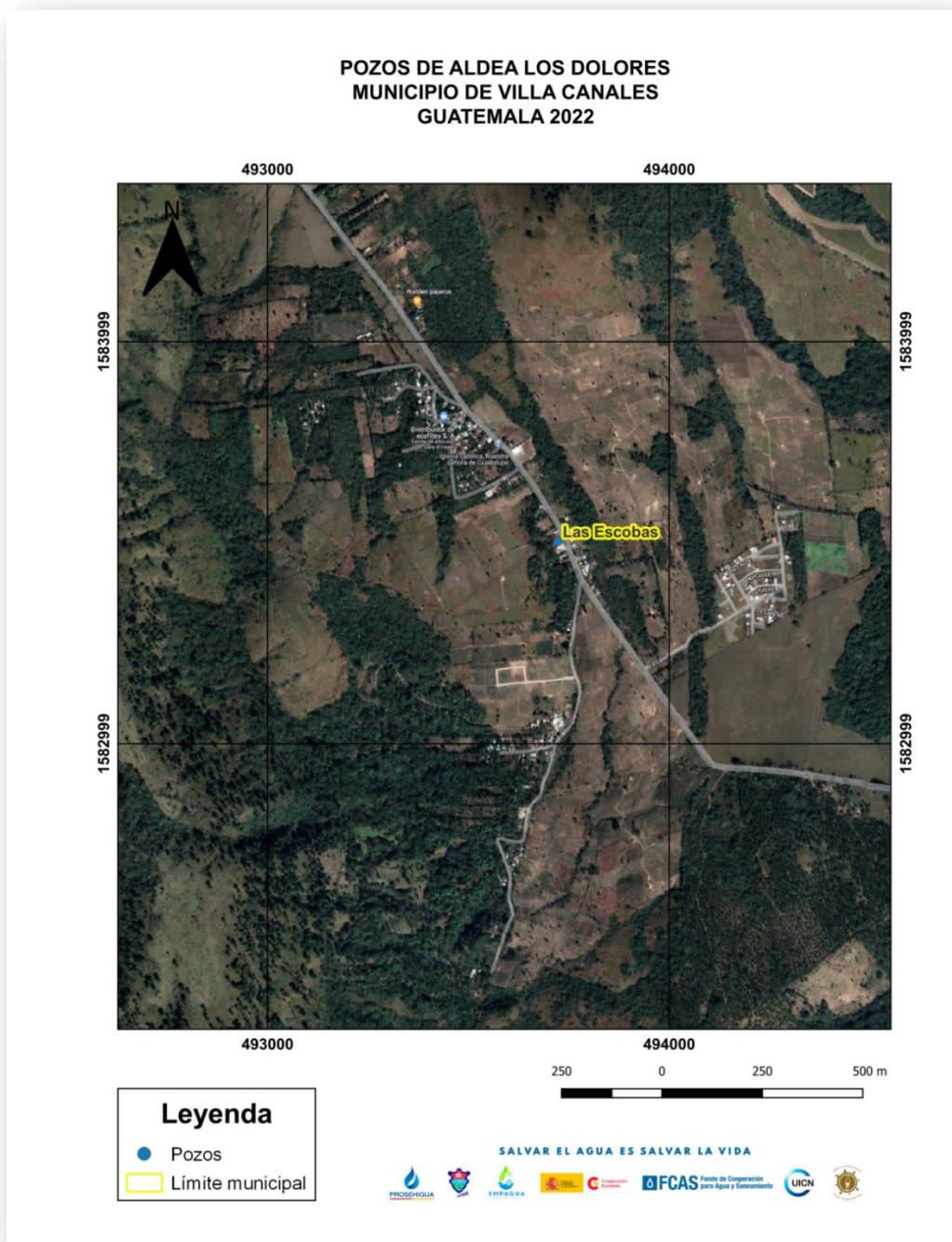
Mapa 12. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea El Jocotillo del municipio de Villa Cañales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 13. Pozos de aldea Los Pocitos



Mapa 13. Ubicación geográfica de pozos de agua visitados de la aldea Los Pocitos del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 14. Pozo de aldea Los Dolores



Mapa 14. Ubicación geográfica del pozo de agua visitado de la aldea Los Dolores del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Producto 2. Mapa de tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua potable

1. Definición de atributos para tanques y/o cisternas

Para mostrar la información recolectada de los tanques de almacenamiento de agua en un sistema de información geográfica, se construyeron tablas de datos conformadas por filas y columnas. Cada fila representa un elemento y cada columna representa un atributo del elemento. Inicialmente Mancomunidad Gran Ciudad del Sur compartió una lista de atributos que consideraba importantes y necesarios de conocer sobre los tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua.

A lo largo del estudio y derivado de las actividades de campo realizadas, se hizo necesario actualizar algunos de estos, así mismo agregar otros, obteniendo un cuadro final que se presente a continuación:

Cuadro 8. Atributos para tanques y/o cisternas

No.	BLOQUES DE DATOS	NOMBRE DEL ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	LONGITUD	PRESICIÓN
1	Datos de registro de mancomunidad	NUM_TAN	Número de tanque	Número Entero	10	-
2		COD_DEP	Código de departamento	Número Entero	10	-
3		NOM_DEP	Nombre del departamento	Texto	254	-
4		COD_MUN	Código del municipio	Número Entero	10	-
5		NOM_MUN	Nombre del municipio	Texto	254	-
6	Datos de registro de municipalidad	DIR_TAN	Dirección del tanque	Texto	254	-
7		NUM_ZONA	Número de zona	Número Entero	10	-
8		DIV_TER	Aldea/Caserío	Texto	254	-
9		NOM_TAN	Nombre del tanque	Texto	254	-
10		LUG_ABS	Lugares que abastece	Texto	254	-
11		A_CONS	Año de construcción	Número Entero	10	-
12		ADM_TAN	Administración del tanque	Texto	254	-
13		NUM_FIN	Número de finca catastral	Número Entero	10	-
14		NUM_FOL	Número de folio catastral	Número Entero	10	-
15		NUM_LIB	Número de libro catastral	Número Entero	10	-
16	Datos de localización	LAT	Coordenada en "X" en proyección decimal	Número Real	23	2
17		LON	Coordenada en "Y" en proyección decimal	Número Real	23	2
18		X_GTM	Coordenadas en "X" en proyección GTM (Latitud)	Número Real	23	2
19		Y_GTM	Coordenadas en "Y" en proyección GTM (Longitud)	Número Real	23	2
20		TIP_TAN	Tipo de tanque: Aéreo/Cisterna	Texto	254	-

21	Datos técnicos de tanques/cisternas	DIA_MTS	Dimensiones (diámetro o metros)	Texto	254	-
22		CAP_TAN_GA	Capacidad del tanque (galones)	Número Entero	10	-
23		AREA_COB_M	Área de cobertura (m2)	Número Entero	10	-
24		NUM_VIV	Número de viviendas que se encuentran en el área de cobertura	Número Entero	10	-
25		NUM_PER	Número de personas estimada para el área de cobertura	Número Entero	10	-
26		FRE_MAN	Frecuencia de Mantenimiento (Año)	Texto	254	-
27		FEC_MAN	Fecha del Último Mantenimiento	Texto	254	-
28		EST_TAN	Estado del Tanque: Bueno/Deteriorado/Malo/Inhabilitado	Texto	254	-
29	Datos administrativos	RES_MUN	Responsable Municipal de la Información y Coordinación	Texto	254	-
30		NOM_DIG	Digitador de la Información	Texto	254	-
31		FEC_LEV	Fecha del Levantamiento de Información	Texto	254	-
32		OBSER	Observaciones generales	Texto	254	-

Cuadro 8. Atributos para tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua. **Fuente.** MGCS (2016). Modificado por Edgar Ramos (2022).

2. Recopilación de información de tanques y/o cisternas de agua potable

Para recolección de datos y el llenado de campos de las tablas de atributos, se recurrió a consultar a Mancomunidad Gran Ciudad del Sur y a los departamentos de Agua y Saneamiento, Planificación y Catastro de la Municipalidad de Villa Canales; pudiendo encontrar únicamente el registro geográfico de alrededor de la mitad de los tanques y/o cisternas que la municipalidad administra, por lo que por medio de visitas de campo se obtuvo la mayor cantidad de datos tales como dimensiones de los tanques, año de construcción, capacidad, información geográfica, etc.

A su vez, se aprovechó para obtener un registro fotográfico del estado en que se encuentran dichos tanques y/o cisternas (Ver memoria fotográfica en sección de Anexos).

3. Consolidación de información de tanques y/o cisternas de agua potable

De la información recolectada sobre los tanques y/o, se integró un cuadro general de datos (Ver Apéndice 1) el cual se actualizó a medida que se fue obteniendo la información de las distintas fuentes. Es importante mencionar que los

tanques y/o cisternas de agua, en su mayoría no poseen un nombre en específico, por lo que todo aquel que no tuviera un nombre fue relacionado directamente con el pozo o pozos de los que recibe agua. De igual forma, cabe resaltar que mucha de la información que se solicitaba en la boleta de recopilación de información, era desconocida para el personal administrativo o de campo, por lo que varios campos se encuentran vacíos.

El formato utilizado para recolección de información, sirvió para vincular su tabla de contenido a un programa de información geográfica, el QGIS para este ejercicio, que representa la información en un mapa por medio de una capa (shape file, en inglés) de tanques. La información contenida en dicha tabla se puede apreciar en la sección de Anexos.

4. Visita técnica de tanques y/o cisternas de agua potable del municipio

A lo largo del estudio y por medio de la coordinación de vehículo municipal o transporte propio se logró realizar visita de campo a los siguientes tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua:

Cuadro 9. Tanques y/o cisternas visitados

Nombre del Tanque-Pozo	Administración del Tanque	Coordenadas		Tipo de Tanque	Dimensiones (metros o diámetro)
		LAT	LON		
Fátima	Municipal	14.558093	-90.523933	Cisterna	14.30X14.30X3
El Aguacate Shangrila	Municipal	14.559175	-90.524790	Cisterna	4.30X4.30X3.10
La Séptima I La Séptima II La Lechería	Municipal	14.558201	-90.514887	Cisterna	5X5X3
El Rosario	Municipal	14.557908	-90.511856	Cisterna	12.80X4.85X3.50
El Matazano	Municipal	14.541091	-90.523124	Aéreo	Desconocido

Raynaldo Doña Bety	Municipal	14.537731	-90.524426	Aéreo	Desconocido
El Cafetal	Municipal	14.538105	-90.531830	Aéreo	Desconocido
La Comunidad	Municipal	14.548716	-90.527312	Aéreo	Desconocido
Santa Anita	Privado	14.559872	-90.519050	Aéreo	Desconocido
Santana I Santana II	Municipal	14.539523	-90.501894	Cisterna	7.70X11.50X3
El Pedrero/Camino la Salvadora	Municipal	14.541744	-90.502303	Cisterna	3X3X3
Cumbre de San Nicolás	Municipal	14.510777	-90.483002	Aéreo	Desconocido
Corazón de Jesús	Municipal	14.507525	-90.511529	Aéreo	Desconocido
Rustrian	Municipal	14.509291	-90.515719	Aéreo	Desconocido
Monjas	Municipal	14.504628	-90.519112	Cisterna	4X9X2.10
Vista al Lago I	Privado	14.498403	-90.519505	Cisterna	Desconocido
Vista al Lago II	Privado	14.498189	-90.519517	Cisterna	Desconocido
Bello Atardecer	Privado	14.501573	-90.526398	Aéreo	Desconocido
Linda Vista	-	-	-	-	-
Chichimecas	Municipal	14.49783	-90.515082	Cisterna	12.5X5X4 y 11.5X6X3
Morancito I Morancito II	Municipal	14.487745	-90.534226	Cisterna	12.60X10.60X2.5
Tuluja I Tuluja II		14.488003	-90.53152	Cisterna	
Escamilla	Municipal	14.479872	-90.533748	Aéreo	Desconocido
El Durazno I El Durazno II Nuevo El Durazno II Viejo El Durazno III	Municipal	14.477446	-90.490077	Aéreo	Desconocido
Ojo de Agua	Municipal	14.478023	-90.501647	Cisterna	
El Zapote Santa Delfina	Municipal	14.456454	-90.556967	Aéreo	Desconocido
San Cristóbal	Municipal	14.430129	-90.494559	Cisterna	12X7X3
Santa Rosita	-	-	-	-	-
Chamacal El Chipilinar Santa Elena	Municipal	14.406193	-90.540766	Aéreo y Cisternas	-
Los Llanos	Municipal	14.373935	-90.57149	Cisterna	6X6X3
Jocotillo I	Municipal	14.361834	14.361834	Aéreo y Cisterna	Desconocido
Jocotillo II	Municipal	14.36182	-90.50109	Aéreo	Desconocido

Jocotillo III	Municipal	14.350084	-90.506360	Aéreo	Desconocido
Los Pocitos	Municipal	14.332377	-90.599702	Cisterna	12.60X5.05X3
Rincón de Pacaya	Municipal	14.327175	-90.605238	Cisterna	6X6X3
Las Escobas	Municipal	-	-	Aéreo	Desconocido

Fuente. Elaboración propia

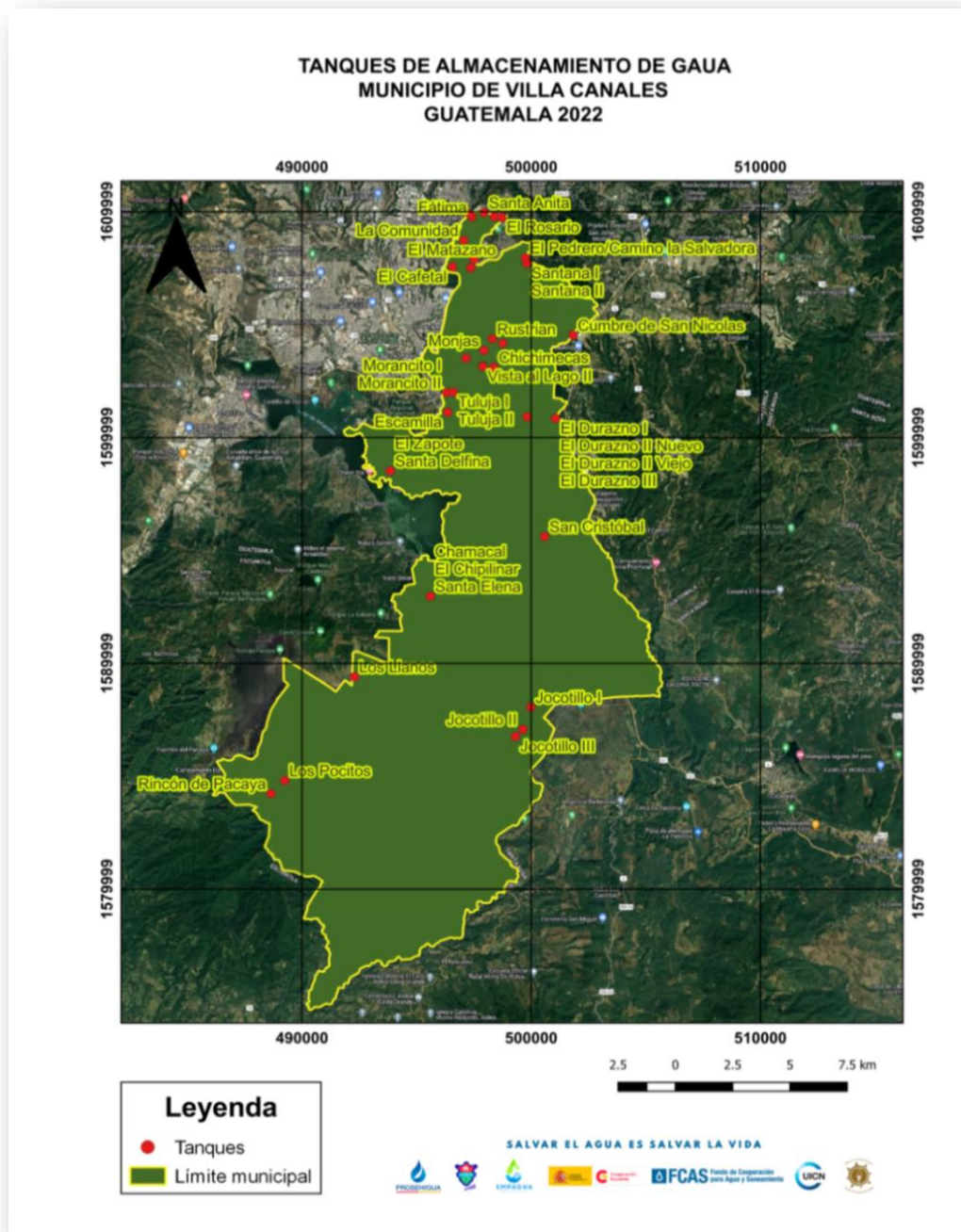
5. Descarga de información recopilada en campo

Luego de las visitas programadas a los tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua, se descargaron los datos obtenidos tanto técnicos como de registro y localización al cuadro general de datos. Se resaltan con colores las casillas para mayor facilidad de identificación y control de los mismos (Ver Apéndice 2)

6. Actualización de mapa de tanques y/o cisternas

Con la información del cuadro general de datos actualizada y la geolocalización de los tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua, se realizó un nuevo mapa de tanques y/o cisternas de tal forma que se complementó el mapa guía previamente elaborado para las vistas de campo realizadas.

Mapa 15. Mapa de tanques y/o cisternas del municipio de Villa Canales



Mapa 15. Ubicación geográfica de las treinta y cuatro regiones visitadas donde se pueden encontrar tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Producto 3. Área de cobertura de pozos de agua potable

1. Definición de atributos para áreas de cobertura de pozos de agua potable

Al igual que con los pozos, los estudios hidrogeológicos, tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua; para mostrar la información recolectada de las áreas de cobertura de los pozos por medio de un sistema de información geográfica, se construyeron tablas de datos conformadas por filas y columnas.

De igual forma, inicialmente Mancomunidad Gran Ciudad del Sur compartió una lista de atributos que consideraba importantes y necesarios de conocer sobre las áreas de cobertura, y a lo largo del desarrollo del estudio y derivado de las actividades de campo realizadas, se hizo necesario actualizar algunos de estos, así como agregar algunos otros, obteniendo un nuevo listado de atributos mismo que se presenta a continuación:

Cuadro 10. Atributos para áreas de influencia

No.	BLOQUES DE DATOS	NOMBRE DEL ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	LONGITUD	PRECISIÓN
1	Datos de registro de Mancomunidad	NUM_ARE	Número de área	Número Entero	10	-
2		COD_DEP	Código del departamento	Número Entero	10	-
3		NOM_DEP	Nombre del departamento	Texto	254	-
4		COD_MUN	Código de municipio	Número Entero	10	-
5		NOM_MUN	Nombre del municipio	Texto	254	-
6	Datos técnicos de áreas de influencia	NOM_POZ	Nombre de los pozos implicados	Texto	254	-
7		NUM_POZ	Número de pozos que cubren cada cobertura de agua	Número Entero	10	-
8		LUG_ABAS	Lugares que abastece	Texto	254	-
9		AREA_M2	Área de cobertura (m2)	Número Entero	10	-

10		NUM_VIV	Número de viviendas que se encuentran en área de cobertura	Número Entero	10	-
11		NUM_PER	Número de personas que se encuentran en el área de cobertura	Número Entero	10	-
12	Datos de registro	NOM_INF	Nombre de la persona que brinda la información (Fontanero)	Texto	254	-
13		FEC_INFO	Fecha de Obtención de Información	Texto	254	-
14		RES_MUN	Responsable Municipal de la Información y Coordinación	Texto	254	-
15		NOM_DIG	Digitador de la Información	Texto	254	-
16		OBSERV	Observaciones	Texto	254	-

Cuadro 10. Atributos para áreas de influencia con cambios sugeridos. **Fuente.** MGCS (2016). Modificado por Edgar Ramos (2022).

2. Impresión de mapas guía del municipio de Villa Canales

Para poder realizar el trazo de polígonos con las áreas de cobertura de los pozos, se realizaron mapas guía conteniendo el registro de los pozos de abastecimiento de agua, y de los tanques y/o cisternas de almacenamiento de agua que se encontraron durante la fase de recolección de datos. Estos mapas fueron impresos y utilizados en las visitas de campo, que con apoyo de los fontaneros se realizó el trazo del área de cobertura aproximada del pozo.

3. Reunión con fontaneros para trazo de límites de áreas de cobertura

Para esta actividad, se programaron visita de campo con los fontaneros de las distintas aldeas del municipio de Villa Canales. Haciendo uso de los mapas guía previamente elaborados y utilizando como base los registros históricos brindados por MGCS y por el Departamento de Planeación de la Municipalidad de Villa Canales sobre la localización de algunos pozos. Se procedió a consultar a los

fontaneros sobre las calles, callejones, avenidas y sectores que brindan cobertura de servicio cada pozo. De esta forma se trazaron los polígonos respectivos sobre la cobertura de los pozos, llegando a definirse veintidós de ellos (Ver mapa 16).

Figura 12. Trazo de polígonos de área de cobertura



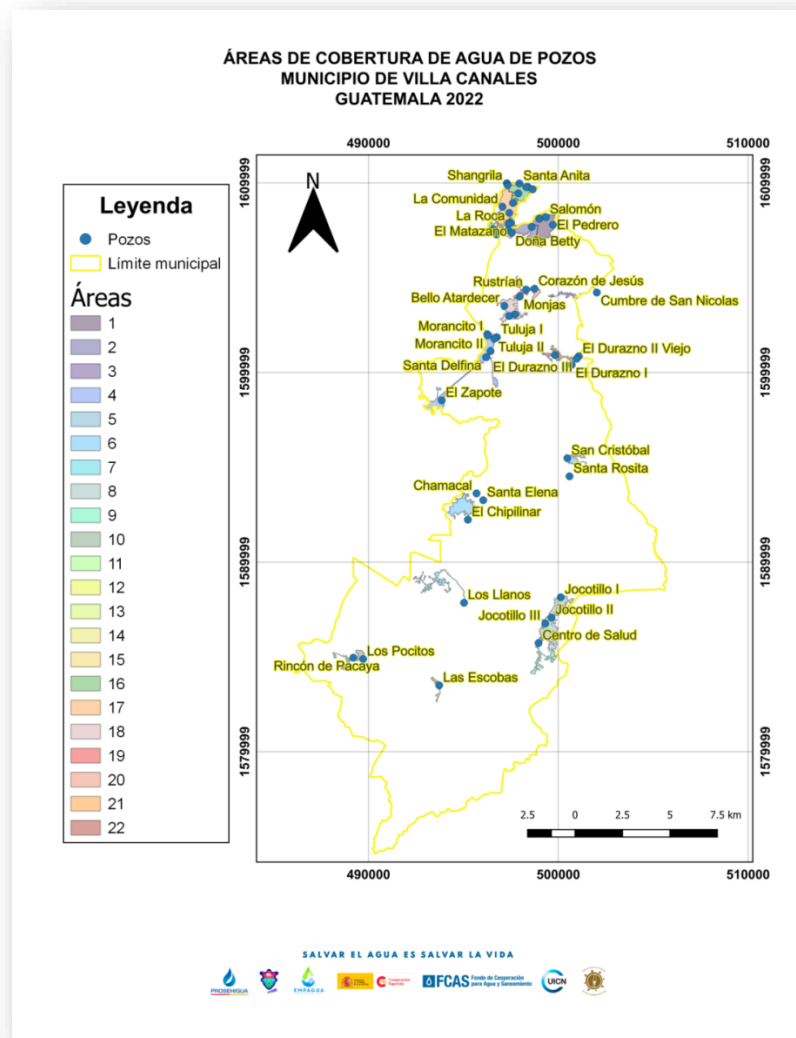
Figura 12. Trazo de polígono de área de cobertura de pozo San Cristóbal en aldea San Cristóbal con apoyo de fontanera Irma Gricelda Hernandez. municipio de Villa Canales, Guatemala.

4. Mapas de áreas de cobertura de pozos de abastecimiento de agua

A continuación, se presentan los mapas conteniendo los polígonos con las áreas de cobertura de pozos de abastecimiento de agua elaborados con las referencias e información brindada por los fontaneros municipales. Se hace necesario resaltar que los puntos con color azul, representan a los pozos, en su mayoría se encuentran dentro de cada polígono de cobertura identificados con color, y que cuando superan dos o más pozos dentro del mismo polígono o área, se encuentra interconectados para brindar cobertura del servicio de agua al área o región delimitada. En el caso de la aldea de Santa Elena Barillas, cuyos pozos quedan fuera del polígono delimitado debido a que estos trasladan el agua hacia

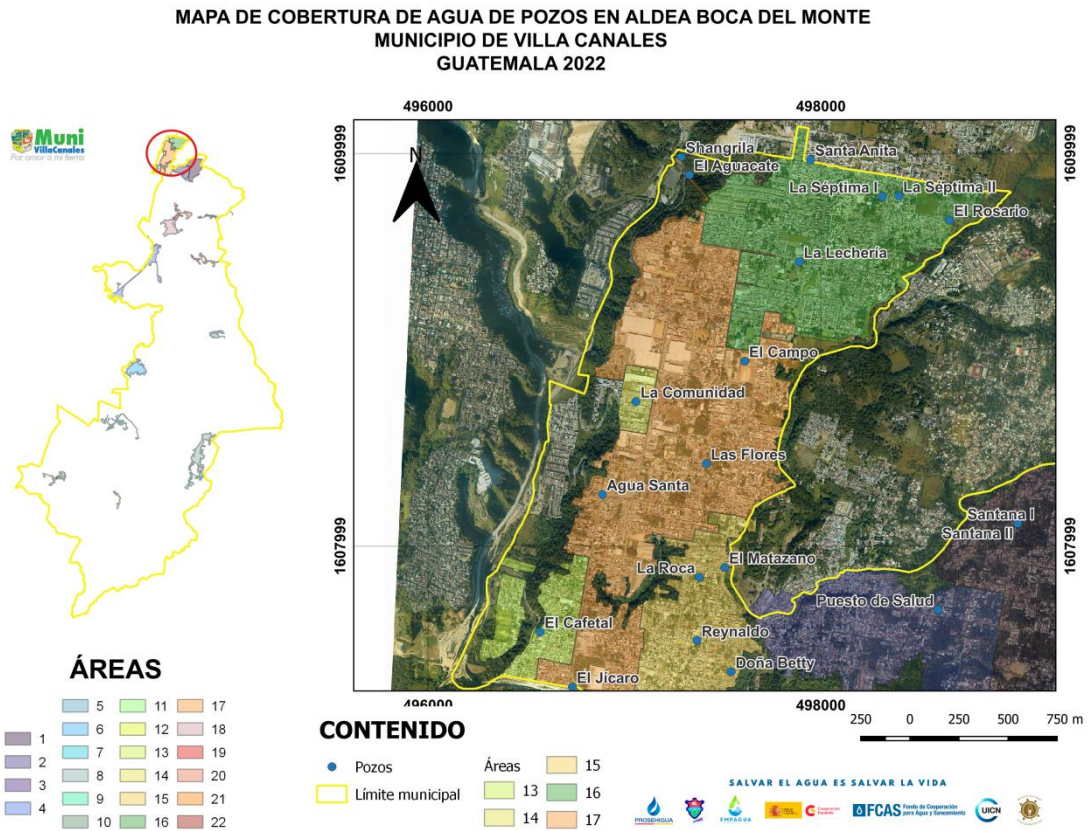
cuatro (4) tanques de almacenamiento de donde finalmente se toma el agua para la red de distribución.

Mapa 16. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos del municipio de Villa Canales



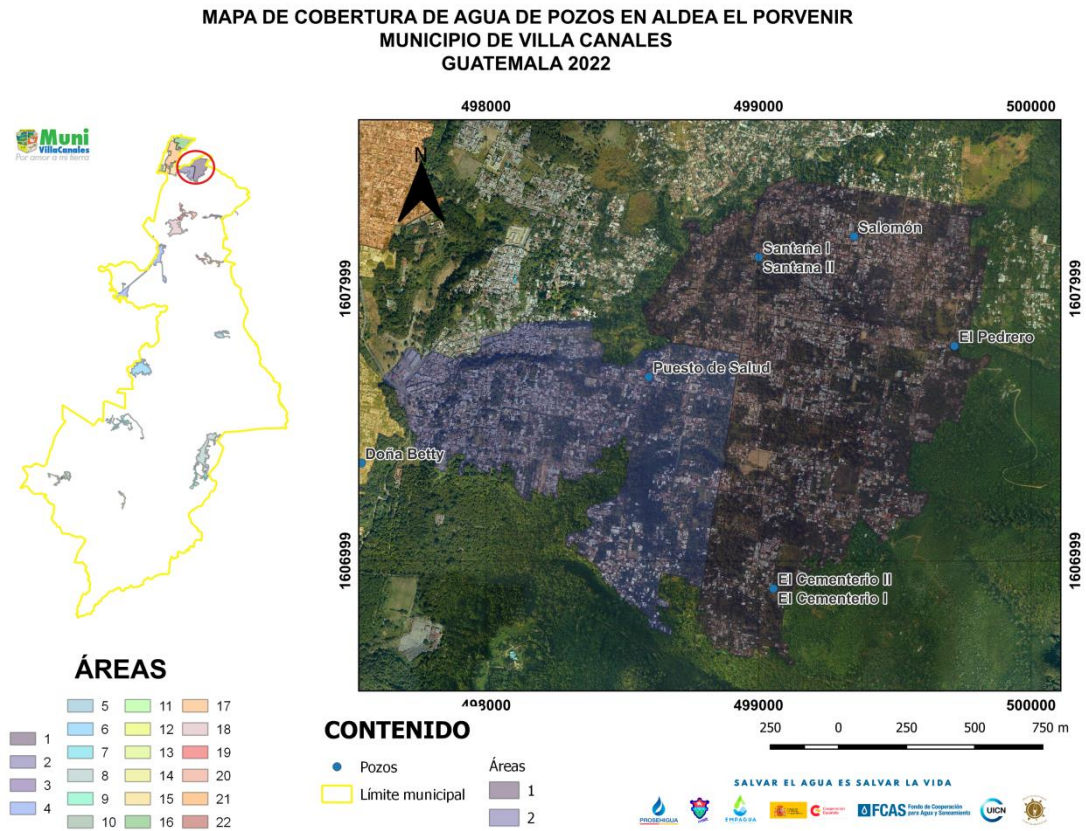
Mapa 16. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022).

Mapa 17. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Boca del Monte



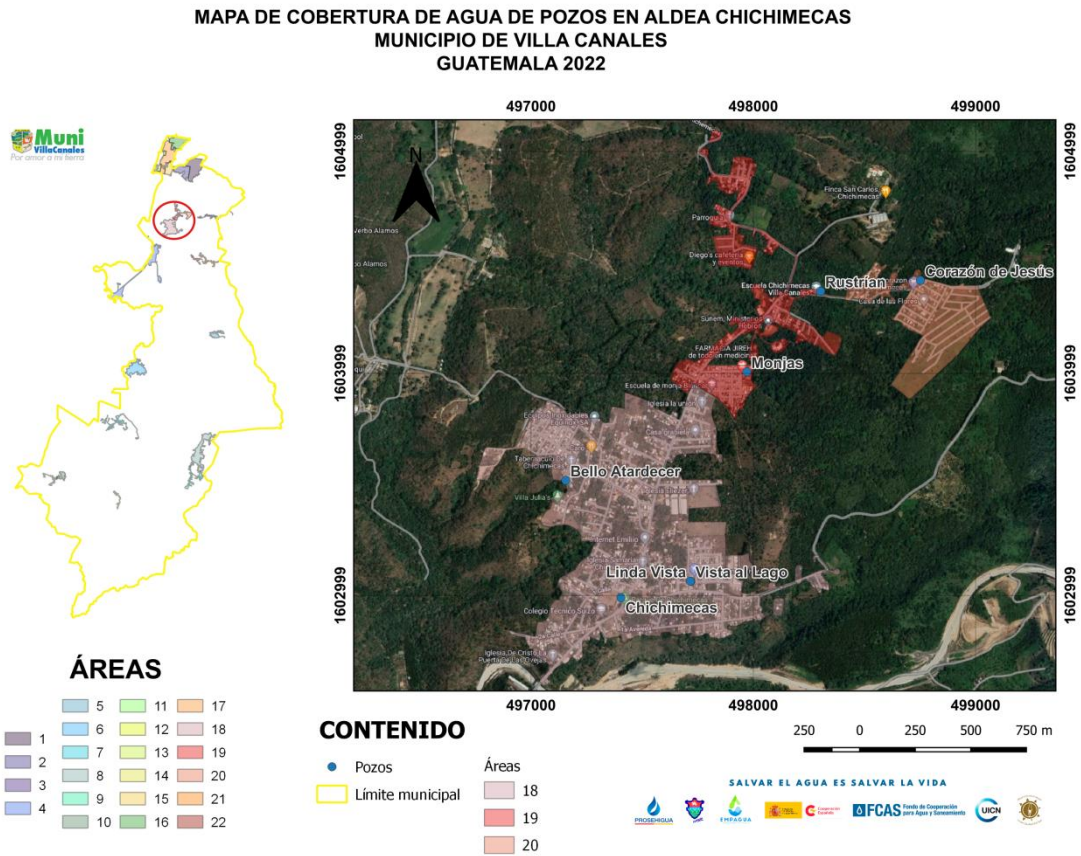
Mapa 17. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldea Boca del Monte. Municipio de Villa Canales, Guatemala. Los pozos Puesto de salud y Santana I y II pertenecen a aldea El Porvenir. **Fuente.** MGCS. Ortofotografía donada por USAID (2020). Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Mapa 18. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Porvenir



Mapa 18. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldea El Porvenir. Municipio de Villa Canales, Guatemala.
Fuente. MGCS. Ortofoto donada por USAID (2020). Datum GTM. Elaboración propia (2022)

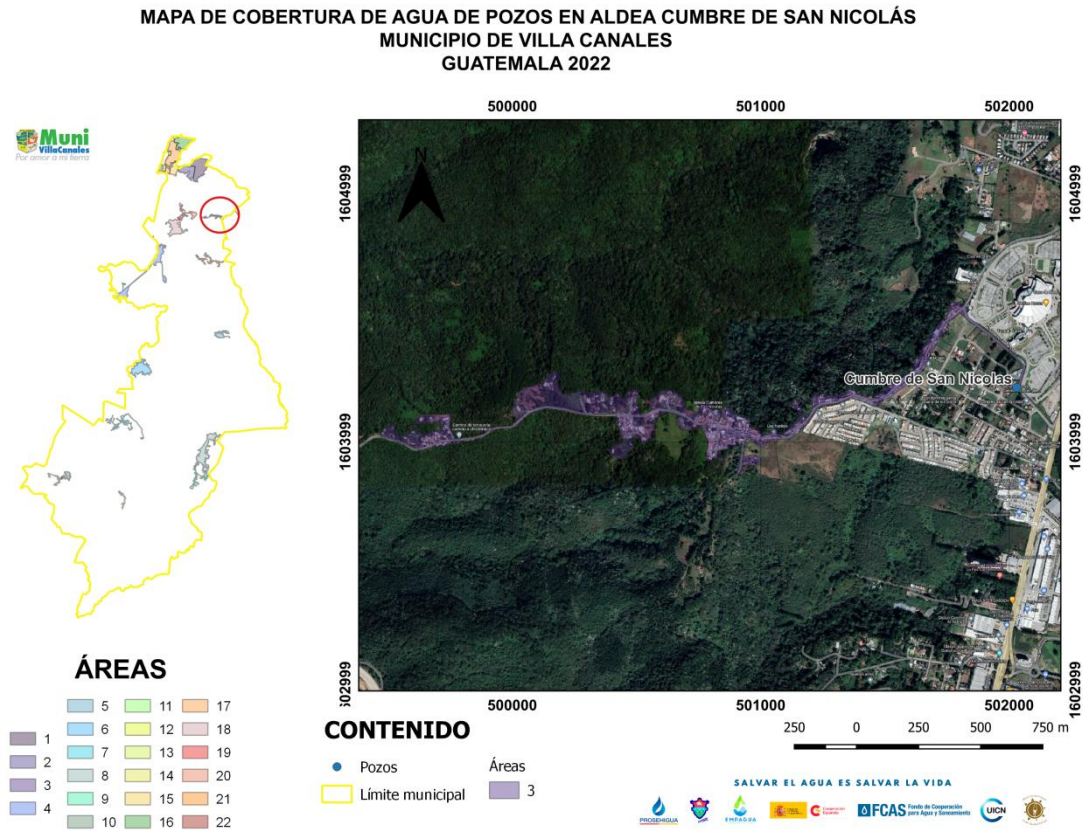
Mapa 19. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Chichimecas



Mapa 19. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldea Chichimecas. Municipio de Villa Canales, Guatemala.

Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

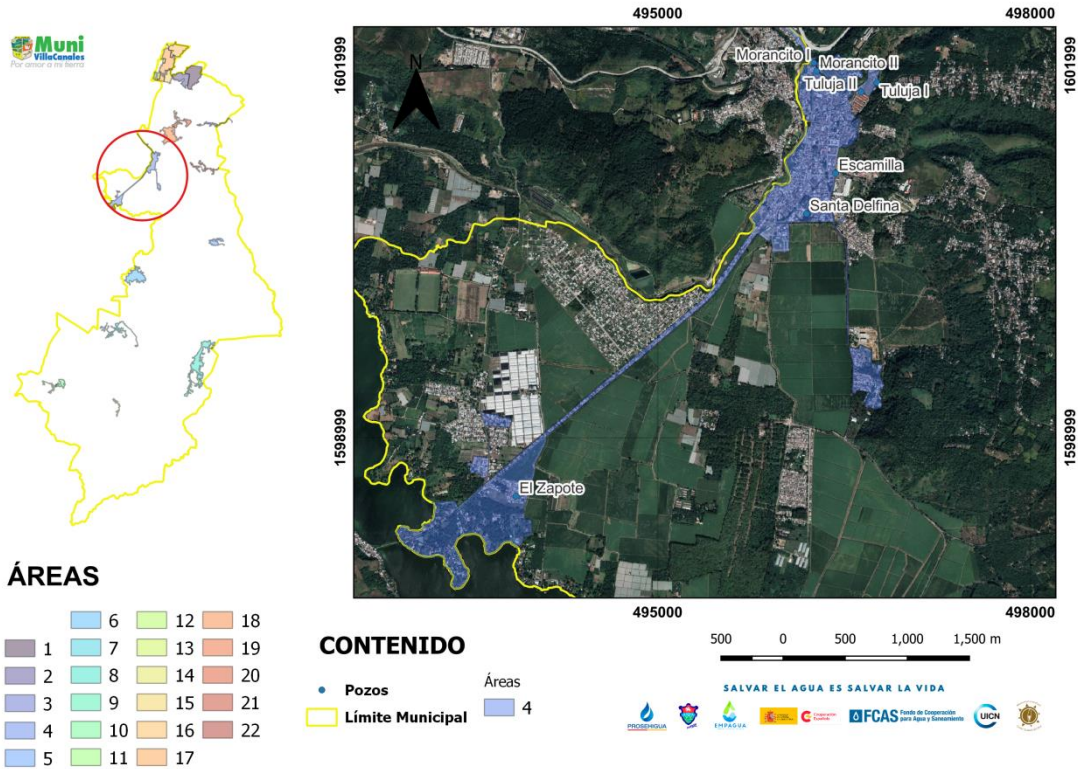
Mapa 20. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Cumbre de San Nicolás



Mapa 20. Mapa de área de cobertura de agua de pozo en aldea Cumbre de San Nicolás. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

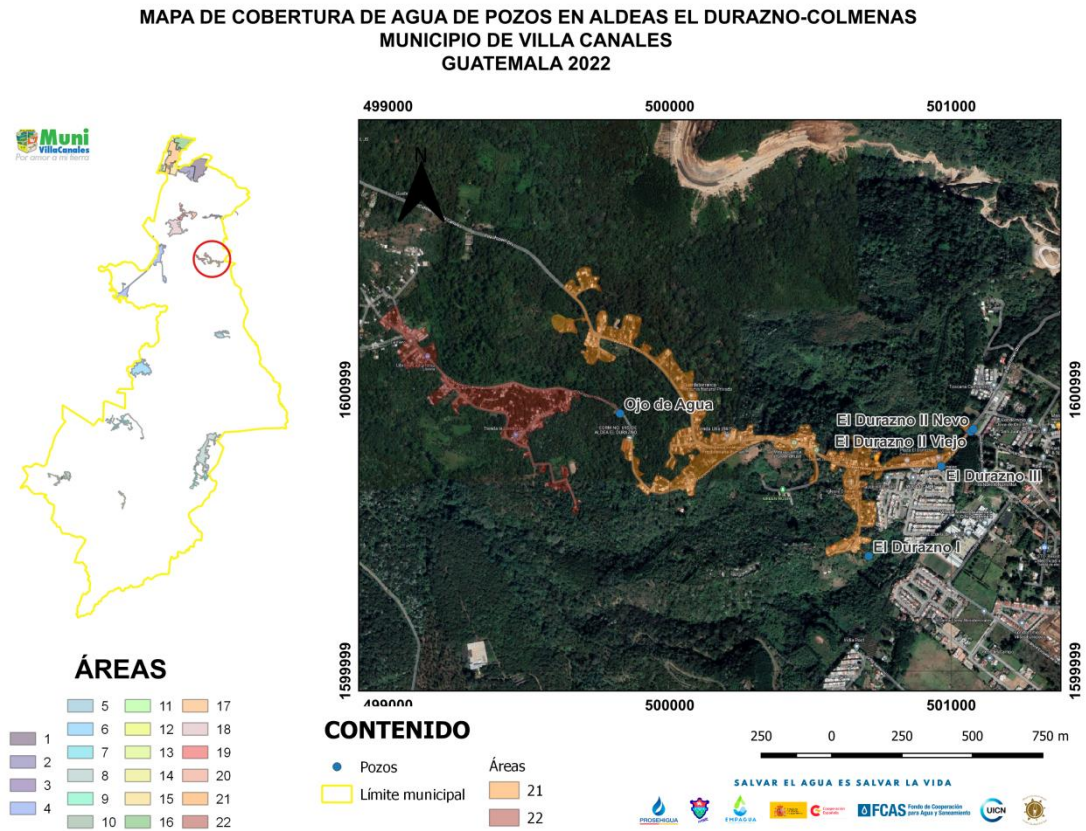
Mapa 21. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Zapote y Casco Urbano

MAPA DE COBERTURA DE AGUA DE POZOS EN ALDEA EL ZAPOTE - CASCO URBANO MUNICIPIO DE VILLA CANALES GUATEMALA 2022



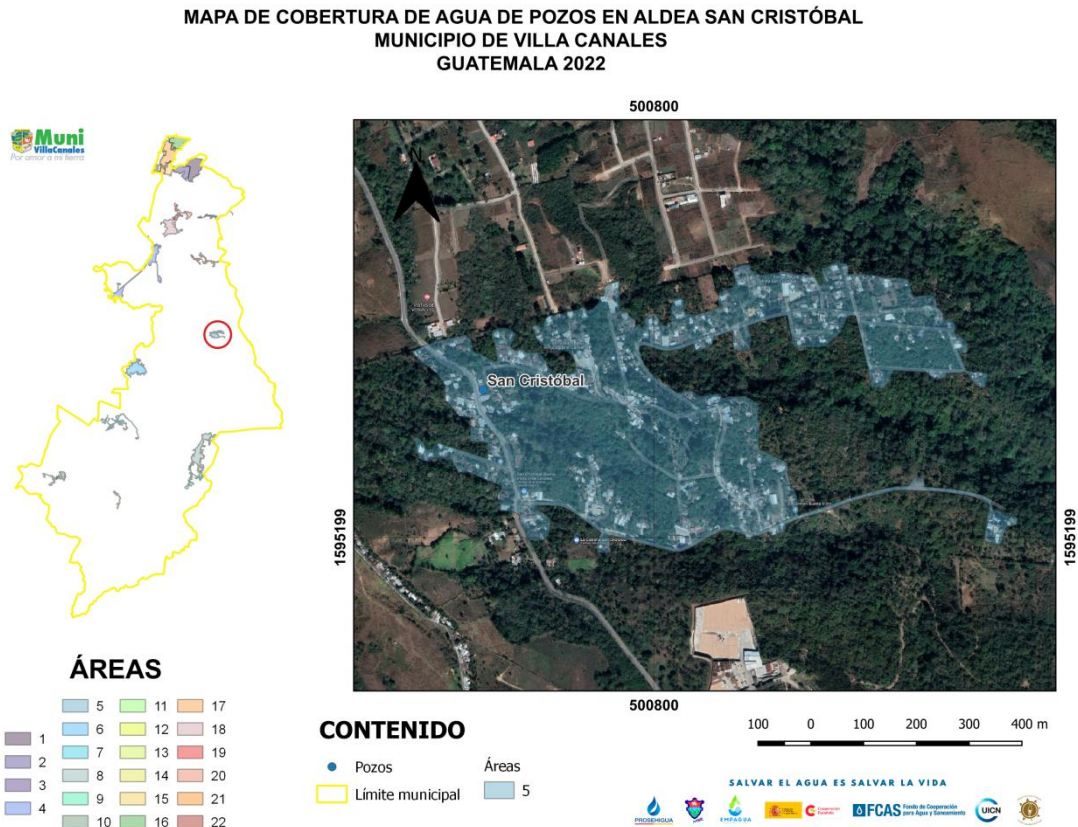
Mapa 21. Mapa de área de cobertura de agua de pozos en aldea El Zapote y Casco Urbano. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Mapa 22. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldeas El Durazno y Colmenas



Mapa 22. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldeas El Durazno y Colmenas. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

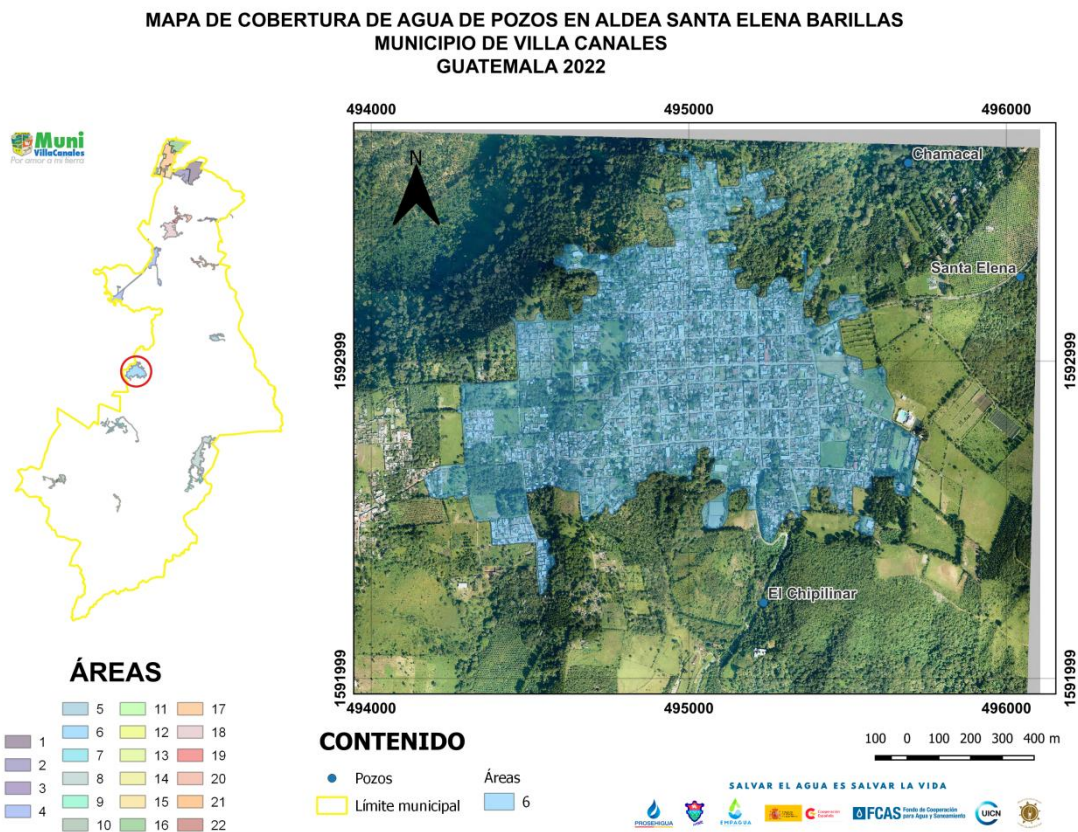
Mapa 23. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea San Cristóbal



Mapa 23. Mapa de área de cobertura de agua de pozo en aldea San Cristóbal. Municipio de Villa Canales, Guatemala.

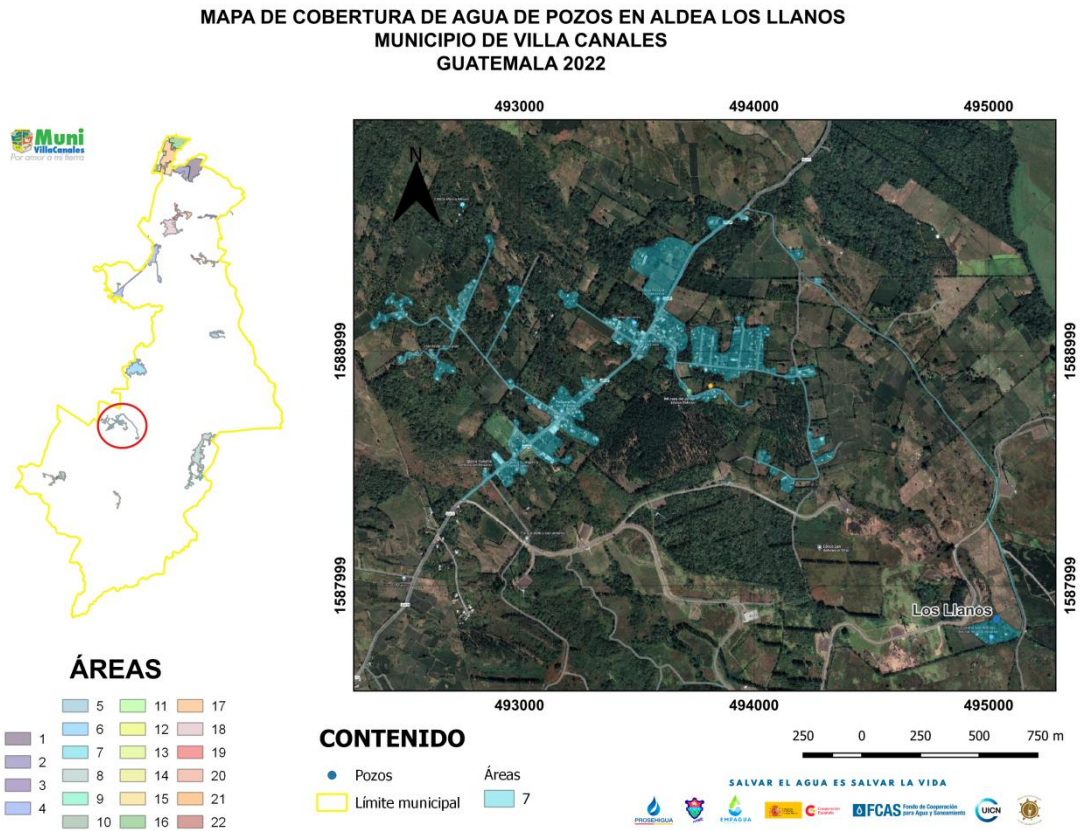
Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Mapa 24. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Santa Elena Barillas



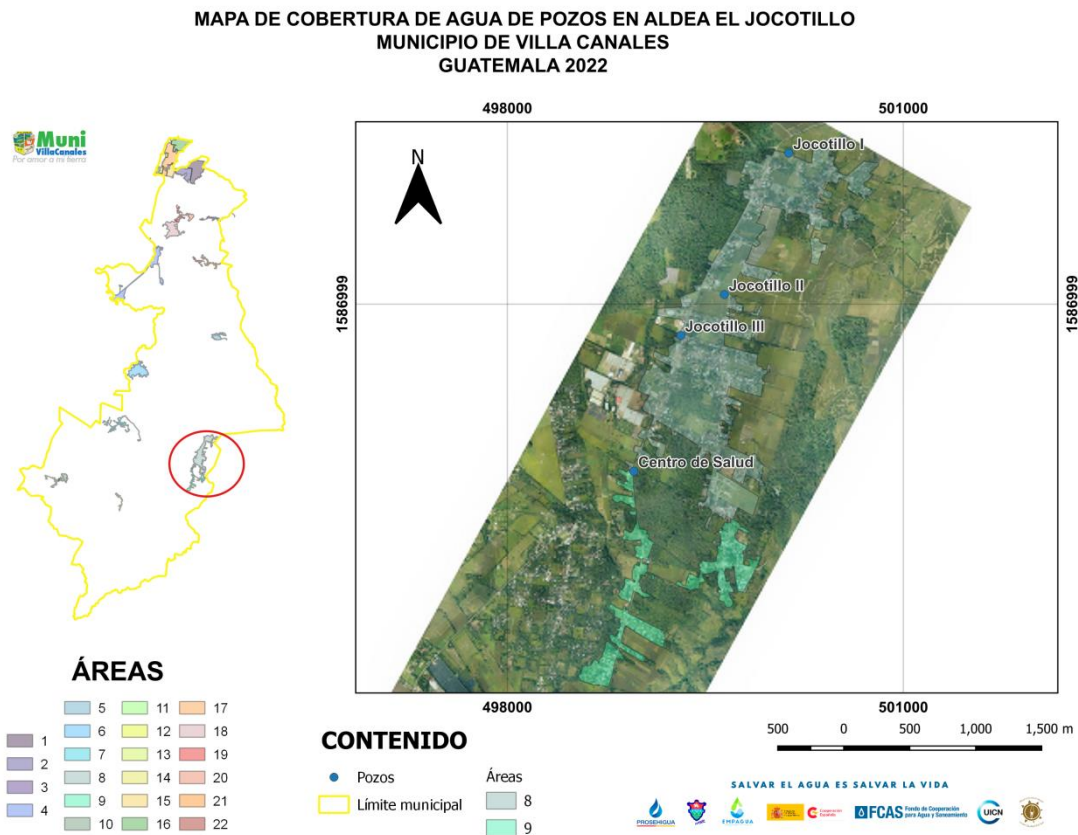
Mapa 24. Mapa de área de cobertura de agua de pozos en aldea Santa Elena Barillas. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Mapa 25. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Llanos



Mapa 25. Mapa de área de cobertura de agua de pozo en aldea los Llanos. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

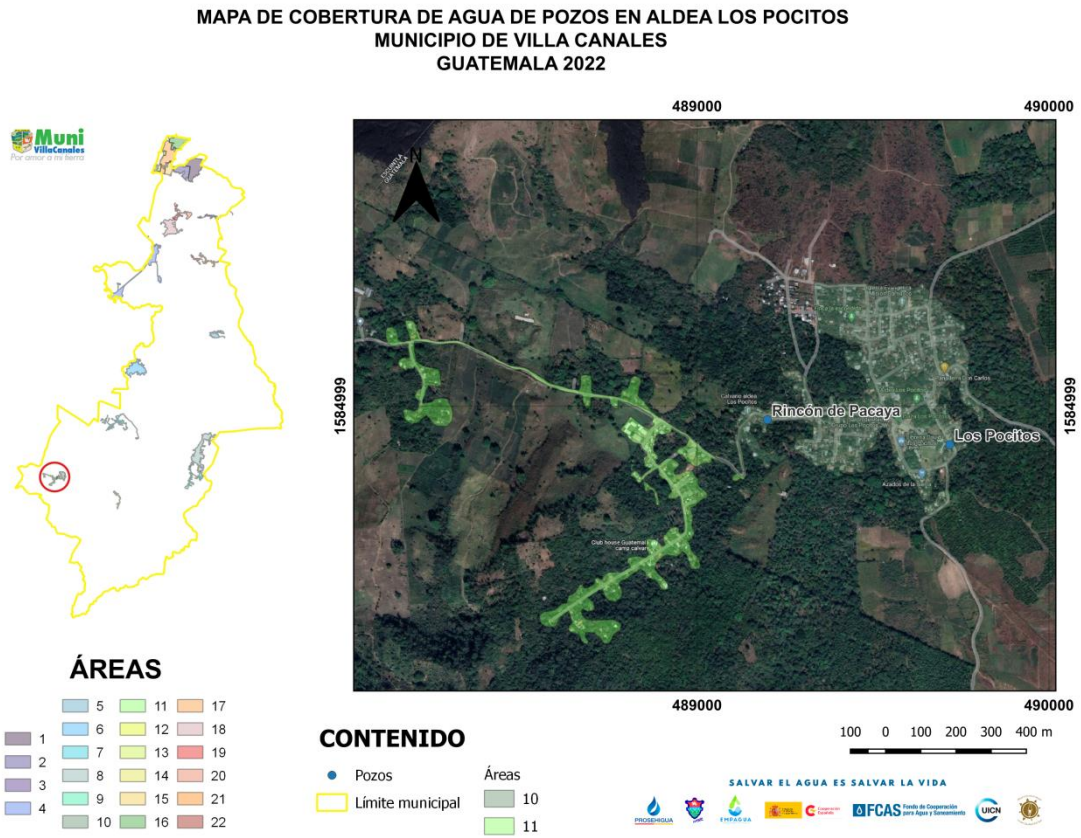
Mapa 26. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea El Jocotillo



Mapa 26. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldea El Jocotillo. Municipio de Villa Canales, Guatemala.

Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

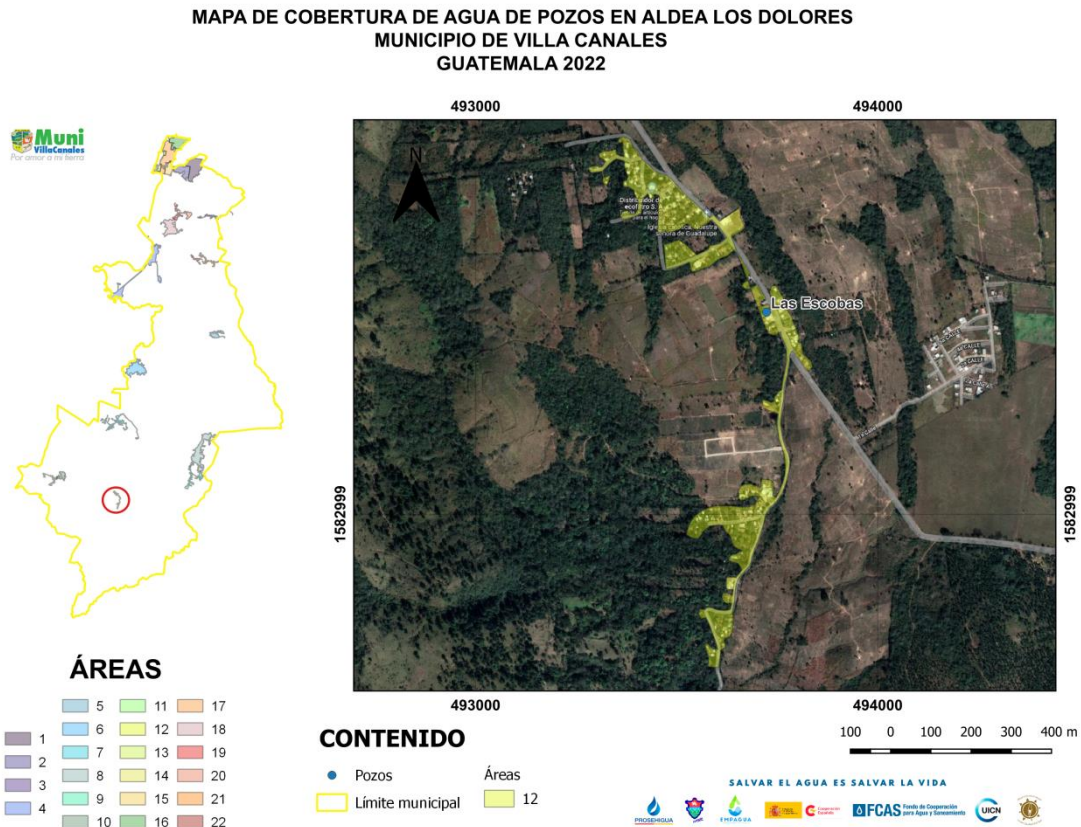
Mapa 27. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Pocitos



Mapa 27. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos en aldea Los Pocitos. Municipio de Villa Canales, Guatemala.

Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Mapa 28. Mapa de áreas de cobertura de agua de pozos de aldea Los Dolores



Mapa 28. Mapa de área de cobertura de agua de pozo en aldea Los Dolores. Municipio de Villa Canales, Guatemala.

Fuente. Google Maps. Datum GTM. Elaboración propia (2022)

Producto 4. Caracterización y clasificación de predios

1. Determinación del área para realizar estudio

Con la aprobación de personal municipal responsable de la gestión del agua a nivel municipal, se definió que el área para realizar el estudio sería el Casco Urbano del municipio de Villa Canales, conocida como la cabecera municipal. De la información brindada por los fontaneros del sector, se conoce que en el Casco Urbano existen seis (6) pozos siendo estos: Morancito I, Morancito II, Tuluja I, Tuluja

II, Escamilla y Santa Delfina. Se sabe que los pozos Morancito I, Morancito II, Tuluja I, Tuluja II y Escamilla unen sus aguas y brindan servicio a todo el Casco Urbano (zona 1 y zona 2) incluido el sector que es conocido como “La Línea” hasta llegar a la aldea El Zapote; en tanto que el pozo de Santa Delfina brinda servicio a la zona 2 del Casco Urbano, trasladando su mayor caudal a algunos sectores de la aldea El Zapote y del caserío La Virgen.

Seleccionada el área objeto de estudio, fue definido el criterio de concentrar esfuerzos en los predios de mayor incidencia de consumo de agua y que el resto de viviendas o pequeños comercios fueron ajustados a un consumo de agua de vivienda. Este criterio permitió avanzar con mayor rapidez en los análisis de consumos de agua y análisis financiero dado que la cantidad de lotes y comercios es bastante amplio en el área objeto de estudio.

2. Definición de atributos para caracterización de predios

En un software libre de información geográfica (QGIS) se han identificado y trazado los predios del área en estudio, siendo esta el Casco Urbano del municipio de Villa Canales del departamento de Villa Canales. Dichos trazos contienen información la cual está representada en cuadros de datos conformadas por filas y columnas. Cada fila representa una entidad y cada columna representa un atributo de la entidad. Inicialmente Mancomunidad Gran Ciudad del Sur compartió una lista de atributos que consideraba importantes y necesarios de conocer sobre los predios y su caracterización. A continuación, el cuadro de atributos con su descripción en su versión actualizada:

Cuadro 11. Atributos para predios

No.	NOMBRE DEL ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	TIPO	LONGITUD	PRESICIÓN
1	COD_DEP	Código del departamento	Número Entero	10	-
2	NOM_DEP	Nombre del departamento	Texto	254	-
3	COD_MUN	Código del municipio	Número Entero	10	-
4	NOM_MUN	Nombre del municipio	Texto	254	-
5	NOM_DIV	Nombre de la división territorial	Texto	254	-
6	SUB_TER	Subdivisión del territorio	Texto	254	-
7	NUM_LOT	Número de lote asignado	Número Entero	10	-
8	ARE_M	Área del lote (m ²)	Número Real	23	2
9	CAT_SUE	Categoría de clasificación del suelo: Urbano/Rural/Especial/Protección	Texto	254	-
10	SCA_SUE	Subcategoría de clasificación del suelo: Residencial/Comercial/Zona Especial/Núcleo Rural/Agricultura/Forestal/Zona de Producción no Agrícola/Área de protección	Texto	254	-
11	TOT_CAS	Total de casas	Número Entero	10	-
12	COD_MZN	Código de manzana	Texto	254	-
13	NUM_CALLE	Número de calle	Texto	254	-
14	NUM_AVE	Número de avenida	Texto	254	-
15	NUM_NOM	Número de nomenclatura	Texto	254	-
16	NUM_ZON	Número de zona	Número Entero	10	-
17	USO_LOT	Uso del lote: Vivienda/ Vivienda multifamiliar/Escuela/Iglesia/Comercio/Área verde	Texto	254	-
18	LOT_MIX	Lote mixto: Mixto 1/Mixto 2/Mixto 3...Mixto_18	Texto	254	-
19	NUM_NIV	Número de niveles	Número Entero	10	-
20	EST_LOT	Estado del lote: En construcción/Construido/Abandonado/Baldío	Texto	254	-

21	NOM-EST	Nombre estimado	Texto	254	-
22	CAR_VIV	Características de la vivienda: Casa formal/Casa Improvisada/Otros	Texto	254	-
23	DIR_SER	Dirección del servicio de agua	Texto	254	-
24	CON_L	Consumo en litros	Número Real	23	2
25	NUM_SER	Numero de servicios	Texto	254	-
26	SER_AGU	Tipo del servicio de agua: Municipal/Pozo propio/No posee	Texto	254	-
27	NOM_USU	Nombre del usuario	Texto	254	-
28	RIM	Registro de identificación municipal	Texto	254	-
29	TAR_SER	Tarifa del servicio (Q/mes)	Número Real	23	2
30	RES_MUN	Responsable municipal de la información y coordinación	Texto	254	-
31	NOM_DIG	Digitador de la información	Texto	254	-
32	FEC_LEV	Fecha de obtención de información	Texto	254	-
33	OBSER	Observaciones	Texto	254	-

Cuadro 11. Atributos de caracterización y clasificación de predios. **Fuente.** MGCS (2016). Modificada por Edgar Ramos (2022).

3. Recorrido de calles y avenidas del área de cobertura de los pozos objeto de estudio

Con el objetivo de identificar el uso que se le está dando a cada predio, se realizó un recorrido de las calles y avenidas del Casco Urbano del municipio, utilizando la aplicación telefónica Mapillary. Esta es una aplicación que captura y almacena imágenes mediante recorridos a pie o en vehículos con un sistema parecido al Street View que escala y automatiza el mapeo de calles mediante la colaboración de sus usuarios y sus cámaras. A continuación, un ejemplo de la actividad de levantamiento de información de campo.

Figura 13. Toma de fotografía para armar recorrido

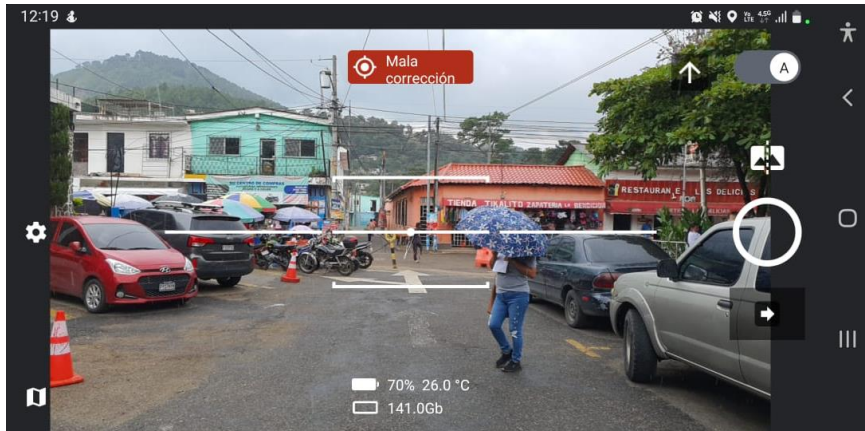


Figura 13. Toma de fotografías para armar un recorrido de la calle o avenida. Cabecera Municipal, Municipio de Villa Canales.

Figura 14. Recorrido fotográfico

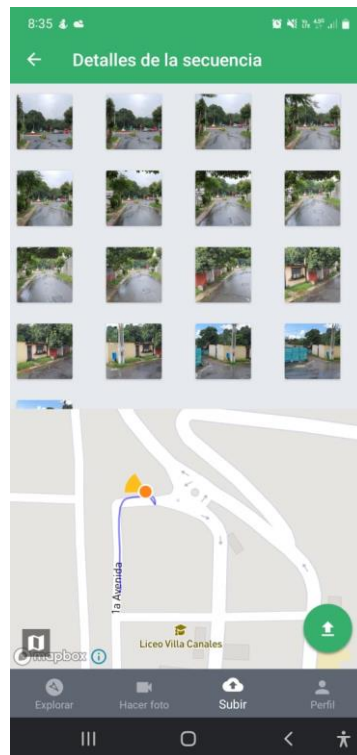


Figura 14. Recorrido fotográfico realizado sobre la primera avenida Casco Urbano. Municipio de Villa Canales

Figura 15. Recorrido fotográfico listo para carga en plataforma de Mapillary



Figura 15. Carga de recorridos realizados de las distintas calles y avenidas de la Cabecera Municipal. Municipio de Villa Canales

Figura 16. Vista de recorridos cargados a plataforma Mapillary

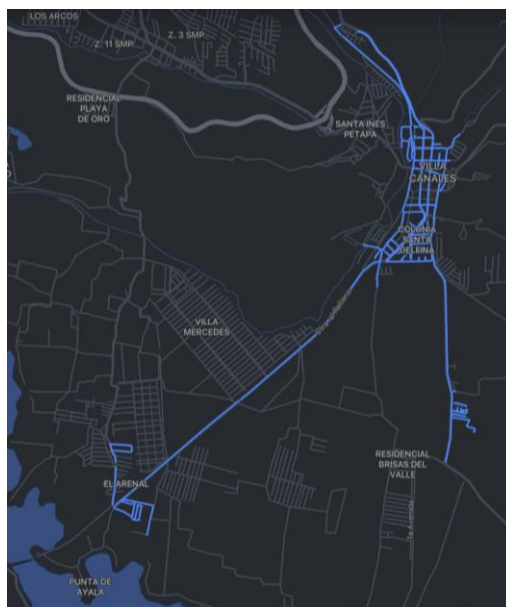


Figura 16. Mapa de recorrido de calles y avenidas del área de influencia de pozos de casco urbano con la utilización de Mapillary. municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Mapillary. Elaboración propia (2022)

Figura 17. Revisión de recorrido en plataforma

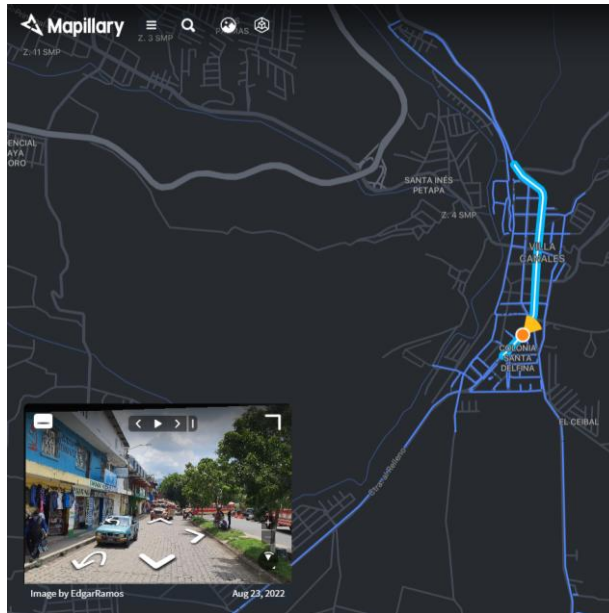


Figura 17. Recorrido en Mapillary de la tercera avenida de la zona 1 del casco urbano. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Mapillary. Elaboración propia (2022)

4. Caracterización y clasificación de predios

Para el desarrollo de esta actividad, se decidió no continuar con la actualización de predio a predio. Por el contrario, se decidió identificar únicamente los predios que mayor consumo de agua representan para el área objeto de estudio y el resto asumir una dotación de consumo de agua de vivienda.

Debido a que la actualización de predios por medio del uso de la aplicación de Mapillary se tornaba complicada y tardada por la obstaculización de vehículos, arboles, rótulos y demás durante el recorrido; se decidió no continuar con esta metodología y realizar un recorrido a pie y registrar los predios de forma manual. Para ello se dividieron los prediales en manzanas y se les colocó una numeración para su identificación (Ver figura 18), posteriormente se realizó el recorrido a pie por

las diferentes calles y avenidas del Casco Urbano y se registraron los predios que mayor consumo de agua representarían (Ver figura 19 y 20).

Figura 18. Predial de Casco Urbano

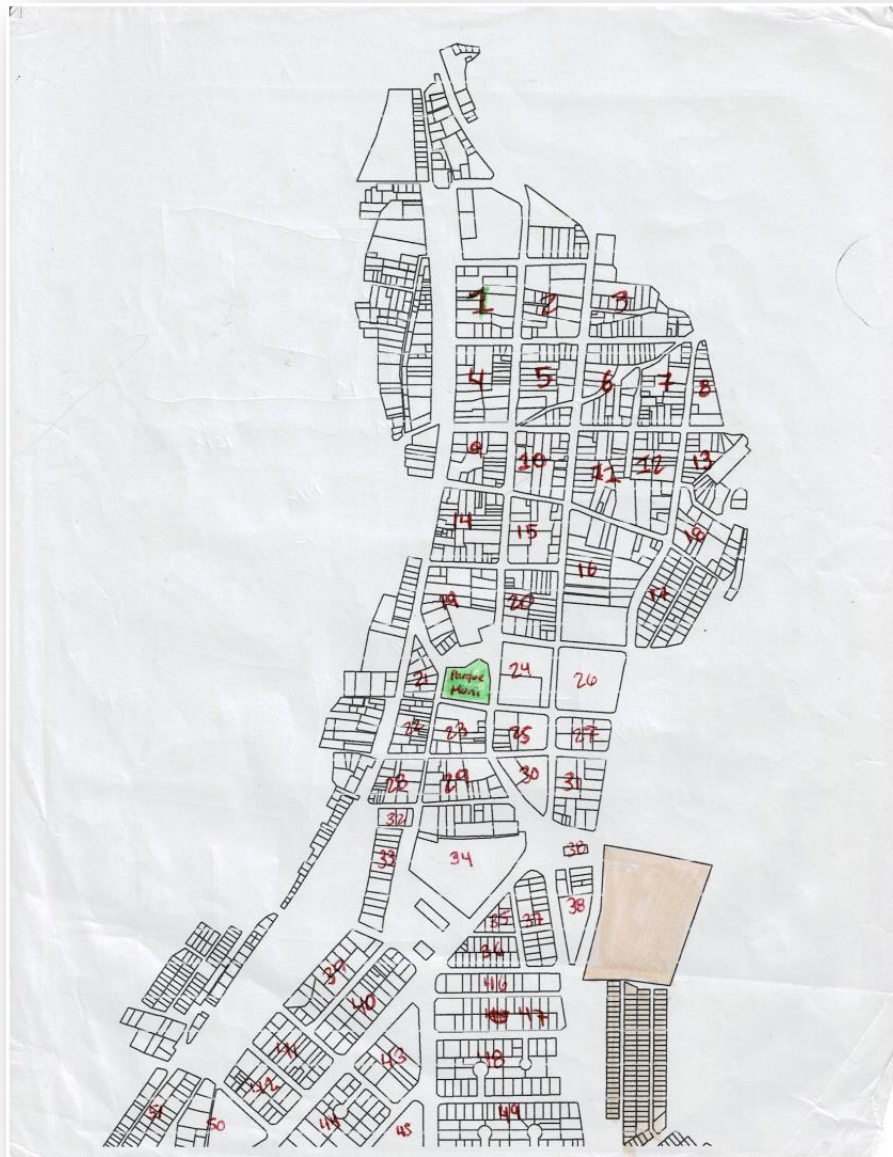


Figura 18. División de los predios del casco urbano en manzanas con una identificación numérica. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** MGCS. Elaboración propia (2022)

Figura 19. Predios con alto consumo de agua manzana 25



Figura 19. Manzana número veinticinco con identificación de predios de alto consumo de agua y la descripción de su uso. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** MGCS. Elaboración propia (2022)

Figura 20. Predios con alto consumo de agua manzana 28



Figura 20. Manzana número veintiocho con identificación de predios de alto consumo de agua y la descripción de su uso. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** MGCS. Elaboración propia (2022)

Una vez identificados y clasificados los predios con sus usos, se trasladó la información a un formato de almacenamiento digital (shape file, en inglés) en un sistema de información geográfica y se agregó un atributo denominado USO_LOT cuya descripción significa uso del lote. Se registraron dos mil novecientos noventa y cinco (2995) predios, bajo este atributo desglosado de la siguiente forma:

Cuadro 12. Características atributo USO_LOT

	Característica	Cantidad
USO_LOT	Vivienda	2622
	Vivienda multifamiliar	119
	Escuela	15
	Iglesia	21
	Comercio	218
	Área verde	0

Cuadro 12. Atributo USO_LOT con su identificación y cantidad de registros encontrados. **Fuente.** MGCS. Elaboración propia (2022).

De igual forma se agregó un atributo denominado LOT_MIX cuya descripción significa lote mixto, el cual es una clasificación que se le dio al predio según el tipo de consumidor. De esta cuenta se registraron los dos mil novecientos noventa y cinco (2995) predios desglosados de la siguiente forma:

Cuadro 13. Características atributo LOT_MIX

	Clasificación	Tipo de consumidor
LOT_MIX	Mixto 1	Car wash
	Mixto 2	Vivienda con piscina
	Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos

Mixto 4	Hospitales
Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras
Mixto 6	Hoteles
Mixto 7	Restaurantes
Mixto 8	1 a 3 comercios
Mixto 9	4 a 8 comercios
Mixto 10	Centro comercial
Mixto 11	Vivienda
Mixto 12	Lavanderías
Mixto 13	Iglesia, salones de reunión
Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas
Mixto 15	Vivienda multifamiliar
Mixto 16	Comedores o cafeterías
Mixto 17	Oficinas
Mixto 18	Gasolineras

Cuadro 13. Atributo USO_LOT con su identificación y cantidad de registros encontrados. **Fuente.** MGCS. Elaboración propia (2022).

Producto 5. Análisis de sostenibilidad hídrica

1. Investigación bibliográfica de consumos de agua acorde al uso del suelo

Para poder realizar una estimación del consumo de agua por actividad económica o doméstica de cada predio, se realizó una investigación sobre normativas o guía oficiales que pudieran brindar una referencia de los consumos de agua. Las referencias encontradas fueron las siguientes: EMPAGUA e INFOM los cuales son documentos guías que fueron tomados como prioritarios por su aplicabilidad al territorio Guatemalteco, y normativa y documentos oficiales del

ministerio de ambiente y colegio de ingenieros y arquitectos de Costa Rica. A continuación, se presenta el listado de los diferentes usos identificados en los predios y las dotaciones de agua asignadas según las guías o documentos encontrados:

Cuadro 14. Dotaciones por actividad económica o doméstica

Descripción	Dotación Estimada	Cantidad según uso	Unidad	Consumo al día (litros)	Referencia de Consulta
Iglesia	8 lit. /Habitante/Día	100	Habitante	800	CI-CR
Colegio	50 lit. /Alumno/Día	300	Alumno	15,000	EMPAGUA
Tienda	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Tortillería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Vivienda	120 lit. /Habitante/Día	5	Habitante	600	INFOM
Restaurante, Bar	50 lit. /m ² / Día	225	m ²	11,250	CI-CR
Farmacia	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Lavandería	40 lit. /m ² / Día	90	m ²	3,600	CI-CR
Paca	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Marranería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Mecanografía	25 lit. /Alumno/Día	50	Alumno	1,250	MARN-CR
Comedor	25 lit. /Persona/Día	50	Persona	1,250	CI-CR
Mueblería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Academia de belleza	25 lit. /Alumno/Día	30	Alumno	750	MARN-CR
Super 24	20 lit. /m ² / Día	204	m ²	4,080	EMPAGUA
Peluquería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA

Estética canina	10 lit. /m ² / Día	100	m ²	1,000	EMPAGUA
Clínica óptica	500 lit. /Persona/Día	10	Persona	5,000	EMPAGUA
Academia de computación	25 lit. /Alumno/Día	30	Alumno	750	MARN-CR
Banco	6 lit. /m ² / Día	150	m ²	900	EMPAGUA
Taller de motos	20 lit. /m ² / Día	100	m ²	2,000	EMPAGUA
Venta repuestos para motos	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Vivienda Multifamiliar	120 lit. /Habitante/Día	15	Habitante	1,800	INFOM
Panadería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Taller de carros	20 lit. /m ² / Día	100	m ²	2,000	EMPAGUA
Compra y venta de oro	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Predio de buses	6 lit. /m ² / Día	690	m ²	4,140	CI-CR
Laboratorio clínico	500 lit. /Persona/Día	20	Persona	10,000	EMPAGUA
Ventas de celulares y accesorios	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Librería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Tienda agrícola	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA

Estudio de fotografía	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Venta de pollo	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Clínica médica	500 lit. /Persona/Día	30	Persona	15,000	EMPAGUA
Heladería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Pinchazo	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Tapicería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Clínica dental	1000 lit. /Persona/Día	10	Persona	10,000	EMPAGUA
Ferretería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Salón de uñas	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Herrería	20 lit. /m ² / Día	100	m ²	2,000	EMPAGUA
Funeraria	20 lit. /m ² / Día	100	m ²	2,000	EMPAGUA
Imprenta	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Chatarrería	20 lit. /m ² / Día	100	m ²	2,000	EMPAGUA
TSE	6 lit. /m ² / Día	285	m ²	1,710	EMPAGUA
Corporación Horeb	6 lit. /m ² / Día	285	m ²	1,710	EMPAGUA
Estación de policía	6 lit. /m ² / Día	203	m ²	1,218	EMPAGUA
Super del barrio	20 lit. /m ² / Día	350	m ²	7,000	EMPAGUA
Salón de belleza, spa	20 lit. /m ² / Día	200	m ²	4,000	EMPAGUA
Verdulería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Juzgado de paz	6 lit. /m ² / Día	895	m ²	5,370	CI-CR

Auditórium municipal	8 lit. /m ² / Día	895	m ²	7,160	CI-CR
Tiendas de misceláneos	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Pastelería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Cerrajería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Electrónicos	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Café internet	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Tiendas de licuados	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Ventas de refacciones	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Municipalidad	6 lit. /m ² / Día	1200	Persona	7,200	CI-CR
Polideportivo	50 lit. /Persona/Día	50	Persona	2,500	CI-CR
Guateprendas	20 lit. /m ² / Día	330	m ²	6,600	EMPAGUA
Despensa familiar	20 lit. /m ² / Día	580	m ²	11,600	EMPAGUA
Gimnasio	20 lit. /m ² / Día	261	m ²	5,220	EMPAGUA
Ventas de gas	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Hotel	350 lit. /Habitante/Día	20	Habitante	7,000	EMPAGUA
Venta de granizadas	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Carnicería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Molino	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
La Curacao	20 lit. /m ² / Día	260	m ²	5,200	EMPAGUA
Gallo más gallo	20 lit. /m ² / Día	445	m ²	8,900	EMPAGUA
Ventas de gas	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA

Venta de block	20 lit. /m ² / Día	640	m ²	12,800	EMPAGUA
Salones de eventos	220 lit. /Asistente/Día	15	Asistente	3,300	MARN-CR
Hospital, IGGS	220 lit. /Cama/Día	200	Cama	200,000	EMPAGUA
Embotelladoras	5000lit/ 1000lit /Día	10	Litros	50,000	MARN-CR
Bodega de café	20 lit. /m ² / Día	150	m ²	3,000	EMPAGUA
Local comercial	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Mercado	50 lit. /Local/Día	8437	Local	421,850	CI-CR
Piscinas	25 lit. /m ² / Día	24	m ²	600	CI-CR
Car wash	8000/ Equipo de lavado/Día	3	Equipo de lavado	24,000	CI-CR
Centro comercial	10 lit. /m ² / Día	950	m ²	9,500	EMPAGUA
Gasolinera	800/Bomba/Día	5	Bomba	4,000	EMPAGUA
Venta de leña	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Ventanería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
Carpintería	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
servicios SAT	6 lit. /m ² / Día	81	m ²	486	EMPAGUA
Oficinas en general	6 lit. /m ² / Día	850	m ²	5,100	EMPAGUA
Correos	10 lit. /m ² / Día	55	m ²	550	EMPAGUA
PNC	6 lit. /m ² / Día	205	m ²	1,230	EMPAGUA

Vivienda con piscina	186 lit./ Habitante/Día	5	Habitante	930	Piscina estándar = 6 X 4 X 2.5 m Cambio de agua = 2 al año Litros 6 X 4 X 2.5 X 2= 120 m ³ 120 m ³ = 120,000L Total consumo =120,000L/365 Días Total consumo = 329L/Día Litros habitante = 329/5hab= 66L Dot= 120+66=186L/hab/día
Casa de empeño	20 lit. /m ² / Día	270	m ²	5,400	EMPAGUA
<p>INFOM: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.</p> <p>EMPAGUA: Guía de requisitos para la evaluación de proyectos de agua y alcantarillado de la ciudad de Guatemala.</p> <p>CI-CR: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones-Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.</p> <p>MARN-CR: Manual Técnico de Dotaciones de Agua-Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica.</p>					

Cuadro 14. Dotaciones de consumo por actividad económica o doméstica y litros diarios estimados.

Fuente. Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. Elaboración propia (2022).

2. Cálculos de consumo de agua de acuerdo con la clasificación de usos mixtos

Para realizar el cálculo del consumo de agua diario, se tomaron como base las dotaciones obtenidas de la investigación realizada (Ver cuadro 14). Es importante mencionar que debido a que los predios censados poseen una gran variedad de usos combinados, ejemplo: vivienda, tortillería y tienda de barrio;

carpintería, taller mecánico y paca; supermercado y vivienda familiar, en un mismo inmueble, fue necesario realizar una sumatoria de los consumos estimados acorde a los diferentes usos que se encontraban en cada predio, estos consumos fueron estimados en cada registro mostrado en la plataforma QGIS por medio del atributo CON_L (Ver cuadro 11). A continuación, un ejemplo del proceso de cálculo:

Para un predio con USO_LOT = Comercio y clasificación LOT_MIX = Mixto 8 cuyos comercios sean una pastelería, un taller mecánico y una tienda de paca:

$$\text{CON_L} = \text{Pastelería} + \text{Taller mecánico} + \text{Paca} \quad \text{ec. (3)}$$

Dónde:

CON_L	= Consumo en litros al día
Pastelería	= Consumo de agua de una pastelería en lit/día
Taller mecánico	= Consumo de agua de taller mecánico en lit/día
Paca	= Consumo de agua de un taller mecánico en lit/día

Utilizando las dotaciones descritas en el cuadro 8 se obtiene:

$$\text{CON_L} = 550 + 2,000 + 550 = 3,100 \text{ lit/día}$$

Posteriormente, se realizó la sumatoria de todos los consumos diarios (CON_L) de cada clasificación de usos mixtos del atributo LOT_MIX (Ver cuadro 15). Una vez determinados los consumos diarios por clasificación de usos mixtos, para determinar los consumos por mes se realizó la multiplicación del consumo diario por treinta (30) días del mes. Al realizar las sumas totales respectivas se

estimó que diariamente se consumen aproximadamente 3.5 millones de litros de agua diarios y 106.6 millones de litros mensuales (Ver cuadro 15).

Cuadro 15. Caracterización del consumo diario y mensual de agua

	Clasificación de usos mixtos	Tipo de consumidor	Cantidad de predios	Consumo Diario (lit)	Consumo Mes (lit)
LOT_MIX	Mixto 1	Car wash	7	188,700	5,661,000
	Mixto 2	Vivienda con piscina	49	45,570	1,367,100
	Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos	19	248,780	7,463,400
	Mixto 4	Hospitales	1	200,000	6,000,000
	Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras	1	50,000	1,500,000
	Mixto 6	Hoteles	3	24,500	735,000
	Mixto 7	Restaurantes	10	119,750	3,592,500
	Mixto 8	1 a 3 comercios	50	148,371	4,451,130
	Mixto 9	4 a 8 comercios	44	221,140	6,634,200
	Mixto 10	Centro comercial	4	38,000	1,140,000
	Mixto 11	Vivienda	2622	1,573,200	47,196,000
	Mixto 12	Lavanderías	4	18,950	568,500
	Mixto 13	Iglesia, salones de reunión	26	74,150	2,224,500
	Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas	15	202,636	6,079,080
	Mixto 15	Vivienda multifamiliar	119	283,150	8,494,500
	Mixto 16	Comedores o cafeterías	12	32,700	981,000
	Mixto 17	Oficinas	6	72,160	2,164,800
	Mixto 18	Gasolineras	3	12,000	360,000
	Totales			3,553,757	106,612,710

Cuadro 15. Consumo de litros de agua diarios y mensuales por clasificación de atributo LOT_MIX. **Fuente.**
Elaboración propia (2022).

3. Cálculo de producción de agua extraída de los pozos del área de estudio

Como se ha mencionado a lo largo del estudio, el área objeto de estudio es el Casco Urbano de Villa Canales y esta área es abastecida por seis (6) pozos mecánicos, siendo estos: Morancito I, Morancito II, Tuluja I Tuluja II, Escamilla y Santa Delfina.

Como se explicó en las secciones anteriores del presente documento, habiendo recopilado información de campo y documental de estos pozos, se procedió al cálculo de producción de agua (caudal de aforo y horas de bombeo). A continuación, un ejemplo del proceso de cálculo:

$$\text{Prod.} = \text{Caudal} \times (\text{Horas de Bombeo} \times 60) \quad \text{ec. (4)}$$

Dónde:

Prod. = Producción en gal/día
Caudal = Caudal de aforo del pozo en gal/min
Horas de Bombeo = Tiempo de activación de bomba en horas/día
60 = Minutos que posee una hora

Utilizando la formula y los datos del pozo Tuluja I, se obtiene:

$$\text{Prod.} = 350 \times (7 \times 60) = 147,000 \text{ gal/día}$$

Para poder convertir el consumo de galones/día a litros/día se ha multiplicado el resultado por 3.78 lo cual es la cantidad de litros que contiene un galón.

$$\text{Prod.} = 147,000 \times 3.78 = 555,660 \text{ lit/día}$$

En el cuadro 16 se puede apreciar una tabulación de todos los resultados obtenidos respecto a la producción de agua de cada pozo del casco urbano.

Cuadro 16. Producción litros diarios y mensuales de pozos de Casco Urbano

Pozo	Caudal (gal/min)	Horas de Bombeo (horas/día)	Producción (gal/día)	Producción (lit/día)	Producción (lit/mes)
Tuluja I	350	7	147,000	555,660	16,669,800
Tuluja II	350	24	504,000	1,905,120	57,153,600
Morancito I	230	24	331,200	1,251,936	37,558,080
Morancito II	350	24	504,000	1,905,120	57,153,600
Escamilla	115	24	165,600	625,968	18,779,040
Santa Delfina	250	14	210,000	793,800	23,814,000
Totales			1,861,800	7,037,604	211,128,120

Cuadro 16. Producción de agua potable por pozo según su caudal de aforo y las horas de bombeo al día. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

4. Análisis comparativo del consumo de agua y la producción de los pozos para comprobar la sostenibilidad hídrica

Se procedió a comparar la producción de agua de los pozos con el consumo de agua según la clasificación y caracterización de predios. Para ello se hizo uso de las cantidades totales de la producción y el consumo de agua. Así mismo se procedió a calcular la diferencia numérica y porcentual entre los mismos (Ver cuadro 17).

Para los datos totales tanto del consumo, como de la producción de agua al día y al mes, se extrajo el dato de los cuadros 15 y 16, además de aplicar la siguiente fórmula:

$$\textit{Excedente} = \textit{Producción} - \textit{Consumo} \quad \text{ec. (5)}$$

Dónde:

Excedente = Agua extra en lit/día
Producción = Agua extraída del pozo en lit/día
Consumo = Agua consumida por la población en lit/día

Aplicando la formula y los datos se obtiene:

$$\textit{Excedente} = 7,037,604 - 3,553,757 = 3,483,847 \textit{ lit/día}$$

Par obtener los porcentajes se aplicó la siguiente ecuación:

$$\textit{Porcentaje} = \frac{\textit{Excedente}}{\textit{Producción}} \times 100 \quad \text{ec. (6)}$$

Aplicando la formula y los datos se obtiene:

$$\textit{Porcentaje} = \frac{3,483,847}{7,037,604} \times 100 = 49.50\%$$

A continuación, los resultados obtenidos tanto mensuales como diarios:

Cuadro 17. Exedentes de producción de agua potable para Casco Urbano

Producción (lit/día)	Producción (lit/mes)	Consumo (lit/día)	Consumo (lit/mes)	Excedente			
				Diario (lit)	Mensual (lit)	Diario	Mensual
7,037,604	211,128,120	3,553,757	106,612,710	3,483,847	104,515,410	49.50%	49.50%

Cuadro 17. Excedentes de producción de agua diarios y mensuales, tanto en litros como en porcentajes. **Fuente.**

Elaboración propia (2022).

De esta cuenta podemos observar que en promedio se produce un 49.5% de excedente de agua, en comparación de lo que se estima que la población del área de estudio requiere para su uso.

No obstante se comprobó que se tiene un excedente de producción como se explica en el anterior párrafo. Es sabido que un porcentaje de la población ubicada en el sector sur del área de estudio, presenta quejas por baja cantidad o baja presión de agua, lo que hace presumir que las causas podrían ser las siguientes:

- Vecinos podrían tener fugas de agua en sus viviendas, comercios o en la tubería de distribución, que debido a la inexistencia de micromedidores de agua (contadores), no les genera un cobro por exceso en la tarifa de consumo mensual, generando una falta de preocupación por el desperdicio del agua.
- Conexiones ilícitas, que podrían estar consumiendo agua no contabilizada en la red, especialmente en horas pico.
- Vecinos podrían estar utilizando agua para riego de sembradillos especialmente en la periferia del Casco urbano.

Producto 6. Análisis de sostenibilidad financiera

1. Determinación de rubros o actividades que generan gasto en la operación y funcionamiento de pozos

Para el funcionamiento y operación de los pozos, se tienen gastos obligatorios en los que la Municipalidad de Villa Canales debe de incurrir, siendo los rubros más importantes: Mano de obra, facturación eléctrica, cloración, reparaciones y mantenimiento.

2. Recopilación de información sobre gastos de operación y funcionamiento de pozos de agua

Con información proporcionada por el departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad, se obtuvieron los datos que son presentados a continuación:

Planilla del personal del departamento de Agua y Saneamiento

Esta información fue compartida a través de documentos impresos con información de salarios del personal técnico y administrativo, siendo esta la siguiente:

Cuadro 18. Cargos y salarios de personal para administración y funcionamiento de pozos

Cargo	Salario
Fontanero	Q 3,750.00
Encargado de Fontaneros	Q 4,500.00
Secretaria	Q 4,000.00

Jefe del departamento de Agua y Saneamiento	Q 8,000.00
Notificador	Q 3,750.00
Gestión de cobro	Q 6,000.00
Auxiliar de cobro	Q 3,750.00
Director del departamento de Servicios Públicos	Q 10,000.00
Asistente para atención al vecino	Q 3,750.00
Piloto	Q 3,750.00

Cuadro 18. Listado de personal encargado de la administración y funcionamiento de pozos del Casco Urbano y sus salarios. Municipalidad de Villa Canales. Municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Departamento de Agua y Saneamiento.

Consumos de facturación eléctrica

Esta información fue compartida a través de documentos impresos y contenían registros que van desde el año dos mil veinte (2020) hasta el dos mil veintidós (2022), ver Apéndice 3.

Consumos de cloro

Esta información fue compartida a través de documentos impresos y contenían registros que van desde el año dos mil diecinueve (2019) hasta el dos mil veintidós (2022), ver Apéndice 4:

Reparaciones y mantenimientos

Esta información fue compartida a través de documentos impresos y contenían registros que van desde el año dos mil diecinueve (2019) hasta el dos mil veintidós (2022), ver Apéndice 5:

Se hace necesario resaltar que pese a que se encontraron registros de salarios, gastos de factura eléctrica, gastos de cloración, registros de reparaciones o mantenimiento, los registros interanuales se encontraban incompletos. Esto pudo deberse a que en algunos casos no hubo actividad realizada o no se anotó el registro, por lo que se recurrió a aplicar métodos de interpolación de datos para poder realizar una estimación de los gastos anuales.

3. Estimación de gastos en la operación y funcionamiento de pozos de agua

Gastos por mano de obra

Para realizar la estimación de gastos de este rubro, se realizó un listado de todo el personal que se involucra en el mantenimiento y administración de los pozos, así como los salarios que devengan. Una vez obtenidos esos datos se procedió a calcular el gasto anual que se invierte en ese personal. A continuación, un ejemplo de la estimación de gastos anuales:

$$\text{Gastos} = (\text{Salario} \times 12) + (\text{Bono decreto} \times 12) + (\text{IGGS} \times 12) + \text{Aguinaldo} + \text{Bono 14} \quad \text{ec. (7)}$$

Dónde:

Gastos	= Gastos anuales en Q
Salario	= Importe fijo devengado por el trabajador en Q
Bono decreto	= Bonificación decreto 37-2001 en Q
IGGS	= Aporte patrono 10.67% del salario del trabajador en Q
Aguinaldo	= 1 salario ordinario por un año de servicio en Q
Bono 14	= 1 salario ordinario por un año de servicio en Q
12	= Cantidad de meses en un año

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Gastos} &= (3750 \times 12) + (250 \times 12) + (3750 \times 10.67\% \times 12) + 3750 + 3750 \\ &= \text{Q } 60,801.50 \end{aligned}$$

Una vez calculada la cantidad de recursos financieros que se invierte en cada puesto, este se multiplicó por un porcentaje de participación respecto a los trabajos que realizan relacionados con la administración y mantenimiento de los pozos. Estos porcentajes de participación fueron corroborados con el arquitecto Luis Leiva, director de la Dirección de Servicios Públicos y director temporal de la dirección de Agua y Saneamiento.

Al obtener el monto de inversión en relación al porcentaje de participación, este se multiplicó por seis (6) para obtener el monto general de inversión en relación a los seis pozos objeto del presente estudio que se encuentran en casco urbano. Se optó por incluir únicamente un porcentaje de participación y no los montos totales que se invierten para cada cargo, que al asumir los montos totales, estos engrosarían demasiado el rubro de gastos por concepto de mano de obra, montos que inflarían alrededor de un cuatro punto cinco (4.5) veces la cantidad deducida actualmente por pozo (Q 43,610.90), además de que algunas personas poseen otras actividades no relacionadas con el tema de aguas. A continuación, el cuadro de gastos por mano de obra:

Cuadro 19. Gastos de mano de obra en pozos de Casco Urbano

Cargo	Porcentaje de participación	Gasto anual por los 6 pozos
Fontanero 1	100%	Q 60,801.50

Fontanero 2	100%	Q 60,801.50
Fontanero 3	100%	Q 60,801.50
Encargado de Fontaneros	100%	Q 9,853.88
Secretaria	100%	Q 8,812.04
Jefe de Agua y Saneamiento	100%	Q 17,146.80
Notificador	40%	Q 3,316.45
Gestor de cobros	40%	Q 5,191.77
Auxiliar de cobro 1	40%	Q 3,316.45
Auxiliar de cobro 2	40%	Q 3,316.45
Director de Servicios Públicos	20%	Q 4,262.84
Asistente para tención al vecino 1	70%	Q 5,803.78
Asistente para tención al vecino 2	70%	Q 5,803.78
Asistente para tención al vecino 3	70%	Q 5,803.78
Asistente para tención al vecino 4	70%	Q 5,803.78
Piloto	10%	Q 829.11
Total		Q 261,665.39
Gasto por pozo		Q 43,610.90

Cuadro 19. Gastos por pozo del Casco Urbano del municipio de Villa Canales, Guatemala. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Gastos por factura eléctrica

Para poder realizar la estimación de gastos respecto a este rubro se procedió a tabular los registros que se obtuvieron por año, y en ausencia de registros completos anuales, se procedió a realizar un promedio de los meses con los que si se cuenta registro de gasto. A continuación, un ejemplo de la estimación de promedio y los cuadros con la información tabulada:

Para el pozo de Morancito I:

$$Prom. Mensual = \frac{Dato 1 + Dato 2 + Dato 3 + \dots Dato n}{n} \quad ec. (8)$$

Dónde:

Prom. Mensual = Suma de datos dividido el número de datos en Q

Dato = Gasto de factura eléctrica en Q

n = Número de datos

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$Prom. Mensual = \frac{13,975.25 + 16,390.82 + 20,024.13 + 20,439.00}{4} = Q17,707.30$$

Cuadro 20. Gastos de facturación eléctrica año 2020

Mes	2020					
	Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	-	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-
Junio	-	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-
Septiembre	Q 13,975.25	Q 22,112.17	Q 30,029.60	Q 20,661.60	Q 14,706.35	Q -
Octubre	Q 16,390.82	Q 21,189.88	Q 29,843.92	Q 20,925.65	Q 14,773.88	Q -
Noviembre	Q 20,024.13	Q 16,854.84	Q 27,947.68	Q 22,318.49	Q 15,280.46	Q -

Diciembre	Q 20,439.00	Q 17,947.24	Q 29,150.02	Q 19,292.39	Q 14,887.20	Q -
Total	Q 70,829.20	Q 78,104.13	Q 116,971.22	Q 83,198.13	Q 59,647.89	Q -
Prom. Mensual	Q 17,707.30	Q 19,526.03	Q 29,242.81	Q 20,799.53	Q 14,911.97	Q -

Cuadro 20. Gastos de facturación eléctrica por pozo para el año 2020, el total de las facturas y el gasto mensual en promedio. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 21. Gastos de facturación eléctrica año 2021

Mes	2021					
	Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	Q 21,254.72	Q 35,328.69	Q 2,419.35	Q 26,881.58	Q 15,998.34	Q -
Febrero	Q 18,463.33	Q 30,853.30	Q 2,316.00	Q 23,970.32	Q 13,822.01	Q -
Marzo	Q 19,754.52	Q 33,938.85	Q 2,713.08	Q 26,420.35	Q 15,156.69	Q -
Abril	Q 18,463.66	Q 31,006.71	Q 2,600.17	Q 25,187.72	Q 14,288.33	Q -
Mayo	Q 20,001.54	Q 29,761.41	Q 7,930.10	Q 27,109.36	Q 15,884.08	Q -
Junio	Q 18,277.53	Q 28,495.02	Q 5,353.19	Q 25,579.85	Q 14,491.95	Q -
Julio	Q 18,723.47	Q 28,575.83	Q 3,187.40	Q 26,304.43	Q 14,939.87	Q -
Agosto	Q 20,369.66	Q 26,658.58	Q 16,272.17	Q 28,079.93	Q 15,843.07	Q -
Septiembre	Q 7,452.30	Q 25,936.35	Q 25,002.69	Q 26,212.13	Q 14,995.24	Q -
Octubre	Q 20,302.15	Q 17,474.77	Q 24,274.22	Q 26,513.01	Q 14,973.92	Q -
Noviembre	Q 15,115.56	Q 24,691.56	Q 22,354.37	Q 27,830.16	Q 15,792.35	Q -
Diciembre	Q 20,112.92	Q 23,691.56	Q 20,080.27	Q 26,714.42	Q 16,792.35	Q -
Total	Q 218,291.36	Q 336,412.63	Q 134,503.01	Q 316,803.26	Q 182,978.20	Q -
Prom. Mensual	Q 18,190.95	Q 28,034.39	Q 11,208.58	Q 26,400.27	Q 15,248.18	Q -

Cuadro 21. Gastos de facturación eléctrica por pozo para el año 2021, el total de las facturas y el gasto mensual en promedio. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 22. Gastos de facturación eléctrica año 2022

Mes	2022					
	Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	Q 21,112.74	Q 23,969.34	Q 17,200.55	Q 28,666.55	Q 16,366.73	Q -
Febrero	Q 19,920.99	Q 21,375.93	Q 16,393.26	Q 25,757.83	Q 14,983.63	Q -
Marzo	Q 20,954.90	Q 21,177.54	Q 19,596.76	Q 26,377.20	Q 16,026.62	Q -
Abril	Q 21,372.60	Q 24,691.56	Q 21,309.59	Q 28,885.85	Q 16,561.46	Q -
Mayo	Q 20,079.30	Q 34,274.73	Q 11,444.88	Q 26,836.26	Q 15,905.38	Q -
Junio	Q 20,331.08	Q 35,343.39	Q 3,559.75	Q 27,718.77	Q 15,754.58	Q -
Julio	Q 22,220.09	Q 2,016.08	Q 41,426.93	Q 29,834.04	Q 17,344.44	Q -
Agosto	Q 21,597.39	Q 35,478.34	Q 20,027.00	Q 26,131.21	Q 16,981.23	Q -
Septiembre	Q 21,673.13	Q 41,120.71	Q 6,865.00	Q 30,267.61	Q 17,016.18	Q -
Octubre	-	-	-	-	-	-
Noviembre	-	-	-	-	-	-
Diciembre	-	-	-	-	-	-
Total	Q 189,262.22	Q 239,447.62	Q 157,823.72	Q 250,475.32	Q 146,940.25	Q -
Prom. Mensual	Q 21,029.14	Q 26,605.29	Q 17,535.97	Q 27,830.59	Q 16,326.69	Q -

Cuadro 22. Gastos de facturación eléctrica por pozo para el año 2022, el total de las facturas y el gasto mensual en promedio. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Una vez obtenidos los promedios mensuales por año, se precedió a realizar el cálculo de promedios anuales. A continuación, un ejemplo de la estimación de promedios y los cuadros con la información tabulada:

Para el pozo de Morancito I:

$$\text{Prom. Mensual} = \frac{\text{Prom. Mens. 2020} + \text{Prom. Mens. 2021} + \text{Prom. Mens. 2022}}{3} \text{ ec. (9)}$$

Dónde:

Prom. Mensual = Suma de datos dividido el número de datos en Q

Prom. Mens. 20XX = Promedio mensual de gasto en factura eléctrica en Q

3 = Número de datos

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Prom. Mensual} = \frac{17,707.30 + 18,190.95 + 21,029.14}{3} = Q18,975.79$$

Para determinar el gasto que se espera anualmente, se multiplico el promedio obtenido por doce (12) los cuales representan los meses del año. A continuación, un ejemplo de la estimación de promedio y los cuadros con la información tabulada:

Para el pozo de Morancito I:

$$\text{Prom. Anual} = \text{Prom. Mensual} \times 12 \quad \text{ec. (10)}$$

Dónde:

Prom. Anual = Promedios de gastos anuales en factura eléctrica en Q

Prom. Mensual = Promedios de gastos mensuales en factura eléctrica en Q

12 = Número de meses en el año

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Prom. Anual} = 18,975.79 \times 12 = Q227,709.53$$

Cuadro 23. Estimación de gastos anuales por facturación eléctrica

Año	Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
2020	Q 17,707.30	Q 19,526.03	Q 29,242.81	Q 20,799.53	Q 14,911.97	Q -
2021	Q 18,190.95	Q 28,034.39	Q 11,208.58	Q 26,400.27	Q 15,248.18	Q -
2022	Q 21,029.14	Q 26,605.29	Q 17,535.97	Q 27,830.59	Q 16,326.69	Q -
Prom. Mensual	Q 18,975.79	Q 24,721.90	Q 19,329.12	Q 25,010.13	Q 15,495.62	Q -
Prom. Anual	Q 227,709.53	Q 296,662.84	Q 231,949.43	Q 300,121.58	Q 185,947.40	Q -

Cuadro 23. Gastos estimados anuales por pozo, por concepto de facturación eléctrica. Fuente. Elaboración propia (2022).

Para el caso del pozo de Santa Delfina, el cual no presenta datos, se debe a que la información compartida se encuentra errada, con datos de facturaciones de electricidad poco confiables de once (11) o doce (12) quetzales. Para resolver esta situación, se decidió asociar los costos de facturación eléctrica en relación a un pozo que posee condiciones y características similares, siendo este el pozo de Morancito II. De esta forma se obtuvo que los gastos de facturación eléctrica para el pozo de Santa Delfina serán de ciento setenta y tres mil cincuenta y tres quetzales con treinta y dos centavos (Q173, 053.32).

Gastos por cloración

Para poder realizar la estimación de gastos respecto a este rubro, se procedió a tabular los registros que se obtuvieron por año. Dado a que el cloro se obtiene por medio de licitaciones, la factura obtenida se encuentra en base a un total de galones de cloro solicitados en la licitación, los cuales luego son distribuidos mensualmente a los pozos. Para poder tabular esta información se realizaron multiplicaciones cruzadas y de esta forma poder determinar el monto en quetzales que le corresponden de gasto mensual a cada pozo. A continuación, un ejemplo de la estimación promedio de gastos en cloro y los cuadros con la información tabulada:

Para el pozo de Morancito I:

$$Gasto = \frac{Galones \times Factura}{Total Galones} \quad \text{ec. (11)}$$

Dónde:

Gasto = Gasto mensual correspondiente de la factura en Q

Galones = Galones asignados al pozo en Gal

Factura = Monto de facturación en licitación en Q

Total Galones = Total de galones solicitados en licitación en Gal

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$Gasto = \frac{120 \times 46,440}{5160} = Q1,080.00$$

Cuadro 24. Gastos de facturación de cloro año 2019

2019								
Mes	Total Galones comprados	Factura compra totalidad pozos municipio	Gasto correspondiente a pozos objeto de estudio					
			Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio	-	-	-	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	5160	Q 46,440.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00

Septiembre	9840	Q 88,560.00	Q 3,240.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Octubre	9768	Q 87,912.00	Q 3,240.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Noviembre	8748	Q 78,732.00	Q 2,916.00	Q 756.00	Q 1,836.00	Q 1,836.00	Q 1,836.00	Q 1,836.00
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom. Mensual			Q 2,619.00	Q 999.00	Q 1,809.00	Q 1,809.00	Q 1,809.00	Q 1,809.00

Cuadro 24. Gastos de facturación de cloro por pozo para el año 2019 y el gasto mensual en promedio. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 25. Gastos de facturación de cloro año 2020

2020								
Mes	Total Galones comprados	Factura compra totalidad pozos municipio	Gasto correspondiente a pozos objeto de estudio					
			Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	9374	Q 84,366.00	Q 3,240.00	Q 2,160.00	Q 1,980.00	Q 216.00	Q 2,160.00	Q 1,980.00
Febrero	2043	Q 18,387.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 450.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 540.00
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	2043	Q 18,387.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 450.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 540.00
Junio	-	-	-	-	-	-	-	-
Julio	2043	Q 18,387.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 450.00	Q 540.00	Q 540.00	Q 540.00
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	-	-	-	-
Noviembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom. Mensual			Q 1,215.00	Q 945.00	Q 832.50	Q 459.00	Q 945.00	Q 900.00

Cuadro 25. Gastos de facturación de cloro por pozo para el año 2020 y el gasto mensual en promedio. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 26. Gastos de facturación de cloro año 2021

2021								
Mes	Total Galones comprados	Factura compra totalidad pozos municipio	Gasto correspondiente a pozos objeto de estudio					
			Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrero	3460	Q 31,140.00	-	Q 1,800.00	-	-	Q 1,080.00	-
Marzo	4800	Q 43,200.00	Q 1,485.00	Q 1,080.00	Q 990.00	Q 990.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00
Abril	4120	Q 37,080.00	-	Q 1,080.00	-	-	Q 2,160.00	Q 360.00
Mayo	4255	Q 38,295.00	Q 2,160.00	Q 1,080.00	-	Q 360.00	Q 2,070.00	Q 540.00
Junio	3075	Q 27,675.00	Q 1,620.00	Q 720.00	-	-	Q 1,080.00	Q 360.00
Julio	5660	Q 50,940.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	-	Q 810.00	Q 630.00	Q 900.00
Agosto	7825	Q 70,425.00	Q 3,240.00	Q 2,160.00	Q 1,620.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 1,800.00
Septiembre	8245	Q 74,205.00	Q 2,250.00	Q 1,710.00	Q 1,485.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 1,800.00
Octubre	8360	Q 75,240.00	Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 1,080.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Noviembre	9820	Q 88,380.00	Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 1,080.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Diciembre	9820	Q 88,380.00	Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 1,620.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Prom. Mensual			Q 2,335.00	Q 1,660.91	Q 1,582.50	Q 1,012.50	Q 1,718.18	Q 1,332.00
Gasto Anual			Q 28,020.00	Q 19,930.91	Q 18,990.00	Q 12,150.00	Q 20,618.18	Q 15,984.00

Cuadro 26. Gastos de facturación de cloro por pozo para el año 2021. El gasto mensual en promedio y estimación de gasto anual. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 27. Gastos de facturación de cloro año 2022

2022								
Mes	Total Galones comprados	Factura compra totalidad pozos municipio	Gasto correspondiente a pozos objeto de estudio					
			Morancito I	Morancito II	Tuluja I	Tuluja II	Escamilla	Santa Delfina
Enero	9820	Q 88,380.00	Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 1,620.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Febrero	9820	Q 88,380.00	Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 1,620.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-

Junio	-	-	-	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	-	-	-	-
Noviembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom. Mensual			Q 2,700.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00	Q 1,620.00	Q 2,160.00	Q 2,160.00

Cuadro 27. Gastos de facturación de cloro por pozo para el año 2022 y el gasto mensual en promedio. **Fuente.**

Elaboración propia (2022).

Como se puede observar en los cuadros 24 a la 27 la información registrada es muy poca, hay demasiada información faltante por lo que para estimar los gastos por cloración se decidió utilizar los datos del cuadro 26, registros que pertenecen al año 2021 como el año con mayor información registrada. Para poder obtener el monto de gastos anuales se multiplico el dato del promedio mensual obtenido por doce (12) meses que contiene el año, y así se obtuvo un dato anual de gasto (Ver cuadro 26).

Gastos por reparaciones

Para poder realizar la estimación de gastos respecto a este rubro, se procedió a tabular los registros que se obtuvieron por año. Dado a que la información compartida únicamente posee una descripción de las reparaciones realizadas al pozo y el monto total pagado como factura, mas no el desglose de los costos por cada actividad realizada, se procedió a realizar el promedio de cada gasto realizado por año. A continuación, un ejemplo de la estimación promedio de gastos por reparaciones y el cuadro con la información tabulada:

$$\text{Prom. Anual} = \frac{\text{Dato 1} + \text{Dato 2} + \text{Dato 3} + \dots + \text{Dato n}}{n}$$

ec. (12)

Dónde:

Prom. Anual = Suma de datos dividido el número de datos en Q

Dato = Gasto de factura por reparaciones en Q

n = Número de datos

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Prom. Mensual} = \frac{87,990 + 27,384}{2} = Q57,687.00$$

Cuadro 28. Estimación de gastos por reparaciones

Pozo	2022	2021	2020	Promedio
Morancito I	Q 87,990.00	Q 27,384.00	-	Q 57,687.00
Morancito II	Q 23,000.00	Q 80,278.00	-	Q 51,639.00
Tuluja I	Q 108,313.00	-	-	Q 108,313.00
Tuluja II	-	-	-	-
Escamilla	-	-	-	-
Santa Delfina	-	-	-	-
Promedio				Q 72,546.33

Cuadro 28. Gastos anuales de reparaciones por pozo al año y el gasto promedio anual. Fuente. Elaboración propia (2022).

Debido a que no se registra mayor información respecto a reparaciones de pozos, se decidió realizar un promedio de los gastos anuales de los pozos que si cuentan con registros, para poder obtener un monto que se pueda asignar anualmente en gastos por concepto de reparación, obteniendo así un monto de setenta y dos mil quinientos cuarenta y seis quetzales con treinta y tres centavos (Q72,546.33). Debido al alza de los costos en Guatemala como lo indicado por Urias

Gamarro (agosto 2022) en su reporte para el diario Prensa Libre “El costo de vida en el país subió a niveles no vistos en años recientes y los precios más altos corresponden a los alimentos”, se decidió ajustar y redondear el número en un gasto anual de setenta y cinco mil (Q75,000.00) quetzales exactos por pozo.

Gastos por mantenimiento

Al igual que en los gastos por reparaciones, para los gastos por mantenimiento, se procedió a tabular los registros que se obtuvieron por año. Como en los gastos por reparaciones, también se pudo observar que en los gastos por mantenimiento la información compartida únicamente poseía una descripción de los trabajos realizados al pozo y el monto total pagado como factura, mas no el desglose de los costos por cada actividad realizada, por lo que se decidió realizar el mismo ejercicio de promedio de cada gasto ejecutado por año.

Como se puede observar en el cuadro 29 únicamente se posee un registro por concepto de gastos de mantenimiento. Por lo que se decidió utilizar ese monto como un valor de referencia, siendo este por veintiocho mil trescientos ochenta y cuatro (Q28,384.00) quetzales exactos. De igual forma se ajustó y redondeó a un gasto anual de treinta mil (Q30,000.00) quetzales exactos por pozo.

Cuadro 29. Estimación de gastos por mantenimiento

Pozo	2022	2021	2020	Promedio
Morancito I	-	-	-	-
Morancito II	-	-	Q 28,384.00	Q 28,384.00
Tuluja I	-	-	-	-
Tuluja II	-	-	-	-
Escamilla	-	-	-	-

Santa Delfina	-	-	-	-
Promedio				-

Cuadro 29. Gastos anuales de mantenimiento por pozo al año. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

4. Consolidado de gastos en la operación y funcionamiento de pozos

A continuación, un cuadro general que contiene la información estimada de gastos respecto a cada rubro previamente calculado:

Cuadro 30. Estimación de gastos anuales para pozos del Casco Urbano

Gastos						
Nombre del Pozo	Mano de Obra (Año)	Facturación Eléctrica (Año)	Cloración (Año)	Por Reparaciones (Año)	Por Mantenimiento (Año)	Total
Morancito I	Q 43,610.90	Q 227,709.53	Q 28,020.00	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 404,340.43
Morancito II	Q 43,610.90	Q 296,662.84	Q 19,930.92	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 465,204.66
Tuluja I	Q 43,610.90	Q 231,949.43	Q 18,990.00	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 399,550.33
Tuluja II	Q 43,610.90	Q 300,121.58	Q 12,150.00	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 460,882.48
Escamilla	Q 43,610.90	Q 185,947.40	Q 20,618.16	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 355,176.46
Santa Delfina	Q 43,610.90	Q 173,053.32	Q 15,984.00	Q 75,000.00	Q 30,000.00	Q 337,648.22
Total						Q 2,422,802.58

Cuadro 30. Estimación de gastos anuales para la operación y funcionamiento de los pozos ubicados en Casco Urbano del municipio de Villa Canales **Fuente.** Elaboración propia (2022).

5. Cálculos de recaudación de aportes respecto al agua potable

Actualmente la municipalidad de Villa Canales no cuenta con una base de datos que permita realizar consultas sobre los contribuyentes de agua en base a caseríos o aldeas del municipio, por lo que para obtener información con respecto a la cantidad de usuarios que contribuyen en pago con el servicio de agua potable

para la región de estudio, se procedió a filtrar por dirección una base de datos general que fue compartida por el departamento de Servicios Públicos, ver Apéndice 6.

Como primer paso, se procedió a buscar el campo denominado “Inmuebles” dentro de la base de datos general compartida; de este campo únicamente se tomaron en cuenta los registros que tuvieran la nomenclatura asignada por la municipalidad de Villa Canales como “Agua SC”, el cual corresponde a los aportes municipales por concepto de servicio de agua. Posteriormente se procedió a filtrar por dirección los registros que perteneciesen al Casco Urbano, aldea El Zapote, caserío La Virgen y colonia El Arenal los cuales son registros que pertenecen al área sometida a estudio.

Debido a que en el municipio de Villa Canales el servicio de agua potable se puede atribuir a un predio (Inmueble) o a una persona en particular, se procedió a realizar el mismo proceso para el campo denominado “Personas” de tal forma que se obtuvieron dos (2) tipos de registros.

Al realizar el filtrado de registros, se pudieron censar dos mil ciento setenta y siete (2,177) contribuyentes distribuidos entre inmuebles (713) y personas (1,464), con un potencial de recaudo de setenta y seis mil cincuenta y cinco (Q76,055.00) quetzales. A su vez se pudo identificar que los contribuyentes pagan tarifas de Q20, Q30, Q45, Q50, Q70, Q85 y Q90 quetzales. A continuación, gráficos que muestran los tarifarios, los registros que contienen dicha cuota y su porcentaje de cobertura:

Gráfico 2. Contribuyentes de gua potable por inmuebles

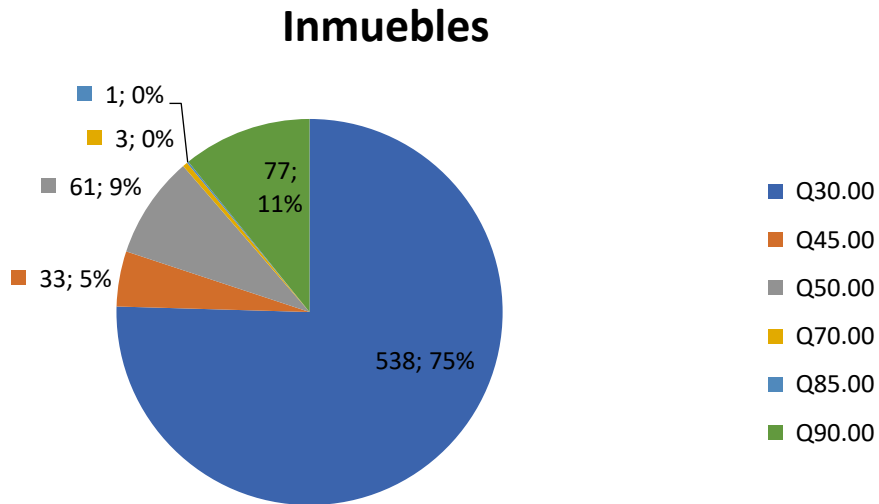


Gráfico 2. Gráfico de vecinos contribuyentes del servicio de agua potable y sus tarifas en relación a inmuebles. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Gráfico 3. Contribuyentes de gua potable por personas

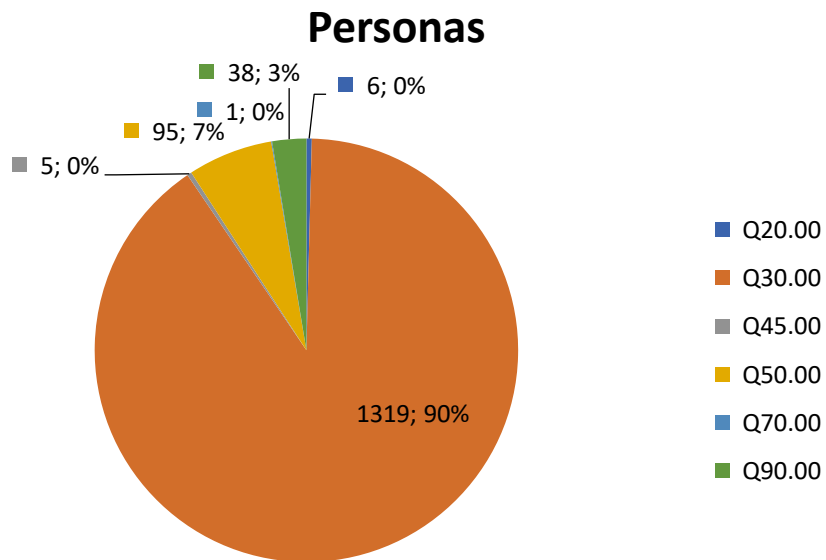


Gráfico 3. Gráfico de vecinos contribuyentes del servicio de agua potable y sus tarifas en relación a personas. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

6. Estimación de tarifas de cobro

En los cuadros 15 y 16 de los incisos 2 y 3 respectivamente del “Producto 5. Análisis de sostenibilidad hídrica” se muestran las tarifas basadas en la cantidad de agua que producen los pozos y las tarifas basadas en lo que se estima que la población del casco urbano consume de agua al día. Por lo que basados en esos datos se procedió a calcular una tarifa para cada caso. A continuación, un ejemplo de la estimación de las tarifas y un cuadro resumen con la información tabulada:

Tarifa basada en el consumo de agua estimado de la población de Casco Urbano:

$$\text{Precio del litro} = \frac{\text{Gastos diarios}}{\text{Total de litros consumidos al día}} \quad \text{ec. (13)}$$

Dónde:

Precio del litro = Precio del litro en Q

Gastos diarios = Gasto diario por operación y mantenimiento de pozos en Q

Total de litros consumidos al día = Litros consumidos al día

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Precio litro} = \frac{6,730.01}{3,553,757} = Q0.002$$

Si se desea obtener el precio por metro cubico se multiplica el precio del litro obtenido por mil dado que un metro cúbico contiene mil litros. Es decir $0.002 \times 1000 = Q1.89$

Para obtener la tarifa de un predio identificado y registrado como car wash según la información establecida en el cuadro 9 del presente documento, procede lo siguiente:

$$Tarifa = \frac{\text{Consumo al mes} * \text{precio del litro}}{\text{Cantidad}} \quad \text{ec. (14)}$$

Dónde:

Tarifa = Tarifa para lote identificado como Mixto 1= Car Wash en Q
 Consumo al mes = Consumo de litros al mes estimado para Mixto 1 en lit
 Precio del litro = Precio destinado del litro = Q0.002
 Cantidad = Cantidad de registros identificados como Mixto 1

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$Tarifa = \frac{5,661,000 * 0.002}{7} = Q1,532.00$$

Tarifa basada en la producción de agua estimada producida por los pozos de Casco Urbano:

$$\text{Precio del litro} = \frac{\text{Gastos diarios}}{\text{Total de litros producidos al día}} \quad \text{ec. (15)}$$

Dónde:

Precio del litro = Precio del litro en Q
 Gastos diarios = Gasto diario por operación y mantenimiento de pozos en Q
 Total de litros producidos al día = Litros producidos al día

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Precio litro} = \frac{6,730.01}{7,037,604} = Q0.001$$

Si se desea obtener el precio por metro cubico se multiplica el precio del litro obtenido por mil dado que un metro cúbico contiene mil litros. Es decir $0.001 \times 1000 = Q0.96$

Para obtener la tarifa de un predio identificado y registrado como car wash según la información establecida en el cuadro 9 del presente documento, procede lo siguiente:

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{Consumo al mes} * \text{precio del litro}}{\text{Cantidad}} \quad \text{ec. (16)}$$

Dónde:

Tarifa = Tarifa para lote identificado como Mixto 1= Car Wash en Q
Consumo al mes = Consumo de litros al mes estimado para Mixto 1 en lit
Precio del litro = Precio destinado del litro = Q0.001
Cantidad = Cantidad de registros identificados como Mixto 1

Aplicando la formula con los registros obtenidos se obtiene:

$$\text{Tarifa} = \frac{5,661,000 * 0.001}{7} = Q773.00$$

Cuadro 31. Tarifas estimadas por consumo como por producción

Clasificación	Característica	Cantidad	Consumo Diario (lit)	Consumo Mes (lit)	Precio Estimado Por Producción (Mes)	Recaudo	Precio Estimado Por Consumo (Mes)	Recaudo
Mixto 1	Car wash	7	188,700	5,661,000	Q 773	Q 5,413.57	Q 1,532	Q 10,720.65
Mixto 2	Vivienda con piscina	49	45,570	1,367,100	Q 27	Q 1,307.35	Q 53	Q 2,588.98
Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos	19	248,780	7,463,400	Q 376	Q 7,137.19	Q 744	Q 14,133.98
Mixto 4	Hospitales	1	200,000	6,000,000	Q 5,738	Q 5,737.75	Q 11,363	Q 11,362.63
Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras	1	50,000	1,500,000	Q 1,434	Q 1,434.44	Q 2,841	Q 2,840.66
Mixto 6	Hoteles	3	24,500	735,000	Q 234	Q 702.87	Q 464	Q 1,391.92
Mixto 7	Restaurantes	10	119,750	3,592,500	Q 344	Q 3,435.48	Q 680	Q 6,803.38
Mixto 8	1 a 3 comercios	50	148,371	4,451,130	Q 85	Q 4,256.58	Q 169	Q 8,429.43
Mixto 9	4 a 8 comercios	44	221,140	6,634,200	Q 144	Q 6,344.23	Q 286	Q 12,563.67
Mixto 10	Centro comercial	4	38,000	1,140,000	Q 273	Q 1,090.17	Q 540	Q 2,158.90
Mixto 11	Vivienda	2622	1,573,200	47,196,000	Q 17	Q 45,133.18	Q 34	Q 89,378.49
Mixto 12	Lavanderías	4	18,950	568,500	Q 136	Q 543.65	Q 269	Q 1,076.61
Mixto 13	Iglesia, salones de reunión	26	74,150	2,224,500	Q 82	Q 2,127.27	Q 162	Q 4,212.70
Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas	15	202,636	6,079,080	Q 388	Q 5,813.38	Q 767	Q 11,512.39
Mixto 15	Vivienda multifamiliar	119	283,150	8,494,500	Q 68	Q 8,123.23	Q 135	Q 16,086.65
Mixto 16	Comedores o cafeterías	12	32,700	981,000	Q 78	Q 938.12	Q 155	Q 1,857.79
Mixto 17	Oficinas	6	72,160	2,164,800	Q 345	Q 2,070.18	Q 683	Q 4,099.64
Mixto 18	Gasolineras	3	12,000	360,000	Q 115	Q 344.27	Q 227	Q 681.76
Recaudo mensual						Q 101,952.92		Q 201,900.22
Recaudo anual						Q 1,223,435.08		Q 2,422,802.58

Cuadro 31. Resumen de tarifas tanto por consumo como por producción de agua, sobre la clasificación y características de los predios. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cuadro 32. Resumen de gastos, consumos y recaudos

Total de predios		2995	
Total de litros de consumo (Día)		3,553,757	
Total de litros producidos (Día)		7,037,604	
Gastos anuales		Q	2,422,802.58
Gastos mensuales		Q	201,900.22
Gastos diarios		Q	6,637.82
Recaudo mensual	Personas (1464)	Q	48,155.00
	Inmuebles (713)	Q	27,900.00
		Q 76,055.00	
Precio del litro consumo (Día)		Q	0.002
Precio del m ³ consumo (Día)		Q	1.868
Precio del litro producido (Día)		Q	0.001
Precio del m ³ producido (Día)		Q	0.943

Cuadro 32. Resumen de precios de litro de agua potable e información de gastos, consumos y recaudo de contribuciones sobre agua potable. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Como se puede observar en el cuadro 31, una tarifa basada en la producción de litros que generan los pozos de agua potable no alcanzaría a recaudar los fondos necesarios para cubrir los costos estimados de operación y mantenimiento de los mismos; por lo que la tarifa ideal sería la estimada en base a el consumo requerido por la población, esta alcanza para recolectar los fondos mínimos estimados necesarios para el sostenimiento de los pozos.

De igual forma se puede apreciar en el cuadro 32, que la cantidad de recursos de los contribuyentes por concepto de pago de tarifas (76,055.00) logran cubrir hasta el 37.67% de los gastos mensuales, por lo que se hace necesario realizar una modificación a las tarifas por concepto de agua potable.

Producto 7. Recomendaciones y propuestas

1. Recomendaciones para optimización de recuso hídrico

Como se puede apreciar en el cuadro 17, existe una sobreproducción de los seis pozos objeto de análisis, comparándola con el consumo necesario estimado, lo que podría interpretarse como una sobreexplotación de los mantos, por lo que se recomienda reducir las horas de bombeo para los pozos que se mantienen en funcionamiento las veinticuatro (24) horas del día y de esta forma brindar descanso al equipo de bombeo, lo que prologaría su vida útil. De igual forma se recomienda alternar las horas de trabajo de los equipos para que estos se encuentren funcionando en su mayoría para las horas pico de consumo.

A continuación, una propuesta de reducción de horas de bombeo considerando un porcentaje de producción extra para poder cubrir cualquier eventualidad que sea necesaria.

Cuadro 33. Propuesta de reducción de horas de bombeo

Pozo	Caudal (gal/min)	Horas de Bombeo (horas/día)	Producción (gal/día)	Producción (lit/día)	Producción (lit/mes)
Tuluja I	350	7	147,000	555,660	16,669,800
Tuluja II	350	18	378,000	1,428,840	42,865,200
Morancito I	230	14	193,200	730,296	21,908,880
Morancito II	350	18	378,000	1,428,840	42,865,200
Escamilla	115	17	117,300	443,394	13,301,820
Santa Delfina	250	14	210,000	793,800	23,814,000
Totales			1,423,500	5,380,830	161,424,900
Porcentaje Extra				33.96%	33.96%

Cuadro 33. Cuadro propuesto de reducción de horas de bombeo de agua potable. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

2. Recomendaciones para un balance financiero

Como se puede observar en el cuadro 32 y los gráficos 2 y 3, las tarifas que se tienen actualmente, no cubren los costos de operación y mantenimiento de los pozos objeto de estudio, esto asumiendo que todos los contribuyentes pagan su servicio de forma regular y puntual, por lo que se recomienda una modificación a las tarifas actuales. De igual forma se pudo observar que los cobros de tarifas de agua potable están asociados a dos rubros “Inmuebles” y “Personas” por lo que se recomienda asociar las tarifas de agua únicamente a los inmuebles, entendiendo que a estos se les puede mantener un mayor control por suspensión o corte del servicio, además de la facilidad de asignar una tarifa basa en las características del inmueble.

A continuación, se presentan propuestas de tarifas para la recaudación de fondos por conceptos de agua potable:

Cuadro 34. Propuestas de tarifas por servicio de agua

Clasificación	Característica	Opción 1		Opción 2	
		Precio Sugerido	Recaudo	Precio Sugerido	Recaudo
Mixto 1	Car wash	Q 350.00	Q 2,450.00	Q 102.00	Q 714.00
Mixto 2	Vivienda con piscina	Q 125.00	Q 6,125.00	Q 102.00	Q 4,998.00
Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos	Q 750.00	Q 14,250.00	Q 102.00	Q 1,938.00
Mixto 4	Hospitales	Q 1,500.00	Q 1,500.00	Q 102.00	Q 102.00
Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras	Q 550.00	Q 550.00	Q 102.00	Q 102.00
Mixto 6	Hoteles	Q 450.00	Q 1,350.00	Q 102.00	Q 306.00
Mixto 7	Restaurantes	Q 300.00	Q 3,000.00	Q 102.00	Q 1,020.00
Mixto 8	1 a 3 comercios	Q 175.00	Q 8,750.00	Q 102.00	Q 5,100.00

Mixto 9	4 a 8 comercios	Q 275.00	Q 12,100.00	Q 102.00	Q 4,488.00
Mixto 10	Centro comercial	Q 700.00	Q 2,800.00	Q 102.00	Q 408.00
Mixto 11	Vivienda	Q 70.00	Q 183,540.00	Q 102.00	Q 267,444.00
Mixto 12	Lavanderías	Q 225.00	Q 900.00	Q 102.00	Q 408.00
Mixto 13	Iglesia, salones de reunión	Q 300.00	Q 7,800.00	Q 102.00	Q 2,652.00
Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas	Q 250.00	Q 3,750.00	Q 102.00	Q 1,530.00
Mixto 15	Vivienda multifamiliar	Q 200.00	Q 23,800.00	Q 102.00	Q 12,138.00
Mixto 16	Comedores o cafeterías	Q 190.00	Q 2,280.00	Q 102.00	Q 1,224.00
Mixto 17	Oficinas	Q 350.00	Q 2,100.00	Q 102.00	Q 612.00
Mixto 18	Gasolineras	Q 450.00	Q 1,350.00	Q 102.00	Q 306.00
Recaudo mensual			Q 278,395.00		Q 305,490.00
Porcentaje extra de lo requerido mensual			38%		51%

Cuadro 34. Cuadro propuesto de tarifas para predios según su clasificación y características. Incluye los 2995 predios censados. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Como se puede observar en el cuadro 34, en la opción 1 se propone un cobro de tarifa diferenciada acorde a la clasificación de usuario y al cálculo estimado de consumo. En la opción 2 se propone una tarifa única de Q102.00. En ambos casos se puede apreciar un excedente de recursos financieros al aplicar las tarifas propuestas con un 38% para la opción 1 y un 51% para la opción 2, asumiendo que los 2995 predios censados contribuyen con el pago del servicio de agua potable. Esto incluye a los predios ubicados en el sector denominado “La Línea”; contiguo al Casco Urbano y a la aldea El Zapote que es un asentamiento de personas de escasos recursos y que representan ochocientos dieciocho (818) predios, que en su mayoría son predios o inmuebles que no aportan fondos para el servicio de agua potable pero que si reciben dicho servicio.

Por el contrario, si se restan los 818 predios del sector “La Línea” y no se toman en cuenta para el pago de la tarifa correspondiente y la propuesta de tarifas

del cuadro 34 se mantienen, se obtiene una reducción de los recursos excedentes a un 10% en ambas opciones (Ver cuadro 35).

Estos recursos excedentes, sean un 51%, 38% o 10%, podrían cubrir los recursos faltantes al momento de tener retrasos o morosidad de pagos, de tal forma que siempre se tengan fondos para cubrir los gastos de mantenimiento y operación de los pozos (Ver cuadro 35).

Cuadro 35. Propuestas de tarifas por servicio de agua sin tomar en cuenta predios de “La Linea”

Clasificación	Característica	Opción 1		Opción 2	
		Precio Sugerido	Recaudo	Precio Sugerido	Recaudo
Mixto 1	Car wash	Q 350.00	Q 2,450.00	Q 102.00	Q 714.00
Mixto 2	Vivienda con piscina	Q 125.00	Q 6,125.00	Q 102.00	Q 4,998.00
Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos	Q 750.00	Q 14,250.00	Q 102.00	Q 1,938.00
Mixto 4	Hospitales	Q 1,500.00	Q 1,500.00	Q 102.00	Q 102.00
Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras	Q 550.00	Q 550.00	Q 102.00	Q 102.00
Mixto 6	Hoteles	Q 450.00	Q 1,350.00	Q 102.00	Q 306.00
Mixto 7	Restaurantes	Q 300.00	Q 3,000.00	Q 102.00	Q 1,020.00
Mixto 8	1 a 3 comercios	Q 175.00	Q 8,750.00	Q 102.00	Q 5,100.00
Mixto 9	4 a 8 comercios	Q 275.00	Q 12,100.00	Q 102.00	Q 4,488.00
Mixto 10	Centro comercial	Q 700.00	Q 102.00	Q 408.00	
Mixto 11	Vivienda	Q 70.00	Q 126,280.00	Q 102.00	Q 184,008.00
Mixto 12	Lavanderías	Q 225.00	Q 900.00	Q 102.00	Q 408.00
Mixto 13	Iglesia, salones de reunión	Q 300.00	Q 7,800.00	Q 102.00	Q 2,652.00

Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas	Q	250.00	Q	3,750.00	Q	102.00	Q	1,530.00
Mixto 15	Vivienda multifamiliar	Q	200.00	Q	23,800.00	Q	102.00	Q	12,138.00
Mixto 16	Comedores o cafeterías	Q	190.00	Q	2,280.00	Q	102.00	Q	1,224.00
Mixto 17	Oficinas	Q	350.00	Q	2,100.00	Q	102.00	Q	612.00
Mixto 18	Gasolineras	Q	450.00	Q	1,350.00	Q	102.00	Q	306.00
Recaudo mensual				Q	221,135.00			Q	222,054.00
% extra de lo requerido mensual					10%				10%

Cuadro 35. Cuadro propuesto de tarifas para predios según su clasificación y características. Incluye 1804 predios y un 10% de fondos extra para cubrir morosidad. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Como tercera opción, se propone la instalación de contadores o micro medidores de agua, para que el pago del contribuyente se acorde con lo que este consume. Esta opción representa un cobro justo y equitativo por el servicio, además de contribuir en educar al contribuyente en el buen uso del agua, entendiendo que su desperdicio representaría un mayor gasto para sus bolsillos. Otro de los beneficios de la aplicación de esta tercera opción, es la facilidad para la municipalidad en el control de pagos, que en el caso de no cancelar su servicio respectivo del mes o de acuerdo a lo que el reglamento indique, proceder con suspender o cortar el servicio, reduciendo así la cartera de morosos.

A continuación, la tarifa sugerida en caso de realizar cobro del servicio de agua a través del consumo registrado por contadores:

Cuadro 36. Propuestas de tarifas utilizando contadores de agua

Gastos mensuales	Q	01,900.22
Consumo de lit al mes		106,612,710
Precio sugerido del lit	Q	0.00189
Precio sugerido del m ³	Q	1.89

Cuadro 36. Propuesta de tarifas para predios según en caso de instalación de contadores de agua potable. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

3. Resumen de propuestas

Cambios para producción de agua potable

Cuadro 37. Comparación de producción de agua actual y sugerida

Pozo	Actual			Sugerido		
	Horas de Bombeo (horas/día)	Producción (lit/día)	Producción (lit/mes)	Horas de Bombeo (horas/día)	Producción (lit/día)	Producción (lit/mes)
Tuluja I	7	555,660.00	16,669,800.00	7	555,660.00	16,669,800.00
Tuluja II	24	1,905,120.00	57,153,600.00	18	1,428,840.00	42,865,200.00
Morancito I	24	1,251,936.00	37,558,080.00	14	730,296.00	21,908,880.00
Morancito II	24	1,905,120.00	57,153,600.00	18	1,428,840.00	42,865,200.00
Escamilla	24	625,968.00	18,779,040.00	17	443,394.00	13,301,820.00
Santa Delfina	14	793,800.00	23,814,000.00	14	793,800.00	23,814,000.00
Totales		7,037,604.00	211,128,120.00		5,380,830.00	161,424,900.00
Porcentaje extra		49.50%	49.50%		33.96%	33.96%

Cuadro 37. Comparativo de producción de agua potable contra producción sugerida. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

Cambios para tarifa de agua

Cuadro 38. Comparación de tarifas de serviciód de agua actual y sugeridas

Clasificación	Característica	Actual		Estimado		Opción 1		Opción 2		Opción 3	
		Inmuebles (713)	Personas (1464)	Precio Estimado Por Consumo (Mes)	Recaudo	Precio Sugerido	Recaudo	Precio Sugerido	Recaudo	Precio Sugerido (lit)	Precio Sugerido (m³)
Mixto 1	Car wash			Q 1,531.52	Q 10,720.65	Q 350.00	Q 2,450.00	Q 102.00	Q 714.00		
Mixto 2	Vivienda con piscina	Q 30.00	Q 20.00	Q 52.84	Q 2,588.98	Q 125.00	Q 6,125.00	Q 102.00	Q 4,998.00	Q 0.0019	Q 1.89

Mixto 3	Colegios, escuelas, centros educativos			Q 743.89	Q 14,133.98	Q 750.00	Q 14,250.00	Q 102.00	Q 1,938.00		
Mixto 4	Hospitales			Q 11,362.63	Q 11,362.63	Q 1,500.00	Q 1,500.00	Q 102.00	Q 102.00		
Mixto 5	Embotelladoras, purificadoras	Q 45.00	Q 30.00	Q 2,840.66	Q 2,840.66	Q 550.00	Q 550.00	Q 102.00	Q 102.00		
Mixto 6	Hoteles			Q 463.97	Q 1,391.92	Q 450.00	Q 1,350.00	Q 102.00	Q 306.00		
Mixto 7	Restaurantes			Q 680.34	Q 6,803.38	Q 300.00	Q 3,000.00	Q 102.00	Q 1,020.00		
Mixto 8	1 a 3 comercios	Q 50.00	Q 45.00	Q 168.59	Q 8,429.43	Q 175.00	Q 8,750.00	Q 102.00	Q 5,100.00		
Mixto 9	4 a 8 comercios			Q 285.54	Q 12,563.67	Q 275.00	Q 12,100.00	Q 102.00	Q 4,488.00		
Mixto 10	Centro comercial			Q 539.73	Q 2,158.90	Q 700.00	Q 2,800.00	Q 102.00	Q 408.00		
Mixto 11	Vivienda	Q 70.00	Q 50.00	Q 34.09	Q 89,378.49	Q 70.00	Q 183,540.00	Q 102.00	Q 267,444.00		
Mixto 12	Lavanderías			Q 269.15	Q 1,076.61	Q 225.00	Q 900.00	Q 102.00	Q 408.00		
Mixto 13	Iglesia, salones de reunión			Q 162.03	Q 4,212.70	Q 300.00	Q 7,800.00	Q 102.00	Q 2,652.00		
Mixto 14	Sanatorios, clínicas médicas, clínicas ópticas	Q 85.00	Q 70.00	Q 767.49	Q 11,512.39	Q 250.00	Q 3,750.00	Q 102.00	Q 1,530.00		
Mixto 15	Vivienda multifamiliar			Q 135.18	Q 16,086.65	Q 200.00	Q 23,800.00	Q 102.00	Q 12,138.00		
Mixto 16	Comedores o cafeterías			Q 154.82	Q 1,857.79	Q 190.00	Q 2,280.00	Q 102.00	Q 1,224.00		
Mixto 17	Oficinas	Q 90.00	Q 90.00	Q 683.27	Q 4,099.64	Q 350.00	Q 2,100.00	Q 102.00	Q 612.00		
Mixto 18	Gasolineras			Q 227.25	Q 681.76	Q 450.00	Q 1,350.00	Q 102.00	Q 306.00		
Recaudo mensual		Q 27,900.00	Q 48,155.00		Q 201,900.22		Q 278,395.00		Q 305,490.00	Lo consumido o Q 201,900.22	
Porcentaje extra de lo requerido mensual		-62.33%			0%		37.89%		51.31%	0%	

Cuadro 38. Comparativo de tarifa de agua potable contra opciones de tarifas sugeridas. **Fuente.** Elaboración propia (2022).

CONCLUSIONES

1. Se evidencian esfuerzos de la administración municipal de Villa Canales por dar cumplimiento con una las competencias descritas en el código municipal, al proveer el servicio de agua potables con una red de cincuenta y dos (52) pozos de administración municipal, ocho (8) en estado inactivo y cuarenta y cuatro (44) en estado activo; treinta (30) localidades en las que se pueden encontrar sistemas de almacenamiento de agua.
2. El nivel de cobertura del servicio de agua potable en el municipio de Villa Canales a nivel público, se considera eficiente, con veintidós (22) áreas o polígonos de cobertura de agua: aldea Boca del Monte cuenta con cinco (5), aldea Chichimecas con tres (3), las aldeas El Porvenir, Jocotillo y Pocitos con dos (2) cada una y las aldeas Cumbre de San Nicolás, Colmenas, El Durazno, San Cristóbal, Santa Elena Barillas, Los Llanos, Jocotillo, Pocitos, Los Dolores así Casco Urbano con una (1).
3. De la caracterización y clasificación de predios se contabilizaron que dos mil novecientos noventa y cinco (2,995) predios están siendo abastecidos de agua potable por los seis (6) pozos ubicados en el Casco Urbano con una producción de siete millones treinta y siete mil seiscientos cuatro (7,037,704) litros diarios, con una variabilidad y desigualdad en los consumos, con pagos por debajo del precio justo de producción, lo que no permite la sostenibilidad financiera del servicio.
4. Que la ausencia de contadores o micromedidores de agua en los inmuebles, no permite precisar el consumo real para la aplicación de tarifas justas, por

lo que no solamente se tienen pérdidas financieras por concepto de operación y mantenimiento de pozos que se traducen en subsidios municipales, sino también la sobre explotación del recurso hídrico por la falta de valoración de dicho recurso por el no pago de la cantidad de agua realmente consumida.

RECOMENDACIONES

1. Para los pozos y tanques que se encuentran inactivos o sin uso en el municipio, realizar un diagnóstico que determine la viabilidad de reconexión o reactivación del mismo y de no ser favorable, retirar el equipo y reutilizarlo en nuevos pozos o regiones donde exista la necesidad de ampliar estructuras o elementos de almacenamiento de agua.
2. Implementar un nuevo sistema de registro de información en la toma de datos durante las visitas técnicas que se realizan a los pozos, debido a que el sistema de realizar apuntes en un libro de actas no está funcionando, olvidando los fontaneros el traslado de información a dicho libro. Se recomienda el diseño e implementación de una ficha corta para el llenado de datos por parte del visitante.
3. Implementar un sistema de registro de los gastos que se incurren para la operación y mantenimiento de pozos, asegurando que mensualmente la persona encargada de realizar esta tarea, haga el registro de los gastos correspondientes.
4. Destinar recursos financieros para la realización de mantenimientos preventivos de pozos con lo cual prolongar la vida útil de sus equipos, creando una cuenta privativa dentro del presupuesto municipal exclusiva para la recepción y administración de los recursos municipales capturados por concepto de tarifa de agua potable.

5. Realizar labor de sensibilización con la población para la colocación de contadores o micro medidores de agua y la aplicación de nuevas tarifas, justas y equitativas de acuerdo con el consumo, con lo cual asegurar una prestación del servicio de agua de forma eficiente, y una preservación del recurso hídrico subterráneo con la reducción de la producción de acuerdo con el consumo necesario.
6. Que el departamento de Catastro realice un levantamiento y actualización catastral con nomenclatura de calles y avenidas para las aldeas que carecen de direcciones, y realizar un trazado correcto de los lotes o predios acorde a documentos legales y de registro, vinculándolos a los servicios de agua autorizados por la municipalidad.
7. Vincular los ingresos por tarifa de agua potable únicamente al inmueble, migrando los registros de personas a inmuebles.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jorge Benavides. USO DEL AGUA EN GUATEMALA-SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA. FUNDESA. Guatemala 2012.
2. Manuel Basterrecha y Alex Guerra Noriega. RECURSOS HÍDIRICOS. Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. Guatemala 2019
3. Estrategias & Negocios E&N. CENTROAMÉRICA DEBE APRENDER A USAR EL AGUA PARA ASEGURAR SUMINISTRO. Página web <https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/centroamerica-debe-aprender-a-usar-el-agua-para-asegurar-suministro>
4. Velvet Hernández. MANUAL PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE POZOS MUNICIPALES Y PREDIOS EN LA BUSQUEDA DE PROMOVER SOSTENIBILIDAD HÍDICA: CASO ANÁLISIS, MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA. Guatemala 2021.
5. Municipalidad de Villa Canales. MUNICIPIO DE VILLA CANALES. Página web <https://mvc.gob.gt/municipio-de-villa-canales/>
6. Pedro Aguilar Ruiz. APUNTES SOBRE EL CURSO DE INGENIERÍA SANITARIA. Trabajo de graduación. Guatemala 2007.
7. Municipalidad de Villa Canales. ETUDIO DE FACTIBILIDAD. CONSTUCCIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO ALDEA BOCA DEL MONTE,

VILLA CANALES. Página web
[https://snip.segeplan.gob.gt/share/SCHE\\$SINIP/PLANOS_DISENOS/223650-NXPFAEFBBO.pdf](https://snip.segeplan.gob.gt/share/SCHE$SINIP/PLANOS_DISENOS/223650-NXPFAEFBBO.pdf)

8. Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, REPÚBLICA DE GUATEMALA. Página web
[https://sistemas.segeplan.gob.gt/share/SCHE\\$SINIP/PLANOS_DISENOS/202768-AUJCBBPKPY.pdf](https://sistemas.segeplan.gob.gt/share/SCHE$SINIP/PLANOS_DISENOS/202768-AUJCBBPKPY.pdf)

9. Urías Gamarro (agosto 2022). EL COSTO DE VIDA EN EL PAÍS SUBIÓ A NIVELES NO VISTOS EN AÑOS RECIENTES Y LOS PRECIOS MÁS ALTOS CORRESPONEN A LOS ALIMENTOS. Página web
<https://www.prensalibre.com/economia/el-costo-de-vida-en-el-pais-subio-a-niveles-no-vistos-en-anos-recientes-y-los-precios-mas-altos-corresponden-a-los-alimentos/>

Apéndice 2.

Cuadro general de datos con colores para un control durante su actualización

Datos de Registro/Mancomunidad				Datos de Registro Municipalidad										Fecha de Último Mantenimiento				
Número de Pozo	Código del Departamento	Nombre del Municipio	Nombre del Barrio	Descripción del Pozo	Número de Zona	Abdel Caserio	Nombre del Pozo	Logotipo que Abastece	Presencia Pozo	Presencia Filtro	Presencia Límite	Alto de Contaminación	Administración del Pozo	Administración Municipalidad/Comunidad	Estado del Pozo	Frecuencia de Mantenimiento	Fecha del Último Mantenimiento	
NUM_PZO	CCOD_DEP	NUM_MUN	CCOD_BAR	NUM_PZO	NUM_ZONA	DIR_TER	NUM_PZO	LOGO_ABS	NUM_PZO	NUM_FIL	NUM_LIM	A_CONS	ADM_PZO	ADM_PZO	EST_PZO	FRE_MEN	FEU_MEN	
25	1	Guatemala	16	Villa Canales	Carrera a El Salvador Km. 21	-	Cambo de San Nicolás	Cambo de San Nicolás	Abdel Caserio San Nicolás	-	-	51	2009	Municipal	Activo	-	-	19-mar-22
26	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zda. Calle 7-23	2	Chichimecac	Casaón de Jesús	Lomas de Ruitan	-	-	-	Desconocido	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	Desconocido
27	1	Guatemala	16	Villa Canales	Carrero a Ruitan Lote 20	2	Chichimecac	Ruitan	Lomas de Ruitan	-	-	-	1995	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	abr-22
28	1	Guatemala	16	Villa Canales	Sector Biliqan Lote 5	2	Chichimecac	Muray	-	-	-	-	1995	Municipal	Inactivo	-	-	
29	1	Guatemala	16	Villa Canales	1a. Avenida	1	Chichimecac	Vina el Lago	Vina el Lago	-	-	-	-	Privado	Activo	-	-	-
30	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zona 3	2	Chichimecac	Bello Brindar	Bello Brindar	-	-	-	-	Privado	Activo	-	-	-
31	1	Guatemala	16	Villa Canales	3ra. Avenida "C" y 1a. Calle	2	Chichimecac	Linda Vista	Linda Vista	-	-	-	-	Privado	-	-	-	-
32	1	Guatemala	16	Villa Canales	1a. Avenida B-69	3	Chichimecac	Chichimecac	Chichimecac	-	-	-	2000	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	2018
33	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zda. Ave. 0-53	1	Villa Canales	Miravento I	0 Ave. hasta 3ra. Ave. y 0 Calle hasta 10 Calle	-	-	-	1972	Municipal	Activo	2	-	1-mar-21
34	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zda. Ave. 0-75	1	Villa Canales	Miravento II	0 Ave. hasta 3ra. Ave. y 0 Calle hasta 10 Calle	-	-	-	2018	Municipal	Activo	2	-	17-jul-22
35	1	Guatemala	16	Villa Canales	Calle Real 1957-000	0	Villa Canales	Tukaj	1a. Ave. hasta 1a. Ave. y 2da. Calle hasta El Cementerio	-	-	-	1977	Municipal	Activo	2	-	sep-21
36	1	Guatemala	16	Villa Canales	4ta. Ave. y 3ra. Calle	1	Villa Canales	Tukaj	1a. Ave. hasta 1a. Ave. y 2da. Calle hasta El Cementerio	-	-	-	-	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	ago-22
37	1	Guatemala	16	Villa Canales	0a. Calle 4-01	2	Villa Canales	Escuadra	Todavía zona 2 y 3 línea hacia el Sur	-	-	-	Desconocido	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	2020
38	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zda. Ave. 12-07	2	Villa Canales	Santa Delfina	Santa Delfina	-	-	-	-	Municipal	Activo	may-19	-	jun-19
39	1	Guatemala	16	Villa Canales	Zda. Ave. 12-07	0	El Durazno	El Durazno I	Abdel Durazno	-	-	-	Desconocido	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	Desconocido
40	1	Guatemala	16	Villa Canales	Carrera a El Salvador Km. 24.9	0	El Durazno	El Durazno II	Abdel Durazno	-	-	-	Desconocido	Municipal	Inactivo	-	-	
41	1	Guatemala	16	Villa Canales	Carrera a El Salvador Km. 24.9	0	El Durazno	El Durazno Nuevo	Abdel Durazno	-	-	-	2018	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	Desconocido
42	1	Guatemala	16	Villa Canales	Calle Principal	-	El Durazno	El Durazno II	Abdel Durazno	-	-	-	jul-05	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	Desconocido
43	1	Guatemala	16	Villa Canales	Calle 10-Eden, lote 48	-	Colohoc	Qto de Agua	Carrón Qto de Agua	-	-	-	-	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	oct-21
44	1	Guatemala	16	Villa Canales	1a. Calle A Lote 15	0	El Zapote	El Zapote	-	-	-	-	ene-17	Municipal	Inhabilitado	-	-	
45	1	Guatemala	16	Villa Canales	Calle principal, sector 1, lote 22	-	San Cristóbal/Buena Vista	San Cristóbal	Calle principal, sector 1 y sector 2	7830	130	3596	-	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	Desconocido
46	1	Guatemala	16	Villa Canales	4th-Gua-09-02	-	Santa Rita	Santa Rita	Santa Rita	-	-	-	-	Municipal	-	-	-	-
47	1	Guatemala	16	Villa Canales	1era. Calle y 2da. Ave. final	2	Santa Elena/Baños	Chamal	1a. Calle y 2da. Ave. hasta 1a. Calle y 2da. Ave. final	3416	416	3506	-	Desconocido	Municipal	Activo	-	-
48	1	Guatemala	16	Villa Canales	3ra. Ave. y 7ma. Calle final	1	Santa Elena/Baños	El Chapín	1a. Calle y 2da. Ave. hasta 1a. Calle y 2da. Ave. final	3416	416	3506	-	Municipal	Activo	Hasta cuando presente problemas	-	dic-20

Fuente. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Colores

*Naranja: Pozos visitados de administración municipal. Actualizados con los datos recolectados de las diferentes fuentes.

*Verde: Pozos visitados de administración privada. Actualizados con la información de registro encontrados.

*Amarillo: Pozos detectados sin registros.

Texto

*Negro: Pozos que se encuentran en funcionamiento

*Rojo: Pozos que se encuentran inactivos

Apéndice 3.

Cuadro de gastos de facturación eléctrica de los pozos del municipio de Villa Canales

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN POZOS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES									
No.	POZO	DIRECCION	MES 2022	CONSUMO DE ENERGIA	TOTAL	MES	UNO DE MES	TOTAL	
1	HICAPIE	CARRIETEA A BOCA DEL MONTE / 27 ZONA 0 BOCA DEL MONTE	JULIO	135.0 KW	283.678.83	AGOSTO	135.0 KW	Q72.284.21	
2	LA SEPTIMA	1 CALLE 7-18 ZONA 2 BOCA DEL MONTE	JULIO	15.0 KW	Q711.90	AGOSTO	15.0 KW	Q824.63	
3	EL JICARO	1 AVENIDA Y 1 CALLE ZONA 3 BOCA DEL MONTE	JULIO	42.0 KW	235.118.34	AGOSTO	42.0 KW	Q38.331.23	
4	LA FLORES	3 AVENIDA 5-49 ZONA 1 BOCA DEL MONTE	JULIO	34.3 KW	331.315.01	AGOSTO	34.3 KW	Q30.957.83	
5	LA ROCA	4 CALLE 3-20 ZONA 3 BOCA DEL MONTE	JULIO	21.8 KW	219.317.19	AGOSTO	21.8 KW	Q19.203.73	
6	EL CAMPO	3 AVENIDA A 3-47 ZONA 1 BOCA DEL MONTE	JULIO	30.7 KW	227.633.59	AGOSTO	30.7 KW	Q22.132.21	
7	EL ROSARIO	9 AVENIDA A 2-01 ZONA 2 COLONIA EL ROSARIO BOCA DEL MONTE	JULIO	37.2 KW	224.279.55	AGOSTO	37.2 KW	Q22.503.61	
8	EL CAPELAL	9 AVENIDA A 2-21 ZONA 4 BOCA DEL MONTE	JULIO	26.0 KW	219.815.95	AGOSTO	26.0 KW	Q18.225.87	
9	AGUA SANTA	1 AVENIDA 1-00 ZONA 3 BOCA DEL MONTE	JULIO	40.9 KW	225.245.55	AGOSTO	40.9 KW	Q34.899.27	
10	DOÑA BETTY	6 CALLE B 4-92 ZONA 1 BOCA DEL MONTE FUERA DE SERVICIO	JULIO	0 KW	Q1.225	AGOSTO	0 KW	Q12.81	
11	RAVALAJO	8 CALLE 3-81 ZONA 3 BOCA DEL MONTE	JULIO	9 KW	Q1.225	AGOSTO	9 KW	Q12.77	
12	LA COMLINDAEI	4 CALLE A 0-49 ZONA 1 BOCA DEL MONTE	JULIO	3.531 kWh	Q5.311.07	AGOSTO	60.4 kw	Q5.605.44	
13	JOSHE OSCAR COSAJUE	4 AVENIDA 3-75 ZONA 1 BOCA DEL MONTE	JULIO	40.7 KW	236.811.06	AGOSTO	40.7 KW	Q36.366.83	
14	LECHERA	10 CALLE 4-16 ZONA 2 JARDINEROS BOCA DEL MONTE VILLA CANALES	JULIO	60.3 KW	245.727.54	AGOSTO	60.3 KW	Q37.459.03	
14	SANTANA	1 AVENIDA 2-85 ZONA 1 EL PORVENIR	JULIO	58.1 KW	349.635.62	AGOSTO	58.1 KW	Q49.879.52	
15	SANTANA PEÑERER	3 AVENIDA 2-96 ZONA 1 EL PORVENIR VILLA DE ENERGIA ELECTRICA	JULIO	80.5 KW	338.815.89	AGOSTO	80.5 KW	Q38.933.01	
16	EL CEMENTERIO	5 CALLE 5 AVENIDA ZONA 4 EL PORVENIR	JULIO	35.1 KW	227.414.50	AGOSTO	35.1 KW	Q22.754.01	
17	PUERTO DE SALLUJ	3 AVENIDA 1-04 ZONA 2 EL PORVENIR	JULIO	35.1 KW	227.414.50	AGOSTO	35.1 KW	Q22.754.01	
18	TANQUE DE CAPTAC	4 CALLE 6-25 ZONA 1 EL PORVENIR	JULIO	17.5 KW	Q289.18	AGOSTO	162 KW	Q264.32	
		CARRERA VILLA CANALES	Rebomio						
19	TULLUA I	CALLE REAL 16 57-000 ZONA 0 VILLA CANALES-00	JULIO	51.5 KW	341.418.93	AGOSTO	51.5 KW	Q20.027.83	
20	TULLUA II	4 AVENIDA Y 3 CALLE ZONA 1 VILLA CANALES-01	JULIO	34.8 KW	229.814.04	AGOSTO	34.8 KW	Q26.131.21	
21	MC RANCHO I	2 AVENIDA 0-59 ZONA 1 VILLA CANALES-01	JULIO	33.4 KW	222.225.05	AGOSTO	33.4 KW	Q1.997.33	
22	ES SAMILLA	0 CALLE 4-01 ZONA 2 COLONIA SANTA TERESITA	JULIO	18.4 KW	217.314.44	AGOSTO	18.4 KW	Q16.981.23	
23	MC RANCHO II	2 AVENIDA 0-75 ZONA 1 VILLA CANALES	JULIO	38.9 KW	232.015.00	AGOSTO	38.9 KW	Q35.478.33	
		EL ZAPOTE							
24	ZAPOTE	3 CALLE "A" LOTE 55 ZONA 0 COLONIA EL MLAGO PARQUE SANTA TERESA	JULIO	0 KW	Q12.28	AGOSTO	0 KW	Q12.28	
		EL DURAZNO							
25	DURAZNO III	CALLE PRINCIPAL POZO # 3 DE EL DURAZNO VILLA CANALES	JULIO	3.023 kWh	Q4.719.55	AGOSTO	2.831 kWh	Q4.684.94	
26	DURAZNO II	CARRIETEA EL SALVADOR KM 2.5 ZONA 0 EL DURAZNO VILLA CANALES	JULIO	23.9 KW	212.010.62	AGOSTO	33.8 KW	Q15.455.94	
27	DURAZNO I	CALLE PRINCIPAL LOTE 32 ZONA 0 EL DURAZNO	JULIO	633 kWh	Q1.014.75	AGOSTO	597 kWh	Q852.43	
		CUMBRE DE SAN NICOLAS							
28	CUMBRE SAN NICOLAS	CARRIETEA EL SALVADOR KM. 2.5 ZONA 0 LOTE 1 CUMBRE DE SAN NICOLAS	JULIO	18.0 KW	210.611.70	AGOSTO	18.0 KW	Q11.239.93	
		CHICHIMECAS							
29	CHICHIMECAS	1 AVENIDA 0-89 ZONA CHICHIMECAS	JULIO	40.3 KW	237.617.67	AGOSTO	40.3 KW	Q35.683.51	
30	MC NJAS	SECTOR B BLOQUE 1 LOTE 5 ZONA 2 PUEBLO MONJA BLANCA	JULIO	750 kWh	Q1.112.61	AGOSTO	0 kWh	Q12.61	
		SANTA ELENA BARRIAS							
32	CHAMPAJAL	2 AVENIDA 1-00 ZONA 0 SANTA ELENA BARRIAS	JULIO	38.0 KW	Q30.9313	AGOSTO	38.0 KW	Q31.688.03	
33	CH PILINAR	0 CALLE 1-42 ZONA 2 VILLA CANALES-02	JULIO	82.8 KW	332.429.13	AGOSTO	45.1 KW	Q35.726.63	
34	LOS LLANOS	RINCA SAN ANTONIO EL SITIO NO 31 ZONA 0 CASERIO LOS LLANOS	JULIO	68.0 KW	325.412.02	AGOSTO	68.0 KW	Q26.103.13	
		ALDEA EL JOCOITILLO							
35	JOCOITILLO I	ENTRADA PRINCIPAL ALDEA EL JOCOITILLO ZONA 0 VILLA CANALES	JULIO	8.288	325.116.30	AGOSTO	7.116	Q26.810.71	
36	JOCOITILLO II	CALLE PRINCIPAL ZONA 0 VILLA CANALES HOMBRE DE AGUA	JULIO	11.880.00	239.819.16	AGOSTO	10.840.00	Q40.684.33	
37	JOCOITILLO III	CALLE PRINCIPAL ZONA 0 VILLA CANALES HOMBRE DE AGUA	JULIO	16.365.00	241.615.31	AGOSTO	16.613.00	Q45.291.71	
		SAN CRISTOBAL							
38	SAN CRISTOBAL	GENERADOR CUMIS 440 VOLTIOS	JULIO	30.0kw	214.018.43	AGOSTO	50.0kw	Q14.190.11	
		RINCON DE PAZAYA							
39	RINCON DE PAZAYA	ALDEA LOS POZOS CALLE CALVARIO LOTE 100 ZONA 11	JULIO	30.0KW	Q7.414.58	AGOSTO	30.0 KW	Q8.503.77	
		POZOS							
40	LOS POZOS	ENTRADA PORTERICH ESCUELA ADRIAN MORALES BARRIAS ALDEA LOS POZOS	JULIO	30.0kw	221.811.42	AGOSTO	30.0kw	Q23.406.93	
		POZO NUEVO EL JOCOITILLO							
41	CENTRO DEL SALUD	CALLE PRINCIPAL ZONA 0 ALDEA JOCOITILLO VILLA CANALES	JULIO	17.000.000	350.711.02	AGOSTO	15.800.000	Q50.641.13	
		POZO NUEVO EL PEÑERER							
42	PEÑERER	3ra CALLE Y 1ta AVENIDA ZONA 1 EL PEÑERER ALDEA EL PORVENIR	JULIO	45.0kw	319.119.29	AGOSTO	45.0kw	Q19.411.23	
		CASERIO LOS ESCOBAS							
43	ALDEA LAS ESCOBAS	LOTE 17 CALLE PRINCIPAL CASERIO LAS ESCOBAS DOLORES V.C	JULIO	50.0 KW	311.315.61	AGOSTO	50.0 KW	Q12.368.43	
		ALDEA DE AGUA							
44	ALDEA DE AGUA	CANTON EL EDEN LOTE 4B COLMENAS CUD DE AGUA VILLA CANALES	JULIO	50.0KW	Q9.012.84	AGOSTO	50.0 KW	Q8.129.21	

Fuente. Departamento de Agua y Saneamiento.



Apéndice 4.

Cuadro de gastos de facturación por cloro, municipalidad de Villa Canales

ANEXO DEL LISTADO DE GALONES DE CLORO DONDE SE ABASTECIÓ																
No.	NOMBRE DEL POZO:	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	SUMINISTRO DE POR POZOS
ALDEA BOCA DEL MONTE																
1	HENCAPÉ	85	85	410	230	80	240	330	400	280	500		540	540	50	4720
2	EL JCARD	290	30	255	255	80	340	330	410	800	555	240	540	540	80	5085
3	LAS FLORES	240	50	240	240	0	80	80	240	240	240	80	80	80	80	2320
4	LA ROCA	60	60	10	50	50	60	50	80	200	230	240	240	240	60	2015
5	EL CAMPO	210	0	55	55	50	320	260	270	260	300	300	300	300	60	2875
6	EL ROSARIO	80	60	70	10	80	80	50	50	10	50	50	50	50	80	010
7	EL CAPIETAL	80	250	285	250	80	270	300	400	280	500	500	500	500	80	4520
8	AGUA SANTA	10	10	80	50	50	80	0	200	240	240	240	240	240	60	2475
9	LA COMUNIDAD	60	50	0	60	60	50	50	50	50	50	50	50	50	80	580
10	EL MATAZANO	0	10	240	480	80	50	200	210	220	220	200	200	200	80	2180
ALDEA EL PORVENIR																
11	SANTANA	220	220	80	80	80	420	440	350	420	350	350	350	350	60	3520
12	Salomon y Federico Huevo	0	10	60	65	35	20	50	50	50	50	50	50	50	80	010
13	EL COMENTARIO	10	10	60	50	80	140	200	200	80	220	240	240	240	60	2200
14	PUESTO DE SALUD	60	60	50	50	50	220	240	240	220	220	240	240	240	60	2450
CABECERA MUNICIPAL																
15	TALLA I	0	10	0	0	0	0	80	85	60	240	240	240	240		635
16	TALLA II	0	10	0	40	0	80	50	50	50	50	50	50	50		580
17	MORANDINO	0	85	0	240	80	240	380	250	300	300	300	300	300		3935
18	ESCAMILLA	80	50	240	230	50	70	240	240	240	240	240	240	240		2580
19	MORANDINO I	200	50	50	50	80	240	240	80	240	240	240	240	240		2110
20	SANTA DELFINA	0	50	40	60	40	80	200	300	240	240	240	240	240		960
ALDEA EL DURAZNO																
21	DURAZNO B	70	70	80	0	0	0	240	0	80	0	0	0	0		700
22	DURAZNO B	0	0	0	60	0	0	0	200	0	240	240	240	240		920
23	DURAZNO I	0	0	0	0	0	0	0	200	95	240	240	240	240		955
CUMBRE SAN NICOLAS																
24	CUMBRE SAN NICOLAS	60	50	50	40	50	0	50	220	180	240	80	80	80		930
CHICHIMECAS																
25	CHICHIMECAS	0	10	10	10	50	80	80	80	200	240	240	240	240		2150
26	RUBRAL	60	50	0	60	0	40	10	10	100	200	80	80	80		1440
27	CORAZON DE JESUS	80	80	0	20	0	60	50	0	80	80	240	240	240		850
SANTA ELENA BARILLAS																
28	CHIFLINA R	0	80	80	48	60	240	270	80	270	300	300	300	300		2715
29	SANTA ELENA	80	50	50	50	200	240	240	240	240	240	240	240	240		2450
30	LOS LLANOS	80	80	55	50	80	140	300	210	220	300	300	300	300		2575
ALDEA EL JOCOYILLO																
31	JOCOYILLO I	60	50	200	60	50	240	240	320	240	240	240	240	240		2800
32	JOCOYILLO I	0	80	70	70	50	240	240	240	240	240	240	240	240		2470
33	JOCOYILLO II	0	10	40	200	50	240	240	215	240	240	240	240	240		2245
34	PUESTO DE SALUD JOCOYILLO	10	10	80	200	50	240	240	240	240	240	240	240	240		2320
SAN CRISTOBAL																
35	SAN CRISTOBAL	0	50	0	60	50	80	80	200	80	240	240	240	240		930
RINCON DE PACAYA																
36	RINCON DE PACAYA	300	300	50	75	80	300	250	50	280	320	360	360	360		3230
ALDEA LOS POSITOS																
37	LOS POSITOS	60	50	80	50	50	140	240	240	285	240	240	240	240		2485
ALDEA LAS ESCOBAS																
38	ALDEA LAS ESCOBAS	0	10	0	0	0	70	50	80	20	240	240	240	240		930
ALDEA OJO DE AGUA																
39	ALDEA OJO DE AGUA	10	10	0	0	0	0	50	80	240	240	240	240	240		950
TOTAL DE GALONES:		3460	4800	2420	4255	3975	5660	7825	8240	8399	8820	8820	8820	8820	820	870
MONTO DE FACTURA:		Q13,169.00	Q43,299.00	Q37,089.00	Q39,295.00	Q27,875.00	Q59,840.00	Q76,425.00	Q74,295.00	Q75,240.00	Q89,369.00	Q89,369.00	Q89,369.00	Q89,369.00	Q8,280.00	Q8,280.00
SUMINISTRO DE CLORO DE FEBRERO 2021 A ENERO 2022 TOTAL: 900,000.00																

Fuente. Departamento de Agua y Saneamiento.

Apéndice 5.

Cuadro de gastos por concepto de reparaciones y mantenimientos a los pozos del municipio de Villa Canales

PAGOS REALIZADOS DEL AÑO 2022

No.	DIA	MES	AÑO	NOMBRES DE POZOS:	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO	EMPRESA:	CANTIDAD
1	31	MARZO	2022	MATAZANO	CAMBIO DE BOMBA Y LIMPIEZA QUIMICA AL POZO MECANICO EL MATAZANO, ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q46,213.00
2	31	MARZO	2022	MORANCITO	CAMBIO DE MOTOR, REVISION Y LIMPIEZA DE BOMBA SUMERGIBLE EN POZO MECANICO, MORANCITO 1 DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q87,990.00
3	31	MARZO	2022	AGUA SANTA	CAMBIO DE MOTOR, REVISION Y LIMPIEZA DE BOMBA SUMERGIBLE EN POZO MECANICO A AGUA, ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q89,595.00
4	31	MARZO	2022	CASERIO SAN CRISTOBAL	CAMBIO DE MOTOR Y BOMBA EN POZO MECANICO SAN CRISTOBAL BUENA VISTA VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q84,985.00
5	10	JUNIO	2022	EL JCARO	CAMBIO DE MOTOR SUMERGIBLE Y SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL Y DIAGNOSTICO EN POZO MECANICO, EL JCARO ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q60,496.00
6	10	JUNIO	2022	MORANCITO 2	SERVICIO DE REVISION DE TABLERO Y DIAGNOSTICO, Y LIMPIEZA QUIMICA A POZO MECANICO, MORANCITO 2 DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q23,000.00
7	10	JUNIO	2022	TULLUA 1	CAMBIO DE MOTOR Y SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL Y DIAGNOSTICO EN POZO MECANICO TULLUA 1 DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q65,807.00
8	10	JUNIO	2022	TULLUA 1 (PANEL)	SE REALIZO SERVICIO TECNICO DE MONTAJE, INSTALACION DE ELECTRONICA PROGRAMACION DE PANEL DE CONTROL, DE ARRANQUE DE 50 HP 480V, TRIFASICO EN POZO MECANICO TULLUA 1 DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q42,506.00
9	10	JUNIO	2022	EL CAFETAL	CAMBIO DE BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE Y SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, Y DIAGNOSTICO EN POZO MECANICO, EL CAFETAL ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q27,400.00
10	6	JULIO	2022	EL FIVAL	SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, FLETE DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA, EN POZO MECANICO EL FIVAL ALDEA EL JOCOTILLO VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q13,045.00
11	8	JULIO	2022	LAS FLORES	CAMBIO DE BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE, SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, FLETE DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA, EN POZO MECANICO LAS FLORES ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q36,526.00
12	8	JULIO	2022	CUMBRE SAN NICOLAS	CAMBIO DE BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE, SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, Y EXTRACCION E INSTALACION DE 23 TUBOS HG DE 3" EN POZO MECANICO CUMBRE SAN NICOLAS VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q24,550.00
13	6	JULIO	2022	EL ROSARIO	CAMBIO DE BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE, SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, Y EXTRACCION DE 35 TUBO HG DE 3" EN POZO MECANICO EL ROSARIO EL ROSARIO ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q23,524.00
14	3	AGOSTO	2022	SHANFRILA	CAMBIO DE BOMBA SUMERGIBLE DE ACERO INOXIDABLE, SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, EXTRACCION E INSTALACION DE 16 TUBOS HG DE 4" EN POZO MECANICO SHANFRILA ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q31,150.00
15	7	SEPTIEMBRE	2022	RAINALDO	SERVICIO DE REVISION DE TABLERO DE CONTROL, Y DIAGNOSTICO Y EXTRACCION E INSTALACION DE 35 TUBOS HG DE 3" EN POZO MECANICO RAINALDO UBICADO ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q23,770.00
16	7	SEPTIEMBRE	2022	AGUA SANTA	CAMBIO DE MOTOR SUMERGIBLE Y SERVICIO DE TABLERO DE CONTROL Y DIAGNOSTICO EN POZO MECANICO A AGUA SANTA ALDEA BOCA DEL MONTE VILLA CANALES.	MULTISERVICIOS HIDROFER	Q60,145.00

Fuente. Departamento de Agua y Saneamiento.



Apéndice 6.

Base de datos compartida por el departamento de Servicios Públicos con respecto a los diferentes aportes municipales del vecino del municipio de Villa Canales

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	SERVICI	INMUEB	SECTOR	TIP	NOMBRE	SECTOR	Tipo	ID PERIOD	PERIODO	COSTO PERIOD	rim_id	NOMBRE	UBICACION	CARGO	EXCESO	MORA	SALDO	ULTI
50756	50755	53625	36	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024285	Rodrigo Salon 3A. CALLE 2-7	0	0	0	0	0	0	0	1/
50757	50756	45718	37	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024286	SILVIA JULIZA 2A. CALLE 1-0	0	0	0	0	0	0	0	1/
50758	50757	42604	39	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024288	SANTOS SOTE SA. CALLE "B"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50759	50758	48378	156	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000019	IGLESIA DE C. 1RA. CALLE "F"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50760	50759	61291	174	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024308	Maria Jesus H 1A. AVENIDA. "C" 6-1	0	0	0	0	0	0	0	1/
50761	50760	42192	175	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024307	Maria Jesus H 1A. AVENIDA. "C" 6-1	0	0	0	0	0	0	0	1/
50762	50761	57060	194	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024327	MARIA DEL C/ 6TA CALLE 2-4	2355	0	0	0	0	0	2355	NUL
50763	50762	65833	195	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	20200922026	Carmen Mari 1RA AVENIDA	0	0	0	0	0	0	0	1/
50764	50763	66400	210	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024338	Maria Del Ros 1 AVENIDA "D"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50765	50764	59953	221	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024348	MARIA DEL S/ 3 AVE. C 3-74.	0	0	0	0	0	0	0	1/
50766	50765	48536	222	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024348	MARIA DEL S/ 3 AVE. C 3-79.	0	0	0	0	0	0	0	1/
50767	50766	43044	226	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024352	MARIA DEL F/ 2 AVENIDA "D"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50768	50767	54976	227	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024353	MARIA DEL I/ 3 AVENIDA "D"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50769	50768	49543	232	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024357	MARIA DOL/ 6A. CALLE "A"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50770	50769	54972	254	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024374	MARIA ELENA 5 CALLE "D" 3	1695	0	0	0	0	0	1695	NUL
50771	50770	49436	260	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024378	Maria Elena 3 AVE. 3-60. 2	165	0	0	0	0	0	165	1/
50772	50771	57069	266	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024385	Maria Elena 5 S CALLE C 4-6	0	0	0	0	0	0	0	1/
50773	50772	49791	267	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000024386	MARIA ELENA 6 CALLE 4-88/	0	0	0	0	0	0	0	1/
50774	50773	48440	286	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000038	WALTER EST/ 3 AVENIDA 1-	180	0	0	0	0	0	180	1/
50775	50774	41727	289	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000041	WALTER GIO/ NULL	720	0	0	0	0	0	720	1/
50776	50775	56273	290	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000042	Walter Harol 2 CALLE 2-34	0	0	0	0	0	0	0	1/
50777	50776	44226	296	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000046	WALTER MAN 6 CALLE A 2-2	0	0	0	0	0	0	0	1/
50778	50777	50922	312	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000054	Walter Rolan 1 AVENIDA 6-	0	0	0	0	0	0	0	1/
50779	50778	43447	312	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000054	Walter Rolan 1 AVENIDA 6-	0	0	0	0	0	0	0	1/
50780	50779	45827	318	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000058	Wenceslao B/ 5 CALLE 3-95/	0	0	0	0	0	0	0	1/
50781	50780	56763	320	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000061	WENDY MAR/ 3 AVENIDA 5-	0	0	0	0	0	0	0	1/
50782	50781	56764	321	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000061	WENDY MAR/ 3 CALLE "B" 3	0	0	0	0	0	0	0	1/
50783	50782	42970	334	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000072	William Casta SA. CALLE "A"	0	0	0	0	0	0	0	1/
50784	50783	48521	353	86	MANTENIMIENTO D Drenaje	3	Mensual	15	10000000085	WILLY ORLAN 6A. CALLE "A"	0	0	0	0	0	0	0	1/



Fichas de pozos

Ver documento adjunto

Fichas de tanques

Ver documento adjunto

Tasa de crecimiento municipio de Villa Canales

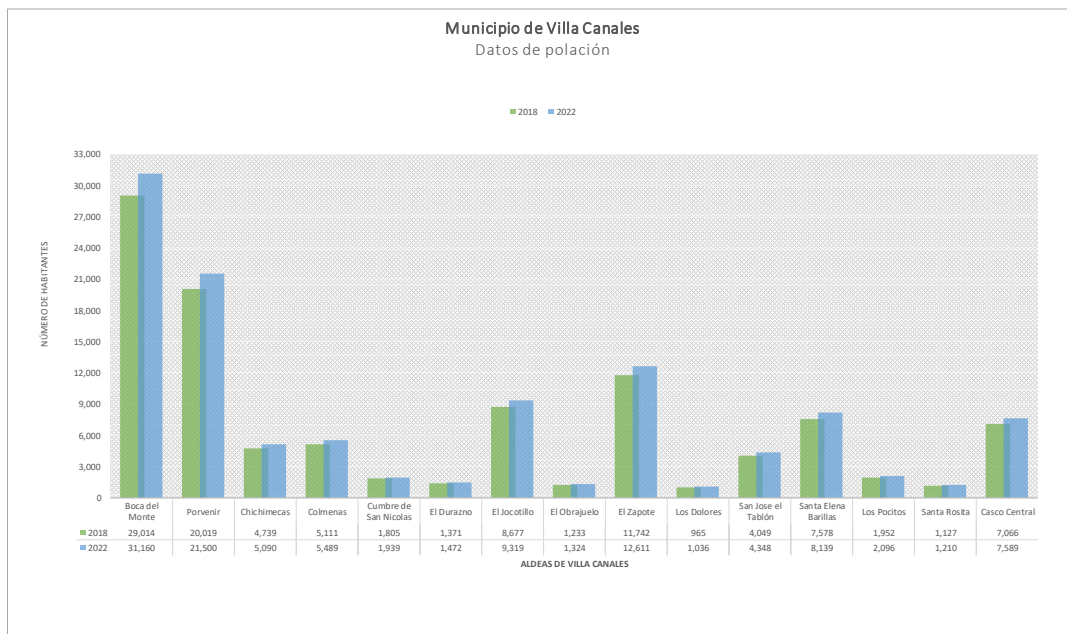


Gráfico 4. Crecimiento de la población del municipio de Villa Canales esperado para finales del año 2022. **Fuente.** MVC (2022). Archivo compartido respecto a crecimiento de población. Elaboración propia.

Listados de negocios

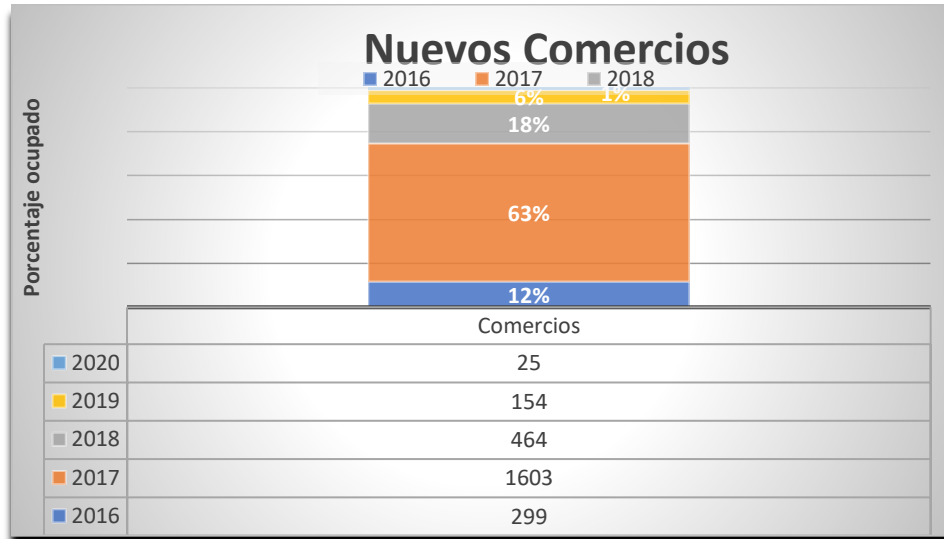


Gráfico 5. Registro de comercios aperturados hasta el año 2020. **Fuente.** MVC (2022). Archivo compartido respecto a comercios nuevos. Elaboración propia.

Organigrama de puestos

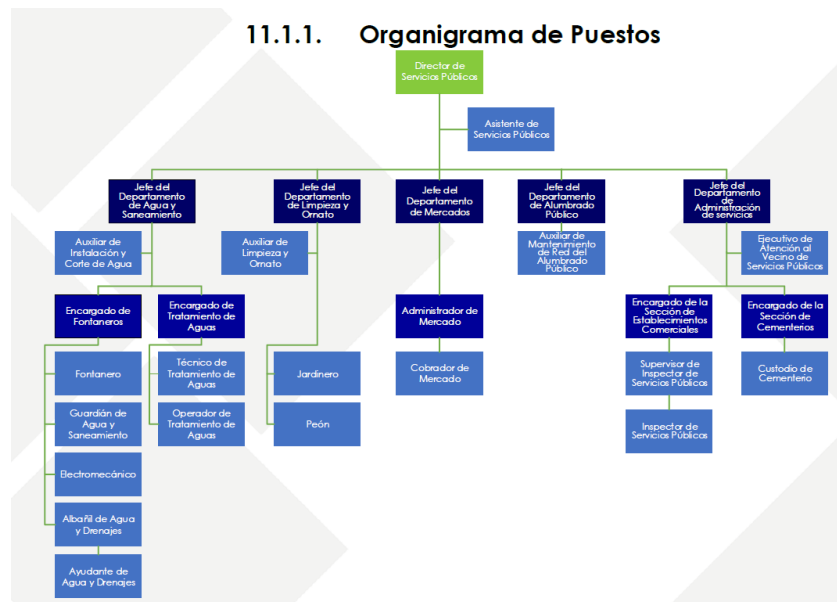


Figura 20. Organigrama de puestos de la Dirección de Servicios Públicos. **Fuente.** MVC (2022).

Cuadro de registros catastrales de pozos

POZOS MUNICIPALES							
No.	FINCA	FOLIO	LIBRO	DEPARTAMENTO	NOMBRE DEL POZO	UBICADO	UBICACIÓN GEOGRAFICA
1	224	226	2234	GUATEMALA	Canton Cementerio Porvenir	SI	14°31'55"N, 90°30'31"W
2	9416	416	359E	GUATEMALA	Santa Elena, Instituto	SI	14°23'58"N, 90°32'38"W
3	3157	223	51	AMATITLÁN	Pozo Cumbre de San Nicolas	SI	14°30'28"N, 90°2'52"W
4	381	381	681E	GUATEMALA	Pozo Rustrian	SI	14°30'33"N, 90°30'56"W
5	9214	214	239E	GUATEMALA	Pozo Jocotillo Piñal	SI	14°21'10"N, 90°30'11"W
6	134	134	641E	GUATEMALA	Pozo Jocotillo Calle Principal	SI	14°21'00"N, 90°30'22"W
7	5990	196	832E	GUATEMALA	Pozo Gallardo	SI	14°20'36"N, 90°30'50"W
8	9249	249	139E	GUATEMALA	Pozo Los Llanos	SI	14°21'16"N, 90°33'28"W
9	1864	364	164E	GUATEMALA	Pozo Los Pocitos, Calvario	SI	14°20'01"N, 90°36'00"W
10	1872	372	164E	GUATEMALA	Pozo Los Pocitos, Escuela	SI	14°19'59"N, 90°35'43"W
11	2806	189	1765	GUATEMALA	Manantial Durzano, Calle Principal	SI	14°28'32"N, 90°29'36"W
12	9416	416	359E	GUATEMALA	Pozo Santa elena, Chamacal	SI	14°24'43"N, 90°32'37"W
13	17,449	250	1404	GUATEMALA	Pozo Boca del Monte	NO	
14	17224	183	508	GUATEMALA	Pozo y Deposito, 4a. Ave. Z3	SI	14°32'28"N, 90°31'23"W
15	6018	18	133	GUATEMALA	Pozo Boca del Monte, Shangrila	NO	
16	4320	75	2022	GUATEMALA	Pozo Boca del Monte 4a. Calle "A"	NO	
17	694	223	34	AMATITLÁN	Pozo Boca del Monte 2	NO	
18	6201	201	633E	GUATEMALA	Pozo Mecanico, La Esperanza	NO	
19	7630	130	356E	GUATEMALA	Pozo San Cristobal	SI	14°25'43"N, 90°29'44"W
20	5690	190	832E	GUATEMALA	Pozo Jocotillo P/Salud	SI	14°20'26"N, 90°30'34"W
21	84	84	302	SANTA ROSA	Pozo Jocotillo Entrada	SI	14°21'44"N, 90°29'54"W
22	1676	176	484E	GUATEMALA	Pozo Tapacon	SI	14°27'29"N, 90°30'32"W
23	7864	363	376E	GUATEMALA	Pozo Tablon	SI	14°27'46"N, 90°31'10"W
24	1593	93	124E	GUATEMALA	Pozo Porvenir viejo, Cementerio	SI	14°31'55"N, 90°30'31"W
25	1577	77	644E	GUATEMALA	Pozo Tuluja	SI	14°29'11"N, 90°31'4"W
26	501	39	24	AMATITLÁN	Pozo Boca del Monte	NO	
27	107	107	1714	GUATEMALA	Pozo, El Cedro, San José El Tablón	NO	

Figura 21. Cuadro de registros de finca, folio y libro sobre pozos. Municipio de Villa Canales, Guatemala. Fuente. MVC. Catastro.

Cuadro de consultas

NOMBRE	PUESTO	CONSULTA	ESTADO
Ing. Tom Luna Grajeda	Profesional en Sistemas de Información Geográfica, MGCS	Cuadro de atributos de pozos, estudios, tanques, áreas y predios.	Entregado
		Mapas de delimitación del municipio de Villa Canales	Entregado
		Ortofotos del municipio de Villa Canales	Entregado
		Registros técnicos de pozos y tanques municipio de Villa Canales	Entregado
Rosa María López	Técnico en Sistemas de Información Geográfica de la Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Villa Canales	Registros técnicos de pozos y tanques municipio de Villa Canales	Entregado
Edgar René Solaris	Encargado de la sección de Planificación Urbana del a Dirección de Planificación, Municipalidad de Villa Canales	Registros de estudios realizados para la perforación de pozos en el municipio de Villa Canales	Entregado
Olga Violeta Hernández	Jefe del departamento de Estadística Socioeconómica, Municipalidad de Villa Canales	Registros sobre la población del municipio de Villa Canales	Entregado
Fredy Estuardo García	Jefe del departamento de Catastro, Municipalidad de Villa Canales	Registros catastrales sobre los pozos perforados en el municipio de Villa Canales	Entregado

Sergio Alexander Girón	Jefe del departamento de Agua y Saneamiento, Municipalidad de Villa Canales	Registros sobres gastos generados para la manutención de pozos del municipio de Villa Canales	Entregado
Edgar Geovani Osorio	Encargado de la sección de Establecimientos Comerciales de la dirección de Servicios Públicos, Municipalidad de Villa Canales	Registros sobre los comercios abiertos en el municipio de Villa Canales	Entregado

Cuadro 39. Cuadro de las personas consultadas para la recopilación de datos. Elaboración propia.

Memoria fotográfica de pozos y tanques

Pozo Shangrila



Figura 22. Predio donde se encuentra el pozo.



Figura 23. Tapa de concreto que cubre el pozo. Por lo pesada que es, son 3 personas las que se utilizan para poder moverla.



Figura 24. Tubería exterior del pozo. Fontanero por medio de brincos accede a él. Se confirma la necesidad de una pequeña escalera.

Pozo El Aguacate



Figura 25. Infraestructura del pozo. Cuarto de máquinas, pozo y tanque de rebombeo de agua extraída del pozo.

Figura 26. Tubería exterior del pozo.

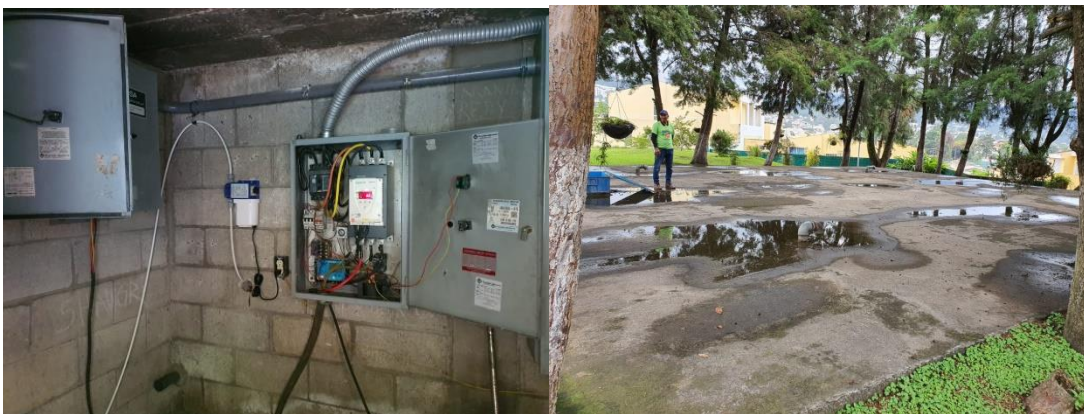


Figura 27. Sistema eléctrico utilizado tanto para el Pozo Shangrila, como para el pozo El Aguacate.

Figura 28. Tanque de Fátima, utilizado para almacenar agua que se extrae del pozo El Aguacate y del Pozo Shangrila

Pozo La Séptima II



Figura 29. Tubería externa del pozo. Pozo se encuentra inactivo pero con todo su equipo dentro.



Figura 30. Tanque utilizado para almacenamiento de agua para el pozo La Lecharía, que también se encuentra conectado el pozo la Séptima I y la Séptima II. Tanque necesita reparaciones.

Pozo La Séptima I



Figura 31. Predio invadido. Dentro del mismo se encuentra la tubería del anterior “pozo la Séptima I”.

Pozo El Rosario



Figura 32. Vista exterior del pozo, al fondo caseta donde se encuentra equipo de cloración y sistema eléctrico.



Figura 33. Predio del pozo es utilizado como parqueadero por los vecinos por falta de protección y resguardo. Al fondo caseta donde se encuentra equipo de cloración y sistema eléctrico.



Figura 34. Tubería externa del pozo.



Figura 35. Tanque de almacenamiento de agua del pozo.

Pozo El Matazano



Figura 36. Fachada del lugar de ubicación del pozo.

Figura 37. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 38. Tanque elevado del pozo.

Figura 39. Predio donde se encuentra el pozo. A un costado la estructura del tanque elevado y al fondo caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración.

Pozo La Roca



Figura 40. Fachada exterior de la escuela en donde se ubica el pozo.



Figura 41. Caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración.



Figura 42. Tubería externa del pozo.



Figura 43. Al fondo tubería externa del pozo, al lado izquierdo aula de escuela y al lado derecho caseta con equipo de cloración y eléctrico.

Pozo Reynaldo



Figura 44. Vista exterior del pozo. Al lado izquierdo tanque elevado que pertenece al pozo de Doña Betty, este se encuentra deteriorado.



Figura 45. Tubería externa del pozo llena de maleza.



Figura 46. Caseta donde se encuentra pozo, elementos de cloración v eléctricos.



Figura 47. Medidor de voltaje con algún problema eléctrico, muestra signos de haber tenido un corto circuito

Pozo El Júcaro



Figura 48. Fachada exterior de la ubicación del pozo.

Pozo La Comunidad



Figura 49. Tubería exterior y sello sanitario del pozo.



Figura 50. Vista exterior del pozo. Al fondo sus dos tanques elevados.

Pozo El Campo



Figura 51. Tubería exterior y sello sanitario del pozo.



Figura 52. Fachada exterior de caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración del pozo.

Pozo Las Flores



Figura 53. Vista exterior del lugar de ubicación del pozo.

Figura 54. Vista interna del lugar en donde se encuentra el pozo. Al lado derecho el pozo mecánico y al lado izquierdo caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración.



Figura 55. Tubería exterior y sello sanitario del pozo.



Figura 56. Caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración.

Pozo Doña Betty



Figura 57. Fachada del lugar donde se encuentra el pozo.

Figura 58. Vista interior del lugar en donde se encuentra el pozo. Al frente tubería de encamisado del pozo, al fondo caseta vacía.

Pozo Agua Santa



Figura 59. Caseta donde se encuentra elementos de cloración y eléctricos del pozo.

Pozo La Lechería



Figura 60. Fachada de ingreso a pozo. En su interior se encuentra pozo y caseta con elementos eléctricos y de cloración.



Figura 61. Tanque de almacenamiento de agua extraída del pozo. Tanque presenta deterioro.

Pozo Santana I



Figura 62. Caseta donde se encuentran elementos de cloración del pozo y en la parte exterior los tableros eléctricos.



Figura 63. Al frente tubería externa del pozo y al fondo elementos de eléctricos y de control del pozo.



Figura 64. Fachada exterior del tanque cisterna del pozo

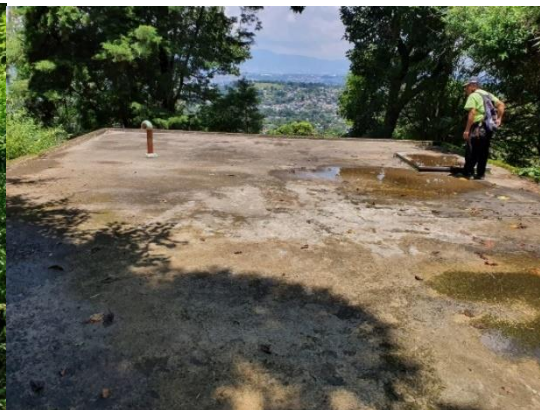


Figura 65. Vista Superior del tanque de almacenamiento que también capta agua del pozo "Santana II"

Pozo Santana II



Figura 66. Al frente, vista del lugar en donde se encuentra el pozo perforado "Santana II", y al fondo, caseta donde se encuentran elementos de cloración del pozo "Santana I" y en la parte exterior los tableros eléctricos.



Figura 67. Pozo perforado con su tubería de encamisado ya instalada.

Pozo Salomón



Figura 68. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Portón con una hoja dañada, con problemas de vandalismo.



Figura 69. Vista superior del pozo con su tubería de encamisado, se escucha que en su interior posee agua.

Pozo Puesto de Salud



Figura 70. Vista exterior de la ubicación del pozo.



Figura 71. Tubería externa y sello sanitario del pozo.

Pozos El Cementerio I y II



Figura 72. Vista exterior del lugar de ubicación de los pozos.



Figura 73. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 74. Tubería externa y sello sanitario del pozo.

Pozo El Pedrero



Figura 75. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 76. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 77. Vista exterior del tanque de almacenamiento conectado al pozo.



Figura 78. Vista interior del tanque de almacenamiento.

Pozo Cumbre de San Nicolás



Figura 79. Fachada del lugar en donde se encuentra el pozo.



Figura 80. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 81. Caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración.



Figura 82. Fachada del lugar en donde se encuentra el tanque elevado para almacenamiento de agua.

Pozo Corazón de Jesús



Figura 83. Vista exterior del lugar en donde se encuentra el pozo. Al fondo caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración



Figura 84. Tubería exterior y sello sanitario del



Figura 85. Al fondo caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración.

Pozo de Rustrián



Figura 86. Fachada del lugar en donde se encuentra el pozo. Al fondo caseta donde se encuentra el equipo eléctrico y de cloración.



Figura 87. Tubería exterior y sello sanitario del

Pozo Monjas



Figura 88. Vista exterior del lugar en donde se encuentra el pozo en medio y por debajo de la calle, con todo su equipo.



Figura 89. Caseta donde se encuentra el equipo eléctrico que aún sigue conectado.



Figura 90. Tanque de almacenamiento que anteriormente se utilizaba para el pozo de monjas, actualmente es utilizado para el pozo de Rustirán

Pozo Chichimecas



Figura 91. Fachada exterior donde se encuentra el pozo.



Figura 92. Infraestructura a un costado del pozo utilizada como basurero y servicio sanitario informal.



Figura 93. Tubería externa y sello sanitario del pozo. Al fondo caseta donde se encuentra equipo eléctrico y de cloración.



Figura 94. Vista exterior del lugar en donde se encuentran los tanques de almacenamiento de agua del pozo.



Figura 95. Dos tanques superficiales para almacenamiento de agua del pozo y nacimiento.

Pozo Morancito I



Figura 96. Vista exterior del lugar de ubicación del pozo.

Figura 97. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 98. Vista exterior de caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración del pozo.



Figura 99. Fachada del lugar donde se encuentra el tanque de almacenamiento.

Pozo Morancito II



Figura 101. Vista exterior del lugar de ubicación del pozo. Al fondo caseta con sistemas eléctricos y de cloración.



Figura 102. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 100. Vista superior del tanque de almacenamiento que brinda servicio a los pozos Morancito I y II.

Pozos Tuluja I y II



Figura 103. Fachada del lugar de ubicación del pozo y caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración.



Figura 104. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 105. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Al fondo caseta con sistemas eléctricos y de cloración.



Figura 106. Tubería externa y sello sanitario del pozo. Llave con problemas cierre.

Pozo Escamilla



Figura 107. Vista exterior del lugar de ubicación del pozo. Al fondo, caseta con sistemas eléctricos y de cloración.



Figura 108. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 109. Interior de caseta que contiene el sistema eléctrico y de cloración.

Pozo Santa Delfina



Figura 110. Vista exterior del lugar de ubicación del pozo. Al fondo caseta con sistemas eléctricos y de cloración.



Figura 111. Tubería externa y sello sanitario del pozo.

Pozo El Zapote



Figura 112. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 113. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 114. Tanque elevado para almacenamiento del agua que viene del pozo Santa Delfina, pero se encuentra en el Zapote.

Pozo El Durazno I



Figura 115. Fachada exterior donde se encuentra el pozo.



Figura 116. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 117. Caseta con equipo eléctrico y de cloración.

Pozo El Durazno II Viejo



Figura 118. Fachada del lugar en donde se encuentra el pozo. Al costado derecho tanque elevado y al costado izquierdo caseta con equipo eléctrico y de cloración.



Figura 119. Tubería externa y sello sanitario del pozo. Pozo se encuentra inactivo.

Pozo El Durazno II Nuevo



Figura 120. Tubería externa y sello sanitario del pozo. Al fondo tanque elevado y caseta con equipo eléctrico y de cloración.

Figura 121. Tanque elevado utilizado por los pozos El Durazno I, El Durazno II Nuevo, El Durazno III y conectado a El Durazno II Viejo.



Figura 122. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Al costado derecho tanque elevado y al costado izquierdo caseta con equipo eléctrico y de cloración.

Pozo El Durazno III



Figura 123. Vista exterior del lugar en donde se encuentra el nacimiento con un pequeño embalse.



Figura 124. Vista interior de caseta con equipo eléctrico y tubería para extracción de agua del nacimiento.

Pozo Ojo de Agua



Figura 125. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 126. Al costado derecho tubería externa y sello sanitario del pozo, y al costado izquierdo caseta y tanque.



Figura 127. Tubería externa del pozo.



Figura 128. Tanque para almacenamiento de agua.



Figura 129. Caseta con equipo eléctrico y de cloración.

Pozo San Cristóbal



Figura 130. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 131. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 132. Caseta donde se encuentran elementos eléctricos y de cloración.

Nacimiento El Chamacal



Figura 133. Pequeño embalse de agua del nacimiento.



Figura 134. Caseta donde se encuentra el sistema de bombeo y motor para impulsar agua hacia el tanque de almacenamiento.



Figura 135. Caseta donde se encuentran elementos eléctricos para el bombeo del agua del nacimiento



Figura 136. Tanques superficiales y tanques elevados que almacenan el agua extraída.

Pozo El Chipilinar



Figura 137. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 138. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 139. Caseta donde se encuentran elementos eléctricos y de cloración.

Pozo Santa Elena



Figura 140. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 141. Tubería externa y sello sanitario del pozo.



Figura 142. Caseta donde se encuentran elementos eléctricos y de cloración.

Pozo Los Llanos



Figura 143. Vista superior del tanque de almacenamiento del pozo.



Figura 144. Tubería externa del pozo.



Figura 145. Vista superior del tanque cisterna del pozo.



Figura 146. Fachada exterior del tanque de almacenamiento del pozo

Pozo El Jocotillo I



Figura 147. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Al lado izquierdo, tubería externa y sello sanitario del pozo y al lado derecho caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración.



Figura 148. Fachada exterior de los tanques para almacenamiento de agua. Al lado izquierdo se encuentran 2 tanques elevados para el almacenamiento de agua extraída del pozo y a la izquierda un tanque para el almacenamiento de agua extraída de un nacimiento ubicado en aldea San Cristóbal Buena Vista.

Pozo El Jocotillo II



Figura 149. Exterior del lugar de ubicación del pozo. Al lado izquierdo, tubería externa y sello sanitario del pozo, y al lado derecho, caseta con el sistema eléctrico y de cloración. En el fondo, estructura de tanque elevado.



Figura 150. Tanque elevado para almacenamiento del agua extraída del pozo.

Pozo El Jocotillo III



Figura 151. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Al fondo tanque elevado para almacenamiento de agua extraída.



Figura 152. Tubería exterior y sello sanitario del pozo. Al lado izquierdo, caseta donde se encuentra el sistema eléctrico y de cloración.

Pozo Centro de Salud



Figura 153. Fachada del lugar de ubicación del pozo. Al fondo caseta con sistema eléctrico y de cloración.



Figura 154. Tubería externa y sello sanitario del pozo. Al fondo, caseta el sistema eléctrico y de cloración.

Pozo Los Pocitos



Figura 155. Fachada exterior del lugar de ubicación del pozo.



Figura 156. Tubería exterior y sello sanitario del pozo. Al fondo, caseta con el sistema eléctrico y de cloración



Figura 157. Tanque de almacenamiento sin protección perimetral ni seguridad.



Figura 158. Fontanero con problemas de acceso para mantenimiento por falta de escaleras.

Pozo Rincón de Pacaya



Figura 159. Fachada del lugar de ubicación del pozo.



Figura 160. Tubería exterior y sello sanitario del pozo.



Figura 162. Vista superior del tanque de almacenamiento del pozo.

Figura 161. Vista del exterior del tanque de almacenamiento del pozo.

Pozo Las Escobas



Figura 163. Fachada de la ubicación del tanque de almacenamiento del pozo.



Figura 164. En el centro, sello sanitario y tubería externa del pozo. Al fondo, caseta donde se puede encontrar el sistema eléctrico y de cloración.