

Anexo 1. Clasificación de la capacidad de recarga según la ocupación del terreno, el tipo de suelo y la pendiente

Ocupación del terreno	Tipo de suelo	Pendiente	Capacidad de recarga
Área gris	NA	NA	Nula
Cambio de uso, Baldío, Agricultura	Franco Arenoso	Moderada	Media
		Alta	Limitada
	Arcilloso	Moderada	Media
		Alta	Limitada
Árboles dispersos	Franco Arenoso	Moderada	Alta
		Alta	Media
	Arcilloso	Moderada	Alta
		Alta	Limitada
	Roca	Alta	Limitada
Forestal	Suelo	Moderada	Muy alta
	Roca	Alta	Limitada

*Los factores están expresados en escala de valores de recarga en términos de infiltración potencial del agua de lluvia sobre el suelo.

Anexo 2. Capas de información geográfica utilizadas para la estimación de la recarga hídrica potencial municipal.

Nombre de la Capa	Fuente	Disponible en
Ocupación del terreno	IGN – MAGA 2006	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN ¹
Ortofotos	IGN – MAGA 2006	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN ²
Fotos Landsat	Taiwan ICDF	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN ³
Modelo de elevación digital	Earthdata Search – NASA 2017	search.earthdata.nasa.gov ⁴

¹ crs=EPSG:32615&dpiMode=7&format=image/png&layers=vegetacion_uso_suelo:ocupacion_suelos&styles=&url=http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/wms?

² crs=EPSG:32615&dpiMode=7&format=image/png&layers=g_orto:g_orto&styles=&url=http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/wms?

³ crs=EPSG:4326&dpiMode=7&format=image/png&layers=landsat_img&styles=&url=http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map%3D/ot_web/ot_overview_1.map%26

⁴ https://search.earthdata.nasa.gov/search/granules?polygon=-90.720703125%2C14.4140625%2C-90.3779296875%2C14.712890625%2C-90.6767578125%2C14.7392578125%2C-90.720703125%2C14.4140625&p=C1299783651-LPDAAC_ECS&g=G1405232453-LPDAAC_ECS&m=14.093261718751-88.708007812516111010%2C2&q=Digital+Elevation+Model&ok=Digital+Elevation+Model

Anexo 3. Capas utilizadas para la estimación de la vulnerabilidad en la Zona de Recarga Hídrica

Nombre de la Capa	Fuente	Disponible en
Ocupación del terreno	IGN – MAGA 2006	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN ⁵
Ríos y Canales	Hidrología – IGN 2010	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN
Carreteras y caminos	Carretes – Veredas IGN 2010	Geoservicios del SINIT-SEGEPLAN
Gasolineras	Elaboración propia	Portal COOPI ⁶
Industrias	Elaboración propia	Portal COOPI

⁵ crs=EPSG:32615&dpiMode=7&format=image/png&layers=vegetacion_uso_suelo:ocupacion_suelos&styles=&url=http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/wms?

⁶ <https://guatemala.gnucoop.io/mapBuilder>

Sub temas	Variables que generan Vulnerabilidad	Criterios	Categorías	Peso %	Valor de Vulnerabilidad	Riesgo
<u>Vulnerabilidad de la cantidad según la Recarga Potencial</u>	Lluvia mensual (milímetros mm)	lluvia mínima anual ⁷	563.7 (Amatitlán) 537.4 (Mixco) 579.1 (S.C. Pinula)	30	4	Escasez
		lluvia promedio anual	1903 (Amatitlán) 984.1 (Mixco) 2304.32 (S.C. Pinula)		2	Escorrentía
		lluvia máxima anual	4683.6 (Amatitlán) 1302.6 (Mixco) 5710.6 (S.C. Pinula)		1	Escorrentía
	Geología	Metamórfico	Rocas volcánicas terciarias o cuaternarias antiguas	20	4	Escorrentía
		Aluvial	Rocas cuaternarias		2	Evaporación
		Fracturado	Rocas cuaternarias aluviales		1	Contaminación del acuífero
	Pendiente	Elevada	De 7 – 45 %	20	4	Escorrentía
		Moderada	De 2 – 7 %		2	Contaminación del acuífero
		Baja	De 0.2 – 2 %		1	Evaporación
	Ocupación del terreno	% de área total de la zona de recarga	Forestal, cuerpo de agua, zona aluvial	20	1	-
Baldío, Árboles dispersos,			2		Escorrentía	

⁷ Valor estimado de la suma del promedio de los valores de lluvia mínimos mensuales, durante los últimos 5 años.

		hídrica	vegetación indefinida			
			Agrícola, Pecuario		3	Extracción, escorrentía
			Área gris		4	Escorrentía

Anexo 4. Matriz utilizada para la valoración de la vulnerabilidad de la cantidad de agua que se recarga en la ZRH.

Anexo 5. Matriz utilizada para la valoración de la vulnerabilidad de la calidad de agua que se recarga en la ZRH.

Sub temas	Variables que generan Vulnerabilidad	Criterios	Peso %	Valor	Riesgo
<u>Vulnerabilidad de la Calidad de agua</u>	Ocupación del terreno	Área gris, urbana y/o industrial, sin plantas de tratamiento de aguas residuales	50	4	escasez y contaminación
		Zonas Francas o Industriales sin control ni monitoreo de sus aguas residuales		4	
		Zonas agrícolas y agropecuarias		3	
		Terrenos Baldíos, zonas de cambio de uso del terreno		2	
		Cobertura forestal zonas de bosque y nacimiento de ríos		1	
	Presencia de vías de comunicación (red vial)	Carreteras públicas, principales, tránsito constante y de todo tipo	15	4	Contaminación puntual
		Carreteras públicas, secundarias, tránsito constante		3	
		Carreteras públicas, terciarias, tránsito ocasional		2	
		Caminos no transitables		1	

Presencia de ríos (red aluvial)	Ríos contaminados (aguas residuales especiales y ordinarias) de orden 3 o mayor		4	Contaminación difusa
	Ríos contaminados de orden de corriente 1 a 2	20	3	
	Ríos contaminados (aguas residuales especiales o aguas residuales ordinarias)		2	
	Corrientes de agua de manantiales y nacimientos de ríos en cuencas altas		1	
	Industrias químicas productoras y manufactura de agroquímicos, detergentes, fármacos, tintes, plásticos y otros		4	
Presencia de industrias	Industrias metálicas, mecánicas, limpieza industrial, pintura industrial, otras	15	4	Contaminación puntual
	Gasolineras		4	
	Avícolas, Industria cárnica, rastros, centros de acopio		3	

Anexo 6. Capas utilizadas para la estimación de la vulnerabilidad a amenazas en la Zona de Recarga Hídrica

Nombre de la Capa	Fuente	Disponible en
Amenaza sísmica	CONRED	
Amenaza a deslizamiento	CONRED	
Fallas geológicas	Elaboración propia	Portal COOPI

Anexo 7. Análisis de la vulnerabilidad asociada a la proximidad con zonas con amenazas naturales en las Zonas de Recarga Hídrica ZRH

Amenazas	Variables	Categorías	Peso %	Valor
Deslizamiento	Proximidad	Dentro de una zona de amenaza a deslizamiento	50	4
		A menos de 150 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		3
		Entre 150 y 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		2
		A más de 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		1
Sismos	Proximidad	Dentro de una zona de amenaza a sismos	50	4
		A menos de 150 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		3
		Entre 150 y 300 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		2
		A más de 300 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		1

Anexo 8. Análisis de la Vulnerabilidad de la Oferta vs. la Demanda hídrica, en las Zonas de Bombeo Municipal ZBB

	Amenazas	Variables	Categorías	Peso %	Valor
Oferta de Cantidad	Capacidad de Bombeo	Tiempo de Bombeo	6 horas	10	1
			12 horas		2
			24 horas		4
		Número de pozos / Microcuenca o área de bombeo	Más de 10	20	4
			6 a 10		3
			2 a 5		2
			0 a 1		1
		Oferta hídrica por bombeo municipal (millones de metros cúbicos anuales)	0 a 0.09	25	4
			0.1 a 0.3		3
			0.32 a 0.6		2
			0.7 o más		1
		Capacidad de Cobertura	Demanda municipal (millones de metros cúbicos anuales)	0 a 0.38	25
	0.38 a 0.76			2	
	0.76 a 1.14			3	
	1.14 a 1.52			4	
	Oferta/Demanda		3 en adelante	20	1
2 a 3			2		
1 a 2			3		
Menor que 1			4		

Anexo 9. Análisis de la Vulnerabilidad de la calidad de agua, en las Zonas de Bombeo Municipal ZBB.

Subtemas	Variables	Categorías	Peso %	Valor de la vulnerabilidad
Oferta de Calidad	Ríos contaminados	Dentro del margen de 300m	20 (5)	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2
		Proximidad mayor de 300m		1
	Índice DRASTIC	> 162	(10)	4
		162		3
		142		2
		122		1
	Industrias (Gasolineras)	Dentro del margen de 300m	25	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2
		Proximidad mayor de 300m		1
	Fallas geológicas	Dentro del margen de 300m	10	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2
Proximidad mayor de 300m		1		

	Carreteras dentro del margen de 300 metros	Carretera principal, altamente transitada	4	10
		Carretera secundaria altamente transitada	3	
		Camino transitado	2	
		Vereda	1	
	Reportes de mala calidad	Conductividad eléctrica mayor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$	25 (5)	4
		Conductividad eléctrica menor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y mayor de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		3
		Conductividad eléctrica menor de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y mayor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		2
	Conductividad eléctrica menor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		1	

Anexo 10. Análisis de la Vulnerabilidad asociada a Amenazas naturales en las Zonas de Bombeo ZBB

Amenazas	Variables	Categorías	Peso %	Valor
Deslizamiento e inundación	Proximidad	Dentro de una zona de amenaza a deslizamiento y/o inundación	50	4
		A menos de 150 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		3
		Entre 150 y 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		2
		A más de 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		1

Sismos	Proximidad	Dentro de una zona de amenaza a sismos	50	4
		A menos de 150 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		3
		Entre 150 y 300 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		2
		A más de 300 metros de distancia de una zona de amenaza a sismos		1

Anexo 11. Capas SIG utilizadas para la estimación de la vulnerabilidad a amenazas en la Zona de Bombeo

Nombre de la Capa	Fuente	Disponible en
Amenaza sísmica	CONRED	SINIP - SEGEPLAN ⁸
Amenaza a deslizamiento	CONRED	SINIP - SEGEPLAN
Fallas geológicas	Elaboración propia	Portal COOPI

Anexo 12. Análisis de la Vulnerabilidad en las Zonas de Abastecimiento ZAB

Subtemas	Variables	Categorías	Peso %	Valor de la vulnerabilidad
Oferta de Calidad	Ríos contaminados	Dentro del margen de 300m	20 (5)	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2

⁸ Sistema nacional de información pública, Secretaría general de planificación: Geoservicio WMS. (<http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/wms?>).

		Proximidad mayor de 300m		1
	Industrias	Dentro del margen de 300m	25	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2
		Proximidad mayor de 300m		1
	Fallas geológicas	Dentro del margen de 300m	10	4
		Proximidad menor de 150		3
		Proximidad de 150m a 300m m		2
		Proximidad mayor de 300m		1
	Carreteras dentro del margen de 300 metros	Carretera principal, altamente transitada	10	4
		Carretera secundaria altamente transitada		3
		Camino transitado		2
		Vereda		1
	Interacción de tuberías de hierro galvanizado y forjado con aguas mineralizadas	Conductividad eléctrica mayor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$	25 (5 en pozos donde no se tiene información)	4
		Conductividad eléctrica menor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y mayor de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		3
Conductividad eléctrica menor de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y mayor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		2		

		Conductividad eléctrica menor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$		1
	Proximidad a zonas de deslizamiento e inundación	Dentro de una zona de amenaza a deslizamiento y/o inundación	50	4
		A menos de 150 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		3
		Entre 150 y 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		2
		A más de 300 metros de distancia de una zona de amenaza a deslizamiento		1

ANEXO 13. Resultados de Análisis de Vulnerabilidades observadas en Campo

Municipio de Amatitlán

Fecha: 22 y 23 de agosto de 2017.

Lugares Visitados:

x	y	Nombre	Descripción
-90.61505	14.48938	Pozo Las Ninfas	Pozo de abastecimiento urbano, situado a cercanía del lago de Amatitlán
-90.61553	14.48177	Pozo Blandón	Pozo de abastecimiento urbano, situado a cercanía del río Michatoya, obtiene agua termal
-90.629124	14.485433	El Capri	Pozo recientemente perforado, situado en colindancia con zonas de producción agrícola e industrial
-90.66105	14.398067	El Barretal	Sistema antiguo de captación de agua de manantiales, provee agua a zona franca y se mezcla con el sistema de abastecimiento sin llegar al casco urbano

En el momento de la visita la mayoría de los pozos no contaba con el sistema de cloración activado, debido a la falta de cloro. En todos los pozos se tiene la vulnerabilidad constante a desabastecimiento de cloro, debido a que no se cuenta con un sistema de abastecimiento contratado para todo el año, en cambio, se adquiere el cloro por medio de licitación pública cada vez que se desabastece el sistema. La mayoría de los pozos no cuenta con una separación física entre el sistema de cloración y el sistema de bombeo, lo cual provoca corrosión en las instalaciones metálicas. Aunque el cálculo de la capacidad de abastecimiento se ha realizado con una estimación de ½ paja por servicio, no se cuenta con contadores de agua instalados en los domicilios que reciben el servicio, lo cual es un problema actual ya que no se regula la cantidad de agua que se distribuye por servicio. El cobro que se hace por el servicio municipal de agua potabilizada es de Q30.00 mensual por ½ paja de agua (30 metros cúbicos al mes), aunque no hay forma de regularlo. Todos los pozos que se encuentran cercanos a la zona de inundación del río Michatoya se encuentran en alta vulnerabilidad de contaminación, ya que cuando el río sube su nivel, las tuberías del sistema de drenaje que van directamente hacia el

cauce del río, quedan bajo la superficie de la corriente de agua, lo cual provoca una conducción del agua del río hacia el sistema de drenaje, el cual puede colapsar y poner en disposición de la superficie del suelo, las aguas contaminadas que fluyen por su cauce. Esto se incrementa cuando además de subir el nivel del río se registran precipitaciones pluviales elevadas. En total 11 de las 12 bombas actualmente trabajan las 24 horas del día. El casco urbano del municipio (centro) cuenta con servicio de agua, las 24 horas. El consumo completo de cloro se ha estimado en alrededor de 36 toneles por mes, lo cual acarrea un costo⁹ entre Q28,000.00 a Q30,000.00.

1. Pozo #1 “El Calvario”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforación rotativa, diámetro de 6 pulgadas y salida de 4 pulgadas en hierro galvanizado
- Tiene una profundidad de 350 pies (133 metros)
- Bomba sumergible de 30 HP
- Caudal 340 Galones por minuto
- No cuenta con tanque de almacenamiento, el caudal del pozo se cruza con el caudal que se suma del pozo San Nicolás y el Cementerio
- Según el cálculo municipal el caudal del pozo es efectivo para 1,215 servicios domiciliarios de ½ paja (30 metros cúbicos mensuales) por lo que se cobra una tarifa mensual de Q30
- Fue construido en 1972
- Abastece al Barrio San Lorenzo y Barrio San Antonio, al Hospital y el Centro de Salud, el mercado #2 del Calvario, la 7ª calle y 6ª avenida, así como la 9ª calle, además de cubrir servicios sobre la carretera CA-9 sur
- La bomba ha tenido mantenimiento por colmatación de arena y pómez
- La fuente de energía de la bomba está protegida contra las fluctuaciones eléctricas de la red de distribución de la empresa de electrificación EEGSA

⁹ Referencia: Conversación personal con el encargado municipal de los pozos, Sr. Juan V. Orellana.

- En las instalaciones de bombeo se ubica un depósito provisional de basura, el cual sirve de almacén diario, mientras las bolsas de basura colectada esperan por el camión que las dirige hacia el relleno sanitario. Sin embargo el fin de semana la basura queda almacenada sin ningún tipo de protección y da lugar a que se desarrollen plagas como cucarachas e insectos rastreros. Lo cual vulnera la sanidad del sistema de bombeo.

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Zonas de recarga hídrica nulas	Sistema de drenaje de aguas residuales conducida por sistema de colectores antiguos conectados a la red pluvial	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Crecimiento urbanístico y demográfico
Zona de Captación y bombeo	Bombeo constante por períodos de 24 horas	Zona de bombeo ubicada dentro de zona urbana con sistema antiguo de conducción de aguas servidas	Vulnerabilidad a inundaciones	Vulnerabilidad a plagas y agentes patológicos, por cruce de servicios (agua – desechos sólidos)
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	El agua del pozo se une al caudal de otros pozos para abastecer el Hospital y Centro de Salud del municipio

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Zona de crecimiento urbano + incerteza en la cobertura de fugas del sistema de drenajes pluviales y sanitarios	Alto riesgo	Riesgo Muy Alto	Auditoría completa de bombes privados, agrícolas, industriales y residenciales para caracterizar el sistema de bombeo y de tratamientos de aguas residuales en funcionamiento y potenciales	MAGA, MARN, CONAP Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Bomba sumergible sin sello de seguridad a cota máxima de nivel de inundación urbana + vulnerabilidad a inundación + colectores antiguos	Riesgo Muy alto	Riesgo alto	Elevación del brocal por medio de sello de seguridad fundido, hasta una cota superior al nivel de inundación superficial máximo	Municipalidad INFOM MGCS PNC
Sistema de conducción de aguas negras antiguo + vulnerabilidad a inundación + alta demanda hídrica	Riesgo alto	Alto riesgo	Inspección y modernización del sistema de colectores y distribución de aguas residuales ordinarias y especiales	MGCS INFOM Municipalidad

2. Pozo #2 San Nicolás

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforación rotativa
- Funciona con una perforación de 10 pulgadas y una salida de 8 pulgadas en Hierro Galvanizado
- Fue construido en 1978 y se aforó recientemente 2016 por quema de la bomba
- Consta de una bomba sumergible de 30 HP
- Caudal de 300 GPM
- Tiene capacidad para efectiva para abastecer 810 servicios (según estimación municipal)
- El agua potabilizada del pozo tiene uso doméstico y abastece al Hospital departamental y Centro de Salud Modelo, así como la institución social del estado llamada DOSMA División de Obras Sociales del municipio de Amatitlán
- El brocal del pozo se encuentra por debajo del nivel del suelo, únicamente protegido por una estructura de concreto, que dejó de estar rodeada por un muro perimetral, luego de que un camión lo derribara de forma accidental, ya que se encuentra ubicado en una zona de constante y denso tránsito de todo tipo, ya que se ubica en la calzada que une la carretera CA-9 con el ingreso al municipio
- Este pozo es aforado con mayor frecuencia, ya que presenta fugas constantemente
- El agua del pozo no llega al tanque de captación, se distribuye directamente al sistema de abastecimiento
- La razón por la cual se ha dejado de utilizar el tanque de captación es porque el tanque tarda de 2 a 3 horas en llenarse y se vacía solo en 20 minutos
- El uso del suelo en los alrededores del pozo se caracterizan por domicilios, gasolineras, industria textil y plástica, zona franca, cada una de ellas cuenta con plantas de tratamientos de residuos y se ubican a un costado de la carretera CA-9 a la altura del municipio de Amatitlán
- El caudal del pozo es mayor a la demanda

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Zonas de recarga hídrica nulas	La zona de recarga hídrica circundante al pozo, es nula pues la infiltración pluvial lo es parcialmente	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Ocupación del terreno para industria y zona franca, además de ser carretera principal
Zona de Captación y bombeo	Crecimiento y demanda urbana al agua	Numeroso tránsito vehicular, incluyendo transporte de combustible y otros químicos	Vulnerabilidad a inundaciones	El brocal del pozo se encuentra desprotegido y bajo el nivel del suelo
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	El agua del pozo se une al caudal de otros pozos para abastecer el Hospital y Centro de Salud del municipio

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Zona de crecimiento	Alto riesgo	Riesgo Muy Alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en espacios densamente	Municipalidad MGCS MSPAS

urbano + nulo espacio de recarga hídrica			urbanizados	INFOM
Ubicación de la bomba + falta de sello de seguridad a una cota adecuada	Riesgo Muy alto	Riesgo alto	Elevación del brocal por medio de sello de seguridad fundido, hasta una cota superior al nivel de inundación superficial máximo	Municipalidad INFOM MGCS PNC
Sistema de conducción de aguas negras antiguo + vulnerabilidad a inundación + alta demanda hídrica	riesgo alto	Alto riesgo	Inspección y modernización del sistema de colectores y distribución de aguas residuales ordinarias y especiales	MGCS INFOM Municipalidad

3. Pozo #3 Polideportivo “Slowing”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforación rotativa de 130 pies (aproximadamente 50 metros)
- Bomba sumergible de 20 HP
- Caudal de 240 GPM
- Cuenta con tubería de 6 pulgadas y salida de 4
- No cuenta con tanque de almacenamiento
- Surte a las colonias El Progreso I y II, San Francisco, Santa Rita, El Conacaste y la 5ª avenida

- El bombeo está activo las 24 horas
- La ubicación de la bomba es dentro de un terreno privado, que consiste en una industria de lavado, enderezado y pintura de accesorios de transporte pesado y de carga, así como embarcaciones

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Zonas de recarga hídrica nulas	La zona de recarga hídrica circundante al pozo, es nula pues la infiltración pluvial lo es parcialmente	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	El pozo se encuentra en un terreno privado
Zona de Captación y bombeo	Ubicación del pozo dentro de una industria privada	Numeroso tránsito vehicular, incluyendo transporte de combustible y otros químicos	Vulnerabilidad a inundaciones	El brocal del pozo se encuentra desprotegido y bajo el nivel del suelo
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	El agua del pozo se une al caudal de otros pozos para abastecer el Hospital y Centro de Salud del municipio

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Zona de crecimiento urbano + nulo espacio de recarga hídrica	Alto riesgo	Riesgo Muy Alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en espacios densamente urbanizados	Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Ubicación de la bomba + falta de sello de seguridad a una cota adecuada	Riesgo Muy alto	Riesgo alto	Elevación del brocal por medio de sello de seguridad fundido, hasta una cota superior al nivel de inundación superficial máximo	Municipalidad INFOM MGCS PNC
Sistema de conducción de aguas negras antiguo + vulnerabilidad a inundación + alta demanda hídrica	riesgo alto	Alto riesgo	Inspección y modernización del sistema de colectores y distribución de aguas residuales ordinarias y especiales	MGCS INFOM Municipalidad

Fotografías:



Foto 25. Pozo con brocal a nivel de suelo, con vulnerabilidad a ser contaminado en momentos de inundación, pues no cuenta con sello de seguridad (entrada de cables de corriente)



Foto 26. Complejo industria “Slowing”, donde se ubica el pozo actualmente, el agua de escorrentía que se produce puede arrastrar productos químicos que pueden llegar hasta el brocal del pozo, en momentos de inundación

4. Pozo #4 “El Cementerio”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforado en 1985, consta de una tubería de 8 pulgadas y una salida de 4 pulgadas
- Posee una bomba sumergible de 50 HP
- La profundidad del pozo es de 450 pies (170 metros aproximadamente)
- Produce un caudal de 394 GPM
- Es efectivo para 1620 servicios domésticos (estimación municipal)
- Tiene cobertura en la 6ª , 7ª y 9ª avenida, Barrio San Antonio, El Rosario, Centro de Salud, Hospital departamental, Departamento de obras sociales municipales, Colonia San Francisco
- El agua que provee este pozo es de agua caliente, aproximadamente 65 grados centígrados
- El sistema eléctrico tiene continuos altibajos, que ponen en riesgo el funcionamiento adecuado del sistema de bombeo (460 voltios)
- El tanque cercano elevado de captación actualmente no se utiliza por tener un tiempo de llenado de 2 a 3 horas y un tiempo de vaciado de 20 minutos
- En los alrededores al pozo se ubica un cementerio y terrenos baldíos de propiedad privada
- En áreas más lejanas se ubican zonas de captación hídrica de tenencia privada, colindantes con el municipio de Villa Nueva
- En las cercanías se ubican elementos del sistema de drenajes de aguas servidas o residuales, como una candela y un pozo de absorción
- El agua de este pozo se une con la línea de conducción de otros pozos como El Barretal, y se almacena en los tanques Capri, situados en la CA-9 al pacífico

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Zonas de recarga hídrica con riesgo a ser convertidas en residenciales	Sistema de colectores y candelas de infiltración antiguas y sin mantenimiento	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Poca o nula tenencia de terrenos municipales en áreas forestales en el perímetro del pozo
Zona de	Expansión de obra	Fluctuaciones en la	Vulnerabilidad a	Poca o nula

Captación y bombeo	gris	corriente eléctrica ocasionan daño en los equipos de bombeo y cloración	inundaciones	información sobre sistemas privados de bombeo de agua
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	El agua del pozo presenta temperatura elevada, mayor a 65 grados centígrados

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Crecimiento demográfico + aumento de demanda hídrica	Riesgo alto	Riesgo Muy Alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en áreas residenciales	Municipalidad MGCS INFOM
Fluctuaciones en la corriente eléctrica + no se cuenta con tanque de almacenamiento	Riesgo moderado	Riesgo alto	Instalación de sistema de seguridad (cable a tierra)	Municipalidad INFOM MGCS
Sistema de conducción de aguas negras antiguo +	Riesgo alto	Riesgo alto	Construcción de un tanque abierto para almacenar y enfriar el agua bombeada, mientras se sustituye el	MGCS INFOM Municipalidad

vulnerabilidad a inundación + conducción de agua a elevada temperatura y presión			pozo por una perforación en un sitio alternativo que no presente termalismo, analizar el contenido de Arsénico y Mercurio disueltos en el agua del pozo	
----------------------------------------------------------------------------------	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

5. Pozo #5 “El Estadio”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Fue construido en 1996
- La perforación del pozo es de tipo rotativa
- Tiene una profundidad de 150 pies (57 metros)
- Cuenta con una tubería de 10 pulgadas en HG y una salida de 10 pulgadas en PVC
- La bomba es de tipo turbina de 50 HP
- El caudal de la bomba es de 340 GPM
- Cuenta con una capacidad para abastecer 2160 servicios domiciliarios
- No cuenta con tanque de almacenamiento
- Utiliza voltaje de 460 V, lo cual provoca costos elevados de energía y eventualmente se registran caídas de tensión, lo que repercute en la potencia de bombeo
- Tiene cobertura en las colonias, Las Ninfas, Valle Verde I y II, Callejón del Silencio, Colonia Lupita, El Recreo, desde la 1ª avenida hasta la 7ª avenida y 6ª calle
- El pozo está bien protegido, dentro de una edificación con puerta y llave, ya que se ubica en una zona roja

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Presencia de colectores y conductores de aguas residuales crudas	Sistema de colectores y candelas de infiltración antiguas y sin mantenimiento	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Zona de alta capacidad de infiltración
Zona de Captación y bombeo	Demanda elevada de energía eléctrica	Fluctuaciones en la corriente eléctrica ocasionan daño en los equipos de bombeo y cloración	Vulnerabilidad a inundaciones y descargas eléctricas	Zona roja, altos niveles de inseguridad
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	Alta capacidad de bombeo y de oferta

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + producción agrícola + aumento de	Riesgo alto	Riesgo alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en áreas residenciales	Municipalidad MGCS INFOM

demanda hídrica				
Acceso limitado	Riesgo moderado	Riesgo alto	Convenio o acuerdo oficial con propietarios del terreno donde se ubica el pozo	Municipalidad INFOM MGCS

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	El estado		Vulnerabilidad
°T	28	°C	ND
pH	7.76		ND
Sal	172	ppm	ND
STD	239	ppm	ND
CE	345	μs/cm	ND

Fotografías:



Foto 27. Pozo con bomba de turbina, instalaciones que protegen al pozo en vulnerabilidad por estar ubicado en una zona de alto riesgo por inseguridad urbana

6. Pozo #6 “Finca El Rosario”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforación de tipo rotativa
- La fecha de perforación es junio de 1992
- La tubería del pozo es de 8 pulgadas en HG y cuenta con una salida de 6 pulgadas en HG

- La bomba es de tipo sumergible, de 30 HP
- El caudal de la bomba es de 340 GPM
- Su capacidad de abastecimiento es para 1890 servicios domiciliarios de ½ paja
- La bomba fue cambiada hace 3 años, debido a que se fundió por fallas eléctricas
- Utiliza voltaje de 230 V
- No cuenta con tanque de almacenamiento, dirige el agua bombeada directamente al sistema de abastecimiento
- Se encuentra dentro de un terreno privado
- Las instalaciones del pozo están protegidas las 24 horas
- El acceso al pozo es en horas hábiles, solo a personal de la municipalidad de Amatitlán
- Alrededor del pozo se caracteriza el uso de suelo para zona domiciliar y agricultura
- Colinda con una avenida donde transita todo tipo de transporte
- Abastece las colonias El Rosario, parte del Centro de Amatitlán, Barrio San Antonio, 6ª avenida hasta la 0 avenida

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Agricultura de escala industrial en una buena parte de la zona de captación	Uso indebido de agroquímicos no autorizados	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Zona de alta capacidad de infiltración
Zona de Captación y bombeo	Acceso a pozo limitado	Fluctuaciones en la corriente eléctrica ocasionan daño en los equipos de bombeo y cloración	Vulnerabilidad a inundaciones y descargas eléctricas	No se cuenta con un convenio de horarios y accesibilidad directa al pozo y la bomba
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de	Zona de captación de escorrentía que se	Vulnerabilidad a inundaciones	No hay medidores

	almacenamiento de agua	mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada		
--	------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + producción agrícola + aumento de demanda hídrica	Riesgo alto	Riesgo alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en áreas residenciales	Municipalidad MGCS INFOM
Acceso limitado	Riesgo moderado	Riesgo alto	Convenio o acuerdo oficial con propietarios del terreno donde se ubica el pozo	Municipalidad INFOM MGCS

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	Finca El Rosario		Vulnerabilidad
°T	24.1	°C	ND
pH	7.52		ND
Sal	215	ppm	ND
STD	336	ppm	ND
CE	465	µs/cm	Media

7. Pozo #7 “Mi Ilusión”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Bomba de tipo sumergible de 50 HP
- Tubería del pozo de 8 pulgadas en HG y la salida es de 6 pulgadas en HG
- El pozo tiene una profundidad de 240 pies (90 metros aproximadamente)
- Cuenta con un caudal de 600 GPM
- Tiene capacidad para abastecer a 2,700 servicios domiciliarios de ½ paja
- Las colonias que tienen cobertura de servicios municipales de agua son, Mi Ilusión 2 hasta la 12 calle, Villa Elenita, Lomas del Capitán
- El uso del agua es domiciliar
- El agua del pozo se bombea a una temperatura superior a 60 grados centígrados, se conduce de forma directa al sistema de abastecimiento, donde se mezcla con el agua proveniente de la fuente El Barretal
- Se han sufrido averías eléctricas a causa de descargas eléctricas causadas por tempestad
- La zona periférica del pozo está ocupada por sistemas agrícolas y pecuarios, los cuales distribuyen sus aguas residuales en canaletes expuestos y se dirigen hacia el río Michatoya, de forma cruda
- La ubicación de la bomba está en una zona roja

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Agricultura y producción avícola de escala industrial en una	Uso no debido de aguas residuales especiales	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Zona de alta capacidad de infiltración

	buena parte de la zona de captación			
Zona de Captación y bombeo	Densamente poblado, zona de bombeo agrícola y pecuario	Aguas residuales especiales y ordinarias crudas	Vulnerabilidad a inundaciones y descargas eléctricas	El agua bombeada está a temperaturas elevadas
Zona de Abastecimiento	No se cuenta con tanque de almacenamiento de agua	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con sistemas de colectores antiguos exponiendo aguas negras y pluviales a la tubería de distribución de agua potabilizada	Vulnerabilidad a inundaciones	Cercanía con el río Michatoya

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + producción agrícola + posible influencia termal en agua subterránea	Riesgo alto	Riesgo alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en áreas residenciales, analizar el contenido de metales pesados en el agua del pozo (Arsénico y Mercurio)	Municipalidad MGCS INFOM
Acceso limitado (propiedad privada)	Riesgo moderado	Riesgo alto	Convenio o acuerdo oficial con propietarios del terreno donde se ubica el pozo	Municipalidad INFOM MGCS

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	Mi Ilusión		Vulnerabilidad
°T	32.5	°C	ND
pH	7.39		ND
Sal	331	ppm	Media
STD	483	ppm	Media
CE	692	μs/cm	Media



Foto 28. Sistema de tubería y llaves de paso de una bomba sumergible que bombea agua termal. La corrosión que se observa puede ser causada por la naturaleza geológica de las aguas con valores elevados de Cl⁻



Foto 29. Canal abierto que transporta aguas residuales ordinarias y especiales, de industrias pecuarias que colindan la zona domiciliar y dirigen el agua hacia el río Michatoya

8. Pozo #8, "Las Ninfas"

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Perforado en 1992
- Tiene una profundidad de 350 pies (133 metros)
- Cuenta con una tubería de 8 pulgadas y una salida de 6 pulgadas, en HG
- Cuenta con una bomba de 75 HP
- El caudal es de 300 GPM, con capacidad de abastecer 1350 servicios domiciliarios de ½ paja
- Abastece las colonias: Las Ninfas, Playa del Lago, Colonia Lupita, 2ª hasta la 5ª avenida
- La bomba trabaja las 24 horas
- No cuenta con tanque de almacenamiento
- El caudal del pozo se conecta a la red y se mezcla con el agua proveniente de los pozos: Cementerio, Mi Ilusión y San Nicolás
- Los terrenos son colindantes con Villa Nueva, lo cual ha generado pugna entre las municipalidades por disputa del territorio
- En los alrededores al pozo se ubican terrenos baldíos y algunos con poca cobertura forestal
- La tenencia de los terrenos es municipal

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	Las Ninfas		Vulnerabilidad
°T	28	°C	ND
pH	7.55		ND
Sal	191	ppm	ND
STD	269	ppm	ND
CE	386	µs/cm	ND



Foto 30. Pozo bien protegido y resguardado, con bomba de turbina y con sistema de cloración sin separación, lo que ocasiona corrosión

9. Pozo #9, "El Blandon"

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Tiene una profundidad de 300 pies (114 metros)
- La tubería del pozo es de 8 pulgadas y tiene una salida de 6 pulgadas en HG, la distribución se realiza con tubería de PVC
- Cuenta con una bomba tipo turbina de 75 HP
- El caudal de la bomba es de 460 GPM
- Tiene capacidad para abastecer 1890 servicios domiciliarios de ½ paja
- Está ubicado a unos 50 metros del río Michatoya
- A un costado del pozo se encuentra una terminal de buses extraurbanos que transita todo el tiempo

- No cuenta con una conexión a tierra, por lo que en época de lluvias cuando hay tempestades, la fluctuación de corriente eléctrica afecta el bombeo
- El agua que se extrae del pozo es mayor a 65 grados centígrados
- El pozo abastece las colonias: Linda Vista, Vistas del Lago, Blandon de Cerezo, La Amistad, La Ladrillera, Colonias Unidas, Colonia El Ángel, Ciénaga de Mejicanos, Chalet de la finca El Marlon y Colonia Panorámicas
- El horario de trabajo de la bomba es de 5:00 a.m. hasta las 8:00 p.m.
- Se ha observado vulnerabilidad por la constante vibración del terreno por el tránsito de vehículos pesados, además, por el tipo de geología (aluvial, suelos Fluviales) con abundancia de arena, se percibe alta vulnerabilidad de liquefacción, el pozo ha requerido constante mantenimiento y limpieza, extrayendo piedra pómez y arena
- El agua del pozo es trasladada hacia un tanque de captación fundido. El agua se almacena a altas temperaturas y luego es distribuida al sistema de abastecimiento

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Zonas de recarga hídrica con riesgo a ser convertidas en residenciales	Sistema de colectores y candelas de infiltración antiguas y sistema de conducción de aguas residuales crudas directamente al río Michatoya	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Colapso de sistema de drenajes cuando el río sube de nivel
Zona de Captación y bombeo	Agua con dificultades para potabilización por su elevada	Contaminación del río Michatoya, cercano al sistema de bombeo	Zonas termales y sísmicas activas	Colapso de sistema de drenajes cuando el río sube de nivel

	temperatura			
Zona de Abastecimiento	El agua se transporta a elevadas temperaturas en tuberías bajo presión	El agua no tiene un proceso de enfriamiento, es clorado a temperaturas elevadas	Zonas termales y sísmicas activas	El sabor del agua cambia con la cloración, lo cual causa rechazo en la población

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Crecimiento demográfico + aumento de demanda hídrica	Riesgo alto	Riesgo Muy Alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en áreas residenciales	Municipalidad MGCS INFOM
Cercanía del pozo con el río Michatoya	Riesgo moderado	Riesgo alto	Cambio de lugar del pozo	Municipalidad INFOM MGCS
conducción de agua a elevada temperatura y presión	Riesgo alto	Riesgo alto	Construcción de un tanque abierto para almacenar y enfriar el agua bombeada, mientras se sustituye el pozo por una perforación en un sitio alternativo que no presente termalismo	MGCS INFOM Municipalidad

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo (tanque de almacenamiento)

Nombre	El Blandón		Vulnerabilidad
°T	Mayor de 65	°C	Alta
pH	7.27		ND
Sal	948	ppm	Muy alta
STD	1340	ppm	Muy alta
CE	1910	μs/cm	Muy alta

- Por su elevada salinidad y conductividad eléctrica, el agua no es recomendable para el consumo humano ni para el riego



Foto 31. Tubería y accesorios del pozo en alto estado de corrosión, debido al alto contenido de Cloruro (Cl⁻) y Sodio (Na) en el agua del pozo y la mezcla con el sistema de cloración que no se encuentra aislado



Foto 32. Pozo municipal ubicado en cercanías del río Michatoya, bombea actualmente agua con influencia termal y el agua presenta valores elevados de Cl⁻ ; Na; y Arsénico (As), con valores por encima de la norma guatemalteca para agua de consumo humano COGUANOR 29001 .

10. Pozo #10, “Jireh”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- El pozo fue perforado en el año 2000
- Cuenta con una bomba sumergible de 25 HP
- El caudal de la bomba es de 340 GPM
- Tiene capacidad de abastecer 810 servicios domiciliarios de ½ pulgada

- La bomba tiene 17 años sin mantenimiento ni limpieza
- Cuenta con un tanque aéreo de almacenamiento
- Los alrededores están caracterizados por una zona densamente poblada
- Es considerada una zona roja
- Los drenajes son de cobertura municipal y se colectan y conducen por sistemas de tuberías antiguas, las cuales conducen las aguas crudas hacia el río Michatoya
- Tiene cobertura en las colonias: Jireh, Monte de los Olivos, Jerusalem, el Timboque, La Joya y Pasaje de Alameda



Foto 33. Instalación de bomba con sistema de cloración no aislado, y cuya agua puede ser de origen termal, lo cual ha generado corrosión en la tubería y accesorios

11. Pozo #11, “Mercado Sur”

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- El pozo fue perforado en agosto del 2010
- Desde hace 2 años comenzó a bombear agua caliente
- La tubería del pozo es de 8 pulgadas y la salida es de 4 pulgadas
- Tiene una profundidad de 60 pies (aproximadamente 23 metros)
- El pozo está a unos 100 metros del río Michatoya
- La bomba se fundió y fue cambiada hace 2 ½ años
- El caudal de la bomba es de 300 GPM
- Tiene capacidad de abastecer 810 servicios domiciliarios de ½ paja
- Abastece a las colonias: Residenciales El Prado, Colonia El Salitre, Asentamiento de la Línea Ferrea, Camino a El Salitre
- Abastece el tanque de captación “El Prado”
- El pozo está ubicado dentro de un espacio reducido que se comparte con los contadores de luz que administran el suministro de energía eléctrica (110 – 220 V) del mercado municipal, generando vulnerabilidad de incendio
- A un costado de estas instalaciones se ubica un centro educativo para infantes
- En la zona periférica se caracteriza el uso de suelo domiciliar y residencial, así como la producción industrial agropecuaria, quienes depositan sus aguas residuales de forma cruda en el río Michatoya

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Densidad poblacional elevada + producción industrial agropecuaria	Sistema de colectores y candelas de infiltración antiguas y sistema de conducción de aguas residuales crudas directamente al río Michatoya	Zona de actividad sísmica y con riesgo a inundación	Colapso de sistema de drenajes cuando el río sube de nivel
Zona de Captación y bombeo	Alta demanda hídrica en la periferia	Contaminación del río Michatoya, cercano al sistema de bombeo	Vulnerabilidad a inundaciones	Colapso de sistema de drenajes cuando el río sube de nivel
Zona de Abastecimiento	Tubería en ocasiones cubierta por inundaciones y desbordamientos del río Michatoya	Contaminación del río Michatoya, cercano al sistema de abastecimiento	Vulnerabilidad a inundaciones	Zona sísmica y termal activa que puede dañar los sistemas de abastecimiento

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Crecimiento demográfico + aumento de demanda hídrica	Riesgo alto	Riesgo Muy Alto	Establecimiento de zonas de recarga hídrica en zonas francas e industriales	Municipalidad MGCS INFOM
Cercanía del pozo	Riesgo muy alto	Riesgo alto	Cambio de lugar del pozo	Municipalidad

con el río Michatoya				INFOM MGCS
Ubicación del pozo dentro de un cuarto de control eléctrico	Riesgo moderado	Riesgo alto	Cambio de lugar de las terminales eléctricas del mercado	MGCS INFOM Municipalidad

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo (tanque de almacenamiento)

Nombre	Mercado Sur		Vulnerabilidad
°T	38.9	°C	Media
pH	6.9		ND
Sal	528	ppm	Media
STD	741	ppm	Media
CE	1082	μs/cm	Muy alta



Foto 34. Instalaciones de bombeo compartidas con la red de contadores eléctricos del mercado municipal

12. Pozo #12, "Capri"

Observaciones de campo:

Participantes: Juan Vicente Orellana (Supervisor municipal de pozos), Carlos E. del Valle (Fontanero municipal)

Contacto: 66438383 (Sra. Olga Marina Miranda)

- Se perforó el 8 de agosto de 2017
- Con un costo aproximado de Q790,000.00
- Empresa de perforación Fenix
- Profundidad de 600 pies (228 metros)
- El nivel dinámico es de 101 pies y el nivel estático de 100 pies (38 metros)
- La bomba tiene una potencia de 15 HP
- El caudal de la bomba es de 250 GPM
- Cuenta con la capacidad de abastecer 20,000 servicios domiciliarios de ½ paja
- Abastece las colonias: Barrio el Hospital, Sector del Cementerio, Entrada a la Aldea Agua de las Minas, Colonia Loren y Callejón Orantes, 9ª calle final, Barrio San Lorenzo
- El agua del pozo se conduce hacia 2 tanques de 900 metros cúbicos cada uno
- Este tanque recibe agua del pozo El Cementerio
- El agua del pozo se destina para la industria y zona franca a la altura del kilómetro 25 y 26 de la carretera CA-9, Balnearios que se ubican en la misma ruta y domicilios
- El terreno donde se ubica la bomba y los tanques de almacenamiento es de tenencia municipal y cuenta con cobertura forestal



Foto 35. Instalaciones de un sistema de bombeo reciente, cuyo sello de seguridad es aceptable



Foto 36. Tanque de almacenamiento de agua proveniente del pozo Capri y el pozo del Cementerio



Foto 37. Sistema de conducción del tanque de almacenamiento hacia el sistema de abastecimiento



Foto 38. Instalaciones de captación y almacenamiento ubicadas en zona de cobertura forestal y tenencia municipal

13. Finca El Barretal

Se divide en tres sub-fincas llamadas: La Colina, El Español y El Barretal, por medio de acuerdos de palabra, se mantienen buenas relaciones y respeto mutuo entre las fincas. El uso del suelo es forestal y cultivo de café. Se desarrollan actividades ecoturísticas. La municipalidad de Amatitlán es poseedora de una finca llamada La Forestal (según relato de Ovidio Osorio Morataya, trabajador municipal, supervisor de tanques de la finca), y la municipalidad además adquirió los derechos de captación de El Español hace aproximadamente 63 años. Actualmente el agua es derivada en tuberías privadas que abastecen zonas francas (Parque Industrial Michatoya) y residenciales privados (según relato de empleados municipales). La municipalidad percibe el agua en captadores que a criterio del encargado, son insuficientes. Para acceder a la finca se cuenta con dos llaves, una la tiene el encargado y la otra se encuentra en la municipalidad.

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo (tanque de captación)

Nombre	Finca La Forestal		Vulnerabilidad
°T	23.6	°C	ND
pH	6.92		ND
Sal	94.9	ppm	ND
STD	133.2	ppm	ND
CE	187.9	μs/cm	ND

Fotografías:



Foto 39. Caja de captación de tubería que proviene de otros colectores menores, dentro del sistema de manantiales de la finca La Forestal.



Foto 40. Sistemas de conducción de aguas de manantial no autorizados por la municipalidad

14. Planta de Tratamientos de Aguas Residuales “Proyecto Complejo Las Ninfas”

Observaciones de Campo:

Acompañantes: Jorge Saenz, encargado del Departamento de Obras de la Municipalidad de Mixco

Contacto: 4004-1308

- La planta de tratamiento fue diseñada para recibir aguas residuales ordinarias
- Se construyó en el año 2008, nunca fue inaugurada y actualmente se encuentra en estado de abandono
- Cuenta con desarenadores y tanques de sedimentación
- El efluente se descarga en el río Michatoya
- El proyecto no fue aceptado por los comerciantes que tienen negocios a la orilla de la playa, a quienes originalmente estuvo dirigido el proyecto
- Esta planta de tratamiento se ubica en la zona central del municipio, dentro del casco urbano
- Las aguas residuales del casco urbano del municipio de Amatitlán son colectadas en pozos de visita, construidos de ladrillo, aproximadamente de 1 a 7 metros de profundidad, se ubica un pozo de visita en cada encuentro de calles o esquina
- Estos pozos de visita rebalsan hacia la tubería de drenaje, que recibe aguas residuales ordinarias y especiales y las dirige de forma cruda hacia el río Michatoya
- La tubería de drenajes de aguas residuales es de concreto y tiene 18 años de haberse instalado, a las candelas y pozos de colecta se les brinda mantenimiento constante, mientras que a la tubería no se le ha dado mantenimiento

15. Planta de Tratamientos de Aguas Residuales “La Escuela”, Colonia San Jorge

Acompañantes: Jorge Saenz, encargado del Departamento de Obras de la Municipalidad de Mixco

Contacto: 4004-1308

- El terreno donde fue construida esta planta fue donado por la escuela Oficial Rural Mixta, San Jorge, a cambio de la instalación y conexión de drenajes municipales
- La planta de tratamiento fue diseñada para tratar aguas residuales ordinarias
- Con capacidad para 50 familias

- La planta de tratamientos actualmente está abandonada y sin funcionamiento
- Las instalaciones están enmontadas y no se pudo acceder al lugar

16. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Colonia San Jorge”

Acompañantes: Jorge Saenz, encargado del Departamento de Obras de la Municipalidad de Mixco
Contacto: 4004-1308

- Este sistema de tratamiento de aguas residuales consta de una fosa dividida en 4 cámaras
- Tiene un volumen de (25 m x 5 m x 3 m) aproximadamente 375 metros cúbicos
- Lleva a cabo procesos de
 - o Retención de sólidos (actualmente sin rejillas)
 - o Oxidación anaeróbica
 - o Sedimentación
- Ingresan las aguas residuales de la colonia San Jorge
- El ingreso de aguas residuales se da por medio de una tubería de PVC de 10 pulgadas de diámetro
- Se estima que tiene una cobertura de 450 familias
- El tanque séptico rebalsa aguas que han pasado por un proceso de retención de sólidos, oxidación anaeróbica, hacia pozos de absorción ubicados en la ladera de un barranco con cobertura forestal, que llega hasta la carretera CA-9 (Km 26.5). Según lo comenta el encargado de obras de la municipalidad, a mediados del año 2013 uno de los 2 pozos de absorción se socavó, conduciendo las aguas y lodos hacia una empresa ubicada a orillas de la carretera (Molino Santa Ana), quienes se encargaron de mitigar el problema, actualmente, en coordinación con AMSA se realizan trabajos de limpieza y mantenimiento de la fosa séptica. El último se realizó 4 meses anteriores a la visita
- El tanque séptico cuenta con 4 Sifones, cuyo rebalse es conducido al pozo de infiltración que todavía queda
- Los rebalses del sistema van a dar directamente al barranco
- El área forestal que rodea actualmente el sistema de tratamiento de aguas residuales de la colonia San Jorge, puede ser destinado a otro uso, ya que es de tenencia privada con intenciones de transformarlo en zonas habitacionales y bodegas

Municipio de Mixco

Fecha: 31 de julio, 1y 4 de agosto de 2017.

Lugares Visitados:

X (WGS 84)	y	Nombre	Descripción
-90.3581	14.37644	Pozo La Ciénaga	Sistema de captación y de bombeo de agua pluvial y sub-superficial histórico, ubicado en la parte alta (arriba de 2000 metros sobre el nivel del mar), dentro de un área protegida con categoría de usos múltiples. Rodeado con cobertura forestal, viviendas rurales, agricultura y una industria química
-90.6176	14.6344	Empresa Química	Producción de Jabones y Detergentes, actualmente no tiene cobertura de monitoreo por parte de la municipalidad de Mixco
-90.5968	14.6274	Lomas de Portugal	Pozo ubicado en zona residencial con cobertura de drenajes y abastecimiento de agua potable por la municipalidad de Mixco
-90.574	14.66425	Primero de Julio	Pozo ubicado en zona densamente poblada, cobertura de drenajes y abastecimiento antiguos, proveídos por la municipalidad de Mixco

17. Pozo la Ciénaga

Observaciones de campo:

Participantes: Raúl Ambrosio (Coordinador del sistema de bombeo del área de Manzanillo); Ingeniero Juan José Gómez García (Departamento de agua, municipalidad de Mixco)

Contacto: 46866334 (Ing. Juan J. Gómez)

- El sistema cuenta con dos pozos y una toma o captación de un manantial
- No cuentan con registro estratigráfico o litológico de la perforación de los pozos
- El material de la tubería del pozo es PVC de 6 pulgadas de salida
- El pozo cuenta con camisa de concreto
- El pozo fue perforado hace más de 60 años, la construcción del pozo está hecha de forma artesanal y cuenta con un brocal de 1 metro, sello de seguridad y tapadera
- Si cuenta con sistema de potabilización y está dotado de cloro
- La fuente de energía eléctrica es por medio de la empresa eléctrica guatemalteca EEGSA, cuentan con fuente de 120 voltios y 240 voltios
- La distribución es por medio de tubería de PVC de 6 pulgadas, por gravedad
- Se han reportado quejas por mala calidad del agua, sobre todo relacionadas con la coloración amarillenta del agua por acumulación de sólidos suspendidos
- Cuentan con dos bombas de 1 HP cada una
- El pozo se descarga cada 20 minutos y se llena nuevamente en una hora, trabajando de forma alternada durante 24 horas
- La cobertura de este pozo es hacia las colonias:
 - o Altamira
 - o La Joyita
 - o Escuela Manzanillo
 - o Los Maguey
 - o Los tomate
 - o Los Olivos
 - o Altavista

- La Asunción
- Canal 27
- El destino del agua del pozo es para consumo humano y uso doméstico. Abastece escuelas y casas
- Cada bomba tiene un tiempo de vida útil de 1 año y medio
- El terreno es de tenencia privada, se ha hecho un trato de palabra con los propietarios
- El pago por el servicio del agua que se deriva del pozo es de Q25 a Q40 por servicio
- Los sismos han mostrado una influencia en la cantidad de agua disponible en los pozos, aumentando o disminuyendo su oferta
- Los sismos generan pequeños deslizamientos en la zona de manantiales, lo que genera turbidez en el agua
- El mantenimiento que recibe el sistema de bombeo y captación es constante, aunque son evidentes algunas limitaciones y carencias, tal como un sistema de filtros y desarenadores previo a la conducción hacia el sistema de abastecimiento
- Reciben asistencia técnica y supervisión del funcionamiento del sistema de cloración, realizada por el Ministerio de Salud, una vez por mes
- No cuentan con un plan de acción frente a la amenaza de sismos, únicamente se realizan de forma protocolar, recorridos y supervisiones posteriores a la ocurrencia de un sismo
- El uso del suelo alrededor del pozo es para vivero floral, además de estar ubicado en una zona de residencias rurales, no conectadas al sistema de drenajes municipal, contando con pozos ciegos cada residencia, desde la 45 avenida, hasta la 20 avenida
- Se ubica una fábrica de productos químicos, específicamente de detergentes y jabones. Según lo mencionó el representante municipal, dicha empresa no cuenta con plantas de tratamiento que estén siendo monitoreadas por la municipalidad, desaguando sus aguas al río Pansalic
- Las aguas grises de dichas viviendas son conducidas por canales rústicos hacia cunetas o en el peor de los casos, de forma directa hacia la calle, la cual lo conduce hacia el río Pansalic
- El tránsito de transporte pesado no es común, ya que la carretera interamericana no atraviesa dicha ruta, sin embargo en ocasiones es desviado el tránsito a cercanías de la ubicación de los pozos
- La cobertura de calles es de adoquín y terracería, las calles no cuentan con cunetas ni sistemas de drenajes pluviales
- El nivel de cobertura en recursos humanos se limita a:
 - 1 encargado
 - 1 fontanero
 - 1 electricista

- 3 plomeros

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Presencia de áreas agrícolas con sistemas de riego por bombeo, crecimiento demográfico y expansión del área gris Falta de señalización del área de protección y de su importancia como zona de recarga hídrica	Sistemas de saneamiento residencial sin cobertura de drenaje ni tratamiento de residuos	Zona de actividad sísmica y de alta vulnerabilidad a deslizamientos	El nivel piezométrico bajo (5 – 10 metros) representa un riesgo constante de contaminación
Zona de Bombeo	Capacidad de bombeo limitado a la capacidad de las bombas	Zona de bombeo con colindancia a sistemas agrícolas, aguas negras y grises	Terreno con alta vulnerabilidad a deslizamiento, que se incrementa por estar en una zona de alta pendiente y cercana a tres fallas geológicas	Falta de tecnificación y modernización de las instalaciones de bombeo y de captación, condiciones primitivas
Zona de Abastecimiento	Cada 1.5 años las bombas pueden presentar problemas, vulnerabilidad de	El personal humano que labora actualmente es	Ubicación de la tubería en terrenos propensos al	Personal limitado para cubrir emergencias

	desabastecimiento temporal hasta por dos días	altamente capacitado para las labores y exigencias	deslizamiento Sistema eléctrico propenso a descompensación por descargas eléctricas	múltiples
--	-----------------------------------------------	----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona Agrícola + Ausencia de drenajes de aguas negras + Zona sísmica + Nivel piezométrico bajo	Alto riesgo	Riesgo Moderado	Inspección y regulación de agroquímicos utilizados Mantenimiento, clausura y reemplazo de sistema de saneamiento actual	MAGA, MARN, CONAP Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Capacidad de bombeo baja + falta de modernización del área de bombeo y captación	Riesgo Moderado	Alto riesgo	Instalación de bombas de mayor potencia posterior a la ampliación del área de bombeo y captación	Municipalidad INFOM MGCS
Zona de fallas geológicas + Pendientes elevadas + Terreno con alta captación hídrica +	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Control sobre la deforestación y el cambio de uso del suelo	INAB Municipalidad CONAP MARN

Falta de sistemas de conducción de aguas pluviales			Sistemas de conducción pluvial de calles y áreas grises	MGCS INFOM Municipalidad
----------------------------------------------------	--	--	---------------------------------------------------------	--------------------------------

Fotografías:



Foto 1. Cuarto de control de las bombas. Foto 2. Bomba y área de captación



Foto 3. Caja de captación de agua de manantial.

Foto 4. Manantial de agua nacida en cueva histórica

18. Pozo # 1 “La lomita”, Colonia Lomas de Portugal

Observaciones de campo:

Participantes: Eugenio Álvarez (Fontanero); Ingeniero Juan José Gómez García (Departamento de agua, municipalidad de Mixco)

Contacto: 46866334 (Ing. Juan J. Gómez), 42842551 (Eugenio Álvarez)

- Profundidad de 198 metros (46 tubos de hierro galvanizado de 4 pulgadas x 20 pies)
- La edad del pozo es de aproximadamente 45 años
- Cuenta con sistema de cloración automatizado
- El abastecimiento de energía es por medio de la empresa EEGSA, con sistema tri-fásico
- No cuentan con fuentes alternas de energía para el bombeo
- Se han presentado reportes de agua con arena fina
- La profundidad del pozo es de 450 metros

- Nivel estático de 600 pies
- Caudal de 310 galones por minuto
- Tiene cobertura en la colonia Lomas de Portugal, además en otras colonias como la Novena, Gema, 14 de octubre, El Anexo, Rivera del Río, Los Talleres, Diagonal 3
- La bomba tiene una vida útil máxima de 3 años, luego presenta problemas eléctricos
- El terreno donde se ubica la bomba es privado
- Se cobra una cuota de Q45 a Q65 por el servicio de agua
- El pozo no cuenta con camisa ni sello sanitario
- El acceso al pozo es por medio de la colonia Lomas de Portugal
- Solo se cuenta con dos personas en turnos de 24 horas por 24 horas
- Se realizan monitoreos de calidad de parte del Ministerio de Salud y el Instituto de Fomento Municipal INFOM
- Según relato del encargado del pozo, el nivel estático y caudal del pozo disminuyó después de la ocurrencia del terremoto de San Marcos, el caudal no se ha recuperado hasta la fecha
- Se realizan monitoreos posteriores a eventos sísmicos, en algunos casos se ha necesitado realizar limpieza de la tubería
- El pozo se ubica a pocos metros (25) de un barranco, se asume un nivel medio de esta amenaza
- En la periferia de la zona de bombeo de esta colonia, se ubica una zona densamente poblada, cubierta de construcción
- En la profundidad de los barrancos que rodean la zona urbana, se encuentran ríos contaminados por carga residual doméstica
- Se encuentra dentro del perímetro, una industria de fabricación de licores
- El potencial de crecimiento poblacional y expansión urbana es alto
- En la época seca se cuenta con el 40% de la capacidad de bombeo (según relato del encargado del pozo), es así que el servicio es racionado en horarios de 9:00 p.m. a 1:00 a.m.
- Se estima que hace 8 años se tenía una disposición mayor de agua, con bombeos que sustentaban un servicio de hasta 7 horas más que actualmente
- No se han reportado conexiones ilegales al sistema de abastecimiento
- El agua de los pozos 1 y 5 se dirigen a un tanque de captación y distribución. El pozo 6 no se encuentra en funcionamiento actualmente

Vulnerabilidades Observadas:

Enfoques de la vulnerabilidad / Zonas de estudio	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
<i>Zona de Recarga Hídrica</i>	La mayor parte del terreno está integrado por áreas impermeabilizadas por la construcción y obra gris	Fugas en las tuberías de conducción de aguas residuales ordinarias y especiales	Vulnerabilidad moderada de los pozos más cercanos a las laderas de los barrancos	Crecimiento urbano y poblacional (densidad poblacional)
<i>Zona de Bombeo</i>	Capacidad de bombeo menor a la demanda de agua poblacional	Crecimiento de la demanda hídrica	Generación de escorrentía y favorecimiento a inundaciones en cotas más bajas	Falta de gestión de zonas forestales de recarga hídrica
<i>Zona de Abastecimiento</i>	Fugas en el sistema que no sean reportadas	El sistema de abastecimiento está ubicado en una zona de denso tránsito de diverso tipo, incluyendo transporte de líquidos de alto riesgo	Sismos y deslizamientos	No se conoce con qué estándares de calidad y cantidad funcionan los sistemas de abastecimiento privados

Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona Densamente poblada + Drenajes de aguas negras con fugas + Alto nivel de bombeo	Alto riesgo	Riesgo Moderado	Revisión y mantenimiento a tuberías de drenajes de aguas servidas	Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Capacidad de bombas elevada + impermeabilización de zonas densamente pobladas	Riesgo Moderado	Alto riesgo	Implementación de zonas de captación hídrica densamente reforestadas	Municipalidad INFOM MGCS INAB
Zona Pendientes elevadas + Terreno impermeable a la captación hídrica + Cercanía a laderas de barrancos	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Control sobre la deforestación y el crecimiento urbano Sistemas de conducción pluvial de calles y áreas grises hacia zonas de captación e infiltración	Municipalidad INAB MARN MGCS INFOM Municipalidad

Fotografías:



Foto 5. Área densamente poblada, ubicada en la cota media de la cuenca, sus áreas de captación se ven amenazadas por el crecimiento urbano.

19. Pozo # 4 “El Zapote”, Colonia 1º de Julio

Observaciones de campo:

Participantes: Francisco López Días (Operador de la planta central)

- No cuentan con información estratigráfica o litológica de la perforación del pozo
- El material de la tubería del pozo es de hierro galvanizado
- La edad del pozo es mayor a 45 años
- La empresa perforadora es Daho Pozos
- El sistema de potabilización data de 17 años y actualmente funciona de forma automatizada
- La fuente de energía de la bomba es de 220 voltios y 110 voltios, servicio ofrecido por la empresa eléctrica EEGSA
- No cuentan con fuentes alternas de energía

- Se han reportado aguas de mala calidad, asociado a la disminución de los caudales
- El agua del pozo se mezcla con el agua de otros pozos en un tanque de captación y distribución, que surte a 5,600 hogares de aproximadamente 8 integrantes cada uno
- El destino del agua es para uso domiciliario
- Se da mantenimiento a la bomba cada 2 a 3 años, donde se atienden procedimientos de limpieza y reparaciones
- Cada bomba tiene aproximadamente una vida útil de 30 años
- No cuentan con sistema de bombeo alterno en caso de problemas técnicos
- El terreno donde se ubican los pozos y el tanque de captación son municipales
- El pago por el servicio de agua potable es de Q50
- Los pozos cuentan con sello de seguridad y camisa
- Los pozos se encuentran ubicados en la vía pública, protegidos por la municipalidad y con custodia de 2 personas que cuentan con el acceso o la llave
- Se realizan monitoreos cada 5 días
- En la periferia se caracteriza por crecimiento urbano y densidad poblacional elevada. El uso del suelo es forestal y agrícola en menor proporción
- El sistema de conducción de aguas residuales y pluviales es muy antiguo en la colonia donde se ubican los pozos de agua. La ubicación de los colectores de aguas servidas y pluviales en ocasiones coincide con la ubicación de un pozo de agua para consumo humano
- Las aguas residuales ordinarias que son transportadas por el sistema de conducción municipal, se presentan en condiciones crudas
- El tanque de captación tiene una capacidad de almacenamiento de 480 metros cúbicos de agua bombeada por los pozos municipales ubicados en la colonia. Se llena aproximadamente en 6 horas y el servicio es sectorizado en dos momentos, desde las 5:00 a.m. hasta las 7:00 a.m. y en otro sector de 8:00 a.m. a 10:30 a.m.
- Según lo detalla el encargado del funcionamiento del sistema de abastecimiento, el agua no es suficiente para la población, debido a que pueden haber hasta 2 a 3 familias viviendo en la misma residencia

Vulnerabilidades Observadas:

Enfoques de la vulnerabilidad / Zonas de estudio	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
<i>Zona de Recarga Hídrica</i>	La mayor parte del terreno está integrado por áreas impermeabilizadas por la construcción y obra gris	Fugas en las tuberías de conducción de aguas residuales ordinarias y colectores antiguos	Vulnerabilidad moderada de los pozos más cercanos a las laderas de los barrancos	Crecimiento urbano y poblacional (densidad poblacional)
<i>Zona de Bombeo</i>	Capacidad de bombeo menor a la demanda de agua poblacional por agotamiento del manto	Crecimiento de la demanda hídrica	Generación de escorrentía y favorecimiento a inundaciones en cotas más bajas	Falta de mantenimiento a sistemas de descargas de aguas servidas y pluviales
<i>Zona de Abastecimiento</i>	Fugas en el sistema que no sean reportadas y conexiones ilegales	El sistema de abastecimiento está ubicado en una zona de densa población y sitios poblados en condiciones de hacinamiento	Sismos, deslizamientos, socavación de colectores antiguos con fugas no reparadas	La densidad poblacional

Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona Densamente poblada + Drenajes de aguas negras con fugas + Alto nivel de bombeo	Alto riesgo	Riesgo Moderado	Revisión y mantenimiento a tuberías de drenajes de aguas servidas	Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Demanda hídrica no satisfecha + impermeabilización de zonas densamente pobladas	Riesgo Moderado	Alto riesgo	Implementación de zonas de captación hídrica densamente reforestadas	Municipalidad INFOM MGCS INAB
Zona Pendientes elevadas + Terreno impermeable a la captación hídrica + Cercanía a laderas de barrancos + Sistemas de colectores pluviales y aguas servidas históricos y sin mantenimiento	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Control sobre la deforestación y el crecimiento urbano Sistemas de conducción pluvial de calles y áreas grises hacia zonas de captación e infiltración	Municipalidad INAB MARN MGCS INFOM Municipalidad

Fotografías:



Foto 6. Caja colectora de aguas pluviales mezcladas con aguas negras.



Foto 7. Pozo de agua con sistema de cloración, vecino a la caja colectora.



Foto 8. Ladera a orilla de carretera, con amenaza de deslizamiento.



Foto 9. Vulnerabilidad de la recarga hídrica en términos de calidad, por el potencial uso de agroquímicos en zona agrícola peri urbana



Foto 10. Vulnerabilidad de la recarga hídrica por alta densidad poblacional



Foto 11. Zona de captación, potabilización y distribución de agua municipal

Municipio de Santa Catarina Pinula

Fecha: 31 de julio, 1y 4 de agosto de 2017.

Lugares Visitados:

X (WGS 84)	y	Nombre	Descripción
-90.3581	14.37644	Tanque de captación Río Las Minas	Naciente del río Las Minas, zona densamente forestal, sistemas antiguos de conducción y captación hídrica que datan de cientos de años
-90.5113	14.55373	Colonia Lomas de Santa Catarina	Zona residencial ubicada en áreas de alto riesgo a deslizamientos
-90.49346	14.56748	Pozo Huisital	Pozo municipal con alta demanda hídrica, abastece el casco urbano del municipio

20. Tanque de captación del río Las Minas

Observaciones de campo:

Participantes: Emiliano Hernández (Supervisor del área de captación), César Román (Fontanero del pozo Huisital) ambos de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula

Contacto: 59825976 (Nancy Franco, Departamento de Ambiente y Proyectos Verdes, Municipalidad de Santa Catarina Pinula); 54132260 (Lcda. Maritza Chacón A., Departamento de ambiente, Municipalidad de Santa Catarina Pinula); 31309979 (César Román)

- Tanque de captación de río Las Minas, construcción con roca, que data de mucho tiempo atrás, consta de tres entradas de 8 pulgadas cada una
- El agua que se capta en dicho tanque se dirige hacia el tanque Salvadora 1 en donde se potabilizar
- La tubería de conducción del agua, desde el tanque de captación hasta su destino en Salvadora 1, es de hierro galvanizado y PVC de 10 pulgadas, la tubería es muy antigua y se estima que el 40% de toda la instalación es con cobertura de PVC actual, tiene una extensión aproximada de 7 kilómetros, dentro de terrenos de alta pendiente y vulnerabilidad a deslizamientos

- El terreno donde se ubica esta zona de captación corresponde a una finca privada con acceso restringido, rodeado de zonas de alta plusvalía residencial
- El sistema es de constante mantenimiento. Ha resistido eventos extremos como el Huracán Mitch y la Tormenta Stan. No cuenta con sistemas automáticos de desarenadores ni de filtros o rejillas para remover desechos sólidos
- Para eventos extremos y emergencias se cuenta hasta con 20 personas a tiempo completo
- En el lugar de conducción y de captación no puede ingresar maquinaria, el trabajo depende de esfuerzo humano bajo condiciones de alto riesgo, recientemente se accidentó un obrero municipal en la instalación de tubería en un área de alto riesgo
- La escorrentía que se produce de las aguas pluviales y grises en la zona residencial de alta plusvalía, así como en los asentamientos, colonias, comercios y tránsito vehicular de la carretera a El Salvador, conducen aguas de baja calidad dentro de la microcuenca del río Las Minas, lo que representa un riesgo latente por tratarse de captación de agua superficial y por presentar un nivel freático bajo (10 metros)

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Presencia de áreas agrícolas y pecuarias, crecimiento demográfico y expansión del área gris Cobertura forestal dentro de terrenos con alto riesgo a deslizamiento	Sistemas de saneamiento residencial sin cobertura de drenaje ni tratamiento de residuos	Zona de actividad sísmica y de alta vulnerabilidad a deslizamientos	El nivel piezométrico bajo (5 – 10 metros) representa un riesgo constante de contaminación
Zona de Captación y conducción	Bombeo de residenciales y colonias privadas, que	Zona de bombeo con colindancia a sistemas	Terreno con alta vulnerabilidad a deslizamiento, que	Falta de tecnificación y modernización

	no tiene control municipal	agrícolas, aguas negras y grises	se incrementa por estar en una zona de alta pendiente y cercana a tres fallas geológicas	de las instalaciones de conducción y de captación, condiciones primitivas
Zona de Abastecimiento	Una parte de la tubería que conduce el agua de este sistema, se encuentra expuesto a serias amenazas de deslizamiento, derrumbes y caídas de árboles, está constituido de materiales muy antiguos conectado a tubería reciente	Zona de captación de escorrentía pluvial en zona urbana (carretera) y área residencial en la microcuenca del río Las Minas	Ubicación de la tubería en terrenos propensos al deslizamiento Las descargas pluviales convertidas en escorrentía son dirigidas hacia sistemas lóticos cercanos, generando socavamientos y erosión de la margen de los ríos	Personal limitado para cubrir emergencias múltiples

Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona Agrícola y pecuaria + Zona de crecimiento urbano + incerteza en la cobertura de tratamiento de las aguas residuales + falta de modernización del sistema de captación	Alto riesgo	Riesgo Moderado	Inspección y regulación de agroquímicos utilizados Auditoría completa de colonias privadas y residenciales para caracterizar el sistema de bombeo y de tratamientos de aguas residuales	MAGA, MARN, CONAP Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Capacidad de captación alta + falta de modernización del área de captación	Riesgo Moderado	Alto riesgo	Actualización y modernización de las instalaciones de captación y almacenamiento	Municipalidad INFOM MGCS
Zona de fallas geológicas + Pendientes elevadas + Terreno con alta captación hídrica + Sistema de conducción de agua	Riesgo moderado	Alto riesgo	Cambio de lugar de la tubería de abastecimiento	Municipalidad MARN MGCS INFOM Municipalidad

Calidad del agua Observada:

Nombre	Río Cienaga II	Dimensional	Vulnerabilidad
°T	16.9	°C	ND
pH	6.86		ND
Sal	211	ppm	ND
STD	300	ppm	ND
CE	433	µs/cm	ND
Nombre	El Tunel (agua para consumo)	Dimensional	Vulnerabilidad
°T	18.8	°C	ND
pH	6.4		ND
Sal	118	ppm	ND
STD	167	ppm	ND
CE	241	µs/cm	ND
Nombre	Río Santiago	Dimensional	Vulnerabilidad
°T	20.6	°C	ND
pH	7.85		ND
Sal	414	ppm	ND
STD	532	ppm	ND
CE	740	µs/cm	MEDIO (Salinización del suelo)

Fotografías:



Foto 12. Tubería dañada que capta aguas pluviales conducidas por un riachuelo efimero.



Foto 13. Sistema de captación y conducción hacia tanque, evidentemente dañado y sin funcionamiento, pero en uso.



Foto 14. Tanque desarenador al frente y tanque de captación al fondo. Construcción data de hace muchos años



Foto 15. Tanque de captación y almacenamiento previo a conducción de agua de la microcuenca del río Las Minas



Foto 16. Tubería de hierro dúctil con fugas



Foto 17. Tubería de PVC recientemente instalada en una zona de alto riesgo a deslizamientos



Foto 18. Sucesión histórica de los tipos de tubería que han funcionado, se observa la más antigua, tubería de arcilla conglomerada (sin referencia), seguida de tubería de hierro forjado (principios de 1900 hasta 1948). Encima de ella, la tubería más reciente de PVC, instalada en 2017.



Foto 19. Tubería con accesorios en hierro dúctil, posterior a 1948.



Foto 20. Tubería afectada por la caída de un árbol en una ladera con alta pendiente

21. Colonia Lomas de Santa Catarina Pinula

Observaciones de campo:

Participantes: Nancy Franco de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula

Contacto: 59825976 (Nancy Franco, Departamento de Ambiente y Proyectos Verdes, Municipalidad de Santa Catarina Pinula); 54132260 (Lcda. Maritza Chacón A., Departamento de ambiente, Municipalidad de Santa Catarina Pinula)

- La colonia y sus sistemas de bombeo y drenajes tienen 28 años de construcción
- El pozo mecánico de 10 metros de profundidad cuenta con revestimiento de concreto y block
- A un costado del pozo pasa un río de aguas negras, que está a un costado de un manantial captado dentro de un tanque que es dirigido hacia la tubería de distribución
- Cuenta con un sistema de pozos de absorción de aguas negras, que rebalsan hacia tanques sépticos en ambos casos, sin revestimiento. Un total de 17 pozos de absorción, uno de ellos cercano a ladera de barranco. 5 fosas sépticas con 18 años de vida útil
- La cobertura del sistema de drenaje es para 900 personas que habitan en 150 hogares conectados
- Los pozos de absorción se han rebalsado hacia otras áreas colindantes
- Zona de alta pendiente y colinda con laderas de barrancos pronunciados
- El agua de los pozos cuenta con sistema de cloración desde hace 4 años
- Se han registrado casos de fiebre tifoidea en la colonia
- Recientemente se ha comenzado a dar un tratamiento biológico con bacterias, dentro de las fosas sépticas, el cual se lleva a cabo cada 6 meses
- Las fosas sépticas y los pozos de absorción también reciben aguas pluviales
- En los alrededores principalmente se desarrollan zonas residenciales con abastecimiento y saneamiento privado que abastece aproximadamente a 20 mil personas, de las colonias Pasajes del Carmen, Boca del Monte, Condado Las Brisas, Apartamentos Las Vistas)
- El cobro municipal por el abastecimiento de agua y el saneamiento en las condiciones actuales tiene un valor de Q45
- Se ha solicitado desde hace 5 años la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a la mala condición en que se encuentran, sin embargo no se ha logrado concretar, en parte por la topografía del terreno y la carencia de terreno adecuado, ya que la colonia está catalogada de alto riesgo, por los deslizamientos
- Dentro de la colonia se han secado dos pozos de 600 pies de profundidad, aproximadamente 12 años atrás

- Actualmente se han construido 3 nuevos condominios y hay uno en construcción, con pérdida de cobertura forestal y abastecimiento privado
- Se ha considerado la perforación de un nuevo pozo en un área verde propia de la colonia. Con el riesgo de ubicarse a escasos metros de 2 pozos de absorción de aguas residuales, en actual funcionamiento

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Cobertura forestal dentro de terrenos con alto riesgo a deslizamiento	Sistemas de saneamiento residencial dirigido hacia pozos de absorción y tanque séptico sin revestimiento	Zona de actividad sísmica y de alta vulnerabilidad a deslizamientos	Bajo nivel piezométrico
Zona de Captación y conducción	Bombeo de residenciales y colonias privadas en constante crecimiento y sin control municipal	Zona de bombeo con colindancia a aguas negras y grises	Terreno con alta vulnerabilidad a deslizamiento, que se incrementa por estar en una zona de alta pendiente y cercana a laderas de barrancos	Posible construcción de nuevo pozo para abastecimiento de otros sectores
Zona de Abastecimiento	Una parte de la tubería que conduce el agua de este sistema, se encuentra expuesto a serias amenazas de	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con pozos de absorción, lo cual	Ubicación de la tubería en terrenos propensos al deslizamiento Las descargas pluviales	Personal limitado para cubrir emergencias múltiples

	deslizamiento, derrumbes y caídas de árboles	es rebasado durante eventos lluviosos, exponiendo aguas negras en la superficie del terreno	convertidas en escorrentía son dirigidas hacia sistemas de absorción con riesgo de socavamiento	
--	----------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Zona de crecimiento urbano + incerteza en la cobertura de tratamiento de las aguas residuales + falta de modernización del sistema de depuración de aguas residuales	Alto riesgo	Riesgo Alto	Auditoría completa de colonias privadas y residenciales para caracterizar el sistema de bombeo y de tratamientos de aguas residuales en funcionamiento y potenciales	MAGA, MARN, CONAP Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Capacidad de captación alta + falta de modernización del sistema de depuración de aguas residuales	Riesgo Moderado	Alto riesgo	Actualización y modernización de las instalaciones de depuración de aguas residuales	Municipalidad INFOM MGCS
Aguas negras	Riesgo alto	Alto riesgo	Cambio de lugar del	Municipalidad

superficiales + Pendientes elevadas + Terreno con alta captación hídrica + Sistema de bombeo cercano			pozo o reforzamiento de su sello de seguridad	MARN MGCS INFOM Municipalidad
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-----------------------------------------------------	----------------------------------------

Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	Río Las Minas		Vulnerabilidad
°T	21.1	°C	ND
pH	7.5		ND
Sal	180	Ppm	ND
STD	222	Ppm	ND
CE	297	μs/cm	ND

Nombre	Agua de manantial		
°T	23.3	°C	ND
pH	6.3		ND
Sal	118	Ppm	ND
STD	165	Ppm	ND
CE	235	μs/cm	ND

Nombre	río de aguas negras		
°T	22.9	°C	ND
pH	7.35		ND
Sal	350	Ppm	ND
STD	504	Ppm	ND
CE	721	μs/cm	Salinización del suelo

Nombre	Pozo Lomas SC Pinula		
°T	23.7	°C	ND
pH	6.27		ND
Sal	107	Ppm	ND
STD	154	Ppm	ND
CE	221	μs/cm	ND

- Fotografías:



Foto 21. Parque ecológico de la colonia Lomas de Santa Catarina Pinula, donde se tiene planeado perforar un nuevo pozo de agua para consumo.



Foto 22. Actual pozo en funcionamiento que abastece la colonia Lomas de SC Pinula



Foto 23. Interior del pozo de la colonia Lomas de SC Pinula, revestimiento de block. El pozo no cuenta con sello de seguridad.

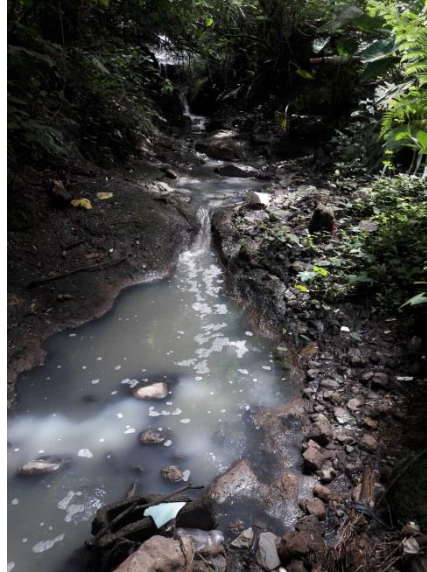


Foto 24. Río de aguas negras que pasa a un costado del pozo de la colonia Lomas de SC Pinula

22. Pozo Huisital

Observaciones de campo:

Participantes: Nancy Franco de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula, César Román (Fontanero del pozo Huisital)

Contacto: 59825976 (Nancy Franco, Departamento de Ambiente y Proyectos Verdes, Municipalidad de Santa Catarina Pinula); 54132260 (Lcda. Maritza Chacón A., Departamento de ambiente, Municipalidad de Santa Catarina Pinula); 31309979 (César Román)

- El sistema de bombeo Huisital consta de un tanque de captación que recibe agua de 5 pozos aledaños, los cuales están dispuestos con llaves graduadas, las cuales dan paso al agua que se distribuye en otros sectores y el sobrante llega hasta el tanque ubicado en el pozo Huisital
- El tanque tiene capacidad de almacenar 240 metros cúbicos de agua
- El agua del tanque se distribuye en el área central del municipio, zonas 1 y 2, de las 4:00 a.m., hasta las 7:00 a.m.
- El agua del tanque es monitoreada por el Ministerio de Salud, quienes no tienen días previstos para realizar sus inspecciones
- En los alrededores funcionan sistemas municipales y sistemas privados para la conducción de las aguas residuales y tratamiento

Vulnerabilidades Observadas:

	Sustentabilidad de manejo (oferta/demanda)	Amenazas Antrópicas	Amenazas Naturales	Factores de Agravamiento
Zona de Recarga Hídrica	Crecimiento urbanístico residencial Cobertura forestal dentro de terrenos privados	Expansión del área gris y urbano	Zona de actividad sísmica y de alta vulnerabilidad a deslizamientos	Manejo forestal fuera de control municipal
Zona de Captación y	Bombeo de residenciales y	Zona de bombeo con colindancia a	Terreno con alta vulnerabilidad a	Zona de alto riesgo, inseguridad

conducción	colonias privadas en constante crecimiento y sin control municipal	aguas negras y grises	deslizamiento, que se incrementa por estar en una zona de alta pendiente	por violencia criminal ha afectado a trabajadores municipales
Zona de Abastecimiento	Una parte de la tubería que conduce el agua de este sistema, se encuentra expuesto a serias amenazas de deslizamiento, derrumbes y caídas de árboles	Zona de captación de escorrentía que se mezcla con pozos de absorción, lo cual es rebasado durante eventos lluviosos, exponiendo aguas negras en la superficie del terreno	Ubicación de la tubería en terrenos propensos al deslizamiento Las descargas pluviales convertidas en escorrentía son dirigidas hacia sistemas de absorción con riesgo de socavamiento	Personal limitado para cubrir emergencias múltiples

- Escenario de Riesgo Asociado a las Vulnerabilidades Observadas:

	Contaminación	Escasez	Medida de mitigación	Fuentes
Zona de alta precipitación + Zona de crecimiento urbano + incerteza en la cobertura de fugas del sistema de drenajes pluviales y sanitarios	Alto riesgo	Riesgo Alto	Auditoría completa de colonias privadas y residenciales para caracterizar el sistema de bombeo y de tratamientos de aguas residuales en funcionamiento y potenciales	MAGA, MARN, CONAP Municipalidad MGCS MSPAS INFOM
Demanda hídrica	Riesgo Moderado	Riesgo	Seguridad en horas	Municipalidad

elevada + sistema de bombeo en zona de alto riesgo de seguridad		Moderado	vulnerables en los sistemas de bombeo	INFOM MGCS PNC
Aguas negras superficiales + Pendientes elevadas + Terreno con alta captación hídrica + Sistema de bombeo cercano	Riesgo alto	Alto riesgo	Monitoreo y corrección de fugas del sistema colector de aguas residuales	Municipalidad MARN MGCS INFOM Municipalidad

- Parámetros de Calidad de Agua observados en campo

Nombre	Pozo Huisital		
°T	24.7	°C	ND
pH	7.01		ND
Sal	132	ppm	ND
STD	190	ppm	ND
CE	274	μs/cm	ND

Anexo 14. Boletas de resultados de análisis de agua de pozos municipales: