



Tamaulipas
Gobierno del Estado

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO

“SEGUNDA LÍNEA DEL ACUEDUCTO GUADALUPE
VICTORIA EN CIUDAD VICTORIA, TAM.”



CONTENIDO

1. Resumen ejecutivo.....	1
1.1 Nombre del proyecto.....	1
1.2 Objetivo del proyecto de inversión	1
1.3 Localización	1
1.4 Problemática Identificada	2
1.5 Breve descripción del proyecto de inversión	3
1.6 Empleos generados y población beneficiada	4
1.7 Horizonte de Evaluación	4
1.8 Descripción de los principales costos del proyecto de inversión	4
1.9 Descripción de los principales beneficios del proyecto de inversión	5
1.10 Monto total de inversión	5
1.11 Riesgos asociados al proyecto de inversión	6
1.12 Indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión	8
1.13 Conclusión del análisis del proyecto de inversión	8
2. Situación actual del proyecto de inversión	9
2.1 Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1 Infraestructura existente	15
2.1.2 Sistema de potabilización	20
2.1.3 Red de distribución	22
2.1.4 Sistema de regulación.....	23
2.1.5 Sistema de alcantarillado	24
2.1.6 Saneamiento	26
2.1.7 Problemática	27
2.2 Análisis de la oferta Actual	38
2.3 Análisis de la Demanda Actual	70
2.4 Diagnóstico de la Interacción de la oferta-demanda actual	77

2.4.1 Principales supuestos y consideraciones	79
3. Situación sin el proyecto de inversión	80
3.1 Optimizaciones	80
3.2 Análisis de la oferta en la situación sin Proyecto	81
3.3 Análisis de la Demanda en la situación sin Proyecto	82
3.4 Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda con optimizaciones en la situación sin Proyecto	84
3.5 Alternativas de solución	91
3.5.1 Alternativa No. 1 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con trazo paralelo al acueducto actual	93
3.5.2 Alternativa No. 2 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria trazo por Loma Prieta	104
3.5.3 Análisis técnico alternativas	126
3.5.4 Alternativa seleccionada	127
4. SITUACIÓN CON EL PROYECTO	129
4.1 Descripción general	129
4.2 Alineación estratégica	144
4.3 Localización geográfica	147
4.4 Calendario de actividades	149
4.5 Monto total de inversión	149
4.6 Fuentes de financiamiento	150
4.7 Capacidad instalada	150
4.8 Metas anuales y totales de producción	150
4.9 Vida útil	151
4.10 Descripción de los aspectos más relevantes	152
4.10.1 Factibilidad técnica	152
4.10.2 Estudios legales	161
4.10.3 Estudios ambientales	167
4.11 Análisis de la oferta	172

4.12	Análisis de la demanda	174
4.13	Interacción oferta-demanda	175
4.13.1	Interacción oferta-demanda a nivel mensual	177
4.13.2	Principales supuestos y consideraciones	187
5.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO	188
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto de inversión	188
5.1.1	Costos de Inversión.....	188
5.1.2	Operación y mantenimiento	189
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión	190
5.3	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	202
5.4	Análisis de sensibilidad	204
5.5	Análisis de riesgos.....	206
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	208
7.	BIBLIOGRAFÍA	209

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Nombre del proyecto

Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamaulipas.

1.2 Objetivo del proyecto de inversión

El objetivo del proyecto es la construcción de la **Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tam.,** consiste en la construcción de un acueducto con una longitud de 54.7 km para conducir 750 l/s y de este modo complementar el suministro de agua apta para uso y consumo humano proveniente de una fuente de abastecimiento sostenible que pueda cubrir la demanda actual y futura de la población. Complementariamente se tiene como objetivo aumentar la calidad del agua suministrada mediante el reemplazo y modernización de la planta potabilizadora.

1.3 Localización

El proyecto se localiza en el municipio de Victoria ubicado en el estado de Tamaulipas como se muestra en la Figura 1.



Figura 1.1 Macrolocalización del proyecto

Fuente: Elaboración con base en la información del Marco Geoestadístico 2021 de INEGI.

Específicamente el proyecto de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria, tiene su inicio en la obra de toma existente en la presa Vicente Guerrero y concluirá en el tanque de almacenamiento que será ubicado en el terreno donde se encuentra la planta

potabilizadora que actualmente opera, en la Figura 2.1 se muestra la localización del proyecto junto con sus componentes y en la Tabla 1.1 se muestran las coordenadas de los principales componentes del proyecto.

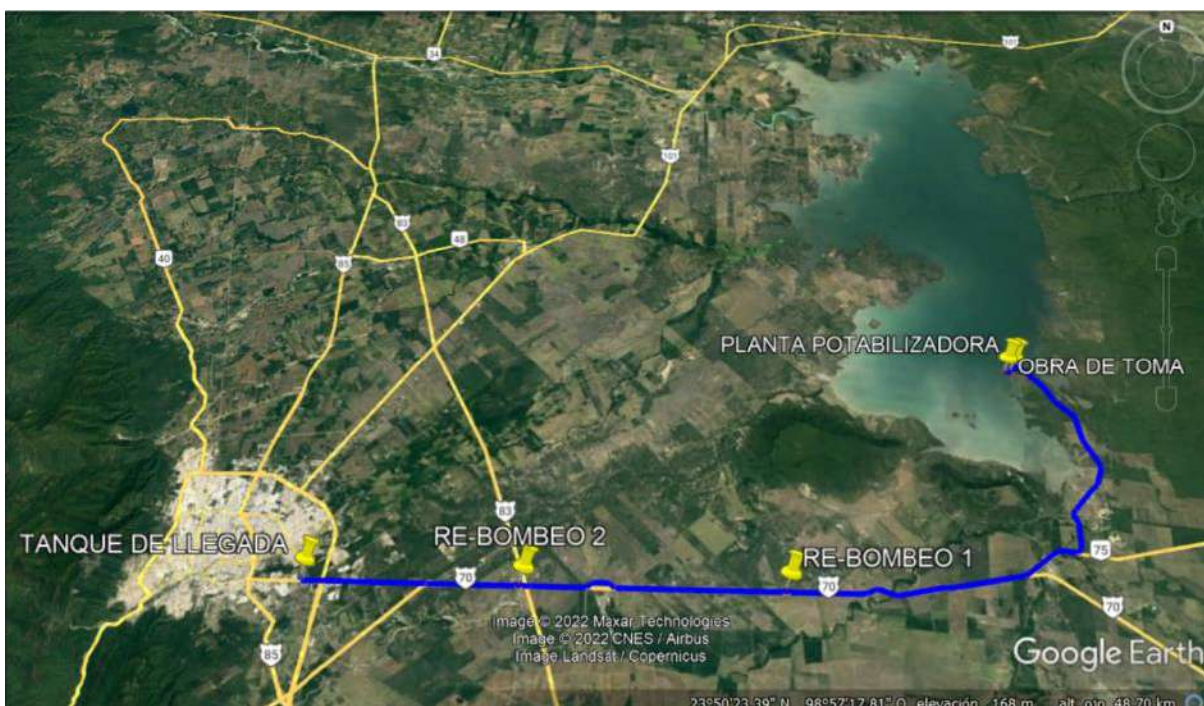


Figura 1.2 Microlocalización del proyecto

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Tabla 1.1 Coordenadas de los principales componentes del Proyecto

Concepto	Latitud N	Longitud O
Obra de toma presa Vicente Guerrero	23.836667	-98.734444
Planta potabilizadora	23.836728	-98.730894
Rebombeo No. 1	23.716692	-98.869236
Rebombeo No. 2	23.718400	-98.999064
Tanque de almacenamiento	23.719444	-99.105278

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

1.4 Problemática Identificada

Las condiciones en las cuales se encuentra el abastecimiento del servicio de agua potable en Ciudad Victoria no solamente impactan en la pérdida de bienestar de la población, sino que también limitan el desarrollo económico de la Ciudad.

Actualmente, para incrementar el suministro de agua a la población, no se puede explotar más agua subterránea dada la sobreexplotación que existe en los acuíferos; por otra parte existe un volumen adicional asignado de la presa Vicente Guerrero que no ha podido ser aprovechado, dado que la infraestructura existente tiene una capacidad limitada y además, al tener 30 años en operación, presenta condiciones de riesgo en su conducción y potabilización que podrían dejar sin suministro de agua a la población durante varios días.

Por lo anterior, es urgente poner en marcha los proyectos que permitan incorporar nuevos volúmenes de agua cuya calidad sea totalmente apta para el uso y consumo humano, de tal manera que se permita satisfacer la demanda de la población en los próximos años.

1.5 Breve descripción del proyecto de inversión

El proyecto de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria consta de los siguientes componentes:

1. **Línea de conducción** de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) y algunos tramos de acero al carbón y hierro dúctil, con un diámetro de 36 pulgadas y una longitud de 54.726 km, para conducir un gasto de 750 l/s que irá, en su mayor parte, paralela a la primera línea de conducción. Inicia su recorrido en la obra de toma de la presa Vicente Guerrero y termina en un nuevo tanque de almacenamiento.
2. La **estructura de captación** de agua en la presa Guadalupe Victoria y sus respectivos equipos de bombeo. Se aprovechará y adecuará la obra de toma existente en la presa, para incorporar un equipo de bombeo necesario para permitir extraer el caudal de 750 l/s de agua de la presa y conducirlo hacia la nueva planta potabilizadora.
3. La **planta potabilizadora** ubicada a 400 m de la obra de toma, con una capacidad para tratar 1,500 l/s de las líneas uno y dos del acueducto. Tendrá un sistema convencional conformado por: coagulación - floculación - sedimentación - filtración – desinfección para remover una concentración máxima de SST de 155 mg/l (100 - 120 UTN). Contará con dos trenes de tratamiento, cada uno con tres módulos para floculación y sedimentación de 250 l/s cada uno y seis módulos de 125 l/s cada uno para la filtración.
4. Las **plantas de rebombeo** 1 y 2 de la nueva línea 2. Se construirán junto a las plantas de bombeo de la línea uno, ambas plantas de rebombeo tendrán las mismas características. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y una de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s lo que permitirá

conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 300 HP.

5. **Dispositivos de protección.** Con la finalidad de controlar los efectos de los fenómenos transitorios, que se presentarán en la línea de conducción, se diseñó la construcción de cámaras de aire en los sitios de rebombeo.
6. **Control supervisorio.** Con el fin de controlar y supervisar la operación de las dos líneas del acueducto fue incluido un sistema de control supervisorio, comunicando, tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el cuarto de control central que se ubicará en Ciudad Victoria.
7. **Tanque de almacenamiento.** El tanque de almacenamiento de agua potable será construido en el terreno donde se ubica la planta potabilizadora actual; tendrá una capacidad de 10,000 m³ y será construido a base de placas de acero.
8. **Camino de acceso.** Se pavimentará la terracería actual a un camino tipo C, desde Jacinto Canek hasta la nueva planta potabilizadora

1.6 Empleos generados y población beneficiada

El proyecto generará 3,068 empleos de los cuales 2,307 serán empleos directos y 761 empleos indirectos.

La población beneficiada será de 361,165 habitantes al inicio de la operación del Proyecto, los cuales tendrán un consumo con agua suficiente en cantidad y calidad,

1.7 Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación está compuesto por tres años de inversión y 30 años de operación del proyecto, siendo de 2023-2055.

1.8 Descripción de los principales costos del proyecto de inversión

El costo total del proyecto de la “Construcción de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria” asciende a 1,457.8 millones de pesos, sin IVA, e incluye los siguientes componentes.

Tabla 1.2 Costo del proyecto de inversión

Concepto	Costo s/IVA
1. Línea de conducción	712'642,243
2. Planta potabilizadora	343'079,940
3. Plantas de bombeo	186'078,362
4. Dispositivos de protección	10'863,687

Concepto	Costo s/IVA
5. Control supervisorio	10'963,566
6. Tanque de almacenamiento	37'534,437
7. Camino de acceso	74'146,499
8. Supervisión	82'920,312
Total	1,457'827,258

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

Por otra parte, los costos sociales de operación y mantenimiento requeridos para el correcto funcionamiento del Proyecto se estiman en 57'803,883 pesos al año, a valores de 2023 sin IVA.

Tabla 1.3 Costos de operación y mantenimiento

Concepto	Costo Anual (\$)
Mantenimiento	12,114,205
Salarios	4,070,982
Energía eléctrica	36,033,759
Potabilización	5,584,937
Total	57,803,883

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

1.9 Descripción de los principales beneficios del proyecto de inversión

Como resultado de la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios que el proyecto genera, se identificaron los siguientes beneficios que ofrece el PPI:

- Liberación de recursos por disminución del consumo de agua en pipas.
- Beneficio por mayor consumo de agua potable por parte de la población.
- Liberación de recursos por dejar de operar la Planta Potabilizadora

El total de los beneficios en el periodo de operación del proyecto ascienden a \$9,456 millones de pesos de 2023.

1.10 Monto total de inversión

La construcción de las componentes de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria tiene un importe de inversión 1,691'079,620 pesos, IVA incluido a pesos de 2023.

1.11 Riesgos asociados al proyecto de inversión

Tabla 1.4 Análisis de riesgos

Factor de riesgo	Etapas	Descripción	Probabilidad	Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación	Objetivo al que impacta
I. Riesgos de licitación						
a) Riesgo de declaración desierta	Licitación	Cuando la totalidad de las proposiciones presentadas no reúnan los requisitos solicitados en la convocatoria o las propuestas económicas se encuentran fuera de los límites aceptables.	Baja.	Dificultad de cumplir con las especificaciones de las bases. Plazos de ejecución imposibles de cumplir.	Formular Términos de Referencia, bases de licitación y alcances de los concursos claros y factibles. Especificar requisitos para que los licitantes puedan ser admitidos como tales.	Plazo
b) Riesgo en la demora de adjudicación de contrato	Licitación	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto, generando perjuicios financieros.	Baja.	Dilación en el análisis de las propuestas de los licitantes y el fallo correspondiente.	Asignar prioridad alta al análisis de los documentos presentados por los licitantes y establecer los criterios de adjudicación en las bases del concurso.	Plazo
c) Riesgo de impugnación	Licitación	Uno o varios de los participantes en la licitación se inconforman con el fallo de selección del proveedor de servicio.	Baja.	Bases de licitación ambiguas. Fallo insuficientemente documentado y fundado.	Diseñar bases de licitación claras y llevar el proceso de licitación con estricto apego a la normatividad, y emitir el fallo con base en análisis objetivos sólidamente fundados.	Plazo
II. Riesgos de construcción / ejecución						
a) Riesgos de atrasos en el desarrollo de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Atrasos en la ejecución de las actividades programadas para la etapa de la ejecución.	Baja.	Fenómenos meteorológicos adversos y dificultades técnicas no previstas.	Revisar y aprobar el proyecto ejecutivo, el calendario de inversiones y disponibilidad de recurso. Implementar esquemas de supervisión de obra a fin de prever y corregir desviaciones.	Plazo

Factor de riesgo	Etapas	Descripción	Probabilidad	Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación	Objetivo al que impacta
b) Riesgo por sobre costo de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Aumento de distintos costos de ítems en la etapa de ejecución debido a incrementos en las cubriciones, e insumos indispensables para desarrollar los trabajos.	Baja.	Incrementos volumen de obras y/o precios de materiales.	Mantener actualizado los precios previos a la ejecución.	Costos
c) Retraso en el presupuesto de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Demora en la asignación presupuestaria para el proyecto y/o recortes a la inversión del Proyecto.	Baja.	Retraso en la disponibilidad de los recursos.	Tener preparada la documentación, permisos y trámites para la ejecución de la inversión.	Plazo
III. Riesgos en la Operación y Mantenimiento						
a) Riesgo operativo	Etapas de operación	Mantenimiento del proyecto.	Baja.	Incremento en los insumos para el mantenimiento.	Realizar un programa anual de mantenimiento del sistema.	Costos
b) Eventos naturales	Etapas de operación	Hechos de la naturaleza que impiden la operación del proyecto y destruyen activos.	Baja.	Factores naturales climáticos o tectónicos	Realizar y establecer un protocolo de actuación ante eventos naturales, considerando medidas de mitigación de daños, y mantenimiento.	Costos

Fuente: Elaboración propia

1.12 Indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión

Tabla 1.5 Indicadores de rentabilidad

Indicador	Valor
Valor Actual Neto Social (VANS)	\$7,650,158,455
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	45.45%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	65.46%

Fuente: Elaboración propia

1.13 Conclusión del análisis del proyecto de inversión

Con base en el análisis cuantitativo y cualitativo realizado para la zona de estudio, las condiciones demográficas y económicas de la región, y las características específicas de las alternativas de solución mostradas en el presente Análisis Costo Beneficio, se concluye que el PPI: Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamps, mediante la construcción de un acueducto de 54 km para conducir 750 l/s, la construcción de una planta potabilizadora, más tres plantas de bombeo, tiene la capacidad de atender el problema que dio origen al presente estudio.

De acuerdo con las condiciones observadas mediante al análisis de la interacción de la Oferta – Demanda en Situación con el PPI se observa que, al ejecutarse, se logra reducir el déficit de 250 a 0 l/s para el primer año de operación del PPI (2026).

Por su parte, los indicadores de la evaluación muestran que el PPI tiene una TIR de 45.45% lo cual indica que el Proyecto es viable desde la perspectiva socioeconómica, ya que este porcentaje es mayor a la tasa de descuento empleada para evaluar el PPI. Cuenta con un VAN de \$7,650 mdp y una TRI de 65.46%.

Respecto al análisis de sensibilidad se determinó cuáles son los aspectos prioritarios a los que hay que darles un puntual seguimiento, a fin de establecer las medidas pertinentes para su debida atención: el PPI es medianamente sensible a reducciones en los beneficios y muy poco sensible al cambio de la inversión y a la variación de los costos de operación y mantenimiento.

En términos generales, se concluye que el PPI mantiene un bajo nivel de riesgos que obstaculicen el cumplimiento de su propósito en todas sus distintas etapas como son la licitación, construcción y operación.

Con base en lo antes descrito se recomienda implementar el PPI: *Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamaulipas*, y llevarlo a cabo de acuerdo con lo planteado en la ingeniería y en este documento.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

2.1 Diagnóstico de la situación actual

Ciudad Victoria, capital del Estado de Tamaulipas y cabecera del municipio de Victoria, es una de las cuatro ciudades de mayor importancia de la entidad. En ella se concentran los poderes estatales y municipales. El abasto de agua a esta ciudad, así como su desalojo y saneamiento, se lleva a cabo por el organismo operador denominado Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de Victoria (COMAPA), organismo público descentralizado del municipio de Victoria, Tam.

El municipio de Victoria se encuentra ubicado entre los paralelos 23º 59' y 23º 24' de Latitud Norte y los meridianos 99º 55' y 99º 26' de Longitud Oeste; a una altitud media de 321 msnm; se localiza en la región centro del Estado, sobre la cuenca hidrológica del río Soto La Marina y en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

Sus colindancias son: al Norte con el municipio de Güémez; al Sur con el de Llera, al Este con el de Casas y al Oeste con el municipio de Jaumave. Su extensión territorial es de 1,634.08 kilómetros cuadrados, lo que representa el 2.05 por ciento del territorio de la entidad. El Municipio cuenta con 271 localidades, de las que resaltan por su importancia: Ciudad Victoria, Alianza de Caballeros, Alto de Caballeros, Benito Juárez, La Misión, Santa Librada, La Libertad, Lázaro Cárdenas, Aquiles Serdán, El Fuerte Portes Gil, Laborcitas, Congregación Caballeros, Manuel Ávila Camacho y Tierra Nueva.

En la siguiente figura se presenta la localización geográfica del Estado Tamaulipas y su capital Victoria.

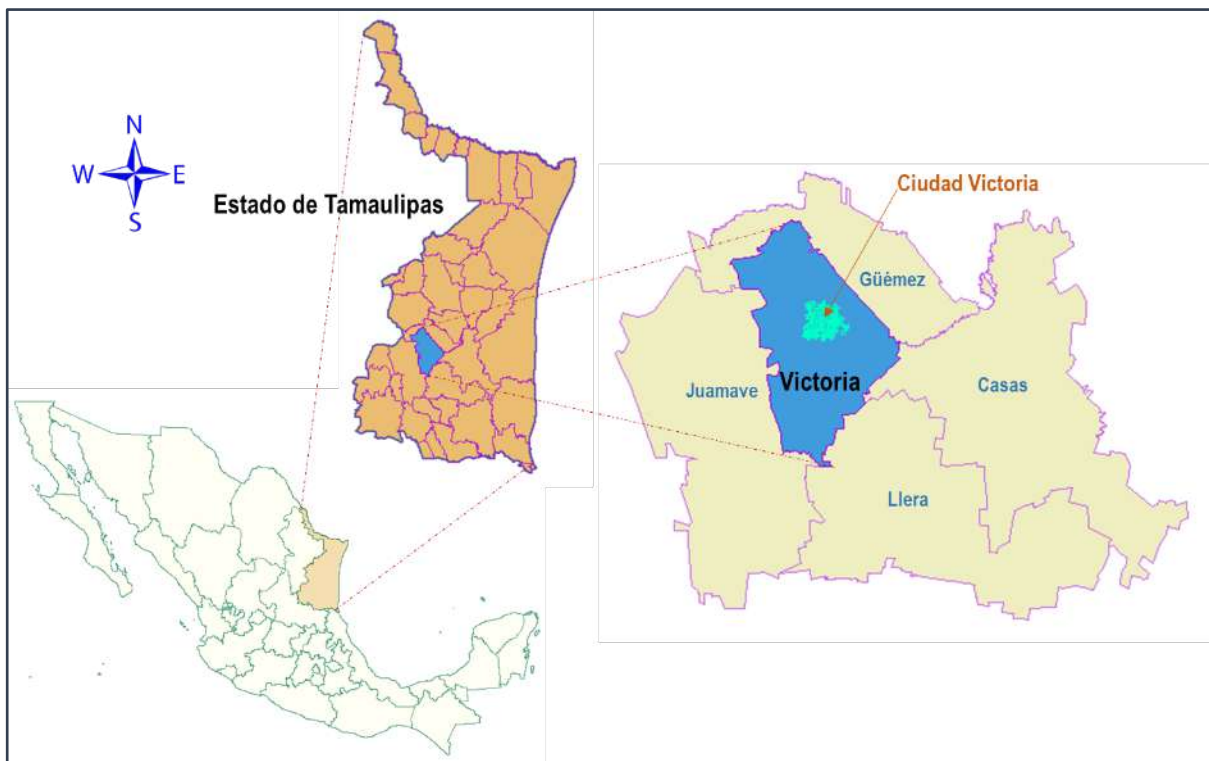


Figura 2.1 Localización geográfica del municipio Victoria

Fuente: Elaboración con base en la información del Marco Geoestadístico 2021 de INEGI.

Clima y temperatura

El rango de temperatura en el municipio va de 16° a 24° C y tiene un rango de precipitación de 400 a 1100 mm. Con respecto al clima, victoria tiene un clima predominante semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad en el 89% del territorio (ver Figura 4)

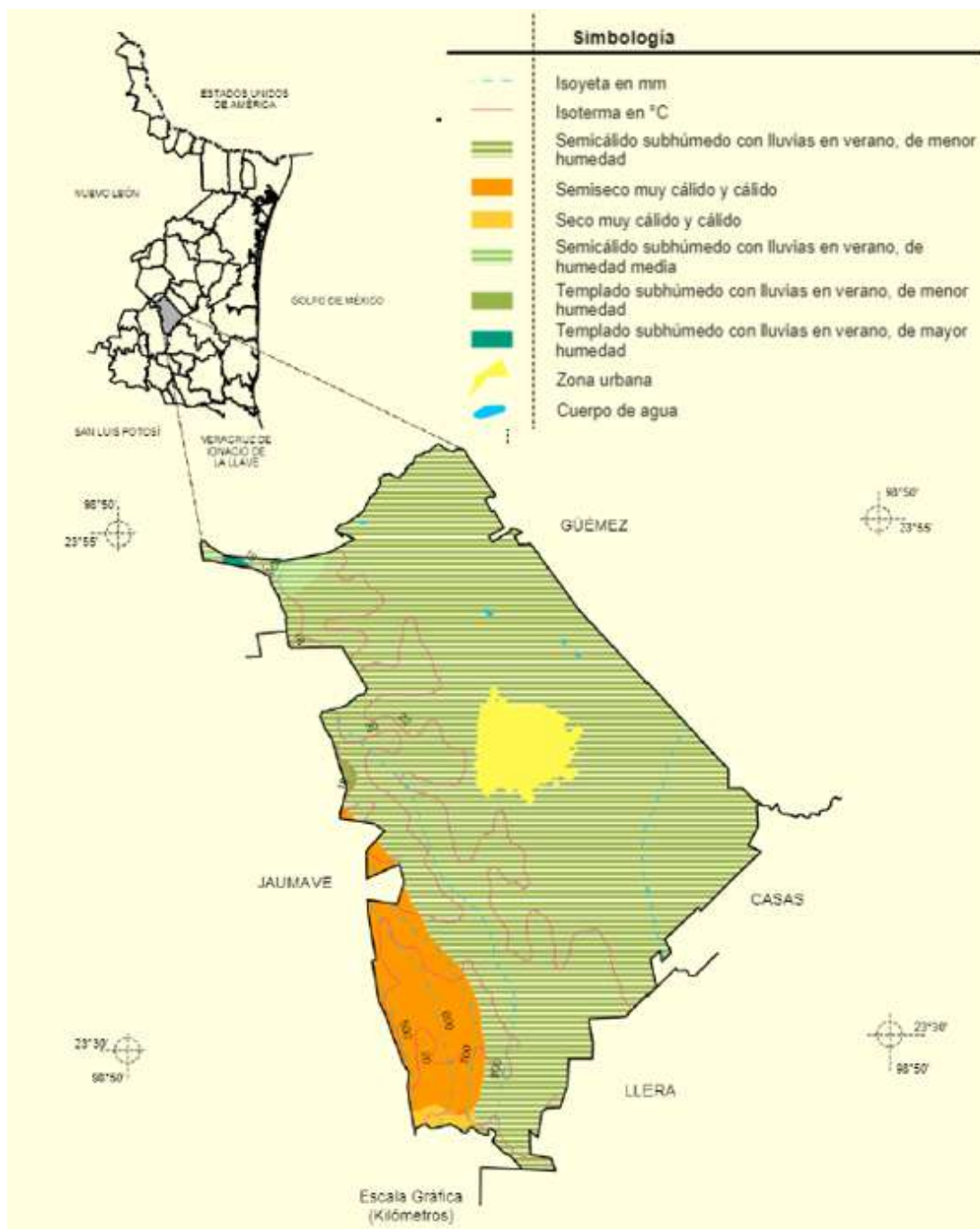


Figura 2.2 Clima en el municipio de Victoria

Fuente: INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal, Victoria, Tam

Hidrografía

La región ocupada por el municipio Victoria se localiza dentro de las regiones hidrológicas San Fernando – Soto La Marina (RH25) y Pánuco (RH26). A nivel de cuencas, el municipio forma parte de tres cuencas hidrológicas en la RH25 y dos en la RH26 (ver Figura 5).

El municipio Victoria tiene como afluentes principales, los ríos San Marcos y Juan Capitán, el arroyo Grande y la presa Vicente Guerrero, todos ubicados en la RH25. El río San Marcos, cruza por Ciudad Victoria con una longitud aproximada en este territorio de 32 km. El río Juan Capitán, nace en el municipio Victoria y sirve de límite natural entre los municipios de Casas y Güémez.

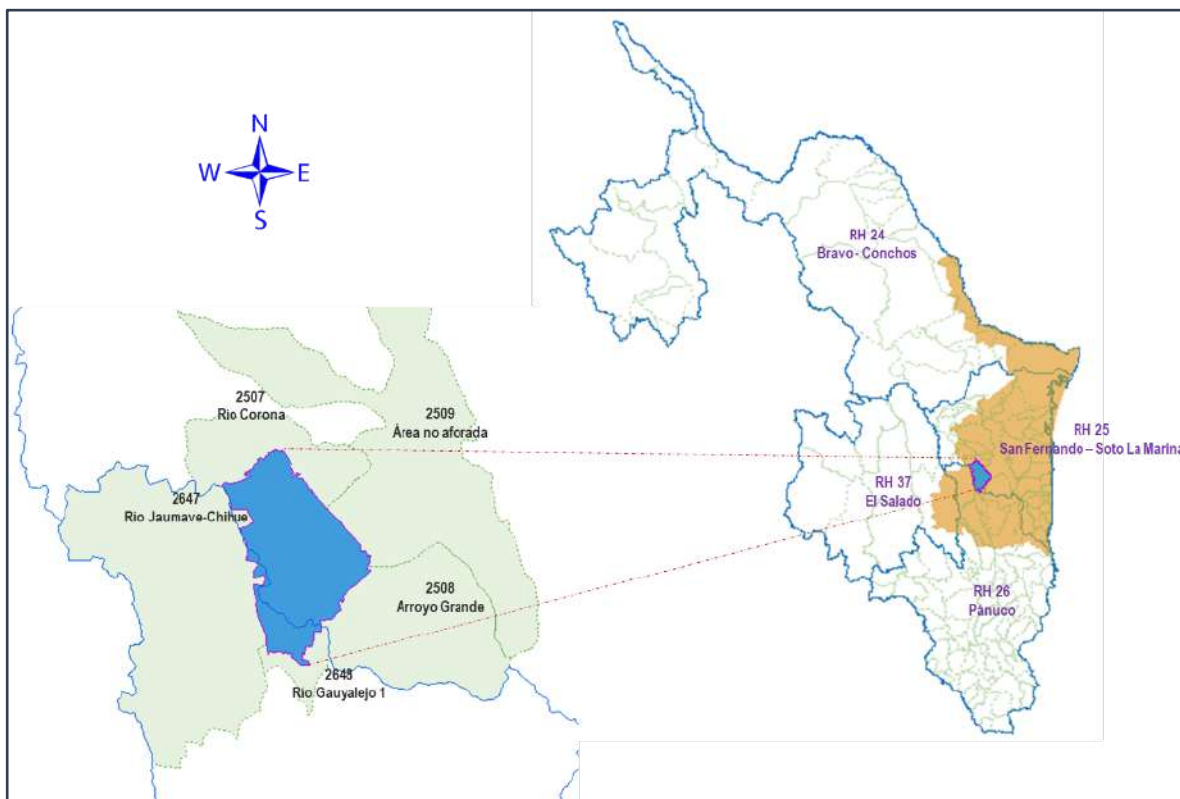


Figura 2.3 Regiones y cuencas hidrológicas en el estado de Tamaulipas

Fuente: Elaboración con base en la información del Marco Geoestadístico 2021 de INEGI y Regiones y cuencas hidrológicas de CONAGUA.

En la última actualización de la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales, se determinó que las tres cuencas de la RH25 no tienen disponibilidad, mientras que en las dos de la RH26 se tiene una disponibilidad de aguas superficiales de 79.57 Mm³, conforme se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Disponibilidad de agua superficial en las cuencas de la zona de estudio

Cuenca	Nombre y descripción	Disponibilidad (Mm³)	Clasificación
2507	Río Corona: Desde su nacimiento, hasta la EH Corona	0.000	Déficit
2508	Arroyo Grande: Desde su nacimiento, hasta la estación hidrométrica Paso de Molina II	0.000	Déficit
2509	Área no aforada: Desde el Nacimiento del río San Marcos y los arroyos San Carlos, Las Puentes, Sarnoso y El Moro, y donde se localizan las EH Pilón III, Padilla II, Corona y Paso de Molina II, hasta la presa Vicente Guerrero.	-0.001	Déficit
2647	Río Jaumave- Chihue: Desde su nacimiento, hasta su confluencia con el río Guayalejo	18.488	Disponibilidad
2648	Río Guayalejo 1: Desde la confluencia de los ríos Jaumave-Chihue, hasta la EH La Encantada	61.084	Disponibilidad
	Total	79.572	

Fuente: ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. Septiembre 2020.

Hidrogeología

El Estado de Tamaulipas está inmerso en 14 acuíferos, de los cuales, tres tienen dentro de sus límites geográficos al municipio de Victoria (ver Figura 6). Estos tres acuíferos pertenecen al Organismo de Cuenca IX Golfo Norte.

En el acuífero 2807, Victoria-Güémez, actualmente se tiene veda de control para el aprovechamiento de agua del subsuelo desde el año de 1963, mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación de fecha 01 de diciembre de 1963. En el 95% del territorio del acuífero 2808, Victoria-Casas, se encuentra en vigor, desde 1964, el decreto de veda tipo III, en el que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. Por último, en el acuífero 2810 Palmillas-Jaumave, la mayor parte de su territorio se encuentra sujeto a decretos de veda del año 1955, con lo que se permiten extracciones limitadas para usos doméstico, industrial, de riego y otros.

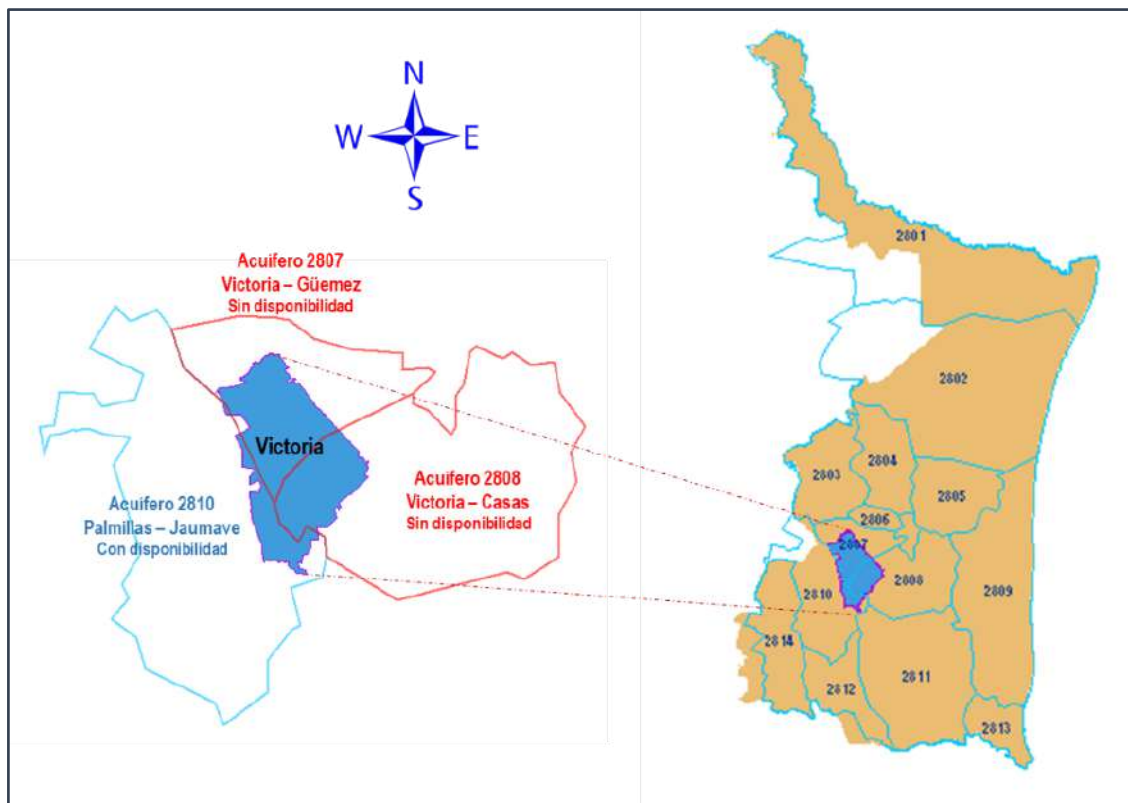


Figura 2.4 Acuíferos en el estado de Tamaulipas

Fuente: Marco Geoestadístico 2021 de INEGI y Acuíferos de CONAGUA.

Sólo el acuífero Palmilla – Jaumave tiene disponibilidad para extraer agua subterránea, pero abarca el 17.85% de la superficie municipal; los otros dos acuíferos no tienen disponibilidad de agua subterránea. En la siguiente tabla se indican los datos de la última disponibilidad publicada de aguas subterráneas.

Tabla 2.2 Disponibilidad de los acuíferos en la zona de estudio

Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
				VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	Positiva	Negativa (déficit)
				Cifras en millones de metros cúbicos anuales					
2807	Victoria-Güemez	91.1000	11.9000	107.9680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-28.7680
2808	Victoria-Casas	31.3000	2.5000	29.6779	0.0300	0.0036	0.0000	0.0000	-0.9115
2810	Palmilla – Jaumave	29.3000	18.0000	8.0496	0.0000	0.0621	0.0000	3.1883	0.0000

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Fuente: ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Septiembre 2020.

2.1.1 Infraestructura existente

En el año de 1923 se inauguró la primera obra de infraestructura hidráulica para abastecer de agua potable a los 20 mil habitantes que tenía en esa fecha la capital de Tamaulipas, aprovechando las aguas subterráneas que brotan en el manantial La Peñita. El abastecimiento corría desde el sur poniente de la ciudad en una topografía del todo favorable para la distribución del líquido.

En los años 80 la población de Ciudad Victoria alcanzó 120 mil habitantes y el abatimiento en el estiaje de la fuente original hizo que se recurriera a medidas de apoyo para enfrentar los déficits que se comenzaron a presentar. Se iniciaron perforaciones de pozos profundos en el acuífero Victoria-Güemez, las cuales prosiguieron en función de la creciente demanda, añadiéndose pozos en la parte sur y dentro de la mancha urbana hasta 1990, cuando se tenía 195 mil habitantes y se vio que era necesaria otra fuente de abastecimiento, ya que los pozos y el manantial La Peñita no serían capaces de abastecer en el corto, mediano y largo plazo la futura demanda de la ciudad.

En la década de los 90's se determinó la necesidad de una fuente adicional para incrementar el abastecimiento de agua potable a la Ciudad, siendo elegido el aprovechamiento de aguas superficiales almacenadas en la presa Vicente Guerrero, para lo cual, se consideró la construcción del acueducto Guadalupe Victoria, conformado por dos líneas de conducción; la primera línea entró en operación en 1992 y se pensó en que la segunda línea entraría en operación 20 años después (2012), objetivo que no se llevó a cabo.

COMAPA Victoria actualmente da el servicio de agua potable a la localidad de Ciudad Victoria, para lo cual, cuenta con fuentes de abastecimiento subterráneas y una superficial.

El sistema de abastecimiento se integra por cinco fuentes: el manantial La Peñita; los pozos de las zonas norte, urbana y sur; así como aguas superficiales provenientes del río Soto La Marina, reguladas por el vaso de la presa Vicente Guerrero y conducidas mediante el acueducto Guadalupe Victoria a una planta potabilizadora para después entregarla al Acuaférico de la Ciudad.

En el siguiente esquema se presenta la operación del sistema actual.

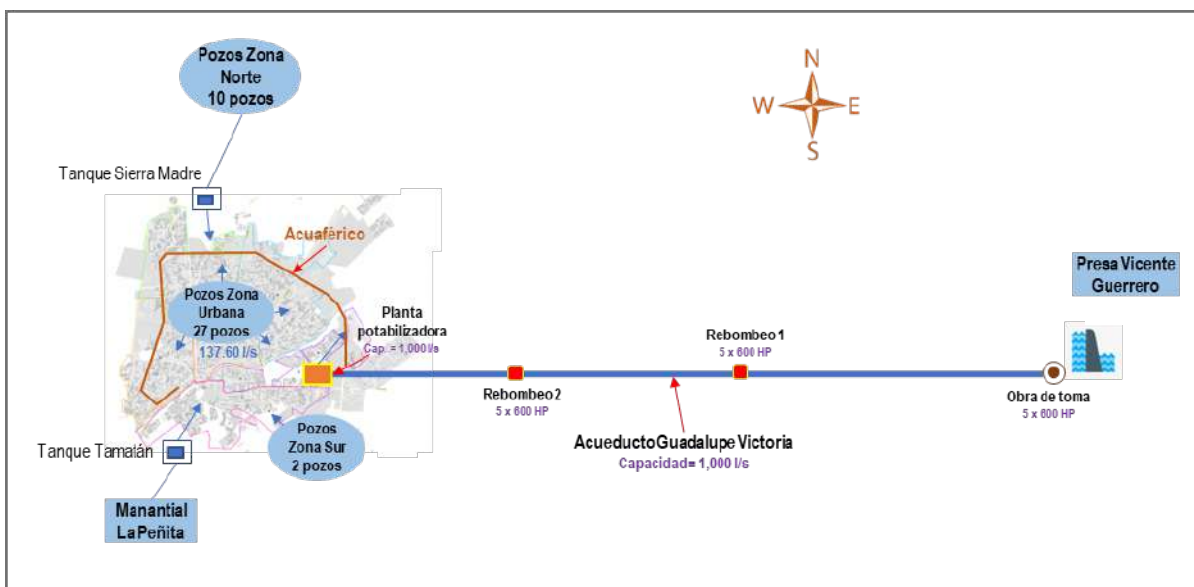


Figura 2.5 Operación actual del sistema de agua

Fuente: COMAPA Victoria.

2.1.1.1 Presa de almacenamiento Vicente Guerrero

Presa Vicente Guerrero. Se surte de agua al acueducto Guadalupe Victoria para conducirla a Ciudad Victoria. Además de almacenar agua para el abasto a la Ciudad, es utilizada para irrigación de 35,000 hectáreas en el Distrito de Riego 086 “Abasolo-Soto La Marina”, con un volumen concesionado de 280 Mm³, lo que arroja una lámina de 0.80 metros; así mismo, la asignación de 50.8 Mm³, lo que arroja un volumen de 330.8 Mm³ comprometidos anualmente para riego y uso público urbano, contra los 5,498 Mm³ de capacidad de la presa.

En la siguiente tabla se consignan las principales características de dicha presa.

Tabla 2.3 Principales características de la presa Vicente Guerrero

Concepto	Valor
Capacidad del vaso al NAME	5,498 hm ³
Capacidad para azolves	72 hm ³
Capacidad útil	3,839 hm ³

Concepto	Valor
Capacidad del vaso al NAMO	3,911 hm ³
Elevación de embalse mínimo	140.44 msnm
NAME (Elevación de cresta vertedora)	144.04 msnm
Área inundada al NAMO	39,607 ha
Área inundada al NAME	48,735 ha

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria".

Acueducto Guadalupe Victoria. Como parte del sistema de abastecimiento, se cuenta con el acueducto Guadalupe Victoria en su primera línea, cuyo desarrollo es de una longitud de 54 km y que opera por bombeo desde la obra de toma de la presa Vicente Guerrero hasta la planta potabilizadora, con un desnivel de 179 m. La tubería utilizada en la línea de conducción es de acero y concreto pre esforzado en diámetro de 36".

El acueducto Guadalupe Victoria cuenta con el equipamiento constituido por:

- Obra de toma.
- Planta de rebombeo No. 1.
- Planta de rebombeo No. 2.

La obra de toma se encuentra localizada en la margen de la presa Vicente Guerrero, cuenta con cinco equipos de bombeo tipo vertical acoplados a motores eléctricos de 600 hp. Uno de los equipos de bombeo es redundante. La obra de toma aporta un caudal, con los cuatro equipos funcionando, de 815 l/s y una carga dinámica total de 128 m.

En las siguientes fotografías se pueden observar algunas de las estructuras que componen el acueducto Guadalupe Victoria.



Obra de toma de la presa Vicente
Guerrero



Cámaras de aire obra de toma y
subestación eléctrica



Rebombero No. 1



Rebombero No. 2

Figura 2.6 Estructuras del acueducto Guadalupe Victoria

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria".

Sin embargo, en época de estiaje, conforme a los requerimientos del abastecimiento de agua, es necesaria la operación simultánea de los cinco equipos disponibles durante las 24 horas, incrementándose fuertemente los costos de operación, alcanzando a extraer en estas condiciones críticas un caudal de alrededor de 880 l/s e inclusive mayores a 900 l/s.

La planta de rebombero No. 1, se localiza en el km 27+300 de la carretera Victoria-Soto La Marina, cuenta con cinco bombas tipo centrífuga horizontal, bipartida, acopladas a motores eléctricos de 600 hp. El rebombero permite la operación con un caudal nominal por equipo de 250 l/s y una carga dinámica total de 94 m, operando cuatro equipos y uno de reserva con un promedio de 21:00 horas diarias con un caudal de 815 l/s.

La planta de rebombero No. 2, se localiza en el km 14+000 de la carretera Victoria-Soto La Marina, y es en todo similar a la No. 1.

La primera línea del acueducto Guadalupe Victoria inició operaciones a principios de los noventa y fue diseñada para aportar a Ciudad Victoria un caudal de 1,000 l/s, sin embargo, después de treinta años de utilización, el acueducto ha visto reducida sensiblemente su capacidad, no obstante, el acueducto ha podido incorporar al sistema un caudal hasta de

987 l/s en enero de 2021, pero en condiciones realmente críticas, que incluso han puesto en serio peligro de falla al mismo acueducto.

Conforme a la información de COMAPA, la capacidad aprovechable del acueducto Guadalupe Victoria, en condiciones técnicamente apropiadas, oscila alrededor de los 800 l/s.

2.1.1.2 Sistema de manantiales La Peñita

Este sistema capta cuatro afloramientos en los flancos de la margen izquierda y derecha del río San Marcos, conocidos como: El Novillo, El Álamo, La Boya y San Marcos, más una galería filtrante. Se tiene una conducción a gravedad con tubería de 91 cm de diámetro que puede conducir hasta 640 l/s y una línea a bombeo con tubería de 51 cm de diámetro, con la que se puede conducir otros 400 l/s. Ambas líneas conducen el agua hacia el tanque Tamatán. El manantial abastece de agua a la población todo el año.

El bombeo de La Peñita se encuentra localizado en el área de manantiales en la margen izquierda del río San Marcos, al sur-poniente de la ciudad, en el km 6+500 de la carretera Victoria- Jaumave. Cuenta con tres equipos de bombeo tipo turbina vertical, acoplados a motor eléctrico de 100 hp, con un caudal de 200 l/s cada uno y una carga dinámica total de 30 m, con un máximo de 2 equipos en operación y uno de reserva en un promedio de 24:00 horas diarias, dependiendo de la operación.

2.1.1.3 Sistema de pozos de la Zona norte

El sistema de pozos de la Zona Norte se integra con 10 pozos profundos conectados a un acueducto, con una longitud de 14,000 m y un diámetro de 24" con una capacidad de conducción de 270 l/s que lleva el agua hasta un cárcamo de rebombeo y posteriormente a un tanque de regulación (Sierra Madre) para suministrar al sector noroeste de la Ciudad.

Los pozos se encuentran equipados con una bomba tipo turbina y motor, con caudal, carga dinámica, y operación, variables para cada pozo.

2.1.1.4 Sistema de pozos Zona sur

Este sistema sólo cuenta con dos pozos: Santa Cecilia y Tirón Parejo que abastecen a una porción de la zona urbana.

2.1.1.5 Sistema de pozos Zona urbana

Este sistema cuenta con 27 pozos en operación repartidos al interior de la zona urbana.

En la figura siguiente se presenta la ubicación de los pozos en operación.

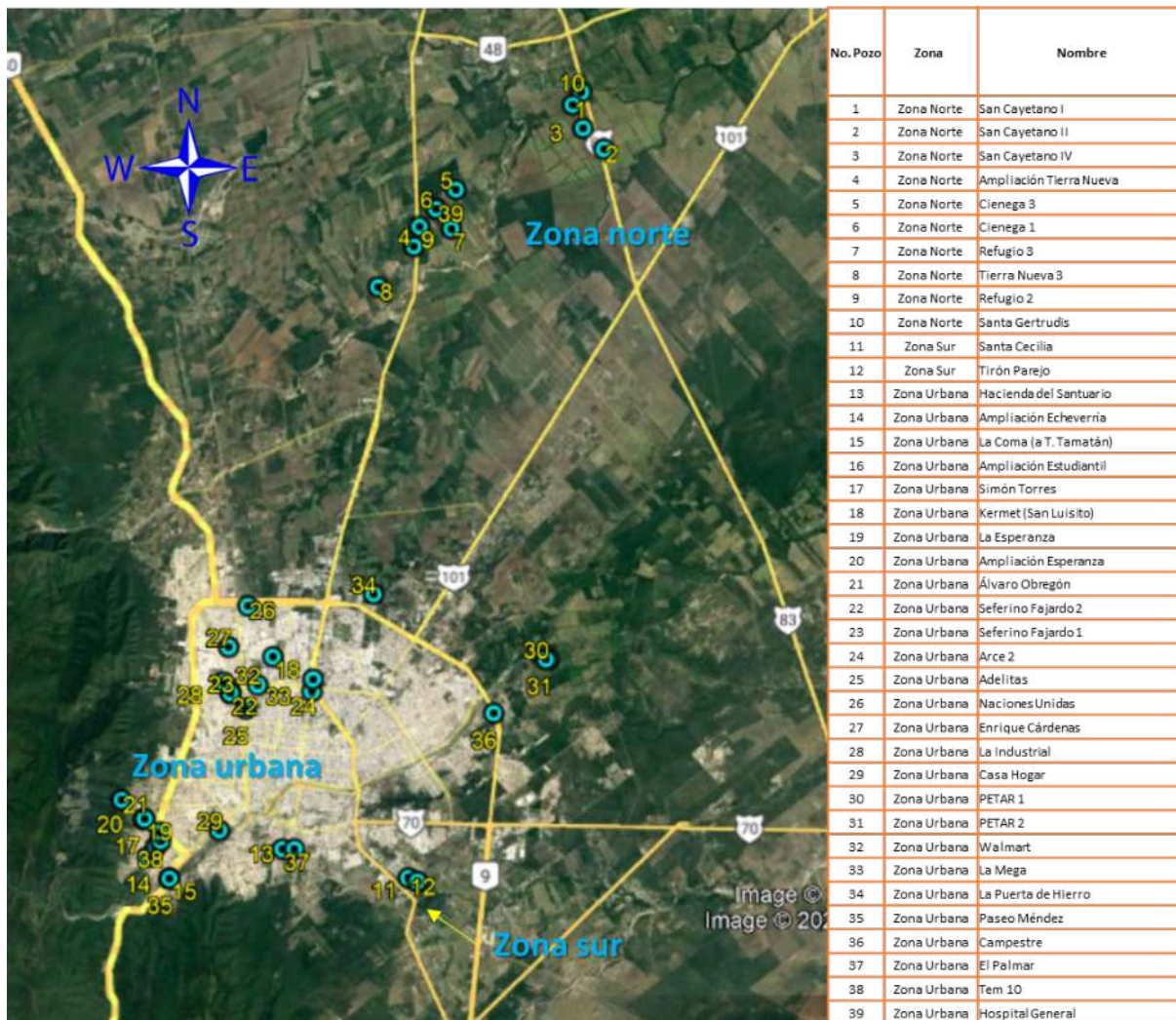


Figura 2.7 Ubicación de pozos operados por COMAPA Victoria

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA y Google Earth.

2.1.2 Sistema de potabilización

Con el fin de garantizar la calidad del agua entregada a los victorenses, se cuenta con una planta potabilizadora con una capacidad instalada de 1,000 litros por segundo, en la cual se da tratamiento a las aguas provenientes de la presa Vicente Guerrero. En la planta se realizan los procesos de filtración directa y cloración.

Sus principales elementos son:

- ❖ Tanque receptor con caja de llegada y dos cajas repartidoras,

- ❖ Cuatro módulos de filtrado con cuatro celdas cada uno para un total de dieciséis celdas,
- ❖ Dosificación de reactivos y dosificación de cloro,
- ❖ Área de sopladores y tanque de aguas claras,
- ❖ Casa de bombas, área de mantenimiento,
- ❖ Edificio administrativo y laboratorio.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de la planta potabilizadora en operación.



Figura 2.8 Ubicación de la planta potabilizadora existente

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA y Google Earth.

Es de señalarse en este punto, que la oferta de agua proveniente del acueducto Guadalupe Victoria es entregada en condiciones de turbiedad por arriba del límite permisible para cumplir con la norma oficial. Conforme a los análisis de calidad, en el 98.69% de las muestras de agua tratada, la turbiedad rebasa los 5 UTN, el cual es el límite permisible para esta característica. Por otra parte, debido a que se utiliza una cantidad mayor de reactivos para

bajar la turbiedad del agua cruda, en el 95.39% de muestras del agua tratada se tiene que el cloro residual rebasa la normatividad.

Por lo anterior se concluye que el agua suministrada por la presa Vicente Guerrero no es apta para uso y consumo humano, es decir no es potable; esta fuente de abastecimiento suministra el 60.49% del volumen real entregado a Ciudad Victoria.

2.1.3 Red de distribución

El agua llega a la red ya sea directamente de algunos pozos o de tanques de almacenamiento. La red de distribución cuenta únicamente con tres pequeños sectores, situación que no permite eficientar totalmente la distribución del agua, presentándose tandeo en las zonas sin sectorizar.

La longitud estimada de la red de distribución es de 1,228.43 kilómetros, con diámetros de tuberías que fluctúan entre 2" y 30".

Tabla 2.4 Longitud de tubería en la red hidráulica de Ciudad Victoria

Diámetro (pulgadas)	Longitud (km)
2	5.013
2½	8.044
3	674.258
4	106.139
6	144.419
8	61.677
10	43.077
12	14.666
14	17.984
16	31.470
18	7.640
20	11.455
24	23.975
30	6.898
36	71.714
Total	1,228.429

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

De acuerdo con la información del Organismo Operador, la red de distribución tiene una cobertura del 98.59%.

Actualmente toda Ciudad Victoria enfrenta deficiencias en el suministro de agua por lo que se aplican tandeos y los usuarios han tenido que recurrir a la instalación de cisternas y/o tinacos.

En la actualidad con el análisis de los horarios de tandeo se concluye que el 29.05% de las tomas recibe agua 96 horas a la semana, el 16.70% recibe 56 horas a la semana, el 4.54% recibe 16 horas por semana, el 20.94% recibe 84 horas por semana y el 28.77% recibe 24 horas a la semana, por lo que, con un promedio ponderado, se determina que el 100% de las viviendas tendría 62.46 horas semanales con servicio, es decir, 8.92 horas diarias.

La situación descrita ocasiona que una parte de los nuevos asentamientos en la zona poniente (en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental), no puedan contar con servicio y/o en las atendidas, es preciso sujetar el servicio a tandeos. Adicionalmente, las colonias de la zona poniente y las del norte también sufren de irregularidad del servicio.

El tandeo, además de representar una condición de escasez y desabasto para quienes carecen de tinaco o cisterna, también representa una condición de mayor desgaste para las redes de agua potable, que disminuyen considerablemente su vida útil ante las variaciones de presión y presencia recurrente de aire.

2.1.4 Sistema de regulación

El sistema de regulación de Ciudad Victoria cuenta con 32 tanques de almacenamiento con una capacidad conjunta de 52,950 m³.

En la siguiente tabla se muestran las características principales de dichas estructuras.

Tabla 2.5 Tanques y cárcamos de regulación y/o almacenamiento

Nombre	Tipo de tanque	Material	Capacidad (m ³)
Alta Vista	Elevado	Concreto	20.00
Alta Vista II	Superficial	Concreto	1,000.00
Álvaro Obregón 1	Superficial	Concreto	500.00
Amalia García	Superficial	Concreto	420.00
Bethel	Superficial	Concreto	500.00
Calamaco	Superficial	Concreto	3,000.00
Casas Blancas	Superficial	Concreto	2,200.00
Cofrades 1	Superficial	Mampostería	3,000.00
Cofrades 2	Superficial	Concreto	2,000.00
Cuartel Militar	Elevado	Concreto	3,000.00
Cuauhtémoc	Elevado	Concreto	20.00
Echeverría	Superficial	Mampostería	500.00
Echeverría Ampliación	Superficial	Concreto	200.00
Esfuerzo Popular	Elevado	Concreto	20.00
Esperanza	Elevado	Concreto	20.00
Esperanza Ampliación	Elevado	Concreto	20.00
Estrella	Elevado	Concreto	20.00
FONHAPO	Superficial	Concreto	2,000.00
Mirador	Superficial	Concreto	450.00

Nombre	Tipo de tanque	Material	Capacidad (m³)
Mirador 2	Elevado	Acero reforzado fibra de vidrio	30.00
Normal	Superficial	Concreto	2,200.00
Parque Industrial 1	Superficial	Concreto	3,000.00
Parque Industrial 2	Superficial	Concreto	3,000.00
Planta potabilizadora	Superficial	Concreto	15,000.00
Ravizé	Superficial	Mampostería	500.00
San Marcos 1	Superficial	Concreto	500.00
San Marcos 2	Superficial	Concreto	200.00
Sierra Madre	Superficial	Concreto	3,000.00
Simón Torres	Superficial	Mampostería	200.00
Tamatán 1	Superficial	Acero reforzado fibra de vidrio	2,000.00
Tamatán 2	Superficial	Aluminio	9,730.00
Zona Norte	Superficial	Concreto	1,000.00
Total			59,250.00

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

Por lo que respecta a los sistemas de rebombeo de agua potable, se cuenta con 10 sistemas con una capacidad conjunta de 36,725.67 m³. En la siguiente tabla se relacionan dichos rebombeos.

Tabla 2.6 Sistemas de rebombeo del sistema de agua potable

Nombre	Capacidad m³
Calamaco	20.69
Acuaférico	95.00
I Acueducto Victoria	16,900.00
II Acueducto Victoria	10,178.76
Planta Potabilizadora	3,028.08
La Normal	3,112.88
Zona Sur	3,112.88
Esfuerzo Popular	231.00
Las Vegas	17.34
Zona Norte	29.04
Total	36,725.67

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

2.1.5 Sistema de alcantarillado

De acuerdo con datos de COMAPA, Ciudad Victoria cuenta con una cobertura de drenaje del 99.27%, para lo cual se tiene un total de 787 kilómetros de red de atarjeas, subcolectores, colectores y emisores desde 8" hasta 50" de diámetro, principalmente de concreto y PVC.

El sistema de desalojo de las aguas residuales cuenta con 17 cárcamos de bombeo ubicados en zonas donde no es posible su retiro a gravedad, donde se tienen en operación equipos desde 2 hasta 60 Hp. Entre los más grandes están “300 hectáreas”, “Lomas de Guadalupe II” y “Azteca”.

La red alcantarillado sanitario de Ciudad Victoria da conducción a las aguas residuales hasta las lagunas de oxidación Santa Librada, El Saladito y Los Puerquitos, así como a la planta de tratamiento de aguas residuales Oriente.

Por otro lado, se estima que la red de colectores y subcolectores que conforman la red primaria tiene una longitud de poco más de 653 kilómetros con diámetros desde 0.38 metros hasta 1.52 metros. En la siguiente tabla se presenta la distribución de la red de alcantarillado en la ciudad.

Tabla 2.7 Red de alcantarillado sanitario en Ciudad Victoria

Concepto	Cantidad (km)
Red de atarjeas	653.00
Subcolectores	94.50
Colectores	24.57
Emisores	15.00
Total	787.07

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

Asimismo, en la tabla siguiente se presentan los cárcamos de bombeo de aguas residuales de que se disponen en la ciudad.

Tabla 2.8 Cárcamos de bombeo sanitario en Ciudad Victoria

No.	Nombre
1	300 hectáreas
2	Los Lagos
3	Vergel de la Sierra
4	Azteca
5	San Marcos
6	Haciendas del Santuario
7	Lomas de Guadalupe I
8	Lomas de Guadalupe II
9	Chapultepec
10	Loma Alta
11	Huerta San Javier
12	Las Canteras
13	Viento Huasteco
14	Los Olivos
15	Parque Industrial
16	Parque Científico
17	Guadalupe Victoria

18	Manuel Cavazos
19	Banrural
20	Enfermeras
21	Ignacio Allende
22	Los Prados
23	La Quinta
24	Ampliación Chapultepec 2
25	Los Tulipanes
26	Misión San Agustín
27	Camino Real

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

2.1.6 Saneamiento

El sistema de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Victoria consta de 4 plantas que en conjunto suman una capacidad de tratamiento de 1,154.5 l/s.

La planta de tratamiento de aguas residuales Oriente es de lodos activados, en la modalidad de zanjas de oxidación, con una capacidad de 250 l/s, depura las aguas residuales de la zona sur de la ciudad; actualmente cuenta con un sistema de filtración con capacidad de 40 l/s, para suministro de agua de reúso al Parque Industrial Nuevo Santander; el resto del caudal descarga al río San Marcos.

Las lagunas El Saladito (arroyo Laborcitas y riego agrícola), Los Puerquitos (arroyo Nacahuites, afluente del río San Felipe) y Santa Librada son lagunas facultativas, con una capacidad de 600, 300 y 4.5 l/s respectivamente; tratan las aguas residuales generadas en la zona norte, oriente y poniente de la ciudad y están operando normalmente, sin embargo, requieren mejoras para poder cumplir con la actualización de la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Tabla 2.9 PTAR de Ciudad Victoria (2021)

Nombre PTAR	Tipo de tratamiento	Tipo de planta	Capacidad de diseño (l/s)	Capacidad tratada (l/s)	Volumen tratado (m³/año)
PTAR Oriente	Biológico	Lodos activados	250.00	175.30	552,826
Los Puerquitos	Aerobia, proceso biológico	Lagunas de estabilización	300.00	81.20	256,072
El Saladito	Aerobia, proceso biológico	Lagunas de estabilización	600.00	478.20	1,508,052
Santa Librada	Aerobia, proceso biológico	Lagunas de estabilización	4.50	0.80	2,523
Total			1,154.50	735.50	2,319,473

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

Actualmente, gran parte del agua residual tratada es aprovechada para el riego agrícola, en la planta Oriente se cuenta con una planta para el mejoramiento del agua residual tratada con una capacidad de 40 litros por segundo, de los cuales, 30 litros por segundo son utilizados en el parque industrial (Industria Nien Hsing International Victoria), y los 10 restantes en el riego de áreas verdes de la unidad gubernamental, el resto es vertido en cuerpos receptores. En la siguiente tabla se indica el reúso que se le da al agua.

Tabla 2.10 Agua residual tratada por las tres PTAR que existen en Ciudad Victoria.

Nombre PTAR	Origen del agua residual	Reúso del agua tratada
PTAR "Oriente"	Doméstico urbano	Para uso agrícola, industrial y riego de áreas verdes.
Los Puerquitos	Doméstico urbano	Para uso agrícola
El Saladito	Doméstico urbano	Para uso agrícola
Santa Librada	Doméstico urbano	Para uso agrícola

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

2.1.7 Problemática

Como pocas ciudades del país, Ciudad Victoria se había caracterizado por tener un suministro continuo del agua a la mayor parte de los usuarios, por lo que las viviendas no requerían ni disponían de dispositivos de almacenamiento de agua, como son cisternas y tinacos, característicos de la mayoría de las localidades del país. Sin embargo, en los últimos cinco años la producción de agua ha disminuido y prácticamente toda la Ciudad enfrenta deficiencias en el suministro de agua por lo que fue necesario implementar tandeos y los usuarios han tenido que recurrir a la instalación de cisternas y/o tinacos.

La oferta actual de agua potable es proporcionada tanto por fuentes subterráneas como superficiales, Las aguas subterráneas que actualmente son aprovechadas en Ciudad Victoria provienen principalmente del acuífero Victoria-Güémez (2807). Las poblaciones más importantes por sus actividades económicas dentro del acuífero son Ciudad Victoria, Güémez y Santa Engracia, donde el crecimiento acelerado de la población, el aumento de servicios y la agricultura, han provocado una competencia en el uso del agua subterránea. No obstante, este acuífero tiene veda de control para el aprovechamiento de agua del subsuelo desde el año de 1963, mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación de fecha 01 de diciembre de 1963, que señala que por causa de interés público y para protección de los mantos acuíferos se establece veda por tiempo indefinido, dentro de los municipios de Mainero, Villagrán, San Carlos, Padilla, Hidalgo, Güémez y parte de los municipios de Victoria, Jaumave y Llera.

El acuerdo publicado en septiembre de 2020, por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos del país, indicó que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; el déficit es de 28'768,000 m³ anuales,

volumen que se está extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero, lo que significa una sobreexplotación del 24.0%.

Por lo anterior, el aprovechamiento de aguas subterráneas en Ciudad Victoria está restringida tanto por el volumen asignado al Organismo Operador, como por el nivel de sobreexplotación que existe en el acuífero, por lo que no es posible considerar una ampliación de extracción para incrementar la oferta.

Con respecto a las fuentes superficiales, el abastecimiento de agua a Ciudad Victoria se da, principalmente, de la presa Vicente Guerrero mediante el título de asignación 09TAM100302/25HSDA16 que ampara 35 Mm³ anuales y 15.76 Mm³ adicionales mediante el título de asignación 09TAM154285/25HBOC14, teniendo entre los dos títulos un volumen asignado de 50.76 Mm³, es decir, poco más de 1,609 l/s. Al año 2021 sólo se aprovechó un caudal de 30.23 Mm³ provenientes de dicha presa.

Para el aprovechamiento del agua de la presa al inicio de la década de los 90, se planeó la construcción de un acueducto en dos etapas; una primera línea a construirse de manera inmediata y otra segunda línea de conducción a construirse 20 años después (2012); la capacidad combinada de estas líneas sería de 2,000 l/s.

La primera etapa del acueducto, denominado Guadalupe Victoria, se terminó en 1992 construyéndose una línea de 54 km de longitud con capacidad de diseño para conducir 1,000 l/s. La infraestructura existente tiene 30 años de operación, por lo que ya presenta problemas en sus diferentes componentes.

Conforme a un diagnóstico realizado a la línea de conducción, se encontró que la tubería de acero presenta corrosión, aumentando su área efectiva, es decir, las paredes de la tubería son más delgadas; por el contrario, la tubería de concreto pre esforzado presenta incrustaciones, reduciendo su área efectiva, es decir, tiene menor capacidad de conducción, lo que podría originar una falla en alguno de los tramos.

Cabe mencionar que no se ha podido realizar un mantenimiento adecuado a la línea de conducción debido a que se tendría que dejar de operar la línea, situación que es imposible de realizar ante la falta de una línea de respaldo. Por ejemplo, en diciembre de 2021, debido a una falla en la tubería, se suspendió la entrega de agua de la presa Vicente Guerrero durante dos días, dejando sin servicio a 250 colonias (70% de la población) de Ciudad Victoria. En las siguientes figuras se presentan algunas de las fallas que ha tenido el sistema en los últimos años.



Figura 2.9 Falla del tubo en caja de válvulas, interior en R1, después del múltiple, 11 febrero 2021

Fuente: Comapa Victoria, 2022



Figura 2.10 Falla del acueducto en tramo de concreto, fatiga de material, perdida de recubrimiento y refuerzo, aprox. km 23 carr. Victoria - Soto la Marina. Suspensión del servicio de agua potable en un 70% de las colonias de la ciudad. 15 dic 2021

Fuente: Comapa Victoria, 2022



**Figura 2.11 Fuga en cámaras de aire del rebombero 1, fatiga de material carrete de acero. 14
mazo 2023**

Fuente: Comapa Victoria, 2022



Figura 2.12 Fuga en el acueducto en el arroyo El Sarnoso, aprox. km 33.3 carr. Victoria - Soto la Marina 21 de abril 2023

Fuente: Comapa Victoria, 2022



Figura 2.13 Fuga en tubería de acero de 16 pulgadas de diámetro en la descarga del equipo #4, P. Bombeo 2. (13 de mayo del 2023).

Fuente: Comapa Victoria, 2022



Figura 2.14 Fuga de línea de concreto pretensado en la llegada a Rebombero 1. agosto 2019

Fuente: Comapa Victoria, 2022

Debido a lo anterior y a que no se ha podido construir la segunda línea del acueducto, el aprovechamiento del volumen total asignado de agua superficial a través de la presa Vicente Guerrero está condicionado a la capacidad de la infraestructura actual.

Adicionalmente, los análisis de calidad realizados al volumen de agua que se envía desde la presa Vicente Guerrero a la planta potabilizadora arrojaron que se tienen valores altos de turbiedad debido a que la ubicación de la obra de toma actual genera una gran concentración de sólidos suspendidos por la combinación de los bajos niveles en la presa en época de secas y la entrada de agua turbia aportada principalmente por el arroyo Grande durante la época de lluvias.

La planta potabilizadora actual, fue diseñada y construida a base de filtros rápidos que trabajan bien con turbiedades relativamente bajas y sin color excesivo, pero el agua por tratar, con frecuencia y duración prolongada, excede el valor máximo de turbiedad y color recomendable, por lo que no pueden ser depuradas por este tipo de filtros.

El Organismo Operador proporcionó 4,816 reportes de control de calidad del agua en la planta potabilizadora del periodo 2017-2021, los cuales se realizan diariamente y en tres turnos al día. Durante cada turno se toman generalmente nueve muestras de agua: tres del agua cruda y tres del agua tratada para determinar la turbiedad, y tres muestras del agua desinfectada para determinar el cloro residual. En la siguiente figura se presenta el ejemplo de un reporte del día 03 de mayo de 2021, del turno de las 07 h a las 15 h.

COMISION MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CD. VICTORIA, TAM																					
DEPTO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA																					
INSPECCION MANUAL DEL OPERADOR PLANTA POTABILIZADORA								FOLIO: 368 FECHA: 03/05/2021 HORARIO DEL TURNO: 07-15 NOMBRE Y CLAVE DEL TECNICO REP. DEL TURNO: LAZARO CASTAÑON													
MUESTRA NO.	HORA	TIPO DE AGUA		TURBIEDAD		COLOR APARENTE	OLOR	CLORO RESIDUAL	PRODUCTO CONFORME												
		CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA				SI	NO											
1	07:20		X		24.8		A	3.00	X												
	07:20	X		34.7		0	A														
2	11:50		X		30.2		A	3.00	X												
	11:50	X		36.2		0	A														
3	14:30		X		25.6		A	3.00	X												
	14:30	X		30		0	A														
PROMEDIO				33.63	26.87			3.00													
OPERACION DE EQUIPOS DE BOMBEO DE PROD. QUIMICOS <table border="1"> <tr> <td>Equipo de bombeo PAC operacion normal</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Equipo PRP 4540 operacion normal</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Equipo de medicion de turbiedad agua cruda en operacion</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>										Equipo de bombeo PAC operacion normal	SI	NO	Equipo PRP 4540 operacion normal	X		Equipo de medicion de turbiedad agua cruda en operacion	X	X			
Equipo de bombeo PAC operacion normal	SI	NO																			
Equipo PRP 4540 operacion normal	X																				
Equipo de medicion de turbiedad agua cruda en operacion	X	X																			
MEDICION EQUIPO BLUE I <table border="1"> <tr> <th>HORA</th> <th>CL2 RESIDUAL mg/L</th> <th>TURBIEDAD NTU</th> </tr> <tr> <td></td> <td>AGUA CRUDA</td> <td>AGUA TRATADA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </table>										HORA	CL2 RESIDUAL mg/L	TURBIEDAD NTU		AGUA CRUDA	AGUA TRATADA				PROMEDIO	0.00	0.00
HORA	CL2 RESIDUAL mg/L	TURBIEDAD NTU																			
	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA																			
PROMEDIO	0.00	0.00																			
EQUIPO DE BOMBEO DE PAC <table border="1"> <tr> <td>STROKE</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SPEED</td> <td>0</td> </tr> </table>										STROKE	0	SPEED	0								
STROKE	0																				
SPEED	0																				
EQUIPO DE BOMBEO DE PRP 4540 <table border="1"> <tr> <td>POSICION NO.</td> <td>0</td> </tr> </table>										POSICION NO.	0										
POSICION NO.	0																				
OBSERVACIONES: pac- prp APAGADOS																					
CLORACION DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO: TANQUES <table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>										SI	NO										
SI	NO																				
DOSIFICACION DE CLORO: ESTACIONES DE CLORACION <table border="1"> <tr> <td>MEDICION DE CLORO RESIDUAL EN PANTALLA DEL SUPERVISORIO</td> </tr> </table>										MEDICION DE CLORO RESIDUAL EN PANTALLA DEL SUPERVISORIO											
MEDICION DE CLORO RESIDUAL EN PANTALLA DEL SUPERVISORIO																					

Figura 2.15 Ejemplo de reporte diario-turno de control de calidad en la planta potabilizadora

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

Al tomar en cuenta el promedio de las muestras presentado en cada reporte para cada uno de los parámetros analizados se determinó que en el periodo 2017-2021 la turbiedad media del agua cruda fue de 24.30 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN); para el agua tratada fue de 16.28 UTN y para el cloro residual de 2.35 mg/l.

Sí bien los niveles de turbiedad del agua cruda son reducidos al ser tratada en la planta potabilizadora, el agua potabilizada presenta todavía niveles de turbiedad por arriba del límite permisible establecido en la Norma NOM-127-SSA1-2021, el cual es de 4 UTN. Por otra parte, el LP máximo para el cloro residual es de 1.5 mg/l, por lo que también esta característica de calidad se rebasa.

En la siguiente tabla se indican los valores máximos y mínimos registrados en los 4,816 reportes analizados.

Tabla 2.11 Valores máximos y mínimos de calidad periodo 2017-2021

Valor	Turbiedad agua cruda (UTN)	Turbiedad agua tratada (UTN)	Cloro residual (mg/L)
Valor máximo	405.37	319.00	4.33
Valor mínimo	5.37	2.50	0.17

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.

En cuanto al cloro residual, sólo en el 4.61% de los reportes el valor promedio del cloro residual fue igual o menor a 1.5 mg/l, es decir el 95.39% presenta valores promedio por arriba del permisible en la Norma.

Para el año 2021 la turbiedad media del agua tratada fue de 25.56 UTN y para el cloro residual de 2.67 mg/l; de 921 reportes analizados sólo en uno se registró un promedio de turbiedad en el agua tratada menor a 5 UTN.

Bajo estas condiciones de normatividad, se tiene que el agua proporcionada por la presa Vicente Guerrero (31.16 Mm³/año), que representa el 61.3% del agua total suministrada a Ciudad Victoria, presenta concentraciones de turbiedad y cloro residual por arriba de los límites permisibles, por lo cual se considera que el agua no es apta para uso y consumo humano.

Cabe comentar que el 02 de mayo de 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua, la cual entró en vigor en mayo de 2023 modificándose el límite permisible de turbiedad a 4 UTN y para mayo de 2025 se volverá a reducir el LP a 3 UTN. Lo anterior, amplía la diferencia entre los niveles de turbiedad que presenta el agua tratada y la normatividad al respecto.

Debido a la problemática descrita Comapa Victoria ha tenido que recurrir a los tandeos al no contar con suficiente agua para abastecer a toda la ciudad de manera continua lo que a su vez, genera costos extraordinarios a la población al tener que recurrir a la compra de agua en pipa.

En la siguiente gráfica se presenta la distribución del tandeo en la Ciudad, determinándose que el 29.05% de las tomas en la Ciudad recibe agua 96 horas a la semana, el 16.70% recibe 56 horas, el 4.54% recibe 16 horas, el 20.94% recibe 84 horas por semana y el 28.77% recibe 24 horas a la semana, por lo que, con un promedio ponderado, se determina que el 100% de las viviendas tendría 62.46 horas semanales con servicio, es decir, 8.92 horas diarias.

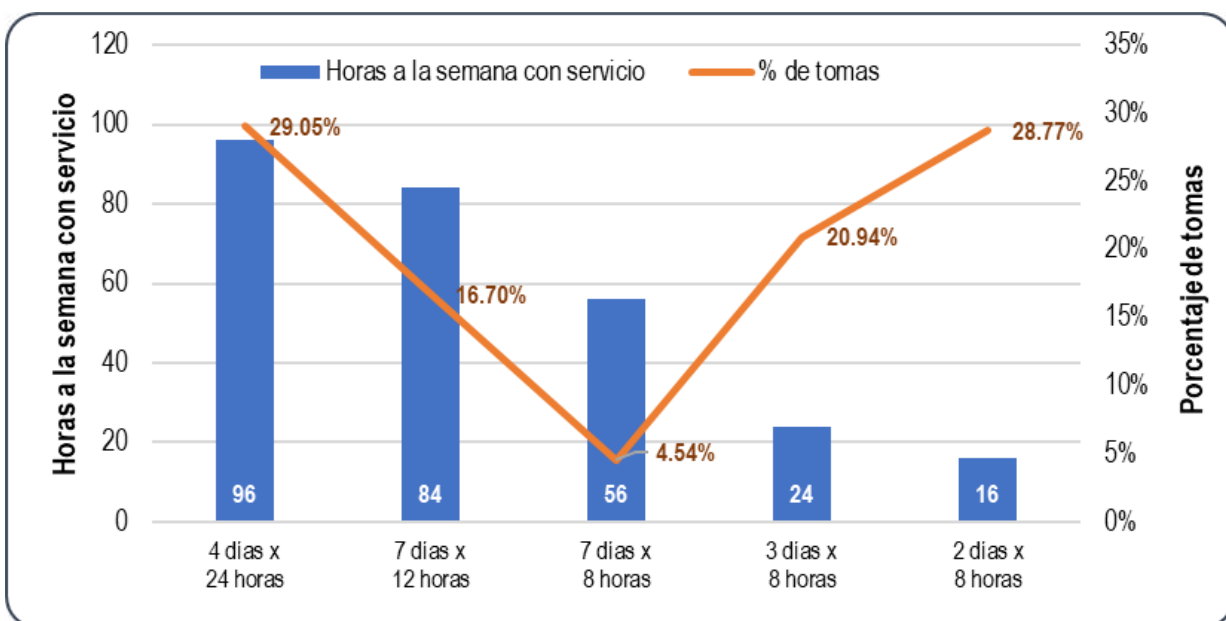


Figura 2.16 Distribución de colonias por horas de tandeo

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

En la siguiente figura se presenta un mapa de la Ciudad en donde se observan las colonias que tienen un abastecimiento discontinuo.

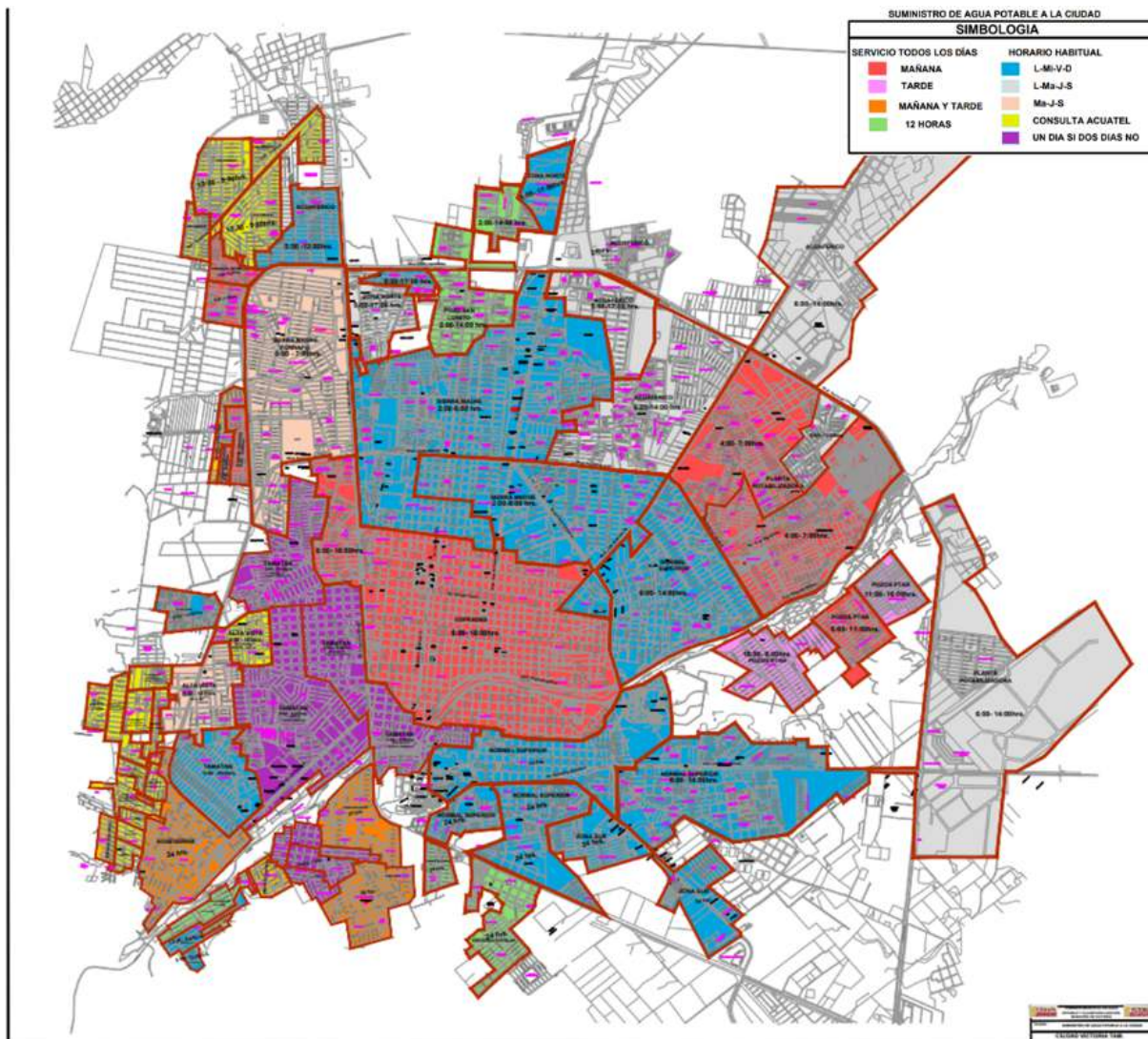


Figura 2.17 Zonas de tandeo en Ciudad Victoria

Fuente: COMAPA Victoria. 2022.

Adicional a la problemática del tandeo en la red de distribución Comapa Victoria tiene un alto porcentaje de agua no contabilizada. Conforme a la información proporcionada por COMAPA Victoria, en la zona de estudio actualmente se tiene un porcentaje de agua no contabilizada de 57.23%.

El sistema no opera de manera continua y eficiente. Además, en el aspecto económico, impacta sobre los costos de operación e ingresos, haciendo que los primeros se incrementen y los segundos se reduzcan; socialmente produce descontento en los usuarios

al no poder atender sus requerimientos de agua y ambientalmente genera una presión adicional a los recursos hídricos.

En la siguiente figura se muestra, de manera esquemática, la problemática.

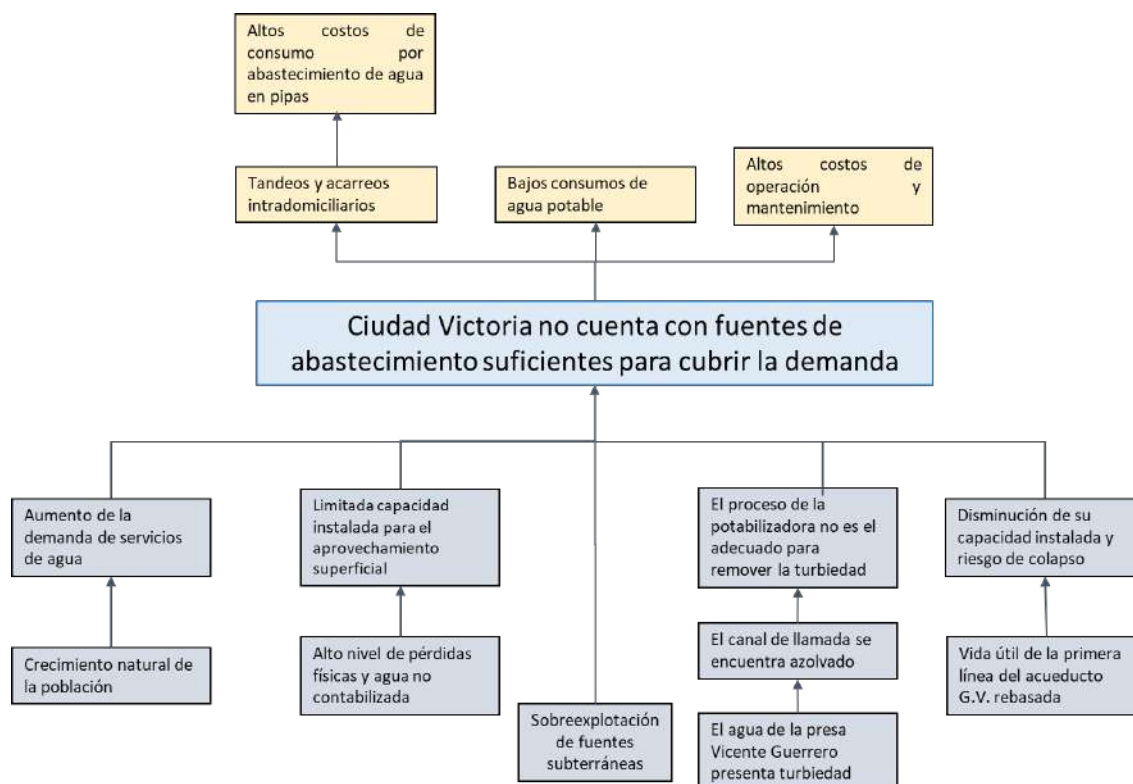


Figura 2.18 Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones en las cuales se encuentra el abastecimiento del servicio de agua potable en Ciudad Victoria no solamente impactan en la pérdida de bienestar de la población, sino que también limitan el desarrollo económico de la Ciudad, que es sede de los Poderes Estatales.

Actualmente, para incrementar el suministro de agua a la población, no se puede explotar más agua subterránea dada la sobreexplotación que existe en los acuíferos; por otra parte existe un volumen adicional asignado de la presa Vicente Guerrero que no ha podido ser aprovechado, dado que la infraestructura existente tiene una capacidad limitada y además, al tener 30 años en operación, presenta condiciones de riesgo en su conducción y potabilización que podrían dejar sin suministro de agua a la población durante varios días.

Por lo anterior, es urgente poner en marcha los proyectos que permitan incorporar nuevos volúmenes de agua cuya calidad sea totalmente apta para el uso y consumo humano, de tal manera que se permita satisfacer la demanda de la población en los próximos años.

2.2 Análisis de la oferta Actual

La oferta de agua para Ciudad Victoria se constituye en las fuentes de abastecimiento:

- Los pozos de la zona norte.
- Los pozos de la zona urbana
- Los pozos de la zona sur.
- El manantial La Peñita.
- Las aguas superficiales provenientes del Río Soto La Marina, reguladas por el vaso de la Presa Vicente Guerrero y conducidas mediante el Acueducto Guadalupe Victoria.

Para realizar el análisis de la oferta, se cuenta con información histórica de las fuentes. Se tiene información desagregada a nivel mensual del periodo 2000-2022.

Por lo anterior, se podrá analizar el comportamiento de dos décadas de suministro de las fuentes para Ciudad Victoria.

Oferta total

En el periodo 2000-2010 la oferta fue en promedio de 1,107 l/s.

Tabla 2.12 Producción mensual promedio 2000-2010

AÑO	PEÑITA	ZONA NORTE	ACUEDUCTO	ZONA SUR	ZONA URBANA	TOTAL ANUAL
2000	466	212	332	10	13	1,033
2001	429	206	343	10	12	1,000
2002	389	183	307	14	17	909
2003	494	197	257	9	17	974
2004	414	246	366	16	17	1,059
2005	378	219	428	21	20	1,066
2006	334	210	528	23	20	1,115
2007	393	212	517	21	17	1,161
2008	427	224	494	35	21	1,200
2009	359	255	650	36	20	1,319
2010	462	237	589	34	15	1,337
PROMEDIO	413	218	437	21	17	1,107

Fuente: COMAPA Victoria

La oferta promedio en el periodo 2011-2022 fue de 1,404 l/s.

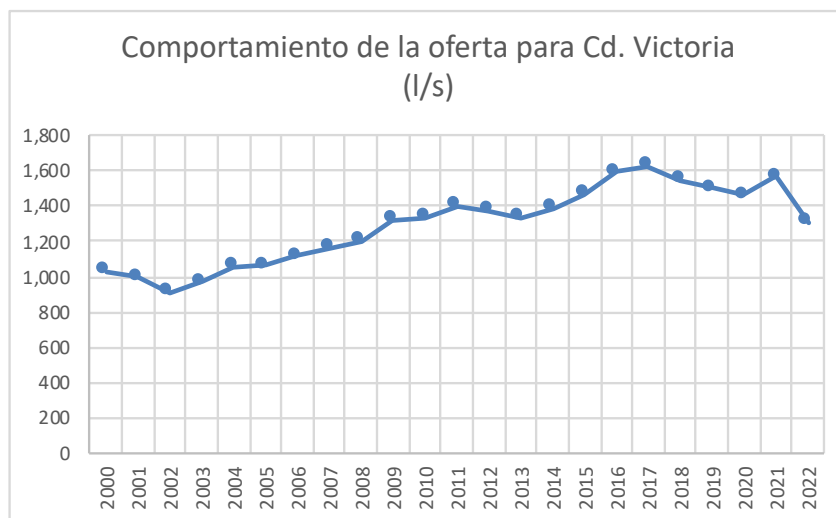
Tabla 2.13 Producción anual en el periodo 2011-2022 (l/s)

AÑO	PEÑITA	ZONA NORTE	ACUEDUCTO	ZONA SUR	ZONA URBANA	TOTAL ANUAL
2011	424	295	625	35	20	1,399
2012	189	240	870	32	45	1,376
2013	308	188	718	28	91	1,334
2014	476	147	609	34	121	1,387
2015	456	258	588	27	137	1,466
2016	347	275	800	15	156	1,593
2017	326	215	892	13	182	1,628
2018	261	209	902	9	164	1,544
2019	228	193	948	12	120	1,500
2020	270	119	928	15	127	1,459
2021	330	105	958	17	154	1,564
2022	212	88	875	8	124	1,306
SUMA	319	194	809	20	120	1,463

Fuente: COMAPA Victoria

Lo anterior significa que la oferta se incrementó de una década a la siguiente en un 24%. La población creció de un promedio de 280,000 personas en la primera década (2005) a 350,000 en la segunda década (2015) que es un 20%. Lo anterior implica que las fuentes se han incrementado de forma análoga a la población.

Figura 2.19 Producción anual en el periodo 2000-2022 (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Oferta histórica por fuente

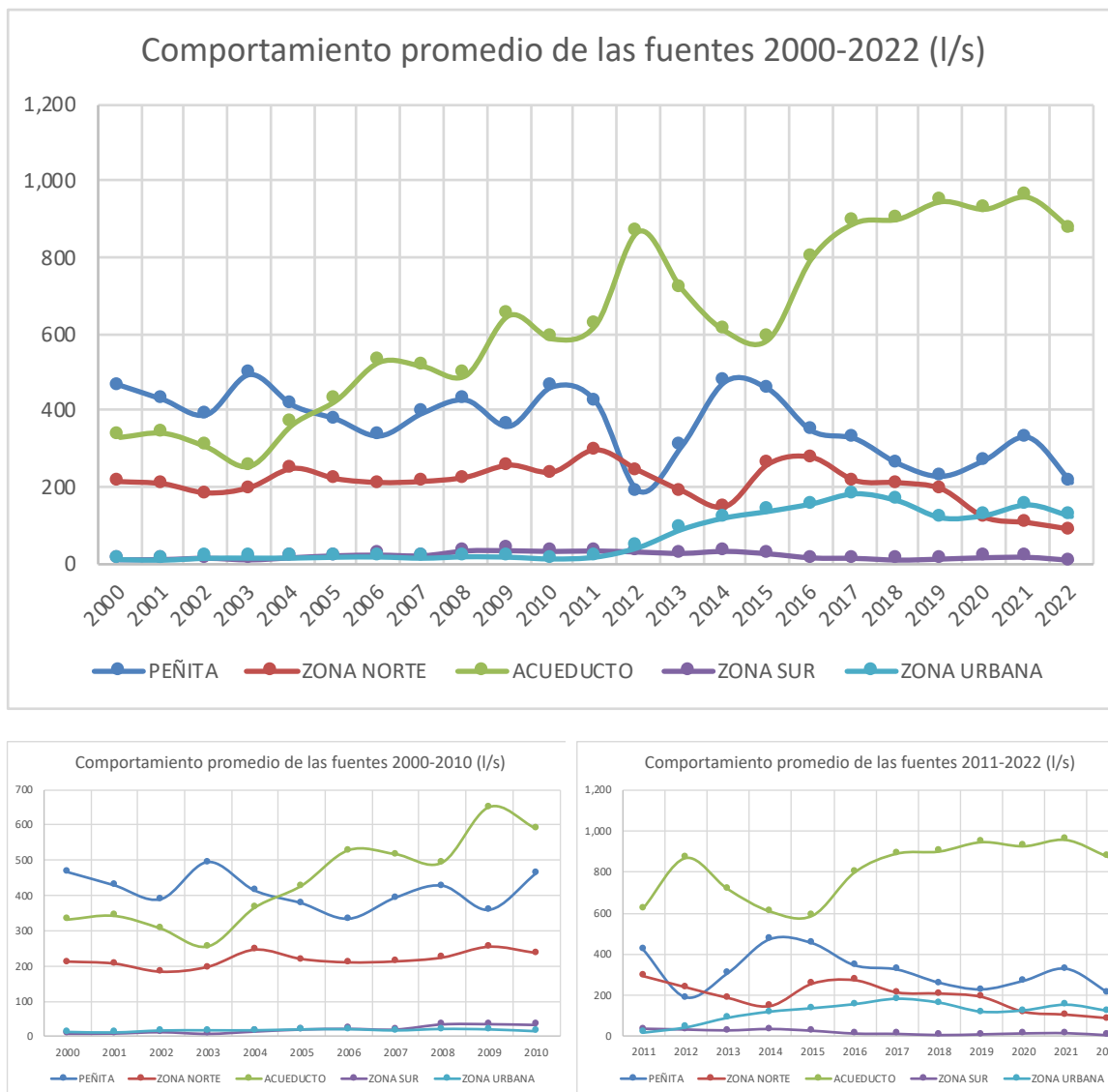
Aunque la oferta total ha ido incrementándose en el horizonte de evaluación, hay que analizar el comportamiento de las fuentes.

La política de uso de las fuentes, adicionalmente a la zona de influencia de cada una, ya que no se puede abastecer a la ciudad con cada una de ellas, es dar prioridad al manantial Peñita ya que es la fuente de menor costo y gran calidad de agua, aprovechando todo el caudal disponible que proporciona, sujeto a su disponibilidad hidrológica.

En segunda instancia, el agua subterránea de los pozos (zonas norte, sur y urbana) es la que sigue en orden de costo y tiene un área de influencia muy definida, aunque su caudal no es tan significativo.

En tercera instancia se tiene el acueducto Victoria como la de mayor costo, mayor caudal y mayor zona de influencia. Esta fuente es la que complementa el abasto cuando el manantial Peñita se encuentra en niveles bajos.

Figura 2.20 Oferta anual por fuente (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

El abastecimiento se puede agrupar en tres rubros, el agua subterránea procedente de los pozos, el agua de la presa mediante el Acueducto Victoria y el manantial Peñita.

Al observar la gráfica de todo el periodo de análisis 2000-2022 claramente hay un incremento significativo del acueducto Victoria ante una disminución del manantial Peñita, acentuado en la segunda gráfica.

El uso de las fuentes en cada escenario es el siguiente.

Tabla 2.14 Proporción por fuente (l/s)

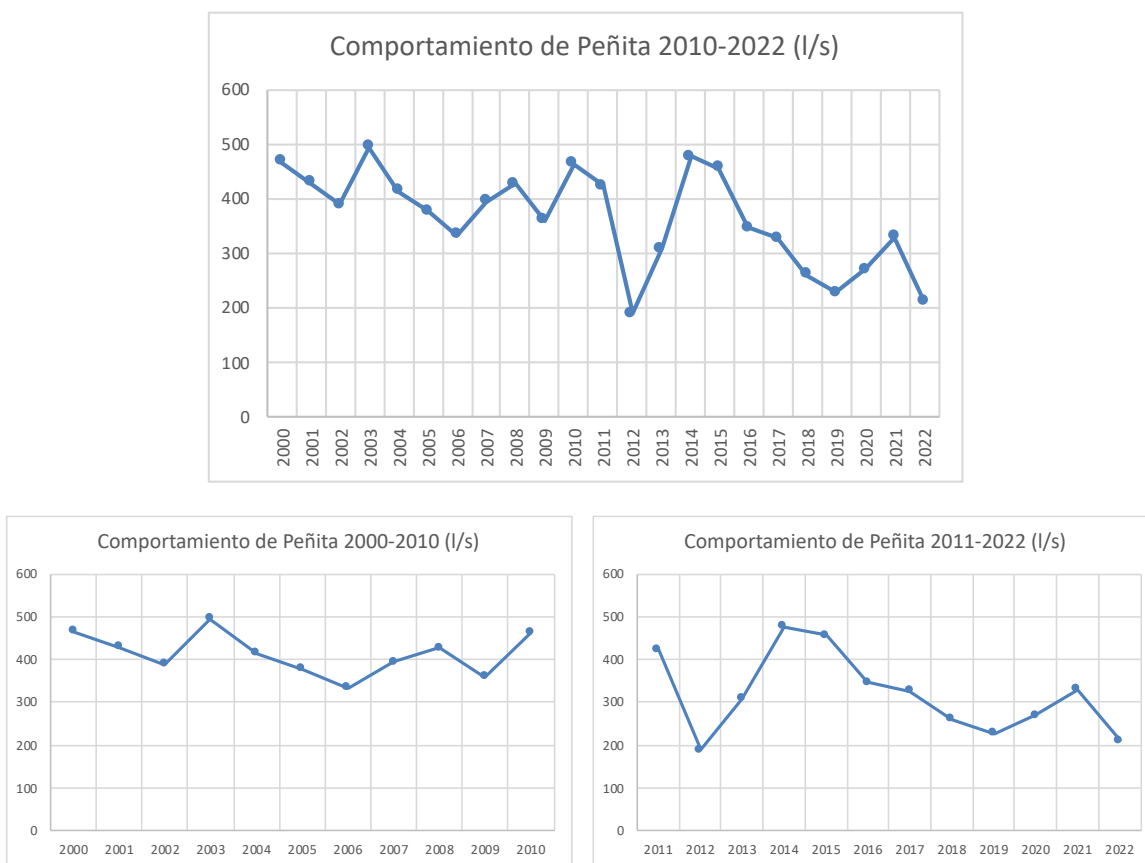
	PEÑITA	ZONA NORTE	ACUEDUCTO	ZONA SUR	ZONA URBANA
PROMEDIO 2000-2022	25.0%	14.2%	43.5%	1.4%	4.9%
PROMEDIO 2000-2010	37.3%	19.7%	39.5%	1.9%	1.6%
PROMEDIO 2011-2022	21.8%	13.3%	55.3%	1.4%	8.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Se tiene en primera instancia el promedio del horizonte de análisis, en donde el manantial representa el 25% del abastecimiento, pero al verlo por década se observa una disminución de más del 15%, mismos puntos que se incrementó el acueducto. Los pozos en conjunto alrededor del 23% actualmente.

- Manantial Peñita

Figura 2.21 Oferta anual manantial Peñita (l/s)

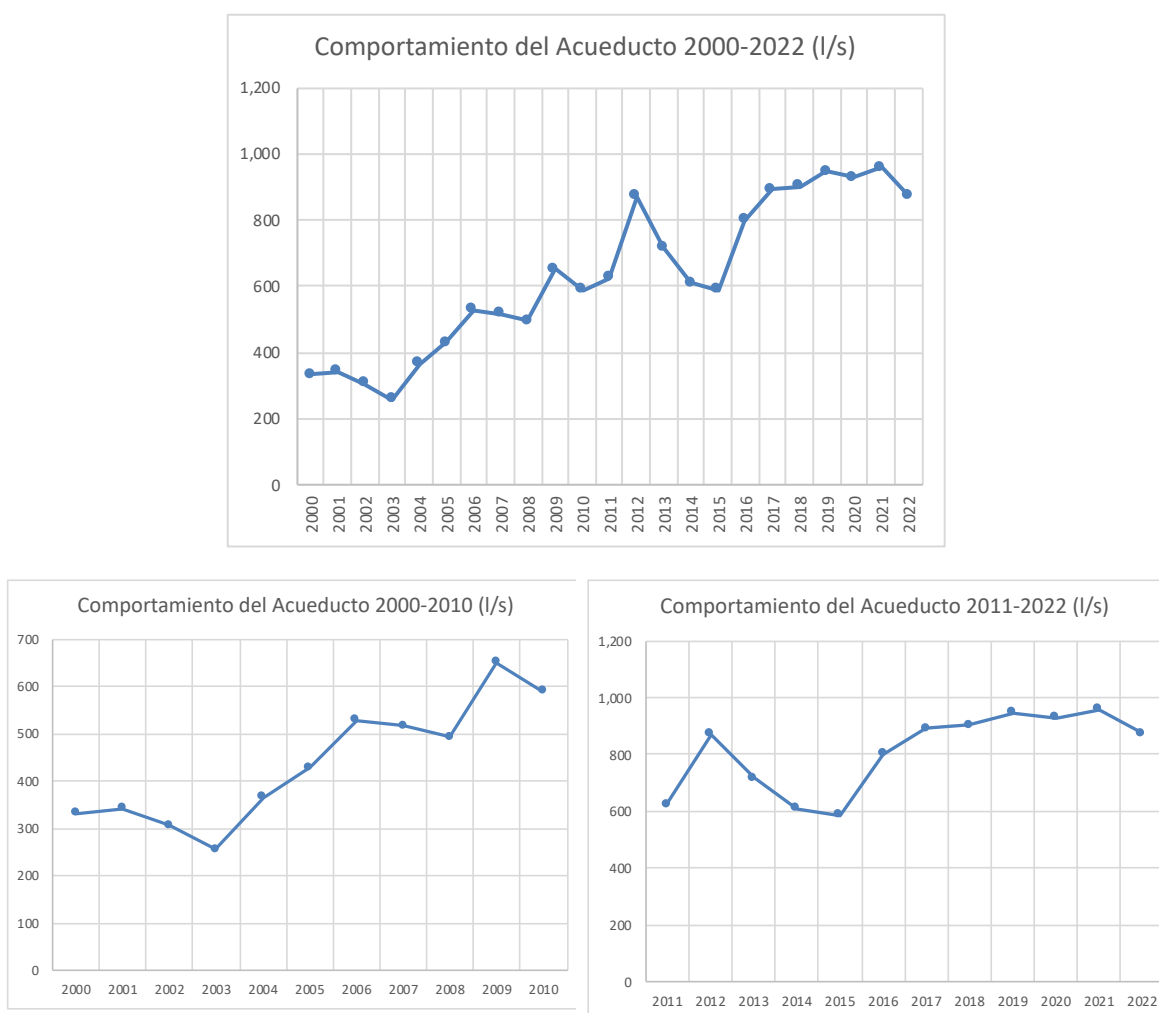


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Al verlo en cada una de las dos décadas de análisis, en la primera gráfica el manantial Peñita tenía caudales no menores a 300 l/s y hasta 500, pero en la segunda gráfica se observa que desde el 2014 hasta la fecha sigue en descenso hasta los rangos de 200 l/s.

- Acueducto Victoria

Figura 2.22 Oferta anual acueducto Victoria (l/s)



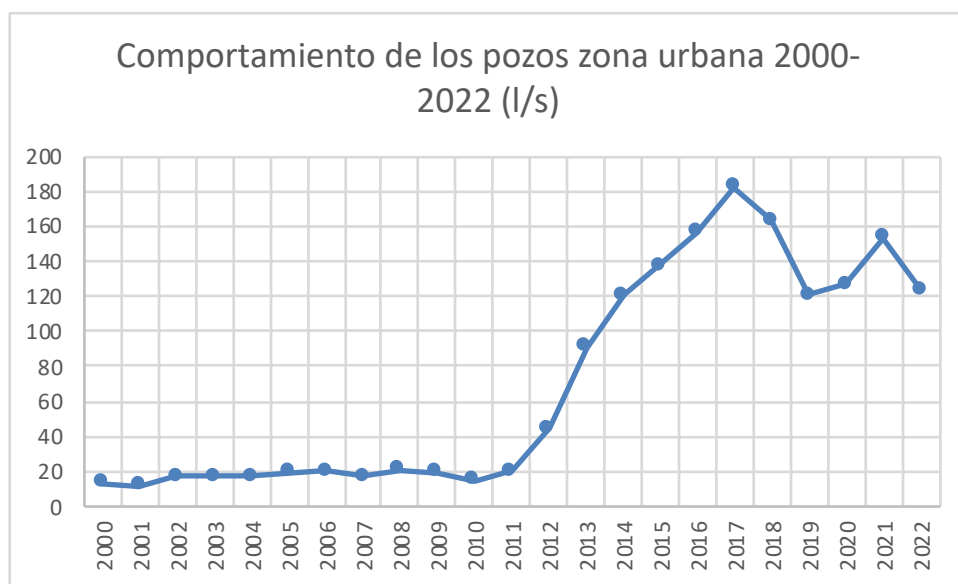
Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

En la gráfica principal se observa un claro incremento en la oferta y uso del acueducto, al ser la fuente principal de la ciudad.

Al respecto al analizar la primera gráfica, el acueducto empieza un crecimiento exponencial debido al crecimiento de la demanda. En la segunda gráfica se observa como ya ha llegado al máximo de producción, que como se explica en el presente estudio, ya con problemas operativos y de vida útil de la infraestructura.

- Pozos zona urbana

Figura 2.23 Oferta anual pozos zona urbana (l/s)

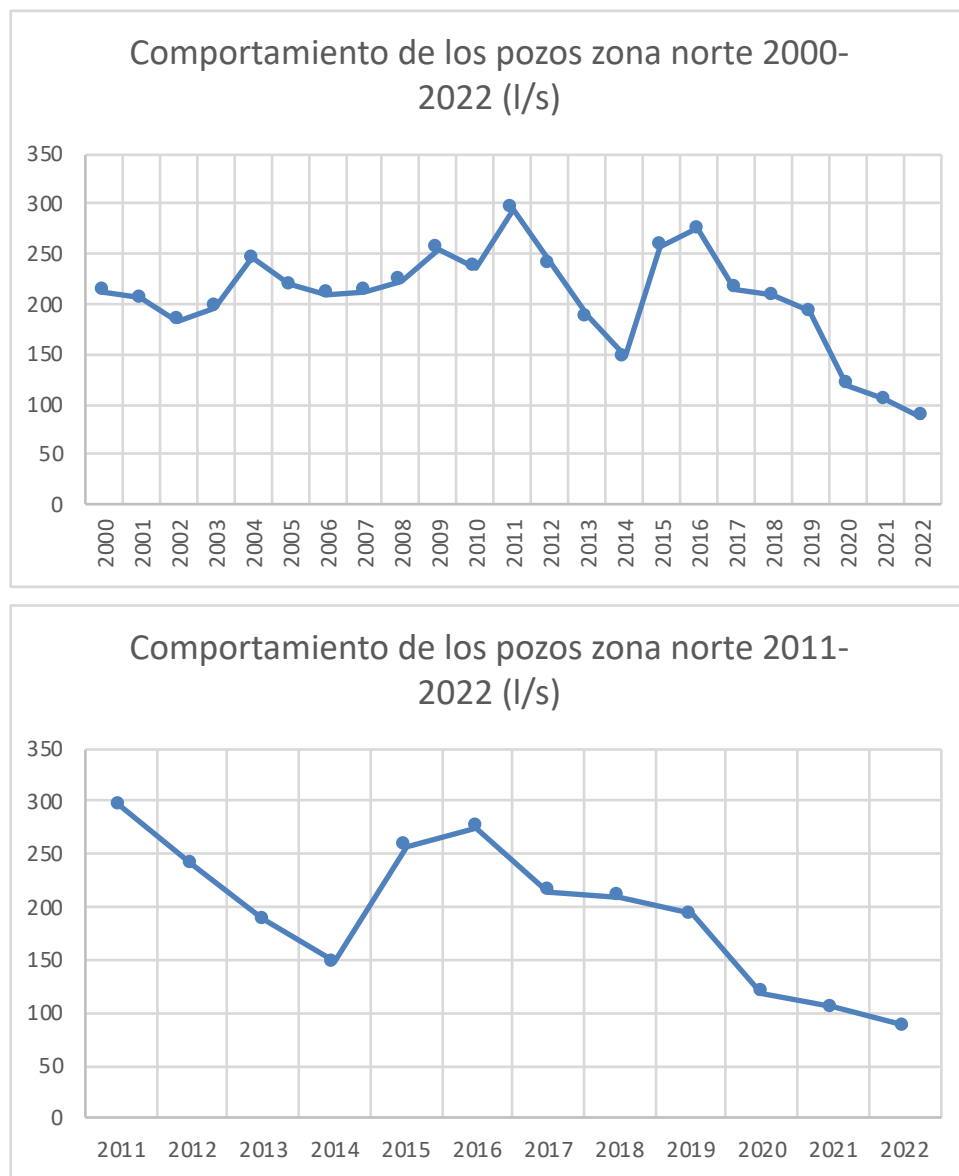


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

El comportamiento de esta batería es muy claro. Ante la necesidad de incrementar la oferta a la población, a partir del año 2011 se impulsó el abastecimiento de esta fuente en forma significativa, pero a partir del 2017 ya presenta problemas de sequía y ha disminuido su caudal.

- Pozos zona norte

Figura 2.24 Oferta anual pozos zona norte (l/s)

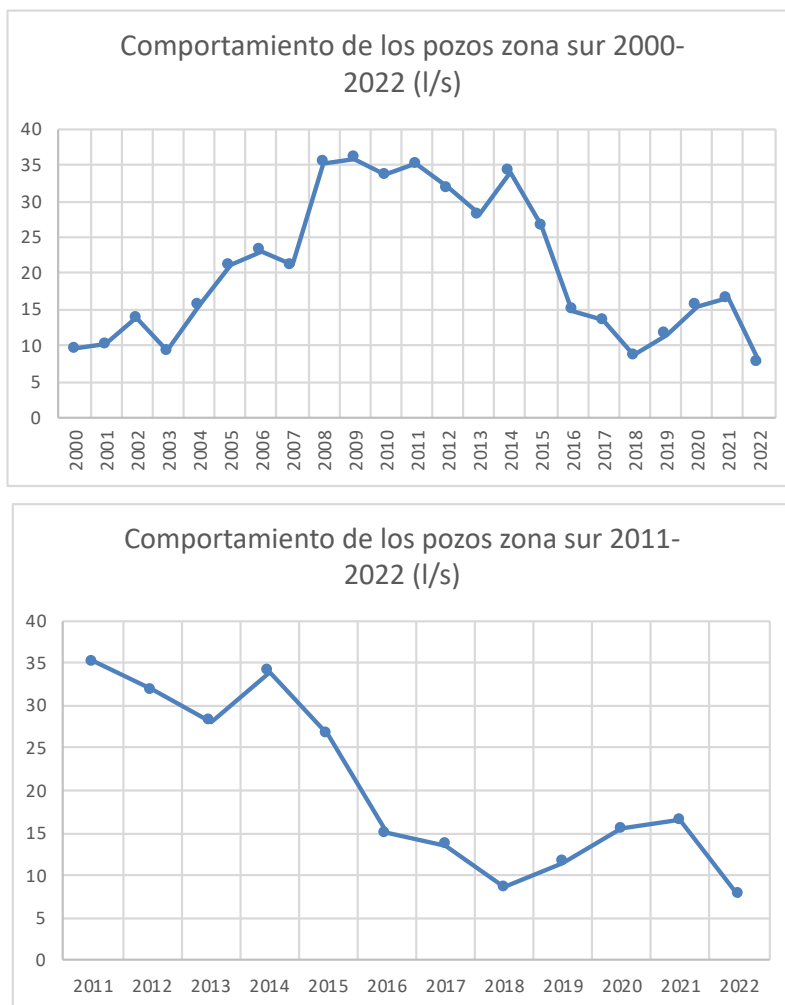


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Esta fuente ya está también en franco descenso. A pesar de la estabilidad del periodo 2000-2011, esta fuente ha ido a la baja a partir de dicho año, acentuándose a partir del año 2016.

- Pozos zona sur

Figura 2.25 Oferta anual pozos zona urbana (l/s)



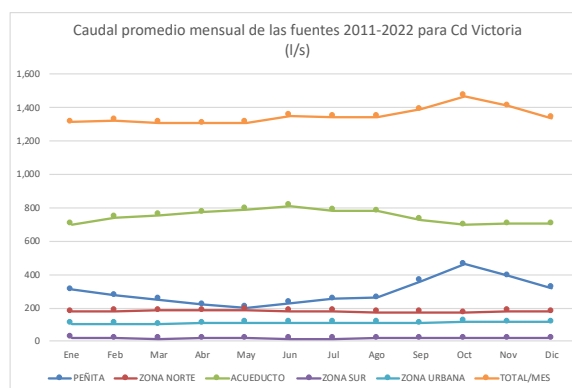
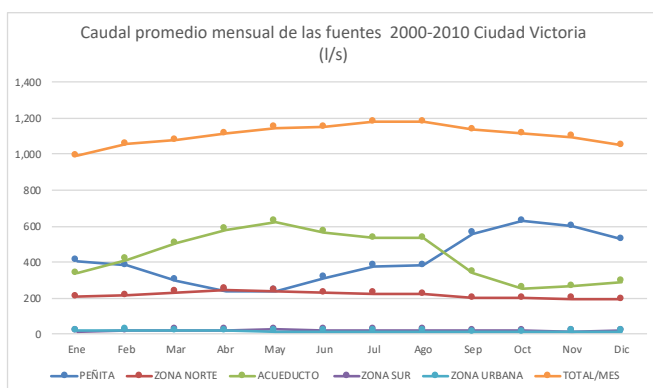
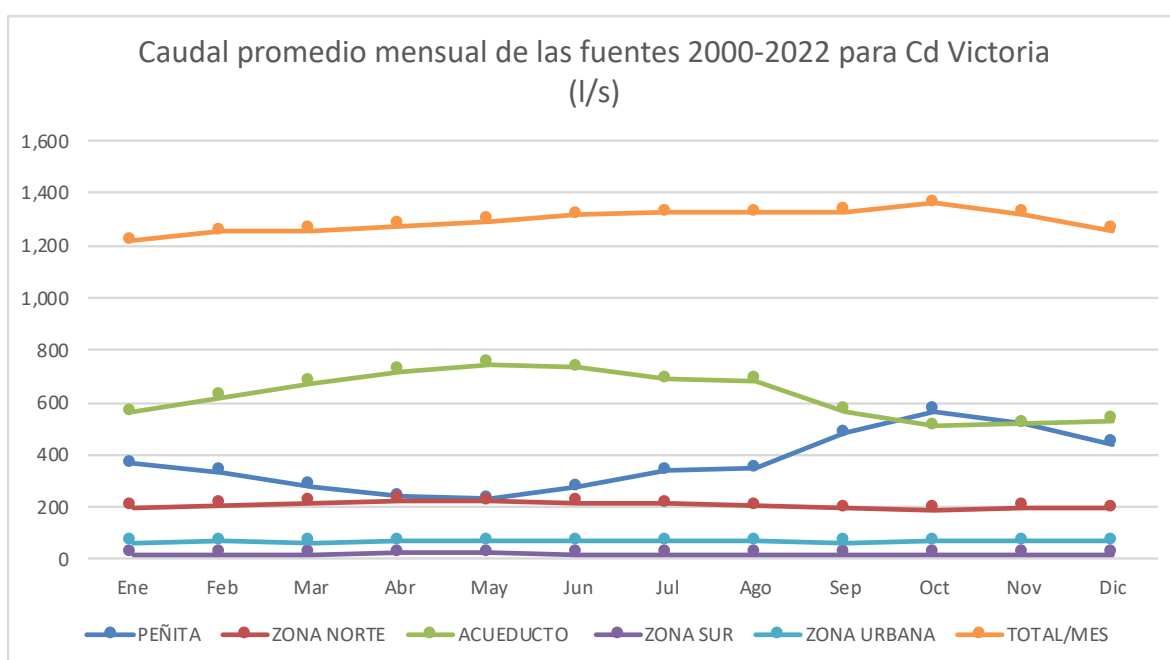
Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Con respecto a esta fuente, tuvo su auge de explotación en el periodo 2000 al 2008, pero a partir de esa fecha ha ido en decremento, al grado de que ya venció su vida útil, ya que los caudales de los últimos 5 años son muy poco significativos.

Oferta histórica mensual por fuente

Para hacer este análisis, se analizó el promedio mensual por fuente, de igual forma del periodo 2000-2022 y por cada década.

Figura 2.26 Caudal promedio mensual por fuente (l/s)

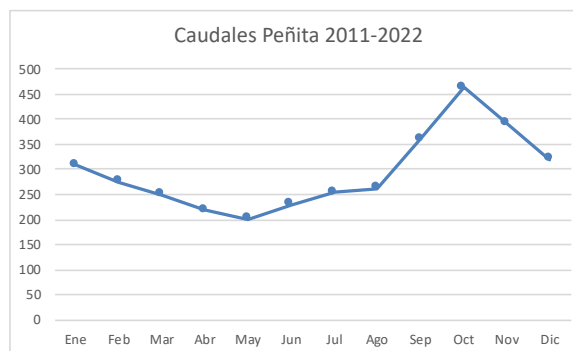
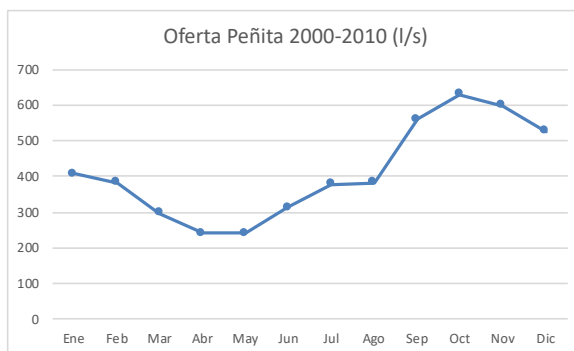
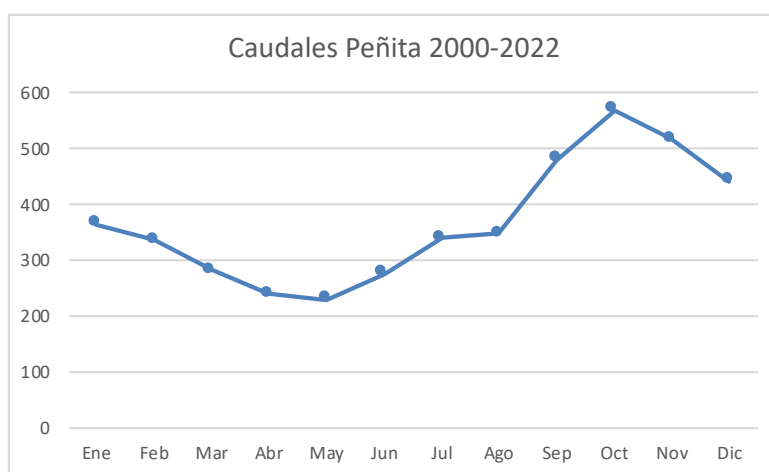


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

El gráfico del horizonte de análisis demuestra una oferta tendencial durante el año, marcando al manantial Peñita con un máximo de agosto a diciembre, muy posiblemente ligado con la época de lluvias, en forma complementaria trabaja el acueducto.

- Manantial Peñita

Figura 2.27 Caudal promedio mensual Peñita (l/s)

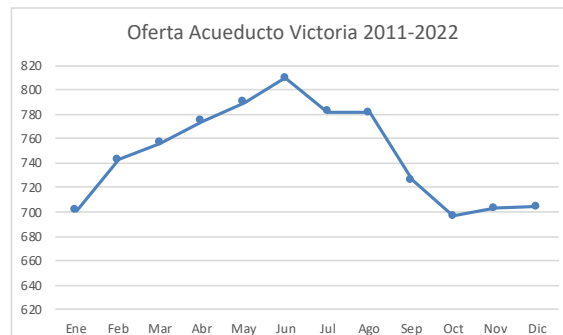
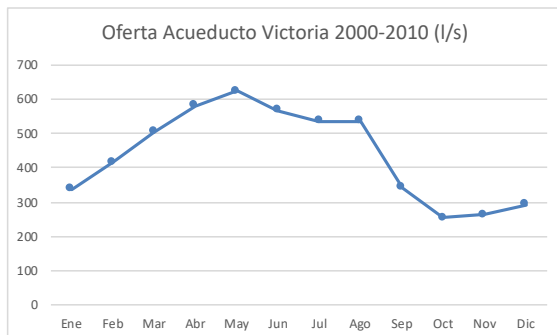
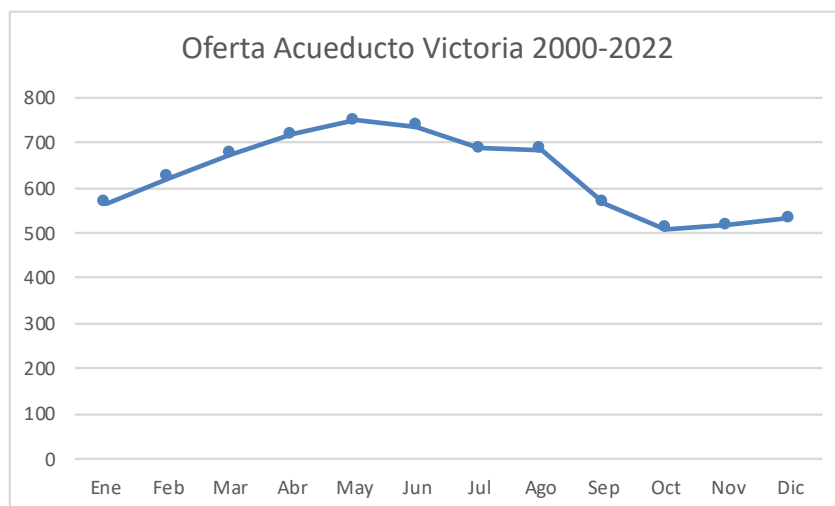


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

El manantial presenta el mismo comportamiento en todo el horizonte de análisis, con un mayor caudal a partir de agosto de cada año. Al analizar el cambio en ambas décadas, se observa que el manantial Peñitas tenía caudales de entre 300 a 600 l/s, pero para la siguiente década oscila de 200 a 450 l/s, por lo que ya presenta una disminución en su producción.

- Acueducto Victoria

Figura 2.28 Caudal promedio mensual Acueducto Victoria (l/s)



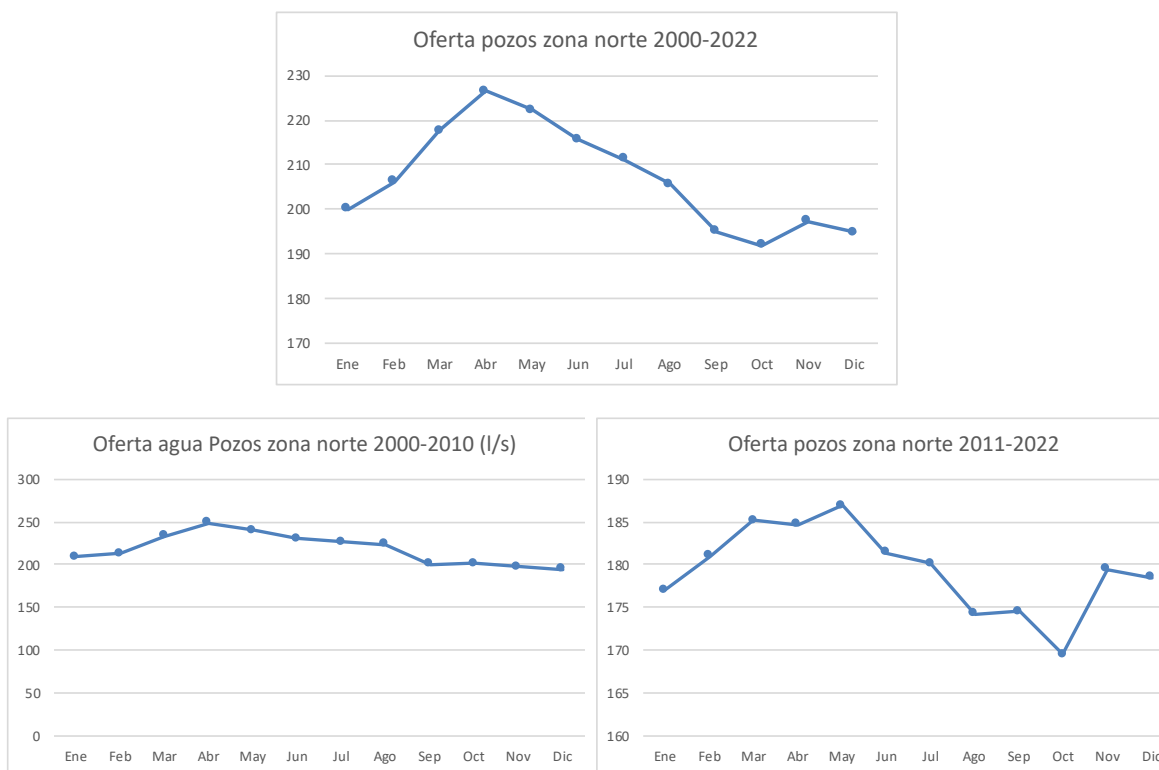
Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

El acueducto presenta un comportamiento inverso al manantial Peñitas al ser complemento de la oferta. También se observa un comportamiento estacional marcado con máximos en abril y mayo, aunque en la primera década llegaban a poco más de 600 l/s y en los siguientes años hasta más de 800 l/s.

Lo anterior se debe a la disminución de Peñitas y al crecimiento de la demanda.

- Pozos zona norte

Figura 2.29 Caudal promedio mensual Pozos zona norte (l/s)



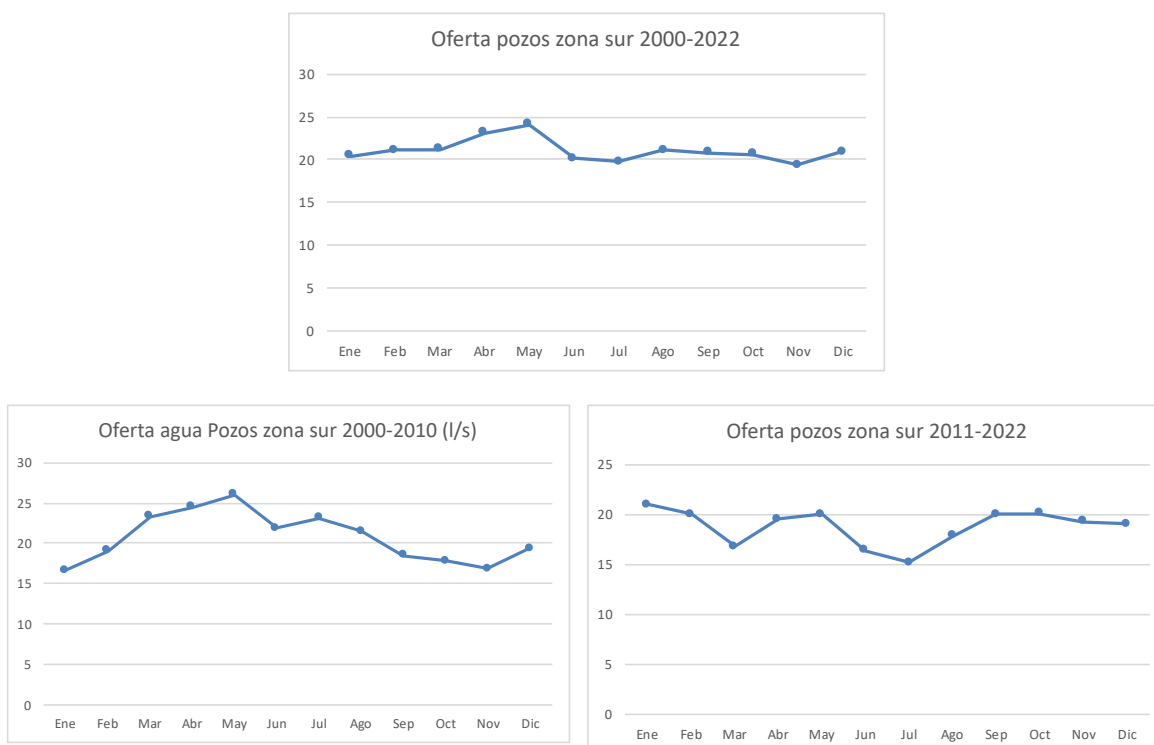
Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

La operación de los pozos se concentra en su área de influencia en los meses de mayor temperatura en abril y mayo. En la primera década se obtenían caudales de entre 200 a 250 l/s en forma constante durante el año.

En la segunda gráfica se observa que la oferta ya no se puede mantener todo el año y oscila entre 170 y 185 l/s.

- Pozos zona sur

Figura 2.30 Caudal promedio mensual Pozos zona sur (l/s)

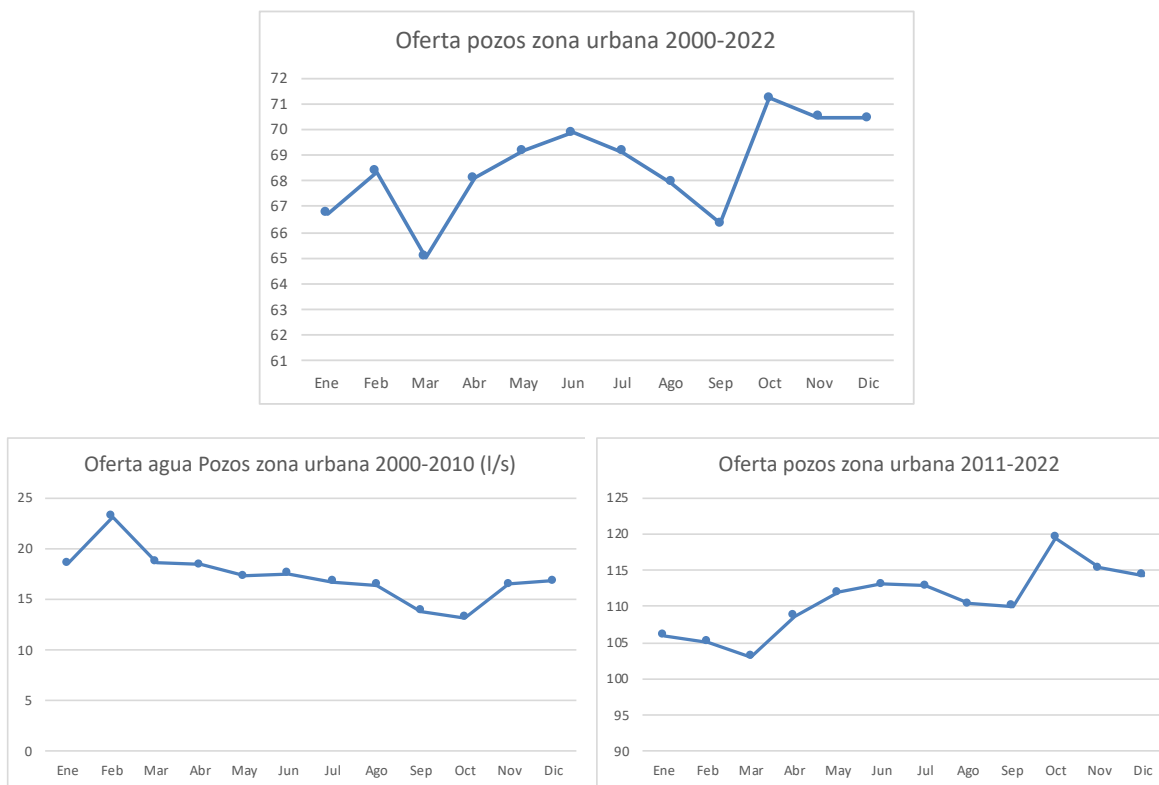


Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

De los pozos en su primera década analizada, oscilaban entre 15 y 25 l/s con mayor uso en la época de abril y mayo. En la siguiente figura se observa un caudal de alrededor de entre 15 y 20 l/s todo el año. El promedio del 2022 fue 8 l/s.

- Pozos zona urbana

Figura 2.31 Caudal promedio mensual Pozos zona urbana (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Esta es la fuente con mayor cambio entre ambos periodos de análisis. En la primera década operaba en forma constante con caudales entre 15 y 20 l/s, mientras que para la siguiente década presenta una explotación de marzo a agosto de entre 105 y 115 l/s de la época de mayor demanda. Posteriormente presenta al igual que el manantial Peñita, una mayor explotación en el último trimestre del año, posiblemente por a la recarga de las lluvias.

Proyección de la oferta

Al analizar los factores históricos y estacionales de cada una de las fuentes, se observa que cada una presenta una problemática y situación diferente, por lo que los criterios de proyección en volumen y distribución mensual deben ser diferentes.

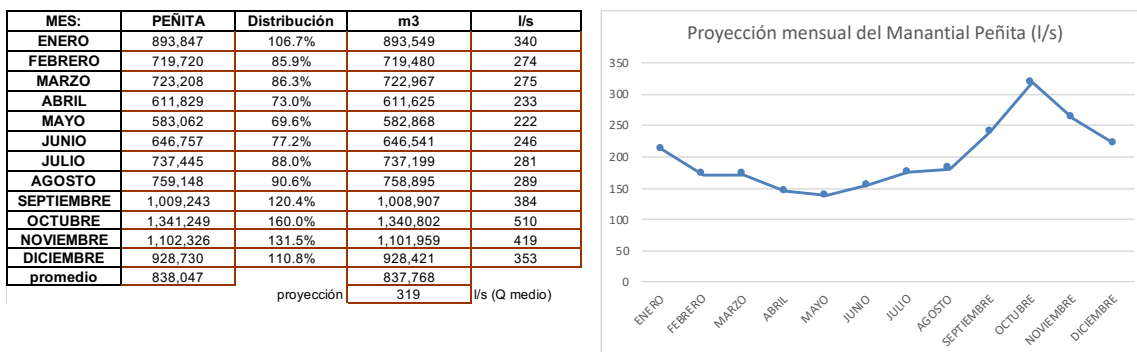
- **Manantial Peñita**

Como se había mencionado, el manantial Peñitas tenía caudales de entre 300 a 600 l/s, y han disminuido a rangos de 200 a 450 l/s, por lo que es de esperarse que siga esa tendencia.

Para manejar un escenario conservador en su proyección, se considera el promedio del 2011 al 2022 durante todo el horizonte de evaluación y que conserva la misma distribución que en el periodo 2011-2022.

Por lo anterior, se obtiene la siguiente proyección.

Figura 2.32 Proyección del manantial Peñita (l/s)



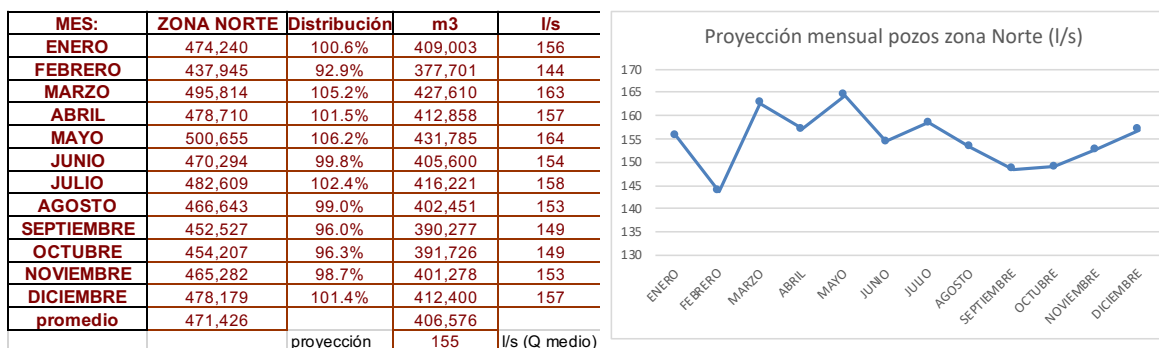
Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

- **Pozos zona norte**

Esta fuente ha ido a la baja a partir del 2011, acentuándose a partir del año 2016. En la primera década se obtenían caudales de entre 200 a 250 l/s en forma constante durante el año. En la segunda gráfica se observa que la oferta ya no se puede mantener todo el año y oscila entre 170 y 185 l/s.

El caudal ha ido disminuyendo en forma significativa. Para su proyección se utilizará el caudal medio de los últimos 5 años como un volumen significativo de considerar para su proyección, debido a su disminución. La distribución anual se basará en la distribución 2011-2022.

Figura 2.33 Proyección de los pozos zona norte (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

- Pozos zona sur**

De los pozos en su primera década analizada, oscilaban entre 15 y 25 l/s con mayor uso en la época de abril y mayo. En la siguiente figura se observa un caudal de alrededor de entre 15 y 20 l/s todo el año.

A partir de 2008, ha ido en decremento, al grado de que ya venció su vida útil, ya que los caudales de los últimos 5 años son muy poco significativos.

Tabla 2.15 Caudales de los pozos zona sur (l/s)

AÑO	ZONA SUR
2016	15
2017	13
2018	9
2019	12
2020	15
2021	17
2022	8

Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Por lo anterior, se considera que esta fuente ya representa un volumen poco significativo a un costo alto. Para la proyección se dejará de considerar y se considerará otra de las fuentes.

- **Pozos zona urbana**

Presenta una explotación promedio de marzo a agosto de entre 105 y 115 l/s de la época de mayor demanda. Posteriormente presenta al igual que el manantial Peñita, una mayor explotación en el último trimestre del año, posiblemente por a la recarga de las lluvias

A partir del 2017 ya presenta problemas de sequía y ha disminuido su caudal. Para su proyección se utilizará el caudal medio de los últimos 10 años como un volumen significativo de considerar para su proyección, debido a su disminución. La distribución anual se basará en la distribución 2011-2022.

Tabla 2.16 Caudales de los pozos zona urbana (l/s)

AÑO	ZONA URBANA
2013	91
2014	121
2015	137
2016	156
2017	182
2018	164
2019	120
2020	127
2021	154
2022	124
PROMEDIO	138

Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Figura 2.34 Proyección de los pozos zona urbana (l/s)

MES:	ZONA URBANA	Distribución	m3	l/s
ENERO	283,940	97.5%	352,540	134
FEBRERO	254,211	87.3%	315,630	120
MARZO	275,965	94.7%	342,639	130
ABRIL	281,804	96.7%	349,888	133
MAYO	299,661	102.9%	372,059	142
JUNIO	293,035	100.6%	363,833	138
JULIO	302,050	103.7%	375,026	143
AGOSTO	295,480	101.4%	366,868	140
SEPTIEMBRE	285,088	97.9%	353,967	135
OCTUBRE	319,892	109.8%	397,179	151
NOVIEMBRE	298,909	102.6%	371,127	141
DICIEMBRE	306,189	105.1%	380,166	145
promedio	291,352		361,743	
		proyección	138	l/s (Q medio)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

- **Acueducto Victoria**

El acueducto presenta una variación mensual en su operación que depende directamente de la demanda y del caudal aportado por el manantial Peñita.

El acueducto ya ha llegado al máximo de su capacidad de explotación e inclusive con medidas que no son convenientes para su conservación y operación.

Anteriormente era exclusivamente en épocas de estiaje en donde la capacidad instalada de conducción del acueducto Guadalupe Victoria se ha visto rebasada, pero ahora se ha vuelto una práctica de todos los meses del año.

La primera línea del acueducto Guadalupe Victoria inició operaciones a principios de los noventas, y fue diseñada para aportar a Ciudad Victoria un caudal de hasta 1,000 l/s, aunque en el proyecto original se había planteado un diseño de dos líneas para 750 l/s cada una. Sin embargo, después de veinte años de utilización, el acueducto ha visto reducida sensiblemente su capacidad. Durante 2022 el acueducto ha podido incorporar al sistema caudales inclusive mayores a los 900 l/s, pero en condiciones que han puesto en peligro de falla al mismo acueducto, como se observa en el apartado de problemática de las fallas del sistema de la primera línea.

Las tres plantas disponen de cuatro bombas para operación y una más de remplazo, aunque ha sido posible, con los riesgos que ello conlleva, encender simultáneamente los cinco equipos, esquema de operación para el cual no fue diseñado pero que se utiliza para tratar de satisfacer la demanda del sistema.

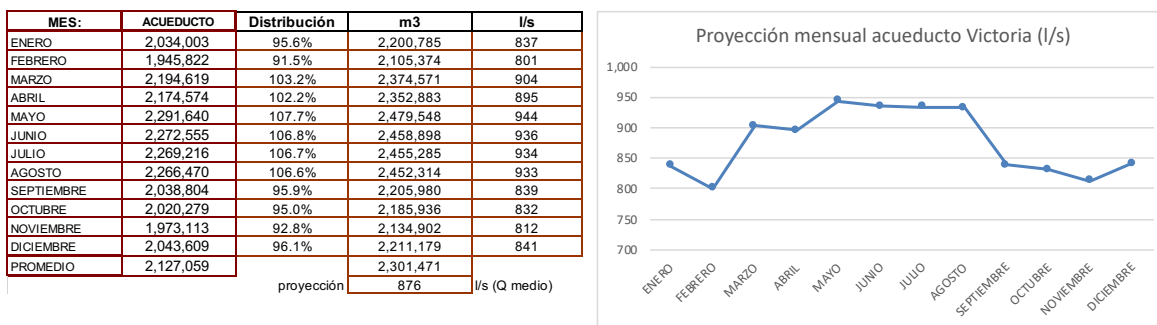
Es importante recordar que cada una de las estaciones de bombeo está diseñada con cuatro equipos de bombeo y uno de remplazo, por lo que al registrarse 96 horas de bombeo (24 horas por 4 equipos), se estaría utilizando el 100% de la capacidad instalada, y más de 96 horas implicaría una sobreutilización con ciertos riesgos y no técnicamente recomendable del sistema, lo cual ya se da en forma recurrente todos los meses, operando con sobreutilización.

Los rendimientos marginales del cuarto y quinto equipo de bombeo son bajos, pero mucho más el del quinto equipo, lo que es un indicador de la presión que se induce en la línea de conducción, y del aumento de la fricción al interior de la línea.

Dadas las condiciones físicas y operativas del sistema 1 del acueducto, se concluye que la capacidad aprovechable del acueducto Guadalupe Victoria, en condiciones técnicamente apropiadas, oscila alrededor de los 876 l/s. Este caudal, es el del año 2022 y podría representar claramente la situación del acueducto ante la demanda creciente.

Si se considera el escenario menos adverso de operación del acueducto y se considera el esquema de oferta que se ha tenido en el periodo 2011-2022, la oferta del acueducto sería la siguiente.

Figura 2.35 Proyección del Acueducto Victoria (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

- **Proyección de la oferta total**

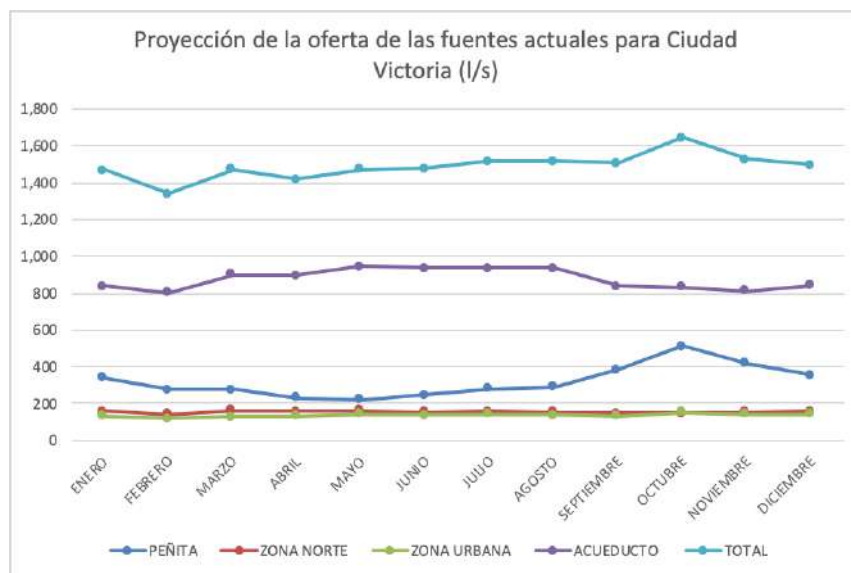
Una vez analizadas todas las fuentes tanto en su volumen como en su distribución, se considera tener un escenario de proyección adecuado para el horizonte de evaluación.

Tabla 2.17 Proyección de las fuentes actuales para Cd. Victoria (l/s)

	PEÑITA	ZONA NORTE	ZONA URBANA	ACUEDUCTO	TOTAL
ENERO	340	156	134	837	1,467
FEBRERO	274	144	120	801	1,339
MARZO	275	163	130	904	1,472
ABRIL	233	157	133	895	1,418
MAYO	222	164	142	944	1,471
JUNIO	246	154	138	936	1,474
JULIO	281	158	143	934	1,516
AGOSTO	289	153	140	933	1,515
SEPTIEMBRE	384	149	135	839	1,507
OCTUBRE	510	149	151	832	1,642
NOVIEMBRE	419	153	141	812	1,526
DICIEMBRE	353	157	145	841	1,496
PROMEDIO	319	155	138	876	1,487

Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Figura 2.36 Proyección de las fuentes actuales para Cd. Victoria (l/s)



Fuente: Elaboración propia con datos de COMAPA Victoria

Análisis de la demanda actual

Se analizó la facturación del periodo 2011-2022 para determinar el comportamiento de los consumos y determinar la forma de la demanda durante cada uno de los meses del año.

La información proporcionada es la siguiente:

Tabla 2.18 Demanda en tomas

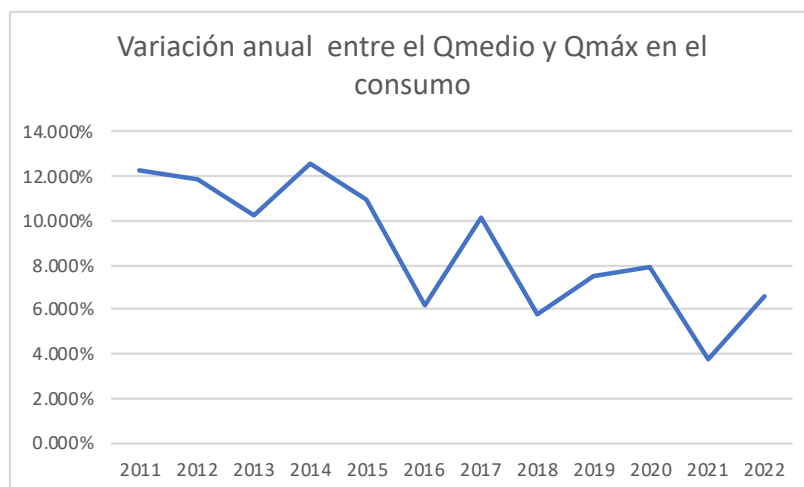
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2011	1,544,313	1,410,357	1,659,911	1,477,294	1,897,092	1,852,620	1,724,588	1,828,783	1,742,191	1,644,808	1,607,319	1,588,070
2012	1,508,734	1,502,566	1,540,235	1,513,947	1,772,176	1,616,478	1,761,992	1,870,348	1,612,534	1,783,851	1,739,313	1,573,928
2013	1,561,232	1,476,369	1,380,319	1,715,017	1,660,633	1,478,650	1,776,846	1,680,807	1,572,529	1,721,324	1,563,882	1,548,342
2014	1,600,521	1,482,447	1,522,526	1,523,487	1,726,735	1,660,063	1,895,769	1,749,600	1,796,688	1,744,367	1,613,274	1,577,504
2015	1,847,176	1,611,123	1,794,036	1,708,537	1,722,894	1,907,613	2,076,067	2,006,899	1,898,300	1,920,796	1,781,730	1,900,431
2016	1,779,439	1,767,568	1,760,159	1,891,767	1,830,917	1,829,637	1,941,625	1,910,414	1,980,078	1,898,188	1,849,144	1,861,960
2017	1,818,979	1,846,116	2,032,620	1,566,420	2,061,382	2,086,442	1,812,315	1,870,880	1,860,821	1,876,079	1,848,955	1,813,911
2018	1,889,411	1,730,352	1,952,712	1,691,228	1,825,878	1,873,415	1,876,920	1,924,233	1,883,198	1,819,485	1,847,968	1,767,629
2019	1,932,115	1,678,295	1,762,188	1,732,415	1,897,677	1,746,331	1,890,765	1,855,157	1,783,493	1,745,896	1,728,456	1,698,259
2020	1,781,270	1,609,491	1,692,532	1,737,021	1,660,328	1,742,279	1,738,669	1,755,955	1,732,895	1,725,150	1,539,140	1,862,865
2021	1,683,441	1,593,996	1,790,986	1,743,666	1,744,544	1,792,981	1,767,779	1,827,010	1,809,593	1,752,907	1,804,776	1,783,937
2022	1,822,739	1,650,844	1,897,940	1,629,717	1,809,164	1,772,710	1,782,757	1,800,108	1,776,061	1,786,363	1,784,673	1,761,083

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

De cada año se obtuvo el consumo promedio y el consumo máximo y su variación, con la finalidad de determinar como se han ido comportando los consumos en el tiempo.

Tabla 2.19 variación entre el consumo medio y máximo anual

Año	Variación anual
2011	12.246%
2012	11.798%
2013	10.253%
2014	12.555%
2015	10.987%
2016	6.145%
2017	10.154%
2018	5.762%
2019	7.480%
2020	7.948%
2021	3.779%
2022	6.591%

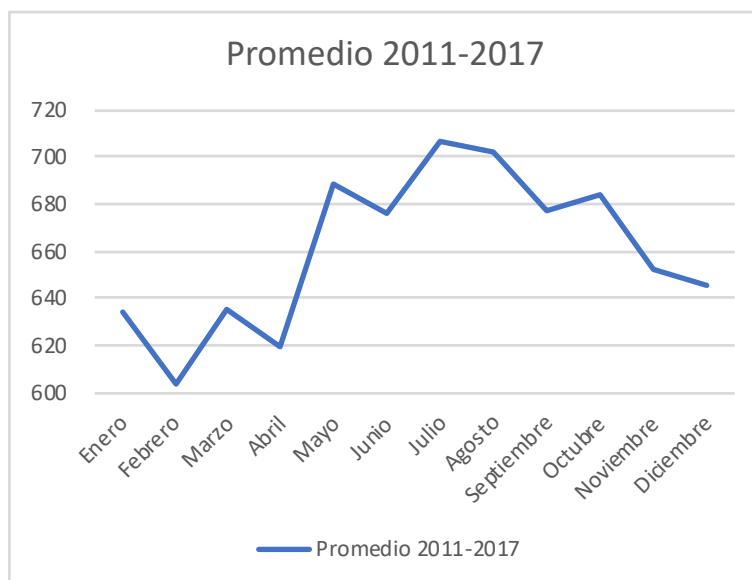


Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

De la figura anterior se observa que, en el tiempo, la variación ha ido disminuyendo, es decir que los consumos altos debido a las altas temperaturas se han reducido al pasar de los años, debido especialmente a que la oferta ya no ha sido suficiente para cubrirla.

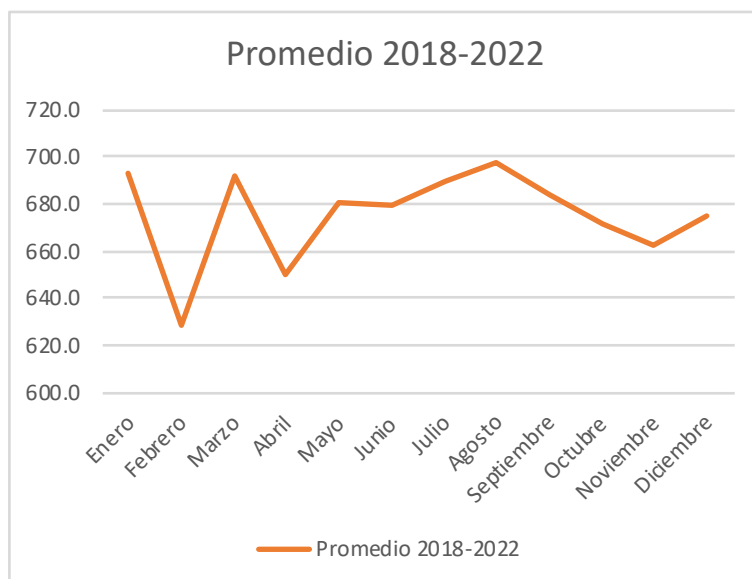
Asimismo, se observa una disminución más marcada del factor a partir del año 2018. Al analizar los periodos 2011-2018 y 2019-2022 se obtiene el siguiente comportamiento.

Figura 2.37 Promedio de los consumos 2011-2017 (l/s)



Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Figura 2.38 Promedio de los consumos 2018-2022 (l/s)



Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

De las gráficas anteriores, se observa una clara diferencia entre ambos periodos, en donde la primera presenta un típico comportamiento estacional, incrementándose la demanda en la época de calor.

Por lo anterior, para una vez que se tenga la segunda línea en operación del acueducto y se pueda satisfacer la totalidad de la demanda, se considera que el comportamiento mensual respecto a la media anual sería acorde al periodo 2011-2017, que es el siguiente.

Tabla 2.20 Distribución del consumo mensual respecto a la demanda media anual

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
96.0%	91.3%	96.2%	93.8%	104.3%	102.3%	106.9%	106.3%	102.6%	103.6%	98.8%	97.7%

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Balance oferta demanda mensual sin proyecto

Con dicha distribución y el caudal demandado total en cada año, se puede obtener la distribución de la demanda mensual.

Tabla 2.21 Proyección de los requerimientos de producción mensuales en la situación actual

Año	Requerimiento total (l/s)	Distribución estimada mensual de los requerimientos de producción											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2026	2,123.64	2,038.43	1,939.86	2,043.58	1,992.30	2,215.25	2,173.24	2,270.73	2,258.24	2,178.77	2,200.84	2,098.44	2,074.05
2027	2,136.75	2,051.02	1,951.84	2,056.19	2,004.59	2,228.93	2,186.65	2,284.75	2,272.18	2,192.22	2,214.43	2,111.39	2,086.86
2028	2,148.82	2,062.60	1,962.86	2,067.80	2,015.92	2,241.51	2,199.00	2,297.65	2,285.01	2,204.60	2,226.94	2,123.31	2,098.64
2029	2,159.86	2,073.19	1,972.94	2,078.42	2,026.27	2,253.02	2,210.29	2,309.45	2,296.74	2,215.92	2,238.37	2,134.22	2,109.42
2030	2,169.86	2,082.79	1,982.08	2,088.05	2,035.65	2,263.46	2,220.53	2,320.15	2,307.38	2,226.18	2,248.74	2,144.10	2,119.19
2031	2,202.21	2,113.85	2,011.63	2,119.18	2,066.00	2,297.20	2,253.64	2,354.74	2,341.78	2,259.37	2,282.26	2,176.07	2,150.78
2032	2,218.69	2,129.67	2,026.69	2,135.04	2,081.47	2,314.40	2,270.51	2,372.37	2,359.31	2,276.29	2,299.35	2,192.36	2,166.88
2033	2,235.31	2,145.62	2,041.87	2,151.03	2,097.06	2,331.74	2,287.51	2,390.13	2,376.98	2,293.33	2,316.57	2,208.78	2,183.11
2034	2,251.80	2,161.45	2,056.93	2,166.90	2,112.52	2,348.93	2,304.38	2,407.76	2,394.51	2,310.25	2,333.66	2,225.07	2,199.22
2035	2,268.42	2,177.40	2,072.11	2,182.89	2,128.11	2,366.27	2,321.39	2,425.53	2,412.19	2,327.30	2,350.88	2,241.49	2,215.45
2036	2,284.90	2,193.22	2,087.17	2,198.76	2,143.58	2,383.47	2,338.26	2,443.16	2,429.72	2,344.21	2,367.96	2,257.78	2,231.55
2037	2,301.59	2,209.24	2,102.41	2,214.81	2,159.24	2,400.87	2,355.34	2,461.00	2,447.46	2,361.33	2,385.26	2,274.27	2,247.84
2038	2,318.08	2,225.07	2,117.47	2,230.68	2,174.70	2,418.07	2,372.21	2,478.63	2,464.99	2,378.25	2,402.34	2,290.56	2,263.95
2039	2,334.69	2,241.02	2,132.65	2,246.67	2,190.29	2,435.40	2,389.22	2,496.40	2,482.66	2,395.30	2,419.57	2,306.98	2,280.18
2040	2,351.18	2,256.84	2,147.71	2,262.53	2,205.76	2,452.60	2,406.09	2,514.03	2,500.20	2,412.21	2,436.65	2,323.27	2,296.28
2041	2,367.80	2,272.79	2,162.89	2,278.53	2,221.35	2,469.94	2,423.09	2,531.80	2,517.87	2,429.26	2,453.87	2,339.69	2,312.51
2042	2,384.29	2,288.62	2,177.95	2,294.39	2,236.82	2,487.14	2,439.97	2,549.43	2,535.40	2,446.18	2,470.96	2,355.98	2,328.61
2043	2,400.90	2,304.57	2,193.13	2,310.38	2,252.41	2,504.47	2,456.97	2,567.20	2,553.07	2,463.22	2,488.18	2,372.40	2,344.84
2044	2,417.46	2,320.46	2,208.25	2,326.31	2,267.94	2,521.74	2,473.91	2,584.90	2,570.68	2,480.21	2,505.34	2,388.76	2,361.01
2045	2,434.08	2,336.41	2,223.43	2,342.31	2,283.53	2,539.07	2,490.92	2,602.67	2,588.35	2,497.26	2,522.56	2,405.18	2,377.24
2046	2,450.56	2,352.24	2,238.49	2,358.17	2,299.00	2,556.27	2,507.79	2,620.30	2,605.88	2,514.17	2,539.65	2,421.47	2,393.34
2047	2,467.18	2,368.19	2,253.67	2,374.16	2,314.59	2,573.61	2,524.80	2,638.06	2,623.55	2,531.22	2,556.87	2,437.90	2,409.57
2048	2,483.67	2,384.01	2,268.73	2,390.03	2,330.05	2,590.80	2,541.67	2,655.69	2,641.08	2,548.14	2,573.95	2,454.19	2,425.67
2049	2,500.29	2,399.96	2,283.91	2,406.02	2,345.64	2,608.14	2,558.68	2,673.46	2,658.75	2,565.19	2,591.18	2,470.61	2,441.90
2050	2,516.77	2,415.79	2,298.97	2,421.88	2,361.11	2,625.34	2,575.55	2,691.09	2,676.28	2,582.10	2,608.26	2,486.90	2,458.00

Año	Requerimiento total (l/s)	Distribución estimada mensual de los requerimientos de producción											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2051	2,533.46	2,431.81	2,314.21	2,437.94	2,376.76	2,642.74	2,592.62	2,708.93	2,694.03	2,599.22	2,625.56	2,503.39	2,474.30
2052	2,549.95	2,447.63	2,329.27	2,453.81	2,392.23	2,659.94	2,609.50	2,726.56	2,711.56	2,616.14	2,642.64	2,519.68	2,490.40
2053	2,566.56	2,463.58	2,344.45	2,469.80	2,407.82	2,677.28	2,626.50	2,744.33	2,729.23	2,633.19	2,659.86	2,536.10	2,506.63
2054	2,583.05	2,479.41	2,359.51	2,485.66	2,423.29	2,694.47	2,643.37	2,761.96	2,746.76	2,650.10	2,676.95	2,552.39	2,522.73
2055	2,599.67	2,495.36	2,374.69	2,501.65	2,438.88	2,711.81	2,660.38	2,779.73	2,764.43	2,667.15	2,694.17	2,568.81	2,538.96

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Como se había analizado, se cuenta con la proyección de la oferta.

Tabla 2.22 Proyección de las fuentes actuales para Cd. Victoria (l/s)

	PEÑITA	ZONA NORTE	ZONA URBANA	ACUEDUCTO	TOTAL
ENERO	340	156	134	837	1,467
FEBRERO	274	144	120	801	1,339
MARZO	275	163	130	904	1,472
ABRIL	233	157	133	895	1,418
MAYO	222	164	142	944	1,471
JUNIO	246	154	138	936	1,474
JULIO	281	158	143	934	1,516
AGOSTO	289	153	140	933	1,515
SEPTIEMBRE	384	149	135	839	1,507
OCTUBRE	510	149	151	832	1,642
NOVIEMBRE	419	153	141	812	1,526
DICIEMBRE	353	157	145	841	1,496
PROMEDIO	319	155	138	876	1,487

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Con lo anterior, se puede obtener el balance hídrico en las fuentes, analizando el déficit de producción en cada año.

Tabla 2.23 Proyección del balance hídrico de las fuentes actuales para Cd. Victoria (l/s)

Balance	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2026	- 571.21	- 601.13	- 571.82	- 574.01	- 744.07	- 698.78	- 754.86	- 743.58	- 672.25	- 558.67	- 572.84	- 577.80
2027	- 583.79	- 613.11	- 584.43	- 586.31	- 757.75	- 712.20	- 768.87	- 757.52	- 685.70	- 572.25	- 585.80	- 590.60
2028	- 595.37	- 624.13	- 596.05	- 597.63	- 770.34	- 724.55	- 781.78	- 770.35	- 698.08	- 584.76	- 597.72	- 602.39
2029	- 605.97	- 634.21	- 606.66	- 607.98	- 781.85	- 735.84	- 793.57	- 782.09	- 709.40	- 596.19	- 608.62	- 613.16
2030	- 615.57	- 643.35	- 616.29	- 617.37	- 792.28	- 746.08	- 804.27	- 792.72	- 719.66	- 606.56	- 618.51	- 622.93
2031	- 646.62	- 672.90	- 647.42	- 647.72	- 826.02	- 779.18	- 838.86	- 827.12	- 752.85	- 640.09	- 650.47	- 654.53
2032	- 662.44	- 687.96	- 663.28	- 663.18	- 843.22	- 796.05	- 856.49	- 844.65	- 769.77	- 657.17	- 666.76	- 670.63
2033	- 678.39	- 703.14	- 679.27	- 678.77	- 860.56	- 813.06	- 874.26	- 862.32	- 786.82	- 674.39	- 683.18	- 686.86
2034	- 694.22	- 718.20	- 695.14	- 694.24	- 877.76	- 829.93	- 891.89	- 879.86	- 803.73	- 691.48	- 699.47	- 702.96
2035	- 710.17	- 733.38	- 711.13	- 709.83	- 895.09	- 846.94	- 909.65	- 897.53	- 820.78	- 708.70	- 715.90	- 719.19
2036	- 726.00	- 748.44	- 727.00	- 725.30	- 912.29	- 863.81	- 927.28	- 915.06	- 837.70	- 725.79	- 732.19	- 735.29
2037	- 742.01	- 763.68	- 743.05	- 740.95	- 929.69	- 880.88	- 945.13	- 932.80	- 854.82	- 743.08	- 748.68	- 751.59
2038	- 757.84	- 778.74	- 758.92	- 756.42	- 946.89	- 897.76	- 962.75	- 950.33	- 871.73	- 760.17	- 764.97	- 767.69
2039	- 773.79	- 793.92	- 774.91	- 772.01	- 964.23	- 914.76	- 980.52	- 968.01	- 888.78	- 777.39	- 781.39	- 783.92
2040	- 789.61	- 808.98	- 790.78	- 787.48	- 981.42	- 931.63	- 998.15	- 985.54	- 905.69	- 794.48	- 797.68	- 800.02
2041	- 805.57	- 824.16	- 806.77	- 803.07	- 998.76	- 948.64	- 1,015.92	- 1,003.21	- 922.74	- 811.70	- 814.10	- 816.25
2042	- 821.39	- 839.22	- 822.63	- 818.53	- 1,015.96	- 965.51	- 1,033.55	- 1,020.74	- 939.66	- 828.78	- 830.39	- 832.35
2043	- 837.34	- 854.40	- 838.62	- 834.12	- 1,033.29	- 982.52	- 1,051.32	- 1,038.41	- 956.71	- 846.01	- 846.81	- 848.58
2044	- 853.23	- 869.52	- 854.55	- 849.65	- 1,050.56	- 999.46	- 1,069.02	- 1,056.02	- 973.69	- 863.16	- 863.17	- 864.75
2045	- 869.18	- 884.70	- 870.55	- 865.25	- 1,067.90	- 1,016.46	- 1,086.79	- 1,073.69	- 990.74	- 880.38	- 879.59	- 880.98
2046	- 885.01	- 899.76	- 886.41	- 880.71	- 1,085.09	- 1,033.34	- 1,104.42	- 1,091.22	- 1,007.66	- 897.47	- 895.88	- 897.08
2047	- 900.96	- 914.94	- 902.40	- 896.30	- 1,102.43	- 1,050.34	- 1,122.19	- 1,108.89	- 1,024.71	- 914.69	- 912.30	- 913.31
2048	- 916.79	- 930.00	- 918.27	- 911.77	- 1,119.63	- 1,067.21	- 1,139.82	- 1,126.42	- 1,041.62	- 931.78	- 928.59	- 929.41
2049	- 932.74	- 945.18	- 934.26	- 927.36	- 1,136.96	- 1,084.22	- 1,157.58	- 1,144.09	- 1,058.67	- 949.00	- 945.01	- 945.64
2050	- 948.56	- 960.24	- 950.12	- 942.83	- 1,154.16	- 1,101.09	- 1,175.21	- 1,161.62	- 1,075.59	- 966.09	- 961.30	- 961.75
2051	- 964.58	- 975.49	- 966.18	- 958.48	- 1,171.57	- 1,118.17	- 1,193.06	- 1,179.37	- 1,092.71	- 983.38	- 977.79	- 978.04

Balance	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2052	- 980.40	- 990.55	- 982.05	- 973.95	- 1,188.76	- 1,135.04	- 1,210.68	- 1,196.90	- 1,109.62	- 1,000.47	- 994.08	- 994.15
2053	- 996.36	- 1,005.72	- 998.04	- 989.54	- 1,206.10	- 1,152.05	- 1,228.45	- 1,214.57	- 1,126.67	- 1,017.69	- 1,010.50	- 1,010.38
2054	- 1,012.18	- 1,020.78	- 1,013.90	- 1,005.00	- 1,223.30	- 1,168.92	- 1,246.08	- 1,232.10	- 1,143.58	- 1,034.77	- 1,026.80	- 1,026.48
2055	- 1,028.13	- 1,035.96	- 1,029.89	- 1,020.59	- 1,240.63	- 1,185.92	- 1,263.85	- 1,249.77	- 1,160.63	- 1,052.00	- 1,043.22	- 1,042.71

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Se observa que el déficit llega a ser de entre 1 y 1.2 m³/s al final del horizonte de evaluación en los meses de mayor demanda.

Para realizar la proyección de la producción de agua potable anual en la situación actual se tomaron los valores promedios anuales de la Tabla 2.22 y se mantuvieron constantes para todo el horizonte de evaluación.

Tabla 2.24 Proyección de la producción de agua potable en la Situación Actual

Año	Presa Vicente Guerrero	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total
2023	876	319	155	138	1,487
2024	876	319	155	138	1,487
2025	876	319	155	138	1,487
2026	876	319	155	138	1,487
2027	876	319	155	138	1,487
2028	876	319	155	138	1,487
2029	876	319	155	138	1,487
2030	876	319	155	138	1,487
2031	876	319	155	138	1,487
2032	876	319	155	138	1,487
2033	876	319	155	138	1,487
2034	876	319	155	138	1,487
2035	876	319	155	138	1,487
2036	876	319	155	138	1,487
2037	876	319	155	138	1,487
2038	876	319	155	138	1,487
2039	876	319	155	138	1,487
2040	876	319	155	138	1,487
2041	876	319	155	138	1,487
2042	876	319	155	138	1,487
2043	876	319	155	138	1,487
2044	876	319	155	138	1,487
2045	876	319	155	138	1,487
2046	876	319	155	138	1,487
2047	876	319	155	138	1,487
2048	876	319	155	138	1,487
2049	876	319	155	138	1,487
2050	876	319	155	138	1,487
2051	876	319	155	138	1,487
2052	876	319	155	138	1,487
2053	876	319	155	138	1,487
2054	876	319	155	138	1,487

Año	Presa Vicente Guerrero	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total
2055	876	319	155	138	1,487

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Por otro lado, para calcular el nivel de pérdidas se utilizó el histórico del volumen producido contra el volumen facturado, con lo que se obtuvo un 54.39% de pérdidas físicas, aplicando este porcentaje a la producción de agua potable se obtiene la oferta en las tomas.

Tabla 2.25 Volumen facturado

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
Volumen de agua producido (m3)	51,347,005	48,695,790	47,308,326	46,024,389	49,318,635	41,184,847	47,313,165
Volumen de agua facturado (m3)	22,495,050	22,082,462	21,451,097	20,577,625	21,095,696	21,274,159	21,496,015
Eficiencia física	43.81%	45.35%	45.34%	44.71%	42.77%	51.66%	45.61%
Agua no contabilizada	56.19%	54.65%	54.66%	55.29%	57.23%	48.34%	54.39%

Fuente: COMAPA Victoria

Tabla 2.26 Oferta de agua en la situación actual (l/s)

Año	Producción AP	Pérdidas físicas	Oferta en tomas
2023	1,487	54.39%	678
2024	1,487	54.39%	678
2025	1,487	54.39%	678
2026	1,487	54.39%	678
2027	1,487	54.39%	678
2028	1,487	54.39%	678
2029	1,487	54.39%	678
2030	1,487	54.39%	678
2031	1,487	54.39%	678
2032	1,487	54.39%	678
2033	1,487	54.39%	678
2034	1,487	54.39%	678
2035	1,487	54.39%	678
2036	1,487	54.39%	678
2037	1,487	54.39%	678
2038	1,487	54.39%	678
2039	1,487	54.39%	678
2040	1,487	54.39%	678
2041	1,487	54.39%	678
2042	1,487	54.39%	678
2043	1,487	54.39%	678
2044	1,487	54.39%	678

Año	Producción AP	Pérdidas físicas	Oferta en tomas
2045	1,487	54.39%	678
2046	1,487	54.39%	678
2047	1,487	54.39%	678
2048	1,487	54.39%	678
2049	1,487	54.39%	678
2050	1,487	54.39%	678
2051	1,487	54.39%	678
2052	1,487	54.39%	678
2053	1,487	54.39%	678
2054	1,487	54.39%	678
2055	1,487	54.39%	678

Fuente: Elaboración con base en información de COMAPA. 2022Análisis de la demanda actual

2.3 Análisis de la Demanda Actual

Población y usuarios

De acuerdo con los datos estadísticos del Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por INEGI, en Ciudad Victoria se registra una población total de 332,100 habitantes, para proyectar el número de habitantes se utilizó la proyección de población de población de Conapo 2015-2030 (Ver Tabla 2.27) y se sacó una regresión lineal con dichos datos (Ver Figura 2.39).

Tabla 2.27 Proyecciones de Población Conapo

Año	Población	TCMA
2015	348,362	
2016	352,312	1.13%
2017	356,210	1.11%
2018	359,959	1.05%
2019	363,577	1.01%
2020	367,051	0.96%
2021	370,384	0.91%
2022	373,573	0.86%
2023	376,608	0.81%
2024	379,489	0.76%
2025	382,207	0.72%
2026	384,756	0.67%
2027	387,128	0.62%
2028	389,319	0.57%

Año	Población	TCMA
2029	391,325	0.52%
2030	393,135	0.46%

Fuente: Conapo

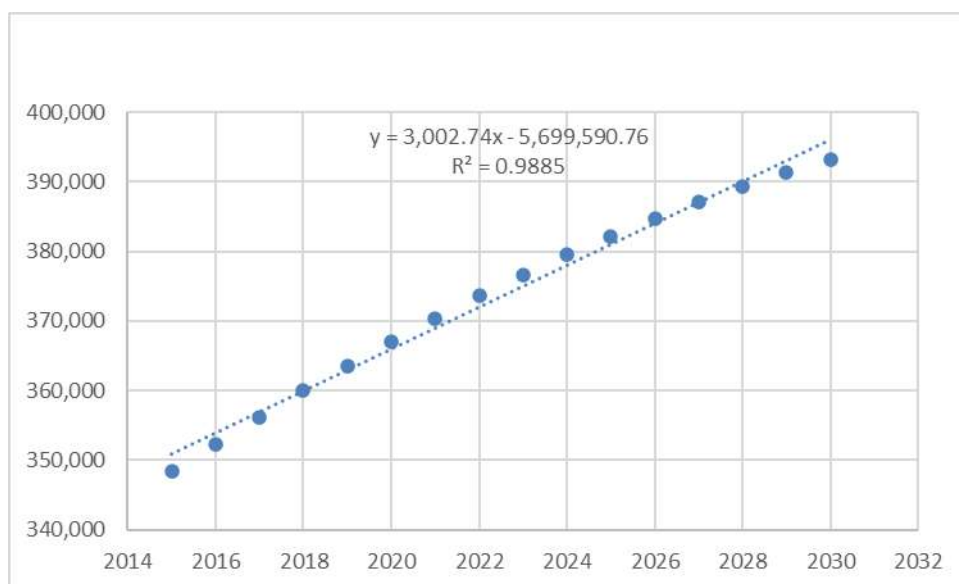


Figura 2.39 Regresión lineal

Fuente: Elaboración propia

Con la ecuación obtenida de la regresión lineal se proyectaron los datos de 2031 al 2054, y posteriormente con la tasa de crecimiento se proyectó la población de Ciudad Victoria del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI.

Tabla 2.28 Proyección de la población

Año	Población	TCMA	Población
2020	367,051	0.96%	332,100
2021	370,384	0.91%	335,116
2022	373,573	0.86%	338,001
2023	376,608	0.81%	340,747
2024	379,489	0.76%	343,354
2025	382,207	0.72%	345,813
2026	384,756	0.67%	348,119
2027	387,128	0.62%	350,265
2028	389,319	0.57%	352,248
2029	391,325	0.52%	354,063
2030	393,135	0.46%	355,700
2031	398,986	1.49%	360,994
2032	401,988	0.75%	363,710
2033	404,991	0.75%	366,427
2034	407,994	0.74%	369,144
2035	410,997	0.74%	371,861
2036	413,999	0.73%	374,578
2037	417,002	0.73%	377,295
2038	420,005	0.72%	380,012
2039	423,007	0.71%	382,728
2040	426,010	0.71%	385,445
2041	429,013	0.70%	388,162
2042	432,016	0.70%	390,879
2043	435,018	0.69%	393,595
2044	438,021	0.69%	396,312
2045	441,024	0.69%	399,029
2046	444,027	0.68%	401,746
2047	447,029	0.68%	404,462
2048	450,032	0.67%	407,179
2049	453,035	0.67%	409,897
2050	456,038	0.66%	412,614
2051	459,040	0.66%	415,330
2052	462,043	0.65%	418,047
2053	465,046	0.65%	420,764
2054	468,049	0.65%	423,481
2055	471,051	0.64%	426,197

Fuente: Elaboración propia con datos de Conapo e INEGI

Una vez teniendo la proyección de la población junto con su tasa de crecimiento se procedió a proyectar el número de tomas. La tabla siguiente muestra el número de tomas por tipo de los últimos 5 años (Tabla 2.29). Para las tomas domésticas se tomó el número de tomas del último año registrado por la Comapa y se proyectó con la tasa de crecimiento de la

población. Para el caso de las tomas no domésticas se proyectó usando la proporción del número de tomas con respecto al número de tomas domésticas, es decir por cada 100 tomas domésticas hay 8.11 tomas comerciales (8.11%), para las tomas industriales le corresponde el 0.71% y para las tomas públicas es el 1.43%, este porcentaje se mantuvo para todo el horizonte de evaluación (Ver Tabla 2.30).

Tabla 2.29 Número de tomas

Tipo de toma	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Doméstica	105,292	107,462	109,169	111,004	112,423	114,404
Comercial	8,439	8,643	9,234	9,294	9,227	9,276
Industrial	445	464	645	703	756	811
Público	1,581	1,593	1,630	1,662	1,641	1,636
Total	115,757	118,162	120,678	122,663	124,047	126,127

Fuente: COMAPA Victoria

Tabla 2.30 Proyección de número de tomas

Año	Tomas de agua potable				
	Doméstica	Comercial	Industrial	Público	Total
2021	112,423	9,227	756	1,641	124,047
2022	114,404	9,276	811	1,636	126,127
2023	115,333	9,351	817	1,649	127,150
2024	116,215	9,422	823	1,661	128,121
2025	117,047	9,490	829	1,673	129,039
2026	117,827	9,553	835	1,684	129,899
2027	118,553	9,612	840	1,695	130,700
2028	119,223	9,666	845	1,704	131,438
2029	119,837	9,716	849	1,713	132,115
2030	120,391	9,761	853	1,721	132,726
2031	122,182	9,906	866	1,747	134,701
2032	123,101	9,981	872	1,760	135,714
2033	124,020	10,055	879	1,773	136,727
2034	124,939	10,130	885	1,786	137,740
2035	125,858	10,204	892	1,799	138,753
2036	126,777	10,279	898	1,812	139,766
2037	127,696	10,353	905	1,826	140,780
2038	128,615	10,428	911	1,839	141,793
2039	129,534	10,502	918	1,852	142,806
2040	130,453	10,577	924	1,865	143,819
2041	131,372	10,651	931	1,878	144,832
2042	132,291	10,726	937	1,891	145,845
2043	133,210	10,800	944	1,904	146,858
2044	134,129	10,875	950	1,918	147,872

Año	Tomas de agua potable				
	Doméstica	Comercial	Industrial	Público	Total
2045	135,048	10,949	957	1,931	148,885
2046	135,967	11,024	963	1,944	149,898
2047	136,886	11,098	970	1,957	150,911
2048	137,805	11,173	976	1,970	151,924
2049	138,724	11,247	983	1,983	152,937
2050	139,643	11,322	989	1,996	153,950
2051	140,562	11,396	996	2,010	154,964
2052	141,481	11,471	1,002	2,023	155,977
2053	142,400	11,545	1,009	2,036	156,990
2054	143,319	11,620	1,015	2,049	158,003
2055	144,238	11,694	1,022	2,062	159,016

Fuente: Elaboración propia

Consumo y demanda

En la tabla siguiente se muestran los consumos medidos por parte de la Comapa en un periodo de cinco años. para calcular la demanda de las tomas no domesticas se tomarán el promedio de sus consumos bajo el supuesto de que en la situación actual satisfacen su demanda.

Tabla 2.31 Consumos

Tipo de usuario	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Promedio
Doméstico	(m3/toma/mes)	14.20	13.57	13.14	13.03	12.81	12.23	13.35
Comercial	(m3/toma/mes)	17.89	17.28	16.62	15.48	15.16	13.56	16.49
Industrial	(m3/toma/mes)	259.89	246.30	158.44	71.48	159.06	166.82	179.03
Público	(m3/toma/mes)	107.36	105.11	88.27	72.17	63.51	69.01	87.29
Total	(m3/toma/mes)	16.69	15.99	15.20	14.35	14.54	261.61	

Fuente: COMAPA Victoria

Para el caso de las tomas domésticas para establecer la demanda del proyecto se puede utilizar el consumo unitario para usuarios doméstico del estudio de CONAGUA “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México” de octubre de 2012, en donde se definió la función de demanda de agua potable para el clima predominante en la zona de estudio, que es cálido subhúmedo.

$$Q = e^{2.094} * P^{-0.322} * N^{0.445} * e^{0.040 * TMA} * e^{-0.361 * SD}$$

En donde:

Q = Número de metros cúbicos de agua potable consumidos mensualmente por toma

e = Número de Euler (constante matemática)

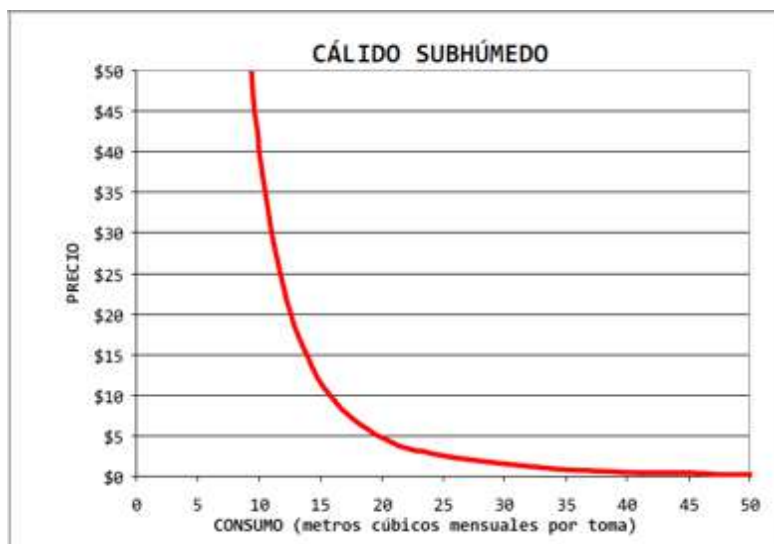
P = Precio por metro cúbico de agua

N = Número de habitantes por toma

TMA = Temperatura media anual (°C)

SD = Con drenaje conectado a la red pública: 0; Otros casos: 1.

Figura 2.40 Función de la Demanda de una Población con Clima Cálido Subhúmedo



Fuente: "Estimación de los Factores y Funciones de la demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México"

Utilizando el precio medio observado por la población, el cual se obtiene de la facturación como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 2.32 Tarifa media facturada

Tomas	Tomas	m ³ /año	\$/año	\$/m ³
Domésticas	114,404	16,829,987	154,790,290	9.22

Fuente: Elaboración propia con datos SIAPA.

Al utilizar el valor de \$9.22 m³ en la función de demanda, se obtiene un consumo deseable sin restricciones de 17.92 m³/toma/mes.

La demanda de agua potable por tipo de toma se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 2.33 Demanda por tipo de toma

Tipo de Toma	Demanda
Doméstica	17.92 (m ³ /toma/mes)
Comercial	16.49 (m ³ /toma/mes)
Industrial	179.03 (m ³ /toma/mes)
Público	87.29 (m ³ /toma/mes)

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria y Conagua

A partir de la demanda por toma esta se pasó a l/s y posteriormente se multiplicó por el número de tomas para obtener la demanda total por tipo de tomas como se muestran en la Tabla 2.34.

Tabla 2.34 Proyección de la demanda

Año	Demanda doméstica (l/s)	Demanda comercial (l/s)	Demanda industrial (l/s)	Demanda público (l/s)	Demanda Total (l/s)
2023	788	55	54	52	949
2024	794	56	54	52	956
2025	800	56	55	53	963
2026	805	57	55	53	970
2027	810	57	55	53	976
2028	815	57	56	54	981
2029	819	58	56	54	986
2030	823	58	56	54	991
2031	835	59	57	55	1,006
2032	841	59	57	55	1,013
2033	847	60	58	56	1,021
2034	854	60	58	56	1,028
2035	860	61	59	57	1,036
2036	866	61	59	57	1,043
2037	872	61	60	57	1,051

Año	Demanda doméstica (l/s)	Demanda comercial (l/s)	Demanda industrial (l/s)	Demanda público (l/s)	Demanda Total (l/s)
2038	879	62	60	58	1,059
2039	885	62	60	58	1,066
2040	891	63	61	59	1,074
2041	898	63	61	59	1,081
2042	904	64	62	59	1,089
2043	910	64	62	60	1,096
2044	916	65	63	60	1,104
2045	923	65	63	61	1,111
2046	929	65	63	61	1,119
2047	935	66	64	62	1,127
2048	942	66	64	62	1,134
2049	948	67	65	62	1,142
2050	954	67	65	63	1,149
2051	960	68	66	63	1,157
2052	967	68	66	64	1,164
2053	973	69	66	64	1,172
2054	979	69	67	64	1,180
2055	986	69	67	65	1,187

Fuente: Elaboración propia

2.4 Diagnóstico de la Interacción de la oferta-demanda actual

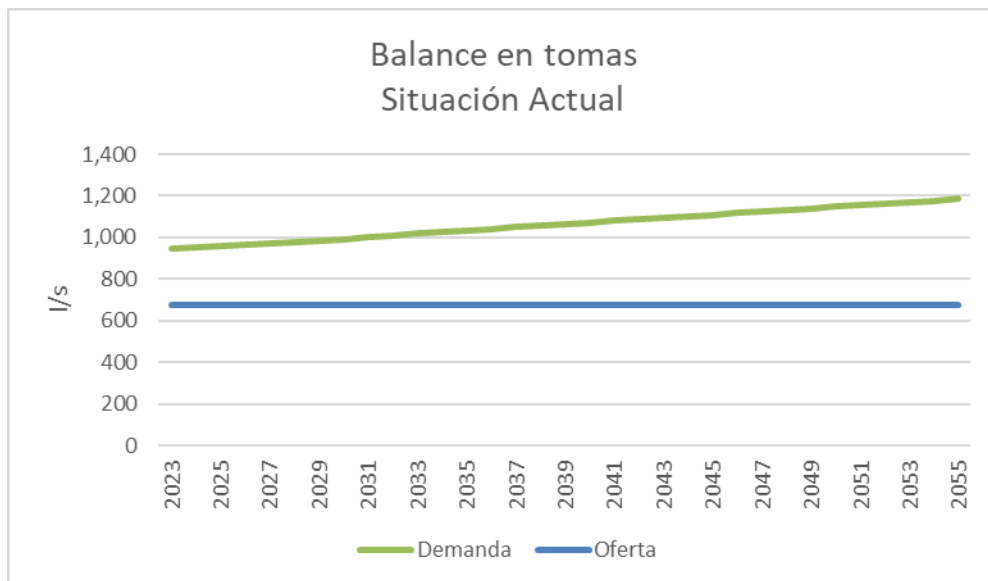
Con base en los análisis realizados para las condiciones de oferta y de demanda en la situación actual, en la siguiente tabla se presenta el balance hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable a cargo de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Victoria.

Tabla 2.35 Balance de agua la situación actual (l/s)

Año	Oferta en tomas (l/s)	Demanda (l/s)	Balance (l/s)
2023	678	949	-271
2024	678	956	-278
2025	678	963	-285
2026	678	970	-292
2027	678	976	-298
2028	678	981	-303
2029	678	986	-308
2030	678	991	-313

Año	Oferta en tomas (l/s)	Demanda (l/s)	Balance (l/s)
2031	678	1,006	-327
2032	678	1,013	-335
2033	678	1,021	-343
2034	678	1,028	-350
2035	678	1,036	-358
2036	678	1,043	-365
2037	678	1,051	-373
2038	678	1,059	-380
2039	678	1,066	-388
2040	678	1,074	-396
2041	678	1,081	-403
2042	678	1,089	-411
2043	678	1,096	-418
2044	678	1,104	-426
2045	678	1,111	-433
2046	678	1,119	-441
2047	678	1,127	-448
2048	678	1,134	-456
2049	678	1,142	-464
2050	678	1,149	-471
2051	678	1,157	-479
2052	678	1,164	-486
2053	678	1,172	-494
2054	678	1,180	-501
2055	678	1,187	-509

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.



El análisis realizado señala el balance observándose un déficit durante todo el horizonte de evaluación.

2.4.1 Principales supuestos y consideraciones

- 1) Para determinar las tomas domésticas, se consideró el número de tomas domésticas registradas en el padrón de usuarios de la COMAPA Victoria y se proyectaron considerando la tasa de crecimiento de la población de CONAPO.
- 2) Para determinar las tomas no domésticas se consideró el número de tomas no domésticas registradas en el padrón de usuarios de la COMAPA Victoria y se proyectaron utilizando la proporción de las tomas no domésticas contra las domesticas, manteniendo dicha proporción en todo el horizonte evaluación.
- 3) Para integrar la demanda doméstica de agua, se utilizaron los parámetros propuestos por CONAGUA al considerar el nivel socioeconómico y clima de la ciudad.
- 4) Para determinar la demanda de las tomas no domésticas se utilizó su consumo actual, medido por la COMAPA Victoria, bajo el supuesto de que su consumo actual satisface su demanda.
- 5) Se consideró que la producción de agua se mantendría constante durante todo el horizonte de evaluación.
- 6) El porcentaje de agua no contabilizada fue obtenida a partir de la medición de la producción de agua y la facturación.

3. SITUACIÓN SIN EL PROYECTO DE INVERSIÓN

3.1 Optimizaciones

Las optimizaciones consisten en medidas administrativas, técnicas, operativas, así como inversiones de bajo costo que serían realizadas en caso de no llevar a cabo el programa o proyecto de inversión. La finalidad de estas medidas de optimización es no sobrevalorar los beneficios del proyecto o atribuirle beneficios que no le corresponden.

La COMAPA Victoria desarrolló un Paquete de Acciones e Inversiones (PAI's) del Plan de Desarrollo Integral (PDI) dentro del cual se incluyen acciones que constituyen un mejoramiento del sistema de distribución de agua, se tomaron en consideración para este análisis las acciones que contribuyen a reducir el agua no contabilizada.

A continuación, se describen las acciones relacionadas en la tabla anterior.

1. **Sustitución de tuberías con alto índice de fugas.** Se emprenderá un programa permanente para la localización y reparación de fugas en la red, tanto primaria como secundaria.

Adicionalmente la COMAPA también se encuentra realizando acciones complementarias al PAI, con la finalidad de alcanzar un mayor impacto en la reducción del agua no contabilizada, dichas acciones son la **sustitución de tomas domiciliarias**.

En la siguiente tabla se indica el impacto de las optimizaciones en el plazo de los cinco años programados.

Tabla 3.1 Recuperación de agua no contabilizada, 2024-2028

Acción	2024	2025	2026	2027	2028	Total
Sustitución de tuberías con alto índice de fugas	0.60%	0.60%	0.60%	0.60%	0.60%	3.00%
Sustitución de tomas domiciliarias	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	2.90%
Total	1.18%	1.18%	1.18%	1.18%	1.18%	5.90%

Fuente: PDI Victoria

En la tabla siguiente se encuentran los costos de las medidas de optimización

Tabla 3.2 Acciones y costos para la reducción del agua no contabilizada

Acción	2024	2025	2026	2027	2028	Total
Sustitución de tuberías con alto índice de fugas	10,286,619	10,286,619	10,286,619	10,286,619	10,286,619	51,433,094
Sustitución de tomas domiciliarias	83,532,240	83,532,240	83,532,240	83,532,240	83,532,240	417,661,199
Total	102,347,305	104,363,588	102,534,494	102,534,494	102,534,494	514,314,374

Fuente: PDI Victoria. Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Otra medida de optimización es la Rehabilitación de las plantas de bombeo 1 y 2 de la primera línea del Acueducto, que consiste en una rehabilitación electromecánica. Esta medida no genera recuperación de agua, sin embargo, si disminuirá la probabilidad de falla de la primera línea y tendrá un costo de 58 MDP.

Figura 3.1 Optimización rehabilitación de R1 y R2 de la primera línea

OBRA	INVERSION
REHABILITACION ELECTROMECANICA Y CONSTRUCCION DE CARCAMO SECO EN REBOMBEO No. 2, UBICADO EN CARRETERA VICTORIA-SOTO LA MARINA KM 14+340	\$ 38,697,623.53
REHABILITACION ELECTROMECANICA EN REBOMBEO No. 1, UBICADO EN CARRETERA VICTORIA-SOTO LA MARINA KM 27+530	\$ 19,321,598.20
Total inversión de Rehabilitaciones R1 y R2	\$ 58,019,221.73



Fuente: COMAPA

3.2 Análisis de la oferta en la situación sin Proyecto

En la situación sin Proyecto se seguirá manteniendo el mismo caudal de producción durante todo el horizonte de evaluación, sin embargo, debido a las optimizaciones y la reducción del agua no contabilizada la oferta en las tomas nuestro un incremento.

En la siguiente tabla se presenta la proyección en el horizonte de evaluación al considerar las acciones de mejoramiento de eficiencia.

Tabla 3.3 Oferta de agua en la situación sin Proyecto (l/s)

Año	Presa Vicente Guerrero	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total	Agua no contabilizada (%)	Oferta en tomas (l/s)
2023	876	319	155	138	1,487	54.39%	678
2024	876	319	155	138	1,487	53.21%	696
2025	876	319	155	138	1,487	52.03%	713

Año	Presa Vicente Guerrero	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total	Agua no contabilizada (%)	Oferta en tomas (l/s)
2026	876	319	155	138	1,487	50.85%	731
2027	876	319	155	138	1,487	49.67%	748
2028	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2029	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2030	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2031	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2032	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2033	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2034	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2035	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2036	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2037	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2038	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2039	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2040	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2041	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2042	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2043	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2044	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2045	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2046	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2047	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2048	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2049	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2050	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2051	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2052	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2053	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2054	876	319	155	138	1,487	48.49%	766
2055	876	319	155	138	1,487	48.49%	766

Fuente: Elaboración con base en información de COMAPA. 2022.

3.3 Análisis de la Demanda en la situación sin Proyecto

Las acciones de mejoramiento de eficiencia que se consideran no tendrán impactos sobre las condiciones de demanda a nivel toma, por lo que los consumos totales serán iguales que los analizados en la situación actual. En la tabla siguiente se presentan la demanda de agua estimada por tipo de usuario a nivel de toma domiciliaria.

Tabla 3.4 Demanda total de agua en la situación sin Proyecto (l/s)

Año	Demanda doméstica (l/s)	Demanda comercial (l/s)	Demanda industrial (l/s)	Demanda público (l/s)	Demanda Total (l/s)
2023	788	55	54	52	949
2024	794	56	54	52	956
2025	800	56	55	53	963
2026	805	57	55	53	970
2027	810	57	55	53	976
2028	815	57	56	54	981
2029	819	58	56	54	986
2030	823	58	56	54	991
2031	835	59	57	55	1,006
2032	841	59	57	55	1,013
2033	847	60	58	56	1,021
2034	854	60	58	56	1,028
2035	860	61	59	57	1,036
2036	866	61	59	57	1,043
2037	872	61	60	57	1,051
2038	879	62	60	58	1,059
2039	885	62	60	58	1,066
2040	891	63	61	59	1,074
2041	898	63	61	59	1,081
2042	904	64	62	59	1,089
2043	910	64	62	60	1,096
2044	916	65	63	60	1,104
2045	923	65	63	61	1,111
2046	929	65	63	61	1,119
2047	935	66	64	62	1,127
2048	942	66	64	62	1,134
2049	948	67	65	62	1,142
2050	954	67	65	63	1,149
2051	960	68	66	63	1,157
2052	967	68	66	64	1,164
2053	973	69	66	64	1,172
2054	979	69	67	64	1,180
2055	986	69	67	65	1,187

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.

3.4 Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda con optimizaciones en la situación sin Proyecto

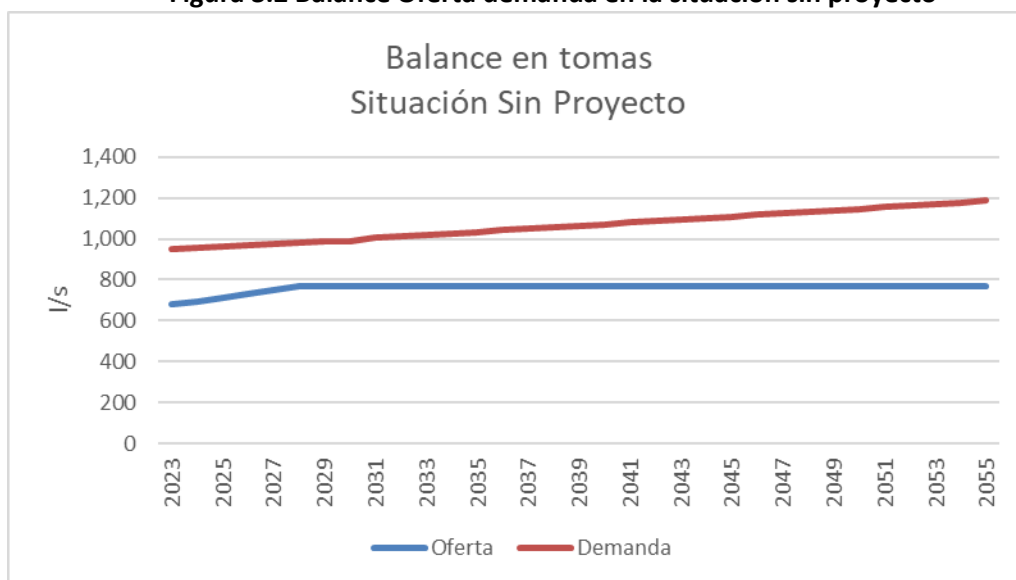
En la siguiente tabla y figura, se presenta el balance hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de Ciudad Victoria, observándose que, en la situación sin Proyecto, con la implementación de las acciones programadas para incrementar la eficiencia física, todavía se tendrá un déficit para cubrir la demanda futura.

Tabla 3.5 Balance de agua a nivel domiciliario en la situación sin Proyecto (l/s)

Año	Oferta en tomas (l/s)	Demanda (l/s)	Balance (l/s)
2023	678	949	-271
2024	696	956	-261
2025	713	963	-250
2026	731	970	-239
2027	748	976	-227
2028	766	981	-215
2029	766	986	-220
2030	766	991	-225
2031	766	1,006	-240
2032	766	1,013	-247
2033	766	1,021	-255
2034	766	1,028	-262
2035	766	1,036	-270
2036	766	1,043	-278
2037	766	1,051	-285
2038	766	1,059	-293
2039	766	1,066	-300
2040	766	1,074	-308
2041	766	1,081	-315
2042	766	1,089	-323
2043	766	1,096	-330
2044	766	1,104	-338
2045	766	1,111	-346
2046	766	1,119	-353
2047	766	1,127	-361
2048	766	1,134	-368
2049	766	1,142	-376
2050	766	1,149	-383
2051	766	1,157	-391
2052	766	1,164	-399
2053	766	1,172	-406
2054	766	1,180	-414
2055	766	1,187	-421

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.

Figura 3.2 Balance Oferta demanda en la situación sin proyecto



Fuente:

Elaboración propia

Balance oferta demanda mensual sin proyecto

Con la distribución y el caudal demandado total en cada año, se puede obtener la distribución de la demanda mensual.

Tabla 3.6 Proyección de de los requerimientos de producción mensuales

Año	Requerimiento total (l/s)	Distribución estimada mensual de los requerimientos de producción											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2026	2,123.64	2,038.43	1,939.86	2,043.58	1,992.30	2,215.25	2,173.24	2,270.73	2,258.24	2,178.77	2,200.84	2,098.44	2,074.05
2027	2,136.75	2,051.02	1,951.84	2,056.19	2,004.59	2,228.93	2,186.65	2,284.75	2,272.18	2,192.22	2,214.43	2,111.39	2,086.86
2028	2,148.82	2,062.60	1,962.86	2,067.80	2,015.92	2,241.51	2,199.00	2,297.65	2,285.01	2,204.60	2,226.94	2,123.31	2,098.64
2029	2,159.86	2,073.19	1,972.94	2,078.42	2,026.27	2,253.02	2,210.29	2,309.45	2,296.74	2,215.92	2,238.37	2,134.22	2,109.42
2030	2,169.86	2,082.79	1,982.08	2,088.05	2,035.65	2,263.46	2,220.53	2,320.15	2,307.38	2,226.18	2,248.74	2,144.10	2,119.19
2031	2,202.21	2,113.85	2,011.63	2,119.18	2,066.00	2,297.20	2,253.64	2,354.74	2,341.78	2,259.37	2,282.26	2,176.07	2,150.78
2032	2,218.69	2,129.67	2,026.69	2,135.04	2,081.47	2,314.40	2,270.51	2,372.37	2,359.31	2,276.29	2,299.35	2,192.36	2,166.88
2033	2,235.31	2,145.62	2,041.87	2,151.03	2,097.06	2,331.74	2,287.51	2,390.13	2,376.98	2,293.33	2,316.57	2,208.78	2,183.11
2034	2,251.80	2,161.45	2,056.93	2,166.90	2,112.52	2,348.93	2,304.38	2,407.76	2,394.51	2,310.25	2,333.66	2,225.07	2,199.22
2035	2,268.42	2,177.40	2,072.11	2,182.89	2,128.11	2,366.27	2,321.39	2,425.53	2,412.19	2,327.30	2,350.88	2,241.49	2,215.45
2036	2,284.90	2,193.22	2,087.17	2,198.76	2,143.58	2,383.47	2,338.26	2,443.16	2,429.72	2,344.21	2,367.96	2,257.78	2,231.55
2037	2,301.59	2,209.24	2,102.41	2,214.81	2,159.24	2,400.87	2,355.34	2,461.00	2,447.46	2,361.33	2,385.26	2,274.27	2,247.84
2038	2,318.08	2,225.07	2,117.47	2,230.68	2,174.70	2,418.07	2,372.21	2,478.63	2,464.99	2,378.25	2,402.34	2,290.56	2,263.95
2039	2,334.69	2,241.02	2,132.65	2,246.67	2,190.29	2,435.40	2,389.22	2,496.40	2,482.66	2,395.30	2,419.57	2,306.98	2,280.18
2040	2,351.18	2,256.84	2,147.71	2,262.53	2,205.76	2,452.60	2,406.09	2,514.03	2,500.20	2,412.21	2,436.65	2,323.27	2,296.28
2041	2,367.80	2,272.79	2,162.89	2,278.53	2,221.35	2,469.94	2,423.09	2,531.80	2,517.87	2,429.26	2,453.87	2,339.69	2,312.51
2042	2,384.29	2,288.62	2,177.95	2,294.39	2,236.82	2,487.14	2,439.97	2,549.43	2,535.40	2,446.18	2,470.96	2,355.98	2,328.61
2043	2,400.90	2,304.57	2,193.13	2,310.38	2,252.41	2,504.47	2,456.97	2,567.20	2,553.07	2,463.22	2,488.18	2,372.40	2,344.84
2044	2,417.46	2,320.46	2,208.25	2,326.31	2,267.94	2,521.74	2,473.91	2,584.90	2,570.68	2,480.21	2,505.34	2,388.76	2,361.01
2045	2,434.08	2,336.41	2,223.43	2,342.31	2,283.53	2,539.07	2,490.92	2,602.67	2,588.35	2,497.26	2,522.56	2,405.18	2,377.24
2046	2,450.56	2,352.24	2,238.49	2,358.17	2,299.00	2,556.27	2,507.79	2,620.30	2,605.88	2,514.17	2,539.65	2,421.47	2,393.34
2047	2,467.18	2,368.19	2,253.67	2,374.16	2,314.59	2,573.61	2,524.80	2,638.06	2,623.55	2,531.22	2,556.87	2,437.90	2,409.57
2048	2,483.67	2,384.01	2,268.73	2,390.03	2,330.05	2,590.80	2,541.67	2,655.69	2,641.08	2,548.14	2,573.95	2,454.19	2,425.67
2049	2,500.29	2,399.96	2,283.91	2,406.02	2,345.64	2,608.14	2,558.68	2,673.46	2,658.75	2,565.19	2,591.18	2,470.61	2,441.90
2050	2,516.77	2,415.79	2,298.97	2,421.88	2,361.11	2,625.34	2,575.55	2,691.09	2,676.28	2,582.10	2,608.26	2,486.90	2,458.00

Año	Requerimiento total (l/s)	Distribución estimada mensual de los requerimientos de producción											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2051	2,533.46	2,431.81	2,314.21	2,437.94	2,376.76	2,642.74	2,592.62	2,708.93	2,694.03	2,599.22	2,625.56	2,503.39	2,474.30
2052	2,549.95	2,447.63	2,329.27	2,453.81	2,392.23	2,659.94	2,609.50	2,726.56	2,711.56	2,616.14	2,642.64	2,519.68	2,490.40
2053	2,566.56	2,463.58	2,344.45	2,469.80	2,407.82	2,677.28	2,626.50	2,744.33	2,729.23	2,633.19	2,659.86	2,536.10	2,506.63
2054	2,583.05	2,479.41	2,359.51	2,485.66	2,423.29	2,694.47	2,643.37	2,761.96	2,746.76	2,650.10	2,676.95	2,552.39	2,522.73
2055	2,599.67	2,495.36	2,374.69	2,501.65	2,438.88	2,711.81	2,660.38	2,779.73	2,764.43	2,667.15	2,694.17	2,568.81	2,538.96

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Como se había analizado, se cuenta con la proyección de la oferta.

Tabla 3.7 Proyección de las fuentes actuales para Cd. Victoria (l/s)

	PEÑITA	ZONA NORTE	ZONA URBANA	ACUEDUCTO	TOTAL
ENERO	340	156	134	837	1,467
FEBRERO	274	144	120	801	1,339
MARZO	275	163	130	904	1,472
ABRIL	233	157	133	895	1,418
MAYO	222	164	142	944	1,471
JUNIO	246	154	138	936	1,474
JULIO	281	158	143	934	1,516
AGOSTO	289	153	140	933	1,515
SEPTIEMBRE	384	149	135	839	1,507
OCTUBRE	510	149	151	832	1,642
NOVIEMBRE	419	153	141	812	1,526
DICIEMBRE	353	157	145	841	1,496
PROMEDIO	319	155	138	876	1,487

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Con lo anterior, se puede obtener el balance hídrico en las fuentes, analizando el déficit de producción en cada año.

Tabla 3.8 Proyección del balance hídrico en fuentes para Cd. Victoria (l/s)

Balance	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2026	- 424.38	- 461.41	- 424.62	- 430.51	- 584.51	- 542.25	- 591.30	- 580.92	- 515.32	- 400.14	- 421.69	- 428.41
2027	- 391.43	- 430.05	- 391.59	- 398.31	- 548.70	- 507.12	- 554.59	- 544.42	- 480.10	- 364.57	- 387.77	- 394.88
2028	- 359.11	- 399.29	- 359.18	- 366.71	- 513.57	- 472.66	- 518.58	- 508.61	- 445.55	- 329.67	- 354.50	- 361.99
2029	- 368.49	- 408.22	- 368.58	- 375.88	- 523.77	- 482.65	- 529.03	- 519.00	- 455.57	- 339.79	- 364.15	- 371.53
2030	- 376.99	- 416.31	- 377.11	- 384.19	- 533.01	- 491.72	- 538.50	- 528.42	- 464.66	- 348.97	- 372.90	- 380.18
2031	- 404.48	- 442.47	- 404.67	- 411.06	- 562.88	- 521.03	- 569.13	- 558.88	- 494.05	- 378.66	- 401.21	- 408.16
2032	- 418.49	- 455.81	- 418.72	- 424.76	- 578.11	- 535.97	- 584.74	- 574.40	- 509.02	- 393.79	- 415.63	- 422.42
2033	- 432.62	- 469.25	- 432.88	- 438.56	- 593.46	- 551.03	- 600.47	- 590.05	- 524.12	- 409.04	- 430.17	- 436.79
2034	- 446.63	- 482.58	- 446.93	- 452.25	- 608.69	- 565.97	- 616.08	- 605.57	- 539.10	- 424.16	- 444.60	- 451.04
2035	- 460.75	- 496.02	- 461.09	- 466.06	- 624.04	- 581.02	- 631.81	- 621.22	- 554.19	- 439.41	- 459.14	- 465.41
2036	- 474.77	- 509.36	- 475.13	- 479.75	- 639.27	- 595.96	- 647.42	- 636.74	- 569.17	- 454.54	- 473.56	- 479.67
2037	- 488.95	- 522.85	- 489.35	- 493.62	- 654.68	- 611.08	- 663.22	- 652.45	- 584.33	- 469.85	- 488.16	- 494.10
2038	- 502.96	- 536.19	- 503.40	- 507.31	- 669.91	- 626.02	- 678.83	- 667.97	- 599.31	- 484.98	- 502.59	- 508.36
2039	- 517.09	- 549.63	- 517.56	- 521.12	- 685.26	- 641.08	- 694.57	- 683.62	- 614.40	- 500.23	- 517.13	- 522.73
2040	- 531.10	- 562.96	- 531.61	- 534.81	- 700.48	- 656.02	- 710.17	- 699.14	- 629.38	- 515.36	- 531.55	- 536.99
2041	- 545.22	- 576.41	- 545.77	- 548.61	- 715.83	- 671.08	- 725.91	- 714.79	- 644.48	- 530.61	- 546.09	- 551.36
2042	- 559.23	- 589.74	- 559.81	- 562.31	- 731.06	- 686.02	- 741.52	- 730.32	- 659.45	- 545.74	- 560.52	- 565.62
2043	- 573.36	- 603.18	- 573.97	- 576.11	- 746.41	- 701.08	- 757.25	- 745.96	- 674.55	- 560.99	- 575.06	- 579.99
2044	- 587.43	- 616.57	- 588.08	- 589.87	- 761.70	- 716.08	- 772.93	- 761.55	- 689.59	- 576.18	- 589.54	- 594.30
2045	- 601.55	- 630.01	- 602.24	- 603.67	- 777.05	- 731.13	- 788.66	- 777.20	- 704.69	- 591.43	- 604.08	- 608.67
2046	- 615.57	- 643.35	- 616.29	- 617.37	- 792.28	- 746.07	- 804.27	- 792.72	- 719.66	- 606.56	- 618.51	- 622.93
2047	- 629.69	- 656.79	- 630.45	- 631.17	- 807.63	- 761.13	- 820.00	- 808.37	- 734.76	- 621.81	- 633.05	- 637.30
2048	- 643.70	- 670.12	- 644.49	- 644.87	- 822.86	- 776.07	- 835.61	- 823.89	- 749.74	- 636.94	- 647.47	- 651.56
2049	- 657.83	- 683.56	- 658.65	- 658.67	- 838.20	- 791.13	- 851.34	- 839.54	- 764.83	- 652.19	- 662.01	- 665.93
2050	- 671.84	- 696.90	- 672.70	- 672.37	- 853.43	- 806.07	- 866.95	- 855.06	- 779.81	- 667.32	- 676.43	- 680.19
2051	- 686.02	- 710.40	- 686.92	- 686.23	- 868.85	- 821.19	- 882.75	- 870.77	- 794.97	- 682.63	- 691.04	- 694.62

Balance	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2052	- 700.03	- 723.73	- 700.97	- 699.92	- 884.07	- 836.13	- 898.36	- 886.30	- 809.95	- 697.76	- 705.46	- 708.87
2053	- 714.16	- 737.17	- 715.13	- 713.73	- 899.42	- 851.19	- 914.10	- 901.94	- 825.04	- 713.01	- 720.00	- 723.25
2054	- 728.17	- 750.51	- 729.18	- 727.42	- 914.65	- 866.12	- 929.70	- 917.47	- 840.02	- 728.13	- 734.42	- 737.50
2055	- 742.29	- 763.95	- 743.34	- 741.23	- 930.00	- 881.18	- 945.44	- 933.11	- 855.12	- 743.38	- 748.96	- 751.87

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Se observa que el déficit llega a ser de entre 750 y 930 l/s.

3.5 Alternativas de solución

Para atender la demanda de agua en Ciudad Victoria se debe considerar la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento que logren cubrir el déficit proyectado.

Se analizó la opción de las aguas superficiales teniendo la posibilidad de utilizar agua proveniente de la presa Vicente Guerrero, toda vez que existe un volumen concesionado al Organismo Operador que no ha sido aprovechado.

Cabe señalar que a inicios de los 90, se planeó la construcción del acueducto Guadalupe Victoria, el cual consideraba la construcción de dos líneas de conducción paralelas que conducirían en conjunto 2,000 l/s hacia Ciudad Victoria; una línea sería construida en el corto plazo y la segunda 20 años después.

Para poder aprovechar un mayor caudal de la presa Vicente Guerrero se retomará el proyecto de construir la segunda línea de conducción del acueducto Guadalupe Victoria, lo cual además incluye el equipamiento de cuatro sistemas de bombeo.

Por otra parte, debido a que la calidad del agua tratada de la planta potabilizadora existente, también en operación desde 1992, rebasa por mucho el límite permitido (LP) de turbiedad, se realizó la revisión y adecuación del proceso de potabilización para atender las altas concentraciones de sólidos suspendidos en forma coloidal que es el principal contaminante en las aguas crudas. Conforme al análisis de agua tratada se estableció la necesidad de construir un sistema de coagulación- floculación y sedimentación antes del sistema de filtración, para remover una concentración máxima de SST de 155 mg/l (100 -120 UTN). Dado que la adecuación del sistema de potabilización no era posible realizarlas en las instalaciones actuales, se recomendó la construcción de una nueva planta potabilizadora en las cercanías a la obra de toma.

Por lo anterior, se realizó el análisis de tres alternativas con las cuales se entregará un caudal de 750 l/s de agua proveniente de la presa Vicente Guerrero. La producción total será potabilizada en una nueva planta potabilizadora que removerá eficientemente los SST por lo que el agua entregada cumplirá los LP de calidad establecidos en la normatividad.

Es importante señalar que una vez en entrada en operación de la segunda línea, la primera línea bajará su conducción a 750 l/s permitiendo así al acueducto operar bajando el riesgo de colapso debido a que ya tiene 30 años de operación y ha rebasado su vida útil, como se menciona en la problemática. De esta manera se tendrá un aporte de 1,500 l/s proveniente de la presa Vicente Guerrero.

Cada una de las alternativas considera en términos generales los siguientes componentes:

- 1) Construcción de la segunda línea de conducción del acueducto Guadalupe Victoria con capacidad de diseño para 750 l/s
- 2) Planta potabilizadora con capacidad de diseño de 1,500 l/s para tratar el agua de ambos acueductos
- 3) Plantas de bombeo
- 4) Dispositivos de protección
- 5) Control supervisorio
- 6) Tanque de almacenamiento
- 7) Camino de acceso a la planta potabilizadora
- 8) Supervisión

Las alternativas difieren principalmente en el trazo de línea de conducción, que es el componente que representa más del 50% del costo de cada alternativa; cada trazo propuesto requiere de plantas de bombeo y dispositivos de protección particulares. Los otros componentes, salvo la supervisión, tienen las mismas características en las tres alternativas y, por lo tanto, el costo es el mismo.

A continuación, se describirán las alternativas propuestas.

3.5.1 Alternativa No. 1 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con trazo paralelo al acueducto actual

Descripción general

La alternativa 1 consiste en la construcción de una segunda línea de bombeo del acueducto Guadalupe Victoria con capacidad de 750 l/s y que irá, en su mayor parte, paralelo a la primera línea de conducción.

Se aprovechará y adecuará la obra de toma existente en la presa, para incorporar equipos de bombeo adicionales a los existentes, que permitirán extraer el agua de la presa y conducirlas por la segunda línea de conducción hacia la nueva planta potabilizadora.

A menos de 400 metros de longitud de la obra de toma se construirá una nueva planta potabilizadora con capacidad de diseño de 1,500 l/s; a esta planta llegarán tanto la línea de conducción existente (Línea 1) como la del Proyecto (Línea 2). Después de potabilizada, el agua será enviada por bombeo hasta un tanque nuevo de 10,000 m³ que será construido en el terreno de la actual planta potabilizadora, de donde el agua será distribuida por el acuaférico.

Para conducir el agua desde la nueva planta potabilizadora al tanque de almacenamiento, se requerirá de la operación de tres plantas de bombeo, una que será instalada a la salida de la nueva planta potabilizadora y las otras dos se construirán en las instalaciones de los rebombes 1 y 2 de la línea existente.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los principales componentes de la Alternativa 1.

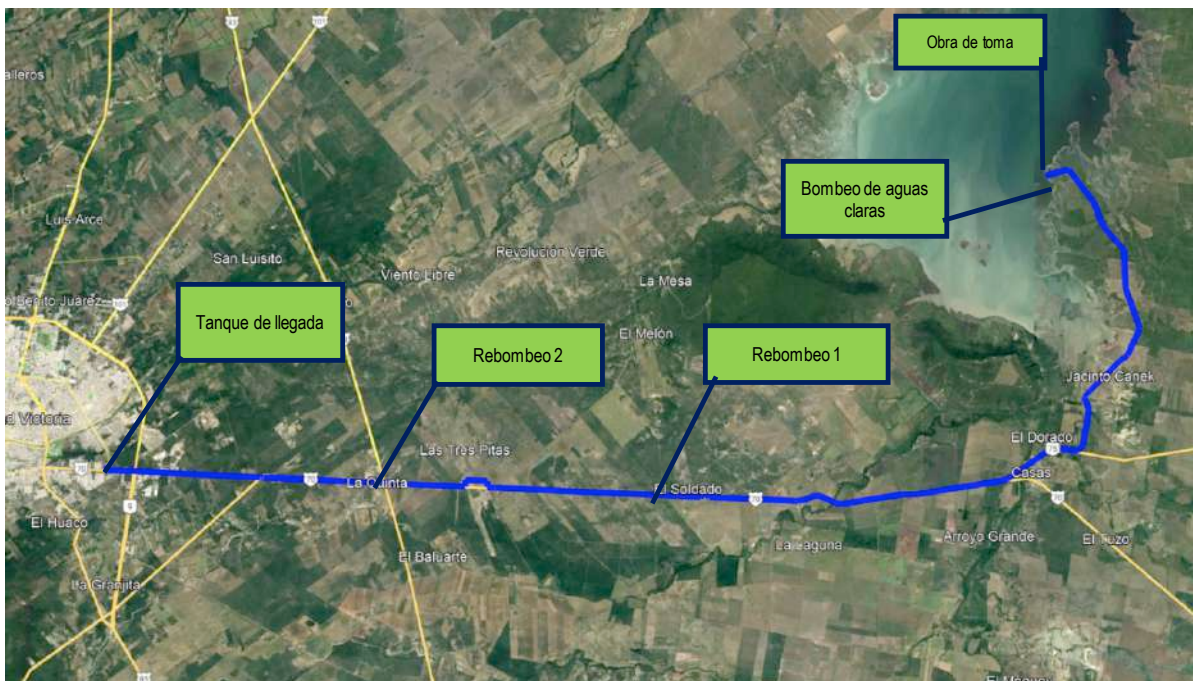


Figura 3.3 Ubicación de los componentes principales de la Alternativa 1

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria."

A continuación, se describen los componentes básicos de esta alternativa.

Línea de conducción. La nueva línea, con capacidad de conducción de 750 l/s, irá, en su mayor parte, paralela a la primera línea de conducción y tendrá un cadenamiento total de 54.72 km, dividida en cuatro tramos principales. La tubería empleada será de 36" de diámetro en materiales de acero al carbón, poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) y hierro dúctil, en las longitudes y características mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 3.9 Características de la línea de conducción, Alternativa 1

Tramo	Material	Longitud (m)
Tramo 1. Obra de toma a potabilizadora, 0+000 al 0+394.09	Acero	394.09
Tramo 2. Planta potabilizadora a rebombero 1, 0+640 al 30+129.64	Acero	89.64
	PRFV	29,340.00
	Hierro dúctil	60.00
Tramo 3. Rebombero 1 a rebombero 2, 30+207.92 al 43+642.78	Acero	114.86
	PRFV	12,828.01
	Hierro dúctil	491.99
Tramo 4. Rebombero 2 a tanque de proyecto, 43+723.0 al 54+726.09	Acero	63.00
	PRFV	10,181.09
	Hierro dúctil	759.00
Total		54,321.68

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria."

En la siguiente figura se observa el perfil de la segunda línea del acueducto.



Figura 3.4 Perfil de la Línea 2, Alternativa 1. L = 54,321.68 m

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

En las figuras siguientes se presenta el trazo de la línea de conducción en sus diferentes tramos.

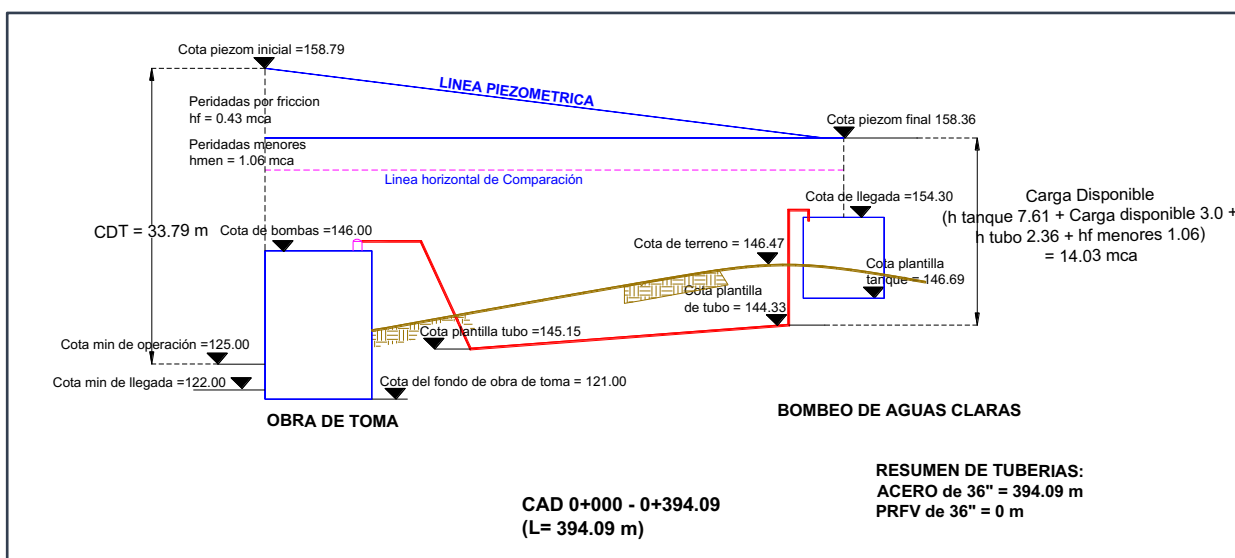


Figura 3.5 Piezométrica de la obra de toma a la planta potabilizadora, Alternativa 1

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria".

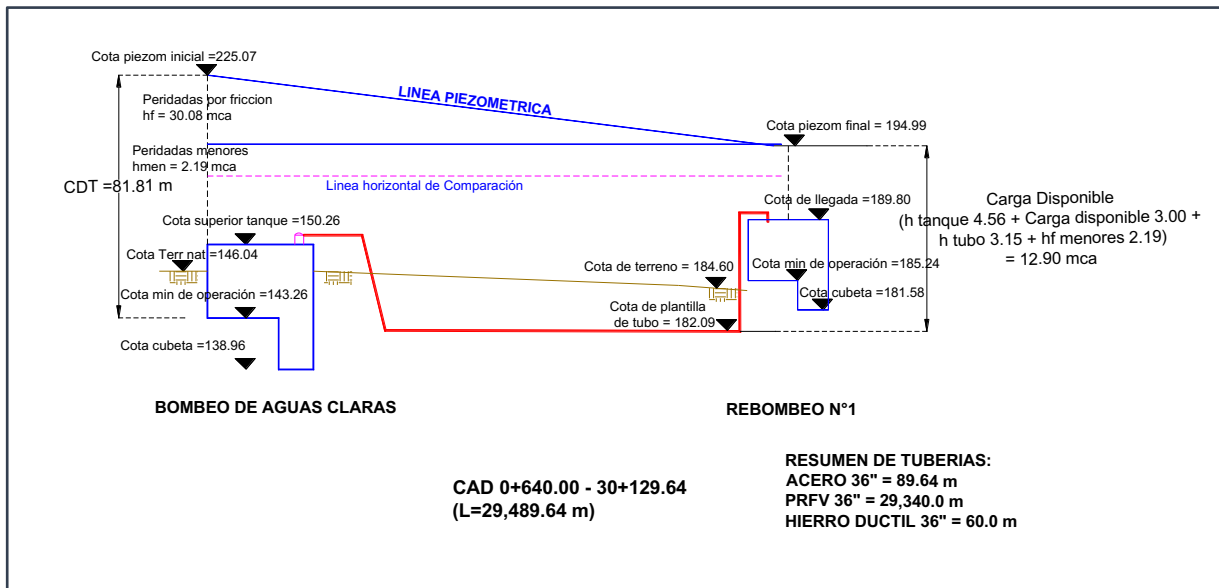


Figura 3.6 Piezométrica de la planta potabilizadora al rebombero No. 1, Alternativa 1
Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

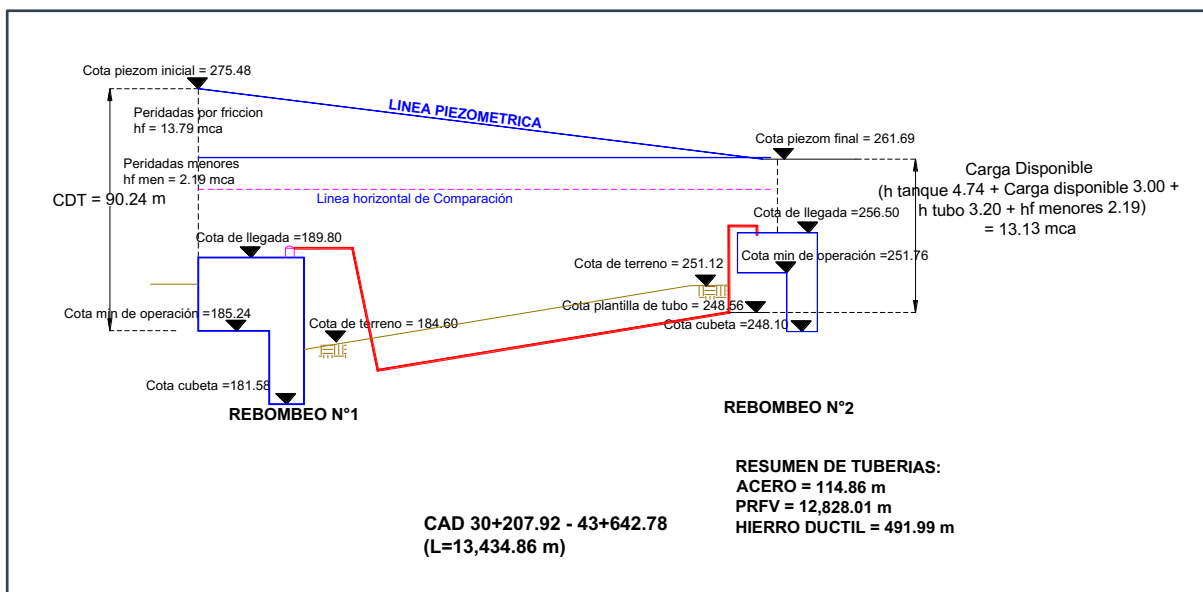


Figura 3.7 Piezométrica del rebombero No. 1 al rebombero No. 2, Alternativa 1
Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

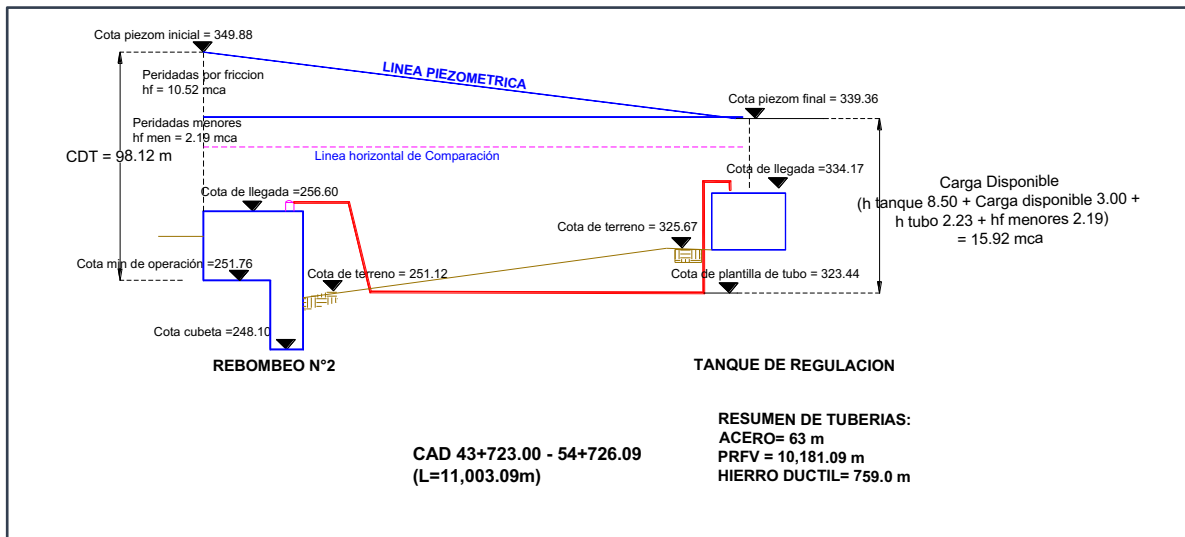


Figura 3.8 Piezométrica del rebompeo No. 2 al tanque de almacenamiento, Alternativa 1

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Planta potabilizadora. La nueva planta potabilizadora (PP) tendrá una capacidad para 1.5 m³/s y se instalará a 394 metros de la obra de toma de la presa Vicente Guerrero. La planta operará con un sistema convencional conformado por: coagulación - floculación - sedimentación - filtración - desinfección. Este sistema permite lograr grandes eficiencias de remoción con bajos costos operativos, además de fácil obtención de insumos y reparación.

La nueva PP estará diseñada para recibir un flujo de agua cruda equivalente a 1,500 l/s y contará con dos trenes de tratamiento, cada uno con tres módulos para floculación y sedimentación de 250 l/s cada uno y seis módulos de 125 l/s cada uno para la filtración.

Planta de bombeo. La segunda línea de conducción trabajará por bombeo desde la obra de toma hasta llegar al nuevo tanque de abastecimiento, para lo cual se tendrán las siguientes plantas de bombeo.

- ❖ **Obra de toma.** En el cárcamo actual de la obra de toma existente (cadenamiento 0+000), se instalarán cinco nuevos equipos de bombeo (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s a la nueva planta potabilizadora, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 100 HP.
- ❖ **Planta potabilizadora.** En la planta potabilizadora se construirá un cárcamo de bombeo, el cual consiste en un tanque de almacenamiento de 3,000 m³ de capacidad, diseñado con fosa para el alojamiento de las bombas. Este cárcamo estará ubicado en el cadenamiento 0+640.00. En el cárcamo se instalarán cinco bombas (cuatro en

operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el rebombeo No.1 del Acueducto, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 300 HP.

❖ **Rebombeo No.1.** La planta de rebombeo No. 1 está localizada en el cadenamamiento 30+207.92, en donde actualmente se encuentran instalados los equipos para el rebombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el rebombeo No.2 del Acueducto, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 300 HP.

❖ **Rebombeo No. 2.** La planta de rebombeo No. 2 está ubicada en el cadenamamiento 43+723.00, en donde se encuentran instalados los equipos para el bombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el nuevo tanque de almacenamiento, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 350 HP.

Dispositivos de protección. Con la finalidad de controlar las consecuencias del transitorio hidráulico que se pueda presentar en la línea de conducción, se diseñó la construcción de estructuras en los diferentes tramos.

- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo Cárcamo de aguas claras de la planta potabilizadora a rebombeo No. 1, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 3 cámaras de aire para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo del rebombeo No. 1 a rebombeo No. 2, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ Finalmente, de los análisis en operación transitoria realizados para el tramo del rebombeo No. 2 al tanque de entrega, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.

Control supervisorio. En el proyecto de la segunda línea del acueducto se ha incluido un sistema de control supervisorio con el fin de controlar y supervisar la operación del acueducto, comunicando tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el

cuarto de control central que se ubicará en Ciudad Victoria. El sistema de control supervisorio está basado en un controlador lógico programable, como cerebro general de la operación del sistema. Su propósito será, por un lado, registrar las variables de entrada, con base en esta información y al conjunto de reglas de la filosofía de operación, y activar la operación de las bombas (variadores de frecuencia), válvulas, alarmas y demás actuadores del sistema. El Sistema protegerá la seguridad del equipo, y monitoreará la operación de las bombas tanto en modo manual como en automático.

Tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento de agua potable será construido en el terreno donde se ubica la planta potabilizadora actual; tendrá una capacidad de 10,000 m³ y será construido a base de placas de acero.

Camino de acceso. Se proyectará un camino de terracería a un camino tipo C, desde Jacinto Canek hasta la nueva planta potabilizadora, ya que con su construcción y operación se incrementará el flujo vehicular, sobre todo para el transporte de los químicos que se usarán en el proceso de potabilización del agua. Además, el camino será de servicios para la línea actual y de proyecto, ya que irán paralelas en ambas márgenes de dicho camino.

El tipo de camino de proyecto a considerar es un “CAMINO TIPO C”, con una curvatura máxima de proyecto de 11° 00' 00", el ancho de corona y calzada es de 7.00 m con un espesor de pavimento de 0.19 m; la velocidad de proyecto utilizada para el cálculo de curvas y demás elementos está en el rango de 60-80 KPH, contemplando una pendiente gobernadora de 0.02% hasta una pendiente máxima de +3.88%.

Supervisión. Debido a los diversos procesos constructivos que la Alternativa 1 engloba, se contratarán los servicios de una supervisión y gerencia externa para que, en coordinación con la supervisión de la CONAGUA, se logre que la obra se ejecute dentro del programa establecido, la calidad de obra especificada y el costo contratado.

Monto de inversión

En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión de la Alternativa 1. Debido al monto de inversión y las características técnicas, la ejecución en un solo ejercicio presupuestal no es factible por lo que dicha inversión se programó para ejecutarse hasta en dos (2) años.

Tabla 3.10 Costo de inversión Alternativa 1 (\$ de 2023)

Concepto	2023	2024	2025	Total
Línea de conducción	320,689,009	249,424,785	142,528,449	712,642,243
Planta potabilizadora	151,178,962	121,859,652	70,041,326	343,079,940
Plantas de bombeo	97,412,647	69,686,555	18,979,161	186,078,362
Dispositivos de protección	2,610,161	5,648,158	2,605,367	10,863,687
Control supervisorio	0	6,578,140	4,385,426	10,963,566
Tanque de almacenamiento	0	22,520,662	15,013,775	37,534,437

Concepto	2023	2024	2025	Total
Camino de acceso	0	44,487,899	29,658,600	74,146,499
Supervisión	34,313,447	31,212,351	16,992,726	82,518,524
Subtotal	606,204,226	551,418,202	300,204,830	1,457,827,258
IVA	96,992,676	88,226,912	48,032,773	233,252,361
Total	703,196,902	639,645,115	348,237,603	1,691,079,620

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Costos de operación y mantenimiento

Los costos sociales de operación y mantenimiento requeridos para el correcto funcionamiento de la Alternativa se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3.11 Costos sociales de operación y mantenimiento, Alternativa 1 (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)
Mantenimiento	12,114,205
Salarios	4,070,982
Energía eléctrica	36,034,050
Potabilización	5,584,983
Total	57,804,219

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Mantenimiento. Para determinar los costos de mantenimiento se estimó que, para conservar la obra civil en buenas condiciones, se requiere anualmente aplicar un costo del 0.25% de la inversión hecha en este rubro; por otra parte, para respaldar la manutención y reposición de la maquinaria y equipo se deberá invertir por lo menos el 2.5% del costo de la inversión realizada en este rubro. En la siguiente tabla se indica el resumen de estos costos.

Tabla 3.12 Costo anual de mantenimiento de obra civil y equipamiento, Alternativa 1 (\$ de 2023)

Componente	Obra civil		Equipamiento		Costo total mantenimiento
	Inversión	Costo mantenimiento	Inversión	Costo mantenimiento	
Línea de conducción	712,642,243	1,781,606	0	0	1,781,606
Planta potabilizadora	123,388,415	308,471	223,301,465	5,582,537	5,891,008
Plantas de bombeo	35,147,481	87,869	150,930,881	3,773,272	3,861,141
Dispositivos de protección	10,863,687	27,159	0	0	27,159
Control supervisorio	0	0	10,963,566	274,089	274,089

Componente	Obra civil		Equipamiento		Costo total mantenimiento
	Inversión	Costo mantenimiento	Inversión	Costo mantenimiento	
Tanque de almacenamiento	37,534,437	93,836	0	0	93,836
Camino de acceso	74,146,499	185,366	0	0	185,366
Total	993,722,762	2,484,307	385,195,912	9,629,898	12,114,205

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Salarios. Con la Alternativa 1 se requiere la contratación de nuevo personal para operar y dar mantenimiento a la nueva infraestructura; no se considera el salario del personal que actualmente está trabajando para operar la línea 1 del acueducto Guadalupe Victoria, rebombes y planta potabilizadora. En la siguiente tabla se indica el detalle del costo que requerirá la Alternativa para su operación y mantenimiento.

Tabla 3.13 Salario personal para operación de Alternativa 1

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual	Importe anual
Planta potabilizadora			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	2	20,153	483,681
Mecánico	2	20,153	483,681
Ayudante general	2	15,115	362,761
Subtotal PP			1,612,270
Acueducto			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	3	20,153	725,522
Mecánico	3	20,153	725,522
Ayudante general	4	15,115	725,522
Subtotal acueducto			2,458,712
Total			4,070,982

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Energía eléctrica. En el Proyecto requiere de la operación de cuatro rebombes, uno de la obra de toma a la planta potabilizadora y tres de la planta potabilizadora al tanque de almacenamiento que se construirá.

Tabla 3.14 Costos energía eléctrica pantas de bombeo, Alternativa 1 (\$ de 2023)

Concepto	Costo cuota fija mensual (\$)	Costo variable mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
Obra de toma a planta potabilizadora	108,810	224,123	332,933	3,995,192

Concepto	Costo cuota fija mensual (\$)	Costo variable mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
De potabilizadora a rebombeo 1	263,039	542,631	805,669	9,668,029
De rebombeo 1 a rebombeo 2	290,114	598,545	888,659	10,663,906
De rebombeo 2 a tanque de almacenamiento	315,422	650,812	966,234	11,594,809
Total	977,384	2,016,110	2,993,495	35,921,935

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Los costos por cuota fija se toman al consultar la Tarifa de Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH) que CFE tiene establecida para el municipio de Victoria, las cuales fueron consultadas para el mes de abril de 2022 y que considera al mes: \$416.94 como cargo fijo, \$128.80 por cada kWh del equipo por concepto de distribución y \$376.58 por cada kWh del equipo por concepto de la capacidad.

En cuanto al costo variable, para determinar una tarifa promedio por kWh, se consideró que se bombearán 1,500 l/s las 24 horas del día, considerando los horarios para la Tarifa Base, Intermedia y Punta por época de año. Haciendo el análisis de horarios de operación para cada tarifa a lo largo de todo el año, se determinó un valor promedio de 1.43 \$/kWh. Este valor se multiplica por el consumo de kWh al mes para obtener el costo mensual variable.

En cuanto a los costos por las oficinas y alumbrado en general, estos se estiman en poco más de 112 mil pesos al año, conforme a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 3.15 Costo energía oficinas y alumbrado en general, Alternativa 1 (\$ de 2023)

Concepto	Potencia tentativa (kW)	Tiempo de Operación (h/año)	Energía eléctrica anual (kWh/año)	Costo energía eléctrica anual (\$)
Alumbrado en Edificios	4.7	8,760.0	41,172	58,876
Alumbrado General	8.5	4,380.0	37,230	53,239
Total			78,402	112,115

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Potabilización. La COMAPA Victoria indicó que el costo unitario promedio por potabilización en el periodo 2017-2021 fue de 0.35 \$/m³, lo cual considera el costo de los reactivos químicos y energía eléctrica de la planta actual. Considerando este costo y considerando el caudal adicional a potabilizar de 511.88 l/s, se tiene un costo de potabilización de \$5,584,983 al año.

Vida útil

Para fines de evaluación, se establece una vida útil de 30 años, a partir de que empiece a operar la Alternativa.

Flujo neto

Con los costos identificados se presenta el siguiente flujo de la Alternativa 1 a lo largo del horizonte de planeación.

Tabla 3.16 Flujo Alternativa 1 (\$ de 2023)

	Año	Inversión	CO&M	Total costos
0	2023	606,204,226		606,204,226
1	2024	551,418,202		551,418,202
2	2025	300,204,830		300,204,830
3	2026		57,804,219	57,804,219
4	2027		57,804,219	57,804,219
5	2028		57,804,219	57,804,219
6	2029		57,804,219	57,804,219
7	2030		57,804,219	57,804,219
8	2031		57,804,219	57,804,219
9	2032		57,804,219	57,804,219
10	2033		57,804,219	57,804,219
11	2034		57,804,219	57,804,219
12	2035		57,804,219	57,804,219
13	2036		57,804,219	57,804,219
14	2037		57,804,219	57,804,219
15	2038		57,804,219	57,804,219
16	2039		57,804,219	57,804,219
17	2040		57,804,219	57,804,219
18	2041		57,804,219	57,804,219
19	2042		57,804,219	57,804,219
20	2043		57,804,219	57,804,219
21	2044		57,804,219	57,804,219
22	2045		57,804,219	57,804,219
23	2046		57,804,219	57,804,219
24	2047		57,804,219	57,804,219
25	2048		57,804,219	57,804,219
26	2049		57,804,219	57,804,219
27	2050		57,804,219	57,804,219
28	2051		57,804,219	57,804,219
29	2052		57,804,219	57,804,219
30	2053		57,804,219	57,804,219
31	2054		57,804,219	57,804,219

	Año	Inversión	CO&M	Total costos
32	2055		57,804,219	57,804,219

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria" Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

3.5.2 Alternativa No. 2 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria trazo por Loma Prieta

Descripción general

La Alternativa 2 considera la conducción de un caudal de 750 l/s. La producción total será potabilizada en una nueva planta potabilizadora que removerá eficientemente los SST por lo que el agua entregada cumplirá los LP de calidad establecidos en la normatividad.

El trazo de esta segunda línea se dirigirá hacia la zona conocida como Loma Prieta para aprovechar su altura y operar un tramo de la línea por gravedad.

Se aprovechará y adecuará la obra de toma existente en la presa, para incorporar equipos de bombeo adicionales a los existentes, que permitirán extraer el agua de la presa y conducirlos por la segunda línea de conducción hacia la nueva planta potabilizadora.

A menos de 400 metros de longitud de la obra de toma se construirá una nueva planta potabilizadora con capacidad de diseño de 1,500 l/s; a esta planta llegarán tanto la línea de conducción existente (Línea 1) como la del Proyecto (Línea 2). Después de potabilizada, el agua será enviada hasta un tanque nuevo de 10,000 m³ que será construido en el terreno de la actual planta potabilizadora, de donde el agua será distribuida por el acuífero.

Para conducir el agua desde la nueva planta potabilizadora al tanque de almacenamiento se requerirá de la operación de una caja de transición en la zona más alta del trazo (Loma Prieta) y dos plantas de bombeo, una que será instalada a la salida de la nueva planta potabilizadora y otra que se construirá en las instalaciones del rebombeo 2 de la línea existente.

Para la línea de conducción existente se construirá una planta de bombeo en la nueva planta potabilizadora.

En las siguientes figuras se presenta la ubicación de los principales componentes de la Alternativa 2.

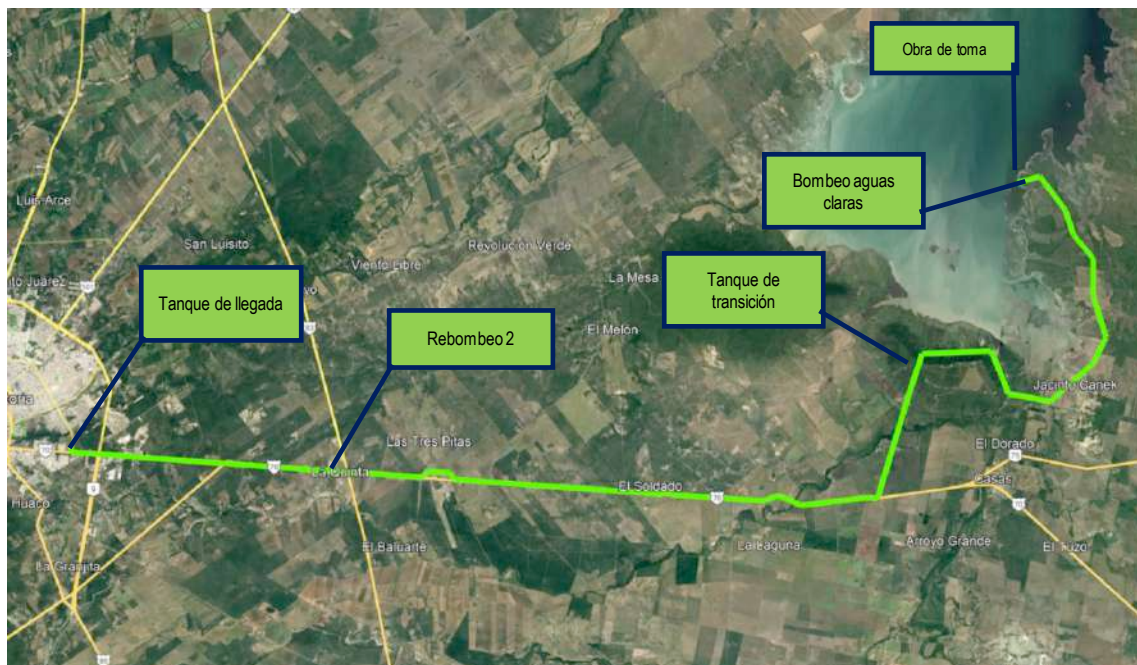


Figura 3.9 Ubicación de los componentes principales de la Alternativa 2

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

A continuación, se describen los componentes básicos de esta alternativa.

Línea de conducción. La nueva línea de conducción con capacidad de conducción de 750 l/s, tiene un cadenamiento de la obra de toma al tanque de llegada de 57.12 km, dividida en cuatro tramos principales de 36" de diámetro en tubería de políéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con las longitudes mostradas en la siguiente tabla. Cabe comentar que el tramo de la caja de transición Loma Prieta al rebombero No. 2 funcionará a gravedad.

Tabla 3.17 Características de la línea de conducción, Alternativa 2

Tramo	Tubería de PRFV Longitud (m)
Tramo 1. Obra de toma a potabilizadora 0+000 al 0+394.09	394.09
Tramo 2. Planta potabilizadora a caja de transición Loma Prieta 0+640 al 18+445.43	17,805.43
Tramo 3. Caja de transición Loma Prieta a rebombero 2 18+523.71 al 46+443.43	27,919.29
Tramo 4. Rebombero 2 a tanque de proyecto 46+523.22 al 57+526.31	11,003.09
Total	57,121.90

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

En la siguiente figura se observa el perfil de la segunda línea del acueducto, con la alternativa 2.



Figura 3.10 Perfil de la Línea 2, Alternativa 2 (Loma Prieta). L = 57,121.90 m

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

En las figuras siguientes se presenta el trazo de la línea de conducción en sus diferentes tramos.

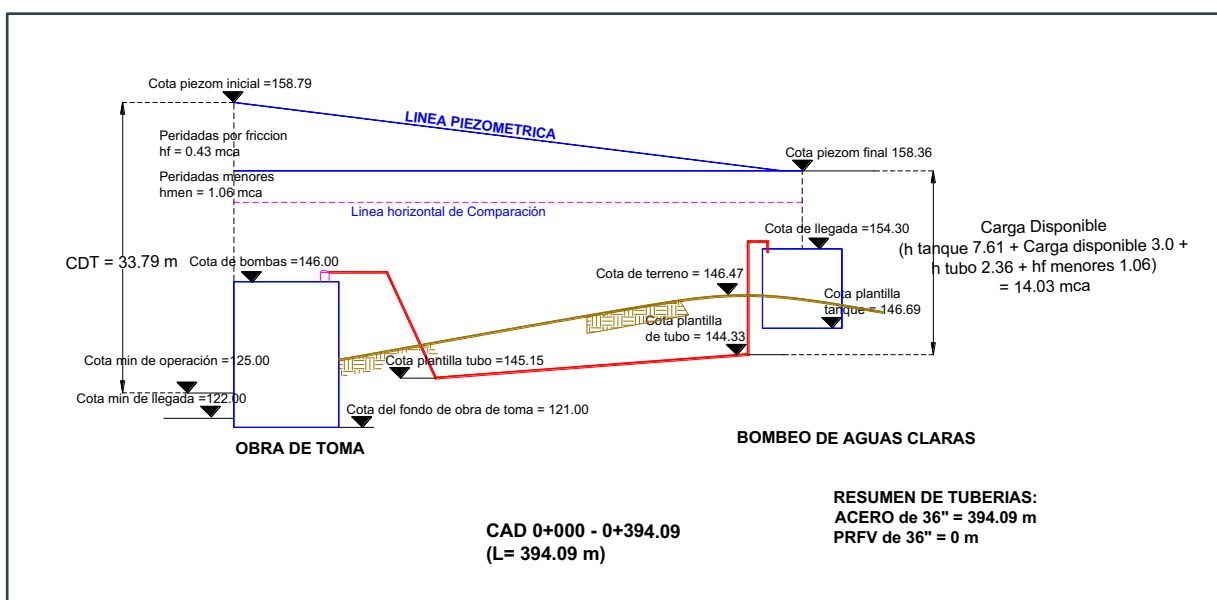


Figura 3.11 Piezométrica de la obra de toma a la planta potabilizadora, Alternativa 2

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

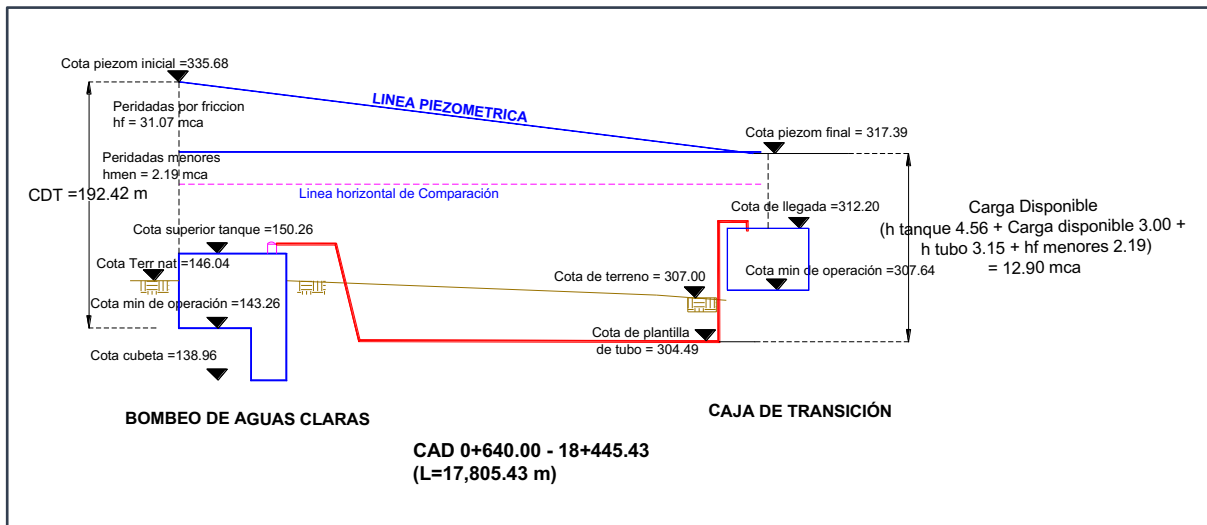


Figura 3.12 Piezométrica de la planta potabilizadora caja de transición Loma Prieta, Alternativa 2
Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

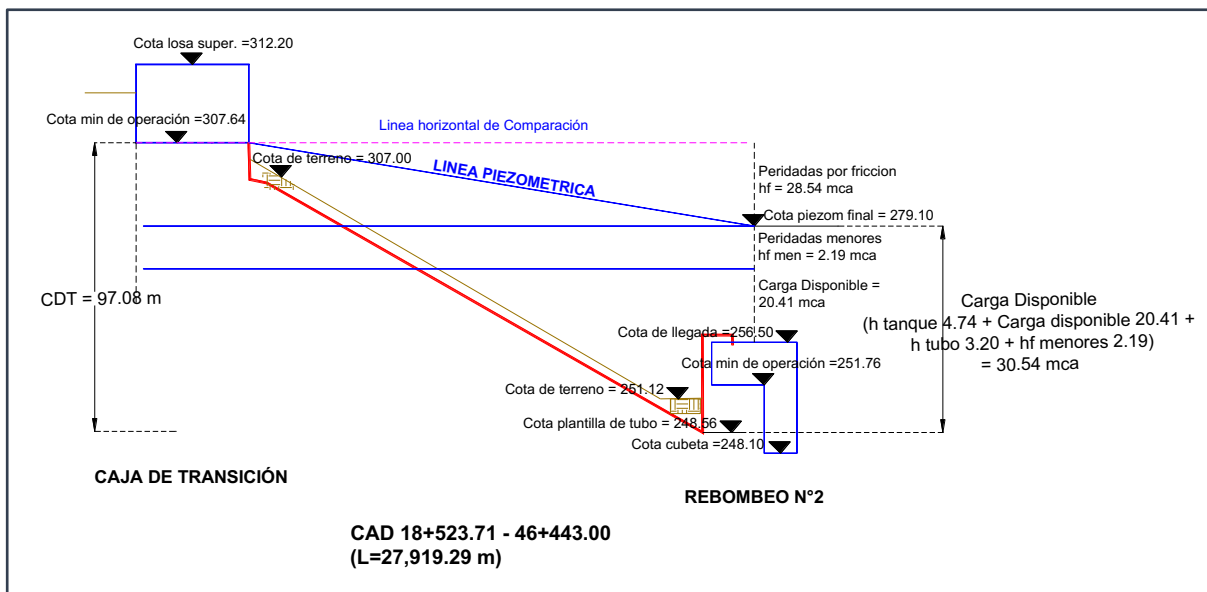


Figura 3.13 Piezométrica de caja de transición Loma Prieta al rebompeo No. 2, Alternativa 2
Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

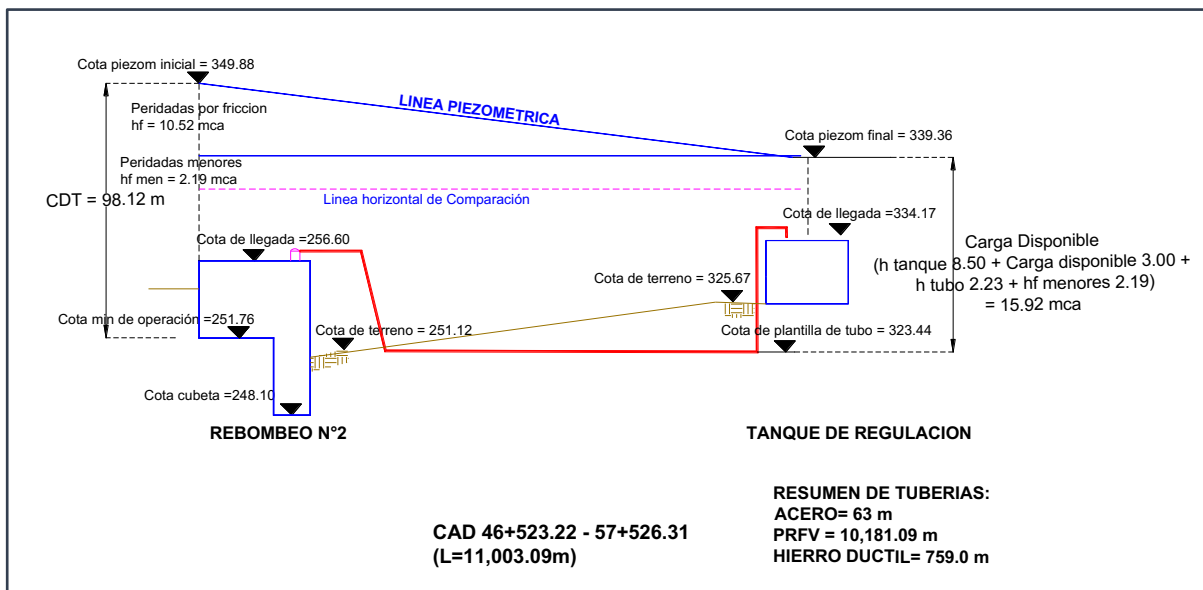


Figura 3.14 Piezométrica del rebompeo No. 2 al tanque de almacenamiento, Alternativa 2

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Planta potabilizadora. La nueva planta potabilizadora tendrá una capacidad para 1.5 m³/s y se instalará a 394 metros de la obra de toma de la presa Vicente Guerrero. La planta operará con un sistema convencional conformado por: coagulación - floculación - sedimentación - filtración - desinfección. Este sistema permite lograr grandes eficiencias de remoción con bajos costos operativos y además de fácil obtención de insumos y reparación.

La nueva PP estará diseñada para recibir un flujo de agua cruda equivalente a 1,500 l/s y contará con dos trenes de tratamiento, cada uno con tres módulos para floculación y sedimentación de 250 l/s cada uno y seis módulos de 125 l/s cada uno para la filtración.

Planta de bombeo. La segunda línea de conducción trabajará por bombeo en tres de los cuatro tramos en los que está seccionada, para lo cual se tendrán las siguientes plantas de bombeo.

- ❖ **Obra de toma.** En el cárcamo actual de la obra de toma existente (cadenamiento 0+000), se instalarán cinco nuevos equipos de bombeo (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s a la nueva planta potabilizadora, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 100 HP.
- ❖ **Planta potabilizadora.** En la planta potabilizadora se construirá un cárcamo de bombeo, el cual consiste en un tanque de almacenamiento de 3,000 m³ de capacidad, diseñado con fosa para el alojamiento de las bombas. Este cárcamo estará ubicado en

el cadenamiento 0+640.00. En el cárcamo se instalarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el tanque de transición, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 600 HP.

- ❖ **Caja de transición.** Se construirá un tanque de transición ubicado en la zona conocida como Loma Prieta, el cual será de menor dimensión que un cárcamo de rebombeo, no requiere equipamiento electromecánico dado que, al realizar la simulación hidráulica, se podrá enviar por gravedad el caudal de este tanque de transición hasta el rebombeo No.2.
- ❖ **Rebombeo No. 2.** La planta de rebombeo No. 2 estará ubicada en el cadenamiento 43+723.00, en donde se encuentran instalados los equipos para el bombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el nuevo tanque de almacenamiento, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 350 HP.

Dispositivos de protección. Con la finalidad de controlar las consecuencias del transitorio hidráulico que se pueda presentar en la línea de conducción de diseño la construcción de estructuras en los diferentes tramos.

- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo cárcamo de aguas claras de la planta potabilizadora a la caja de transición, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 3 cámaras de aire para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ Los análisis en operación transitoria realizados para el tramo del rebombeo No. 2 al tanque de entrega, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.

Control supervisorio. En el proyecto de la segunda línea del acueducto se ha incluido un sistema de control supervisorio con el fin de controlar y supervisar la operación del acueducto, comunicando tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el cuarto de control central que se ubicará en Ciudad Victoria. El sistema de control supervisorio está basado en un controlador lógico programable, como cerebro general de la operación del sistema. Su propósito será, por un lado, registrar las variables de entrada, con base en esta información y al conjunto de reglas de la filosofía de operación, y activar la operación de las bombas (variadores de frecuencia), válvulas, alarmas y demás

actuadores del sistema. El Sistema protegerá la seguridad del equipo, y monitoreará la operación de las bombas tanto en modo manual como en automático.

Tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento de agua potable será construido en el terreno donde se ubica la planta potabilizadora actual; tendrá una capacidad de 10,000 m³ y será construido a base de placas de acero

Camino de acceso. Se proyectará un camino de terracería a un camino tipo C, desde Jacinto Canek hasta la nueva planta potabilizadora ya que, con su construcción y operación se incrementará el flujo vehicular, sobre todo para el transporte de los químicos que se usarán en el proceso de potabilización del agua. Además, el camino será de servicios para la línea actual y de proyecto, ya que irán paralelas en ambas márgenes de dicho camino.

El tipo de camino de proyecto a considerar es un “CAMINO TIPO C”, con una curvatura máxima de proyecto de 11°00'00", el ancho de corona y calzada es de 7.00 m con un espesor de pavimento de 0.19 m; la velocidad de proyecto utilizada para el cálculo de curvas y demás elementos está en el rango de 60-80 KPH y contemplando una pendiente gobernadora de 0.02% hasta una pendiente máxima de +3.88%.

Supervisión. Debido a los diversos procesos constructivos que la Alternativa 2 engloba, se contratarán los servicios de una supervisión y Gerencia externa para que en coordinación con la supervisión de la CONAGUA se logró que la obra se ejecute dentro del programa establecido, la calidad de obra especificada y el costo contratado.

Monto de inversión y calendario de ejecución

En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión de la Alternativa. Debido al monto de inversión y las características técnicas, la ejecución en un solo ejercicio presupuestal no es factible por lo que dicha inversión se programó para ejecutarse hasta en tres años.

Tabla 3.18 Costo de inversión Alternativa 2 (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)			Suma
	2023	2024	2025	
Línea de conducción	385,500,780	350,660,946	190,907,934	927,069,659
Planta potabilizadora	151,178,962	121,859,652	70,041,326	343,079,940
Plantas de bombeo	69,284,939	63,023,276	34,311,330	166,619,545
Dispositivos de protección	3,162,191	2,876,407	1,565,982	7,604,581
Control supervisorio	0	6,578,140	4,385,426	10,963,566
Tanque de almacenamiento	0	22,520,662	15,013,775	37,534,437
Camino de acceso	0	44,487,899	29,658,600	74,146,499
Supervisión	39,263,602	35,715,134	19,444,145	94,422,882
Subtotal	648,390,474	647,722,116	365,328,519	1,661,441,109
IVA	103,742,476	103,635,539	58,452,563	265,830,577
Total	752,132,950	751,357,654	423,781,082	1,927,271,686

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Costos de operación y mantenimiento

Los costos sociales de operación y mantenimiento requeridos para el correcto funcionamiento de la Alternativa se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3.19 Costos sociales de operación y mantenimiento, Alternativa 2 (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)
Mantenimiento	12,252,006
Salarios	4,070,982
Energía eléctrica	37,714,955
Potabilización	5,584,983
Total	59,622,925

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

A continuación, se presentan los supuestos que se utilizaron para determinar los costos anteriores.

Mantenimiento. Para determinar los costos de mantenimiento se estimó que, para conservar la obra civil en buenas condiciones, se requiere anualmente aplicar un costo del 0.25% de la inversión hecha en este rubro; por otra parte, para respaldar la manutención y reposición de la maquinaria y equipo se deberá invertir por lo menos el 2.5% del costo de la inversión realizada en este rubro. En la siguiente tabla se indica el resumen de estos costos.

Tabla 3.20 Costo anual de mantenimiento de obra civil y equipamiento, Alternativa 2 (\$ de 2022)

Componente	Obra civil		Equipamiento		Costo total mantenimiento
	Inversión	Costo mantenimiento	Inversión	Costo mantenimiento	
Línea de conducción	927,069,659	2,317,674	0	0	2,317,674
Planta potabilizadora	123,388,415	308,471	223,301,465	5,582,537	5,891,008
Plantas de bombeo	31,227,358	78,068	135,392,187	3,384,805	3,462,873
Dispositivos de protección	10,863,687	27,159	0	0	27,159
Control supervisorio	0	0	10,963,566	274,089	274,089
Tanque de almacenamiento	37,534,437	93,836	0	0	93,836
Camino de acceso	74,146,499	185,366	0	0	185,366
Total	1,204,230,054	3,010,575	369,657,218	9,241,430	12,252,006

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Salarios. Con la Alternativa 2 se requiere la contratación de nuevo personal para operar y dar mantenimiento a la nueva infraestructura; no se considera el salario del personal que actualmente está trabajando para operar la línea 1 del acueducto Guadalupe Victoria, rebombes y planta potabilizadora, ya que éste se seguirá presentando con y sin proyecto. En la siguiente tabla se indica el detalle del costo que requerirá la Alternativa para su operación y mantenimiento.

Tabla 3.21 Salario personal para operación de Alternativa 2

Planta potabilizadora			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	2	20,153	483,681
Mecánico	2	20,153	483,681
Ayudante general	2	15,115	362,761
Subtotal PP			1,612,270
Acueducto			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	3	20,153	725,522
Mecánico	3	20,153	725,522
Ayudante general	4	15,115	725,522
Subtotal acueducto			2,458,712
Total			4,070,982

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Energía eléctrica. La operación del Proyecto requiere de la operación de tres rebombes, uno de la obra de toma a la planta potabilizadora y dos de la planta potabilizadora al tanque de almacenamiento que se construirá. Cabe comentar que el análisis de energía eléctrica de los equipos de bombeo considera un caudal de conducción de 750 l/s, sin embargo, al poner en marcha la alternativa sólo habrá un caudal adicional de 511.88 l/s, por lo tanto, el costo indicado en la siguiente tabla sólo considera el costo para bombear el caudal adicional.

Tabla 3.22 Costos energía eléctrica pantas de bombeo, Alternativa 2 (\$ de 2023)

Concepto	Costo cuota fija mensual (\$)	Costo variable mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
Obra de toma a planta potabilizadora	108,810	217,854	326,664	3,919,962
De potabilizadora a tanque de transición	618,291	1,240,586	1,858,877	22,306,524
De rebombeo 2 a tanque de almacenamiento	315,422	632,607	948,030	11,376,354
Total	1,042,523	2,091,047	3,133,570	37,602,840

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Los costos por cuota fija se toman al consultar la Tarifa de Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH) que CFE tiene establecida para el municipio de Victoria, las cuales fueron consultadas para el mes de abril de 2022 y que considera al mes: \$416.94 como cargo fijo, \$128.80 por cada kWh del equipo por concepto de distribución y \$376.58 por cada kWh del equipo por concepto de la capacidad.

En cuanto al costo variable, para determinar una tarifa promedio por kWh, se consideró que se bombearán 1,500 l/s las 24 horas del día, considerando los horarios para la Tarifa Base, Intermedia y Punta por época de año. Haciendo el análisis de horarios de operación para cada tarifa a lo largo de todo el año, se determinó un valor promedio de 1.43 \$/kWh. Este valor se multiplica por el consumo de kWh al mes para obtener el costo mensual variable.

En cuanto a los costos por las oficinas y alumbrado en general, estos se estiman en poco más de 112 mil pesos al año, conforme a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 3.23 Costo energía oficinas y alumbrado en general, Alternativa 2 (\$ de 2023)

Concepto	Potencia tentativa (kW)	Tiempo de Operación (h/año)	Energía eléctrica anual (kWh/año)	Costo energía eléctrica anual (\$)
Alumbrado en Edificios	4.7	8,760.0	41,172	57,229
Alumbrado General	8.5	4,380.0	37,230	51,750
Total			78,402	112,115

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Potabilización. La COMAPA Victoria indicó que el costo unitario promedio por potabilización en el periodo 2017-2021 fue de 0.35 \$/m³, lo cual considera el costo de los reactivos químicos y energía eléctrica de la planta actual. Considerando este costo y considerando el caudal adicional a potabilizar de 511.88 l/s, se tiene un costo de potabilización de \$5,584,983 al año.

Vida útil

Se considera una vida útil de 30 años, a partir de que empieza a operar la Alternativa.

Flujo neto

Con los costos identificados se presenta el siguiente flujo de la Alternativa 2 a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 3.24 Flujo Alternativa 2 (\$ de 2023)

	Año	Inversión	Costos operación + mantenimiento	Total costos
0	2023	648,390,474		648,390,474
1	2024	647,722,116		647,722,116
2	2025	365,328,519		365,328,519
3	2026		59,622,925	59,622,925
4	2027		59,622,925	59,622,925
5	2028		59,622,925	59,622,925
6	2029		59,622,925	59,622,925
7	2030		59,622,925	59,622,925
8	2031		59,622,925	59,622,925
9	2032		59,622,925	59,622,925
10	2033		59,622,925	59,622,925
11	2034		59,622,925	59,622,925
12	2035		59,622,925	59,622,925
13	2036		59,622,925	59,622,925
14	2037		59,622,925	59,622,925
15	2038		59,622,925	59,622,925
16	2039		59,622,925	59,622,925
17	2040		59,622,925	59,622,925
18	2041		59,622,925	59,622,925
19	2042		59,622,925	59,622,925
20	2043		59,622,925	59,622,925
21	2044		59,622,925	59,622,925
22	2045		59,622,925	59,622,925
23	2046		59,622,925	59,622,925
24	2047		59,622,925	59,622,925
25	2048		59,622,925	59,622,925
26	2049		59,622,925	59,622,925
27	2050		59,622,925	59,622,925
28	2051		59,622,925	59,622,925
29	2052		59,622,925	59,622,925
30	2053		59,622,925	59,622,925
31	2054		59,622,925	59,622,925
32	2055		59,622,925	59,622,925

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

3.5.2.1 Alternativa No. 3 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria trazo El Melón

Descripción general

Se construirá una segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con capacidad de 750 l/s, cuyo trazo se dirigirá hacia la zona conocida como El Melón para aprovechar su altura y operar un tramo de la línea por gravedad.

Se aprovechará y adecuará la obra de toma existente en la presa, para incorporar equipos de bombeo adicionales a los existentes, que permitirán extraer el agua de la presa y conducirlas por la segunda línea de conducción hacia la nueva planta potabilizadora.

A menos de 400 metros de longitud de la obra de toma se construirá una nueva planta potabilizadora con capacidad de diseño de 1,500 l/s; a esta planta llegarán tanto la línea de conducción existente (Línea 1) como la del Proyecto (Línea 2). Después de potabilizada, el agua será enviada por bombeo hasta un tanque nuevo de 10,000 m³ que será construido en el terreno de la actual planta potabilizadora, de donde el agua será distribuida por el acuaférico.

Para conducir el agua desde la nueva planta potabilizadora al tanque de almacenamiento se requerirá de la operación de una caja de transición en la zona más alta del trazo (El Melón) y dos plantas de bombeo, una que será instalada a la salida de la nueva planta potabilizadora y otra que se construirá en las instalaciones del rebombeo 2 de la línea existente.

En las siguientes figuras se presenta la ubicación de los principales componentes de la Alternativa 3.

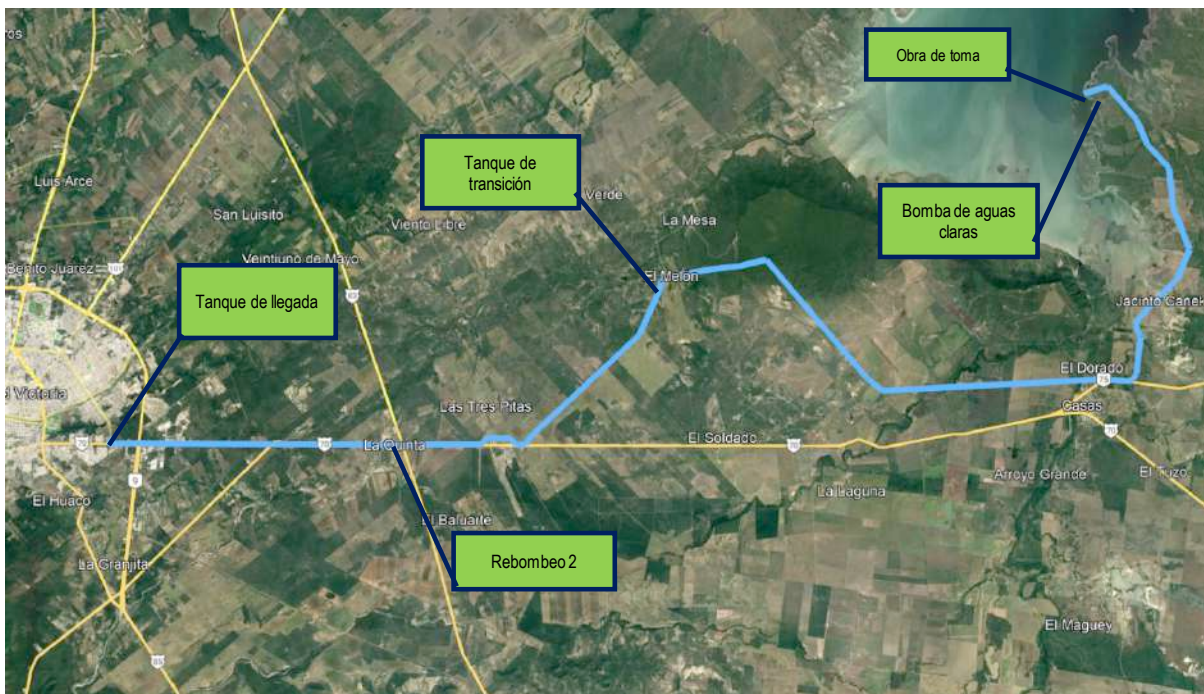


Figura 3.15 Ubicación de los componentes principales de la Alternativa 3

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

A continuación, se describen los componentes básicos de esta alternativa 3.

Línea de conducción La nueva línea de conducción con capacidad de conducción de 750 l/s, tiene un cadenamiento de la obra de toma al tanque de llegada de 59.23 km, dividida en cuatro tramos principales de 36" de diámetro en tubería de políéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), en las longitudes mostradas en la siguiente tabla. Cabe comentar que el tramo de la caja de transición El Melón al rebombero No. 2 funcionará a gravedad.

Tabla 3.25 Características de la línea de conducción, Alternativa 3

Tramo	Tubería de PRFV Longitud (m)
Tramo 1. Obra de toma a potabilizadora, 0+000 al 0+394.09	394.09
Tramo 2. Planta potabilizadora a caja de transición El Melón, 0+640 al 31+594.04	30,954.04
Tramo 3. Caja de transición El Melón a Rebombero 2, 31+672.32 al 48+554.04	16,881.72
Tramo 4. Rebombero 2 a tanque de proyecto, 48+634.04 al 59+637.13	11,003.09
Total	59,232.94

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

En la siguiente figura se observa el perfil de la segunda línea del acueducto.

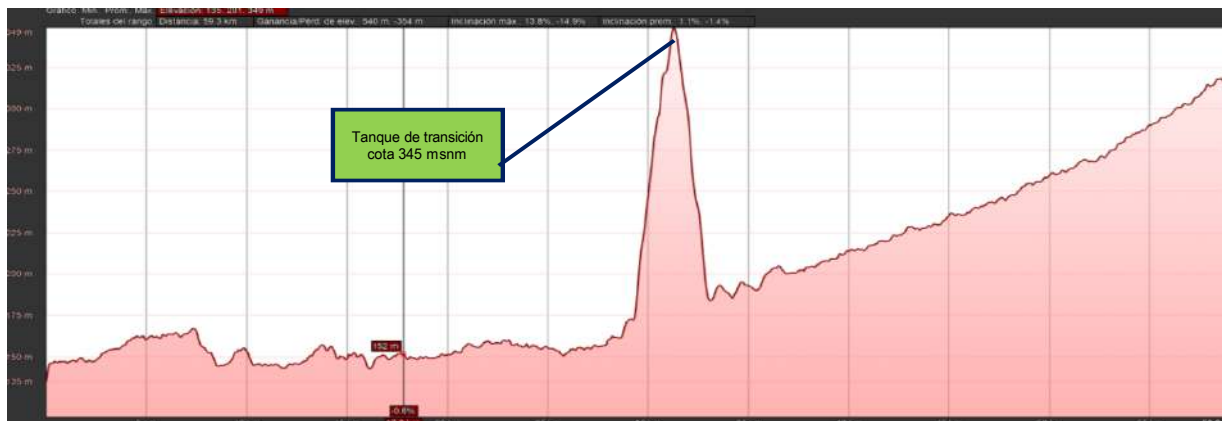


Figura 3.16 Perfil de acueducto No. 2, Alternativa 3 (El Melón), L = 59,232.94 m

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

En las figuras siguientes se presenta el trazo de la línea de conducción en sus diferentes tramos.

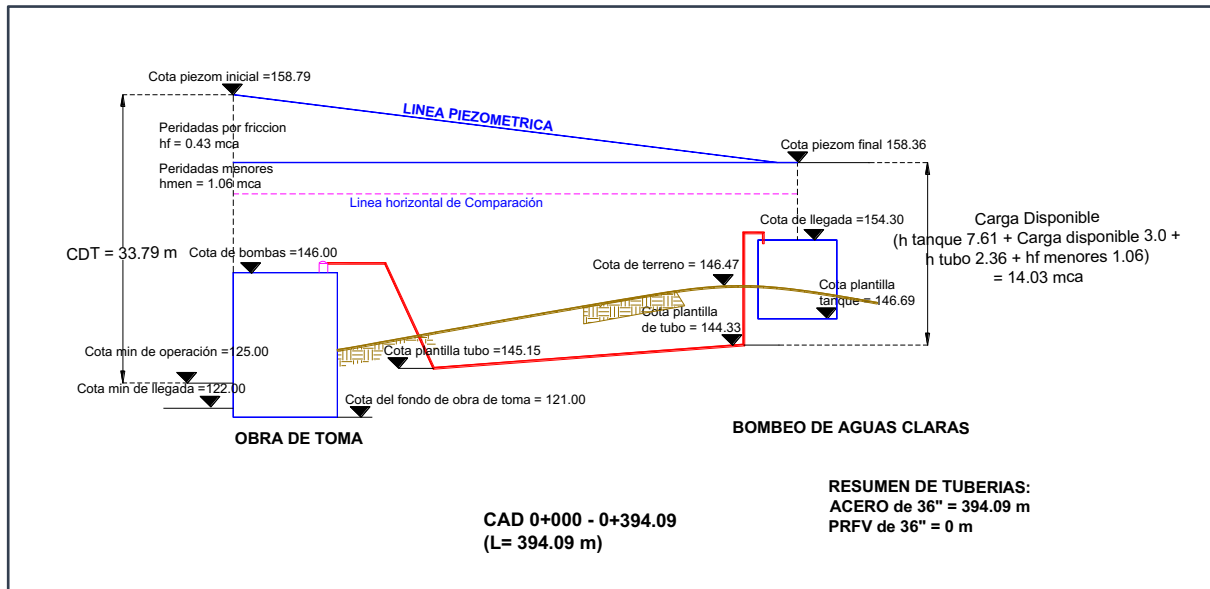


Figura 3.17 Piezométrica de la obra de toma a la planta potabilizadora, Alternativa 3

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

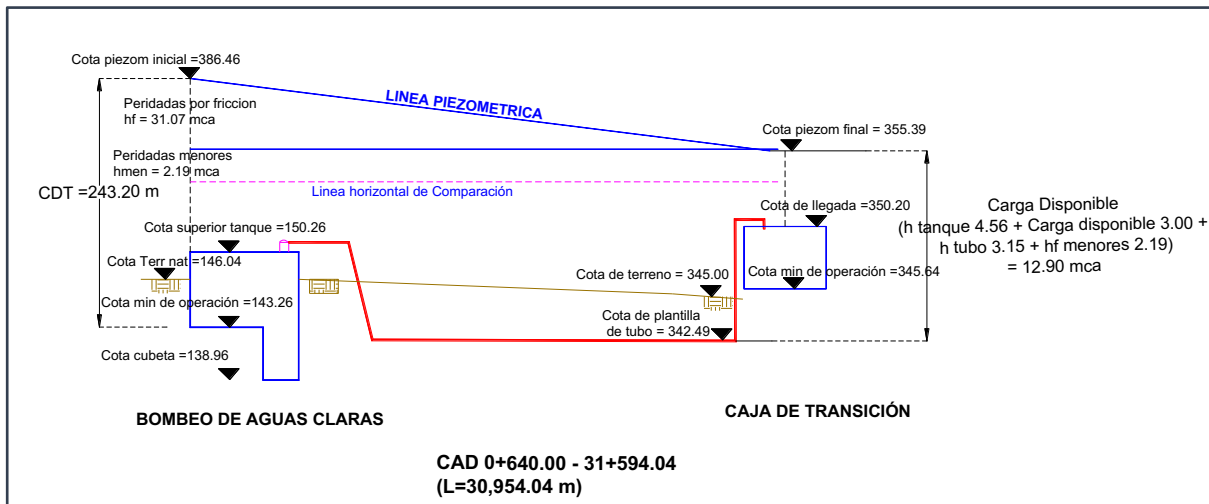


Figura 3.18 Piezométrica de la planta potabilizadora caja de transición El Melón, Alternativa 3

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

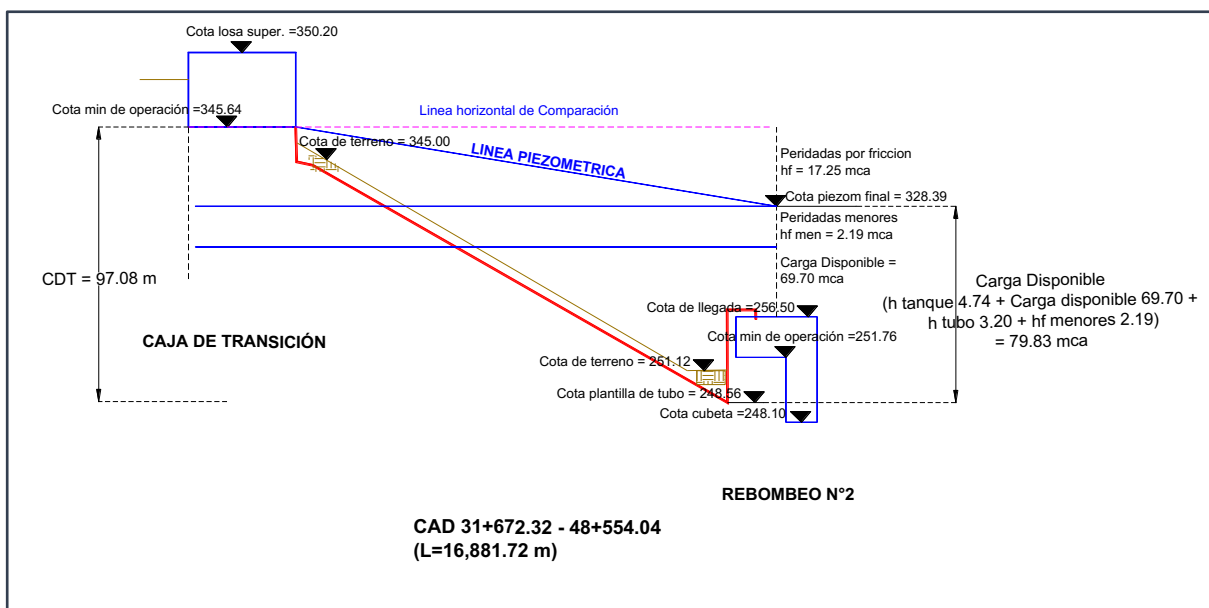


Figura 3.19 Piezométrica de caja de transición El Melón al rebomero No. 2, Alternativa 3

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

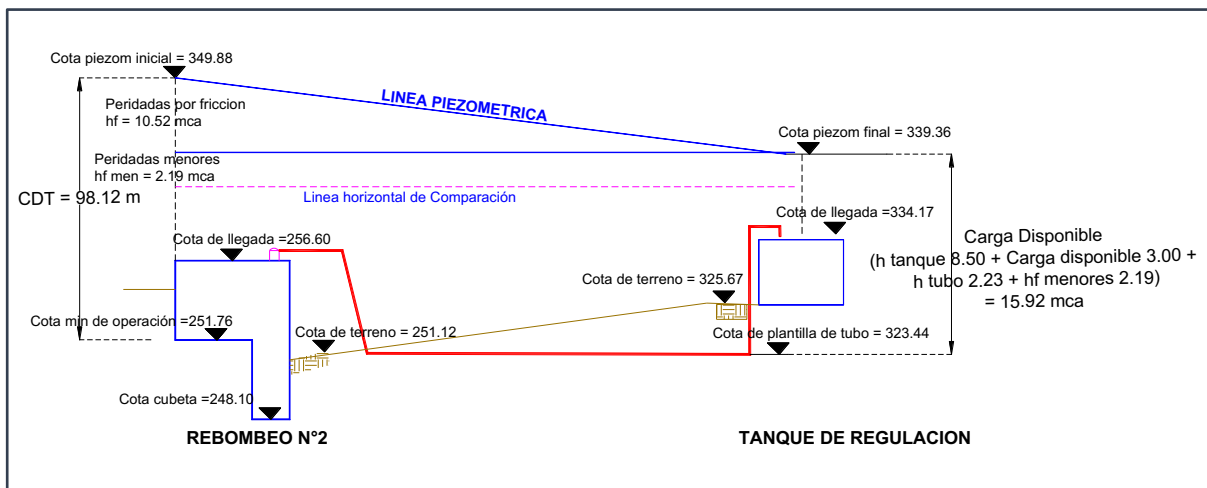


Figura 3.20 Piezométrica del rebombeo No. 2 al tanque de almacenamiento, Alternativa 3

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Planta potabilizadora. La nueva planta potabilizadora tendrá una capacidad para 1.5 m³/s y se instalará a 394 metros de la obra de toma de la presa Vicente Guerrero. La planta operará con un sistema convencional conformado por: coagulación - floculación - sedimentación - filtración - desinfección. Este sistema permite lograr grandes eficiencias de remoción con bajos costos operativos y además de fácil obtención de insumos y reparación.

La nueva PP estará diseñada para recibir un flujo de agua cruda equivalente a 1,500 l/s y contará con dos trenes de tratamiento, cada uno con tres módulos para floculación y sedimentación de 250 l/s cada uno y seis módulos de 125 l/s cada uno para la filtración.

Planta de bombeo. La segunda línea de conducción trabajará por bombeo en tres de los cuatro tramos en los que está seccionada, para lo cual se tendrán las siguientes plantas de bombeo.

- ❖ **Obra de toma.** En el cárcamo actual de la obra de toma existente (cadenamiento 0+000), se instalarán cinco nuevos equipos de bombeo (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s a la nueva planta potabilizadora, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 100 HP.
- ❖ **Planta potabilizadora.** En la planta potabilizadora se construirá un cárcamo de rebombeo, el cual consiste en un tanque de almacenamiento de 3,000 m³ de capacidad, diseñado con fosa para el alojamiento de las bombas. Este cárcamo estará ubicado en el cadenamiento 0+640.00. En el cárcamo se instalarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el tanque de transición, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas

instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 600 HP.

- ❖ **Caja de transición.** Se construirá un tanque de transición ubicado en la loma conocida como El Melón, el cual será de menor dimensión que un cárcamo de rebombeo, no requiere equipamiento electromecánico dado que, al realizar la simulación hidráulica, se podrá enviar por gravedad el caudal de este tanque de transición hasta el rebombeo No.2.
- ❖ **Rebombeo No. 2.** La planta de rebombeo No. 2 estará ubicada en el cadenamiento 48+554.04, en donde se encuentran instalados los equipos para el bombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el nuevo tanque de almacenamiento, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 350 HP.

Dispositivos de protección. Con la finalidad de controlar las consecuencias del transitorio hidráulico que se pueda presentar en la línea de conducción de diseño la construcción de estructuras en los diferentes tramos.

- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo cárcamo de aguas claras de la planta potabilizadora a la caja de transición, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 3 cámaras de aire para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ Los análisis en operación transitoria realizados para el tramo del rebombeo No. 2 al tanque de entrega, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.

Control supervisorio. En el proyecto de la segunda línea del acueducto se ha incluido un sistema de control supervisorio con el fin de controlar y supervisar la operación del acueducto, comunicando tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el cuarto de control central que se ubicará en Ciudad Victoria. El sistema de control supervisorio está basado en un controlador lógico programable, como cerebro general de la operación del sistema. Su propósito será, por un lado, registrar las variables de entrada, en base a esta información y al conjunto de reglas de la filosofía de operación, y activar la operación de las bombas (variadores de frecuencia), válvulas, alarmas y demás actuadores del sistema. El Sistema protegerá la seguridad del equipo, y monitoreará la operación de las bombas tanto en modo manual como en automático.

Tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento de agua potable será construido en el terreno donde se ubica la planta potabilizadora actual; tendrá una capacidad de 10,000 m³ y será construido a base de placas de acero

Camino de acceso. Se proyectará un camino de terracería a un camino tipo C, desde Jacinto Canek hasta la nueva planta potabilizadora ya que, con su construcción y operación se incrementará el flujo vehicular, sobre todo para el transporte de los químicos que se usarán en el proceso de potabilización del agua. Además, el camino será de servicios para la línea actual y de proyecto, ya que irán paralelas en ambas márgenes de dicho camino.

El tipo de camino de proyecto a considerar es un “CAMINO TIPO C”, con una curvatura máxima de proyecto de 11°00'00", el ancho de corona y calzada es de 7.00 m con un espesor de pavimento de 0.19 m; la velocidad de proyecto utilizada para el cálculo de curvas y demás elementos está en el rango de 60-80 KPH y contemplando una pendiente gobernadora de 0.02% hasta una pendiente máxima de +3.88%.

Supervisión. Debido a los diversos procesos constructivos que el Proyecto engloba, se contratarán los servicios de una supervisión y Gerencia externa para que en coordinación con la supervisión de la CONAGUA se logró que la obra se ejecute dentro del programa establecido, la calidad de obra especificada y el costo contratado.

Monto de inversión y calendario de ejecución

En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión de esta alternativa. Debido al monto de inversión y las características técnicas de la alternativa, la ejecución en un solo ejercicio presupuestal no es factible por lo que dicha inversión se programó para ejecutarse hasta en tres años.

Tabla 3.26 Costo de inversión Alternativa 3 (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)			Suma
	2023	2024	2025	
Línea de conducción	447,388,328	406,955,374	221,555,923	1,075,899,626
Planta potabilizadora	151,178,962	121,859,652	70,041,326	343,079,940
Plantas de bombeo	69,284,939	63,023,276	34,311,330	166,619,545
Dispositivos de protección	3,613,933	3,287,322	1,789,694	8,690,949
Control supervisorio	0	6,578,140	4,385,426	10,963,566
Tanque de almacenamiento	0	22,520,662	15,013,775	37,534,437
Camino de acceso	0	44,487,899	29,658,600	74,146,499
Supervisión	40,287,970	40,122,740	22,605,364	103,016,074
Subtotal	711,754,131	708,835,065	399,361,439	1,819,950,636

IVA	113,880,661	113,413,610	63,897,830	291,192,102
Total	825,634,792	822,248,676	463,259,270	2,111,142,738

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Costos de operación y mantenimiento

Los costos sociales de operación y mantenimiento se muestran en la tabla siguiente. Estos costos fueron obtenidos a partir del proyecto ejecutivo y de datos paramétricos obtenidos de otros proyectos similares.

Tabla 3.27 Costos sociales de operación y mantenimiento, Alternativa 3 (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)
Mantenimiento	12,624,081
Salarios	4,070,982
Energía eléctrica	43,600,787
Potabilización	5,584,983
Total	65,880,832

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

A continuación, se presentan los supuestos que se utilizaron para determinar los costos anteriores, pudiendo revisar dicha información en el Anexo A: Costos de Operación.

Mantenimiento. Para determinar los costos de mantenimiento se estimó que para mantener la obra civil en buenas condiciones se requiere anualmente aplicar un costo del 0.25% de la inversión hecha en este rubro; por otra parte, para respaldar la manutención y reposición de la maquinaria y equipo se deberá invertir por lo menos el 2.5% del costo de la inversión realizada en este rubro. En la siguiente tabla se indica el resumen de estos costos.

Tabla 3.28 Costo anual de mantenimiento de obra civil y equipamiento, Alternativa 3 (\$ de 2023)

Componente	Obra civil		Equipamiento		Costo total mantenimiento
	Inversión	Costo mantenimiento	Inversión	Costo mantenimiento	
Línea de conducción	1,075,899,626	2,689,749	0	0	2,689,749
Planta potabilizadora	123,388,415	308,471	223,301,465	5,582,537	5,891,008
Plantas de bombeo	31,227,358	78,068	135,392,187	3,384,805	3,462,873
Dispositivos de protección	10,863,687	27,159	0	0	27,159
Control supervisorio	0	0	10,963,566	274,089	274,089
Tanque de almacenamiento	37,534,437	93,836	0	0	93,836
Camino de acceso	74,146,499	185,366	0	0	185,366
Total	1,353,060,021	3,382,650	369,657,218	9,241,430	12,624,081

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Salarios. Con la Alternativa se requiere la contratación de nuevo personal para operar y dar mantenimiento a la nueva infraestructura; no se considera el salario del personal que actualmente está trabajando para operar la línea 1 del acueducto Guadalupe Victoria, rebombes y planta potabilizadora, ya que esté se seguirá presentando con y sin proyecto. En la siguiente tabla se indica el detalle del costo que requerirá la Alternativa para su operación y mantenimiento.

Tabla 3.29 Salario personal para operación de Alternativa 3

Cargo	Cantidad	Sueldo mensual	Importe anual
Planta potabilizadora			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	2	20,153	483,681
Mecánico	2	20,153	483,681
Ayudante general	2	15,115	362,761
Subtotal PP			1,612,270
Acueducto			
Jefe de cuadrilla	1	23,512	282,147
Electricista	3	20,153	725,522
Mecánico	3	20,153	725,522
Ayudante general	4	15,115	725,522
Subtotal acueducto			2,458,712
Total			4,070,982

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Energía eléctrica. La operación del Proyecto requiere de la operación de tres rebombes, uno de la obra de toma a la planta potabilizadora y dos de la planta potabilizadora al tanque de almacenamiento que se construirá. Cabe comentar que el análisis de energía eléctrica de los equipos de bombeo considera un caudal de conducción de 750 l/s, sin embargo, al poner en marcha la alternativa sólo habrá un caudal adicional de 511.88 l/s, por lo tanto, el costo indicado en la siguiente tabla sólo considera el costo para bombear el caudal adicional.

Tabla 3.30 Costos energía eléctrica pantas de bombeo, Alternativa 3 (\$ de 2023)

Concepto	Costo cuota fija mensual (\$)	Costo variable mensual (\$)	Costo total mensual (\$)	Costo total anual (\$)
Obra de toma a planta potabilizadora	108,810	217,854	326,664	3,919,962
De potabilizadora a tanque de transición	781,384	1,567,979	2,349,363	28,192,356
De rebombeo 2 a tanque de almacenamiento	315,422	632,607	948,030	11,376,354
Total	1,205,616	2,418,440	3,624,056	43,488,672

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Los costos por cuota fija se toman al consultar la Tarifa de Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH) que CFE tiene establecida para el municipio de Victoria, las cuales fueron consultadas para el mes de abril de 2022 y que considera al mes: \$416.94 como cargo fijo, \$128.80 por cada kWh del equipo por concepto de distribución y \$376.58 por cada kWh del equipo por concepto de la capacidad.

En cuanto al costo variable, para determinar una tarifa promedio por kWh, se consideró que se bombearán 1,500 l/s las 24 horas del día, considerando los horarios para la Tarifa Base, Intermedia y Punta por época de año. Haciendo el análisis de horarios de operación para cada tarifa a lo largo de todo el año, se determinó un valor promedio de 1.43 \$/kWh. Este valor se multiplica por el consumo de kWh al mes para obtener el costo mensual variable.

En cuanto a los costos por las oficinas y alumbrado en general, estos se estiman en poco más de 112 mil pesos al año, conforme a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 3.31 Costo energía oficinas y alumbrado en general, Alternativa 3 (\$ de 2023)

Concepto	Potencia tentativa (kW)	Tiempo de Operación (h/año)	Energía eléctrica anual (kWh/año)	Costo energía eléctrica anual (\$)
Alumbrado en Edificios	4.7	8,760.0	41,172	57,229
Alumbrado General	8.5	4,380.0	37,230	51,750
Total			78,402	112,115

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

Potabilización. La COMAPA Victoria indicó que el costo unitario promedio por potabilización en el periodo 2017-2021 fue de 0.35 \$/m³, lo cual considera el costo de los reactivos químicos y energía eléctrica de la planta actual. Considerando este costo y considerando el caudal adicional a potabilizar de 511.88 l/s, se tiene un costo de potabilización de \$5,584,983 al año.

Vida útil

Se considera una vida útil de 30 años, a partir de que empieza a operar la Alternativa.

Flujo neto

Con los costos identificados se presenta el siguiente flujo de la Alternativa 3 a lo largo del horizonte de planeación.

Tabla 3.32 Flujo Alternativa 3 (\$ de 2023)

	Año	Inversión	Costos operación + mantenimiento	Total costos
0	2023	711,754,131		711,754,131
1	2024	708,835,065		708,835,065
2	2025	399,361,439		399,361,439
3	2026		65,880,832	65,880,832
4	2027		65,880,832	65,880,832
5	2028		65,880,832	65,880,832
6	2029		65,880,832	65,880,832
7	2030		65,880,832	65,880,832
8	2031		65,880,832	65,880,832
9	2032		65,880,832	65,880,832
10	2033		65,880,832	65,880,832
11	2034		65,880,832	65,880,832
12	2035		65,880,832	65,880,832
13	2036		65,880,832	65,880,832
14	2037		65,880,832	65,880,832
15	2038		65,880,832	65,880,832
16	2039		65,880,832	65,880,832
17	2040		65,880,832	65,880,832
18	2041		65,880,832	65,880,832
19	2042		65,880,832	65,880,832
20	2043		65,880,832	65,880,832
21	2044		65,880,832	65,880,832
22	2045		65,880,832	65,880,832
23	2046		65,880,832	65,880,832
24	2047		65,880,832	65,880,832
25	2048		65,880,832	65,880,832
26	2049		65,880,832	65,880,832
27	2050		65,880,832	65,880,832
28	2051		65,880,832	65,880,832
29	2052		65,880,832	65,880,832
30	2053		65,880,832	65,880,832
31	2054		65,880,832	65,880,832
32	2055		65,880,832	65,880,832

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

3.5.3 Análisis técnico alternativas

Desde el punto de vista técnico, las tres alternativas propuestas son factibles ya que existe la tecnología y mano de obra con la cual se puedan construir los componentes, así como para llevar a cabo su operación. Sin embargo, de manera particular a continuación se presentan las ventajas y desventajas de cada alternativa.

Tabla 3.33 Ventajas y desventajas de las alternativas

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Alternativa 1. Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con trazo paralelo al acueducto actual	• Se tienen afectaciones mínimas debido a que se construirá en el derecho de vía de la carretera. • En la obra de toma se utilizará la instalación eléctrica de alta tensión existente, para alimentar el nuevo equipamiento de la obra de toma y los 2 cárcamos de bombeo de aguas claras. • Se utilizará parte de la infraestructura existente ya que en la construcción de la línea No. 1 (existente) se dejó preparado también el terreno y la instalación de alta tensión en los rebombes No. 1 y No. 2. • Ya se tienen los estudios y proyectos ejecutivos de todos los componentes • La MIA ya fue elaborada e ingresada para su opinión de la SEMARNAT	• Debido al trazo de la línea de conducción se requiere la construcción de dos rebombes después de la planta potabilizadora para que el agua llegue al tanque de almacenamiento.
Alternativa No. 2 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria trazo por Loma Prieta	• En la obra de toma se utilizará la instalación eléctrica de alta tensión existente, para alimentar el nuevo equipamiento de la obra de toma y los 2 cárcamos de bombeo de aguas claras. • Se utilizará parte de la infraestructura existente ya que en la construcción de la línea No. 1 (existente) se dejó preparado también el terreno y la instalación de alta tensión en el rebombeo No. 2. • Después de la planta potabilizadora sólo se requiere de un rebombeo para que el agua llegue al tanque de almacenamiento.	• A pesar de operar menos rebombes que la Alternativa 1, el costo de energía eléctrica se incrementa por el rebombeo al punto más alto de la conducción • El trazo por el que irán algunos tramos de la línea afectarán terrenos privados, lo que incrementará el pago por derecho de paso. • Se deberá adquirir el terreno donde se construirá la caja de transición y en su caso construir infraestructura para proporcionar energía eléctrica a las instalaciones.

Alternativa	Ventajas	Desventajas
		• Los impactos ambientales serán mayores dado que la línea de conducción se trazará por zonas ejidales y particulares. • No se cuenta con estudios y proyectos ejecutivos de todos los componentes
Alternativa No. 3 Construcción de segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria trazo por El Melón	• En la obra de toma se utilizará la instalación eléctrica de alta tensión existente, para alimentar el nuevo equipamiento de la obra de toma y los 2 cárcamos de bombeo de aguas claras. • Se utilizará parte de la infraestructura existente ya que en la construcción de la línea No. 1 (existente) se dejó preparado también el terreno y la instalación de alta tensión en el rebombeo No. 2. • Después de la planta potabilizadora sólo se requiere de un rebombeo para que el agua llegue al tanque de almacenamiento.	• A pesar de operar menos rebombes que la Alternativa 1, el costo de energía eléctrica se incrementa por el rebombeo al punto más alto de la conducción • El trazo por el cual irán algunos tramos de la línea afectarán terrenos privados, lo que incrementará el pago por derecho de paso. • Se deberá adquirir el terreno donde se construirá la caja de transición y en su caso construir infraestructura para proporcionar energía eléctrica a las instalaciones. • Los impactos ambientales serán mayores dado que la línea de conducción se trazará por zonas ejidales y particulares. • No se cuenta con estudios y proyectos ejecutivos de todos los componentes

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

3.5.4 Alternativa seleccionada

El criterio económico aplicado fue el de seleccionar la alternativa con el menor valor presente costos (VPC), ya que las alternativas propuestas brindan los mismos beneficios al estar en posibilidad de entregar el mismo caudal de agua y tienen la misma vida útil.

Una vez definidos los costos sociales de inversión y de operación, se procedió a la determinación del valor presente de costos (VPC) de cada alternativa planteada, considerando una tasa social de descuento de 10%. Los resultados de dicho cálculo se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3.34 Costo anual equivalente (CAE) de las alternativas de solución analizadas

Alternativa 1: Segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria. Trazo paralelo a la primera línea	VP_{Costos}	1,805,939,999	pesos
	Vida útil	30	años
	CAE	191,572,758	pesos
Alternativa 2: Segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria. Trazo por Loma Prieta	VP_{Costos}	2,003,665,731	pesos
	Vida útil	30	años
	CAE	212,547,354	pesos
Alternativa 3: Segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria. Trazo por El Melón	VP_{Costos}	2,199,467,339	pesos
	Vida útil	30	años
	CAE	233,317,842	pesos

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria" Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

El análisis técnico hace ver con más ventajas la alternativa de construir la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria paralelo al trazo de la primera línea, principalmente porque se minimizan las afectaciones a terrenos y se puede adecuar la infraestructura existente. Por otra parte, desde el punto de vista económico, la alternativa 1 presenta el valor presente de costos más bajo.

Por lo anterior, la Alternativa 1. Construcción de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con trazo paralelo a la primera línea, es el proyecto más conveniente de realizar.

4. SITUACIÓN CON EL PROYECTO

4.1 Descripción general

El proyecto es un proyecto de infraestructura económica.

Tabla 4.1 Tipo de proyecto

Tipo de proyecto	
Proyecto de infraestructura económica	X
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

De acuerdo con los *LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*, se denominan Proyectos de infraestructura económica cuando se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en los sectores de agua, comunicaciones y transportes, electricidad, hidrocarburos y turismo.

El proyecto generará 3,068 empleos de los cuales 2,307 serán empleos directos y 761 empleos indirectos.

El proyecto consiste en la construcción de una segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria con capacidad de 750 l/s y que irá, en su mayor parte, paralela a la primera línea de conducción. La primera línea fue construida con una capacidad de 1,000 l/s, pero en las condiciones actuales de desgaste solo transporta alrededor de 900 l/s con posibilidad de falla, una vez que entre en operación el Proyecto, ambas líneas conducirán 750 l/s cada una.

Se aprovechará y adecuará la obra de toma existente en la presa, para incorporar equipos de bombeo adicionales a los existentes, que permitirán extraer el agua de la presa y conducirlas por la segunda línea de conducción hacia la nueva planta potabilizadora.

A menos de 400 metros de longitud de la obra de toma se construirá una nueva planta potabilizadora con capacidad de diseño de 1,500 l/s; a esta planta llegarán tanto la línea de conducción existente (Línea 1) como la del Proyecto (Línea 2). Después de potabilizada el agua, esta será enviada por bombeo hasta un tanque nuevo de 10,000 m³ que será

construido en el terreno de la actual planta potabilizadora, de donde el agua será distribuida por el acuaférico.

Para conducir el agua desde la nueva planta potabilizadora al tanque de almacenamiento se requerirá de la operación de tres plantas de bombeo, una que será instalada a la salida de la nueva planta potabilizadora y las otras dos se construirán en las instalaciones de los rebombes 1 y 2 de la línea existente.

En la siguiente figura se indican los componentes principales del Proyecto y la forma en que operará junto con el manantial La Peña y los pozos Zona Urbana.

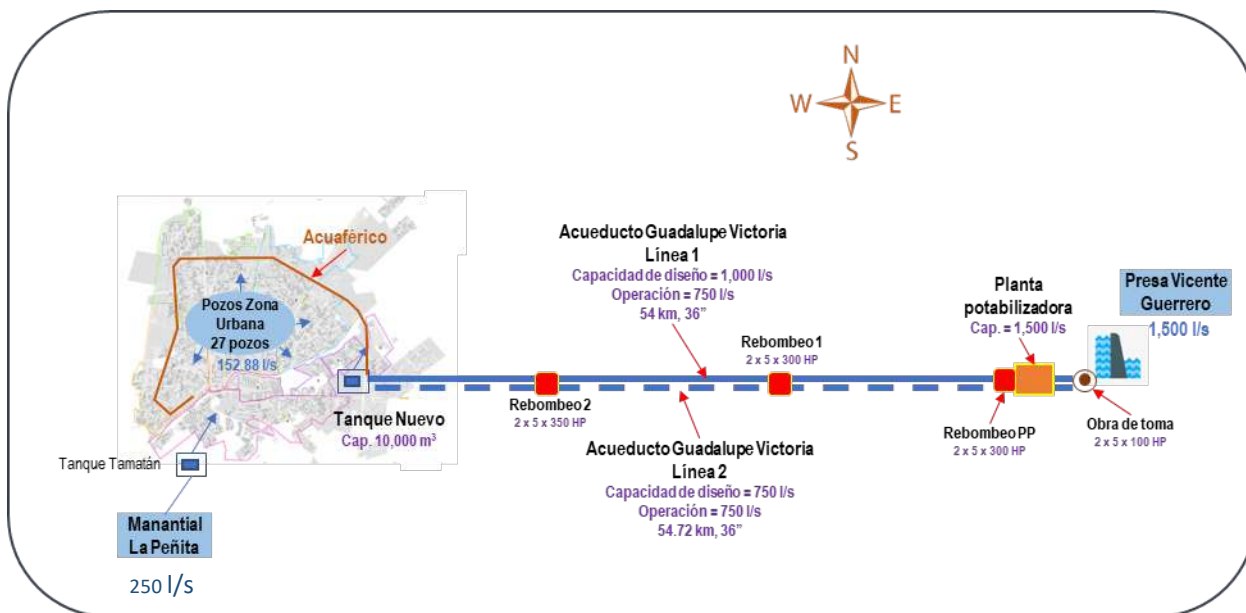


Figura 4.1 Operación del sistema de agua con el Proyecto

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Cabe comentar que la planta potabilizadora actual dejará de funcionar, pero en caso necesario, será habilitada para pulimentar el agua antes de enviarla a la red de distribución.

Por otra parte, en la siguiente figura se presenta el perfil de cómo operará el sistema con los rebombes.

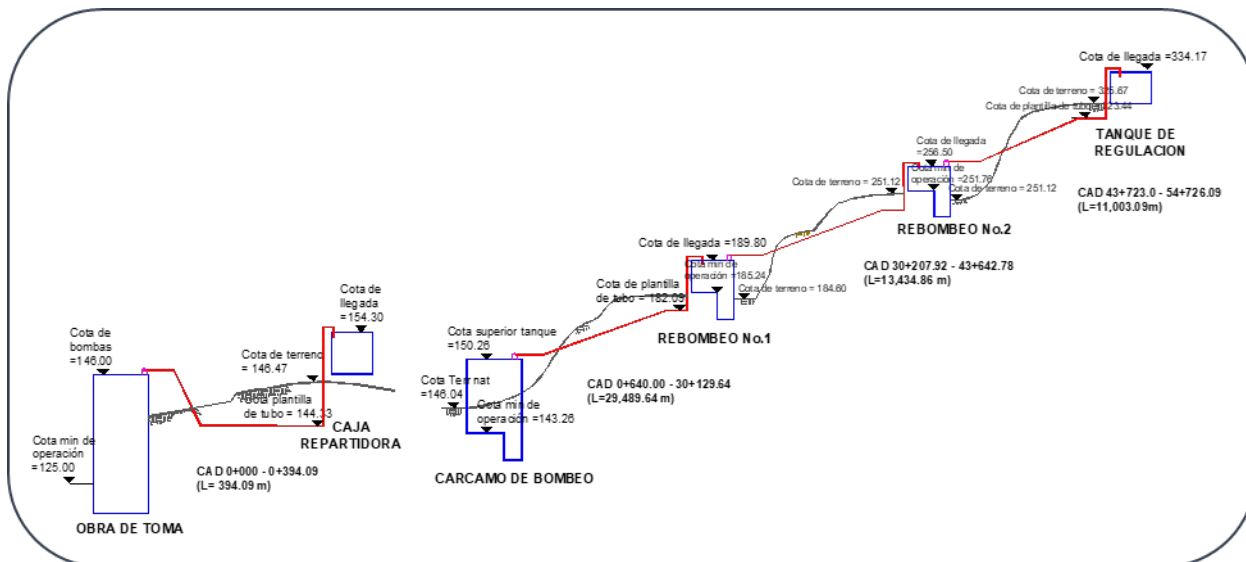


Figura 4.2 Perfil de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

A continuación, se describen de manera general las componentes y su funcionamiento una vez que entre en operación la infraestructura del acueducto y sus obras complementarias.

Línea de conducción

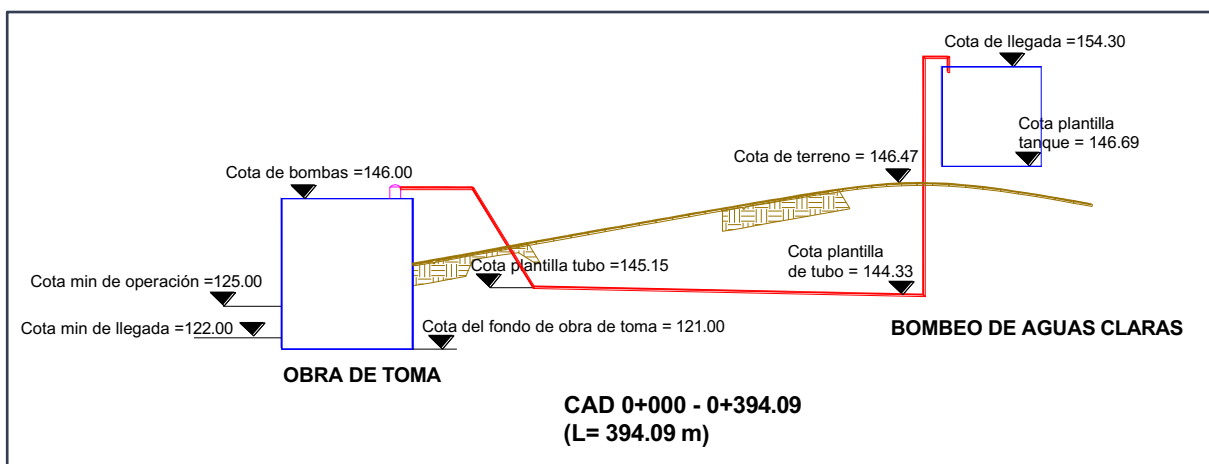
El Proyecto tiene contemplada la construcción de una segunda línea de conducción del Acueducto Guadalupe Victoria con capacidad de conducción de 750 l/s, la cual tendrá un cadenamiento total de 54.32 km, dividida en cuatro tramos principales de 36" de diámetro en materiales de acero al carbón, políéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) y hierro dúctil, en las longitudes y características mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 4.2 Características de la línea de conducción

Tramo	Material	Longitud (m)
Tramo 1 de obra de toma a potabilizadora 0+000 al 0+394.09	Acero	394.09
Tramo 2.- Planta potabilizadora a – Rebombéo 1 0+640 al 30+129.64	Acero	89.64
	PRFV	29,340.00
	Hierro dúctil	60.00
Tramo 3.- Rebombéo 1 - Rebombéo 2 30+207.92 al 43+642.78	Acero	114.86
	PRFV	12,828.01
	Hierro dúctil	491.99
Tramo 4.- Rebombéo 2 – Tanque de proyecto 43+723.0 al 54+726.09	Acero	63.00
	PRFV	10,181.09
	Hierro dúctil	759.00
Total		54,321.68

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Tramo de la obra de toma a planta potabilizadora (caja distribuidora). Este tramo se desarrolla de la obra de toma existente a la caja distribuidora al inicio de la nueva planta potabilizadora que se localizará a 394.09 m. Este es el primer tramo y se tiene una carga de bombeo a vencer de 33.79 metros. Esquemáticamente se muestran a continuación, los datos de la obra de toma y planta de bombeo (caja distribuidora).



Tramo de planta potabilizadora (tanque de aguas claras) a rebombero No. 1. Una vez que el agua es potabilizada en la planta, se incorpora al tanque de aguas claras para ser enviada al cárcamo del rebombero No. 1; este tramo tiene una longitud total de 29,489.64 m y una carga dinámica de 81.81 m. En el siguiente esquema se muestran las cotas de salida y llegada.

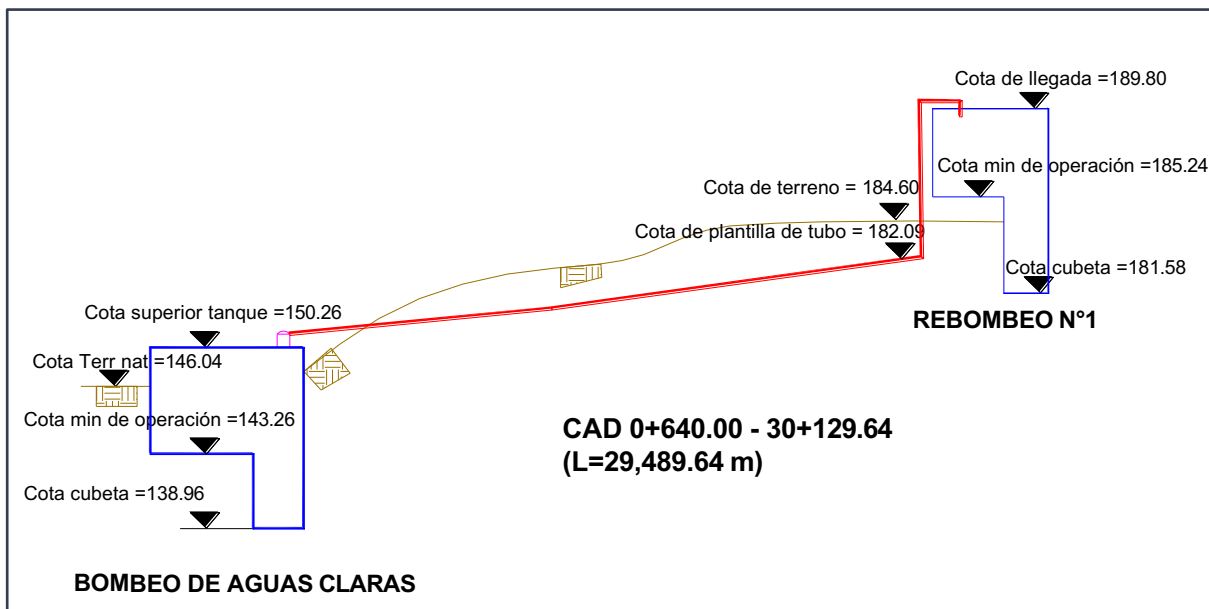


Figura 4.4 Tramo de planta potabilizadora (tanque de aguas claras) a rebombee No. 1

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Tramo de rebombee No. 1 al rebombee No. 2. Del rebombee No. 1 se enviará el gasto de 750 l/s al rebombee No. 2 con una longitud de 13,438.86 m y carga dinámica de 90.24 m, los cuales se muestran en el siguiente esquema.

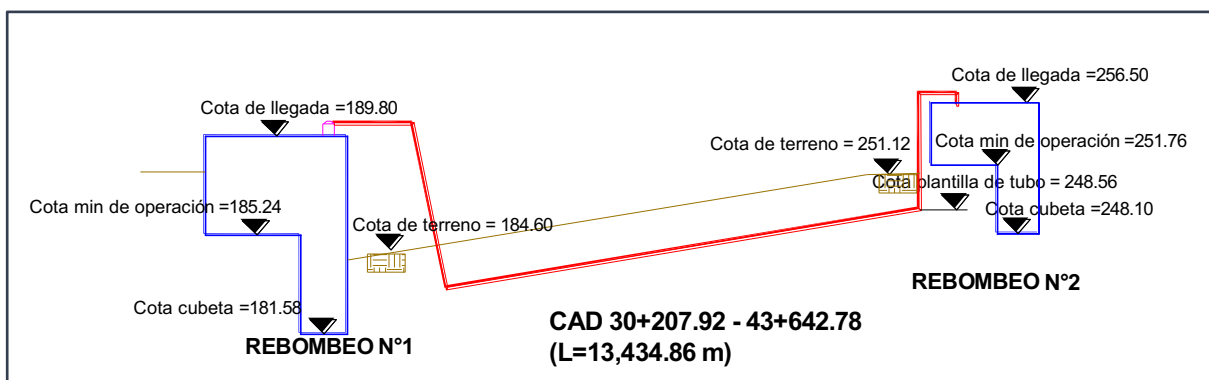


Figura 4.5 Tramo de rebombee No. 1 al rebombee No. 2

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Tramo del rebombee No. 2 al tanque de llegada. Finalmente se enviará el caudal del rebombee N°2 al tanque de llegada (tanque de regulación) donde se encuentra la planta potabilizadora actual. Con una longitud de 11,003.09 m y 98.12 m de carga dinámica. A continuación, se presenta un esquema del perfil y los niveles de este último tramo del acueducto Guadalupe Victoria.

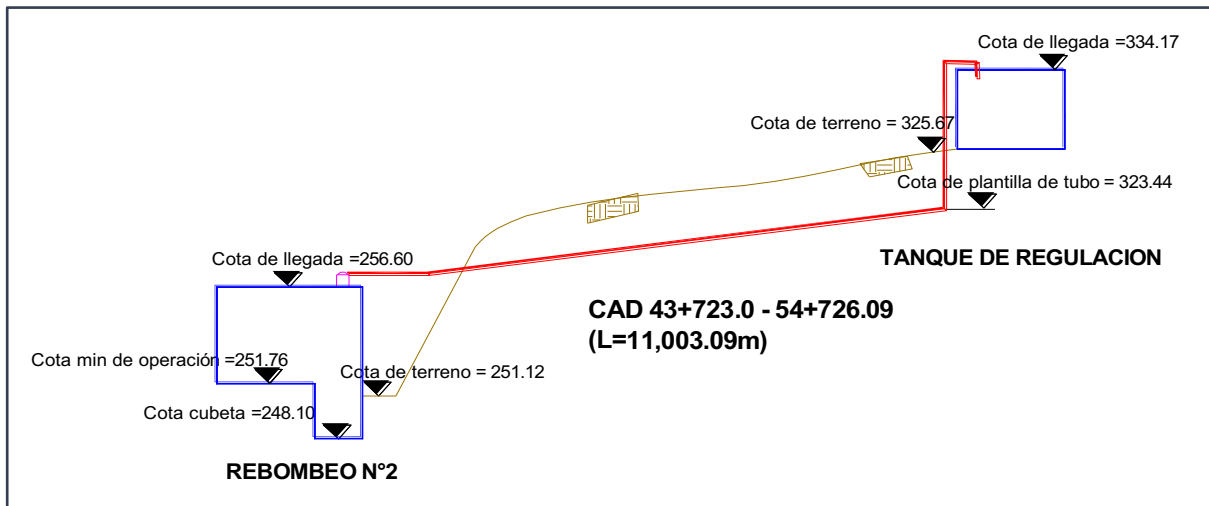


Figura 4.6 Tramo de rebombío No. 2 al tanque de llegada

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Con la finalidad de apoyar la línea de conducción en su trayecto, se construirán atraques, tanto en cruceros horizontales (56 piezas) como verticales (18 piezas). Los atraques se construirán de concreto simple de acuerdo con las medidas y especificaciones indicadas en el proyecto ejecutivo. En la siguiente figura se presenta el detalle general de los atraques a construir.

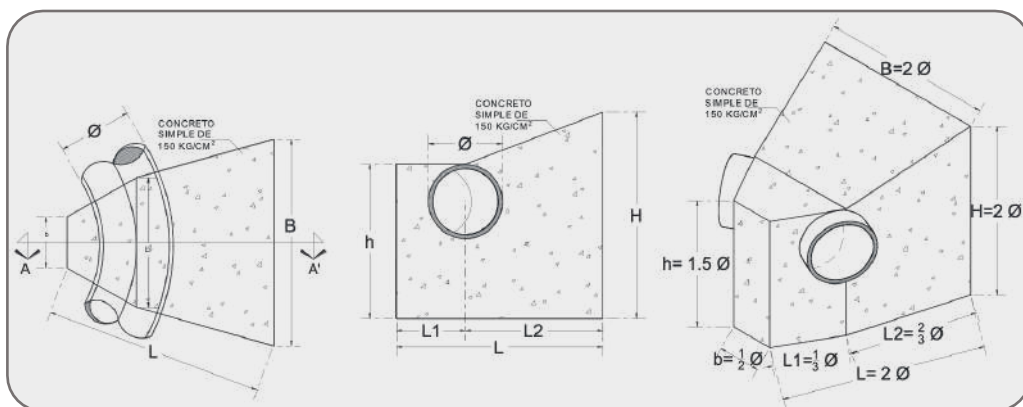


Figura 4.7 Detalle general de los atraques

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Asimismo, para asegurar la eficiencia en la operación de la nueva línea de conducción, se instalarán 28 válvulas de desfogue y 62 válvulas de admisión y expulsión de aire (VAEA).

La línea de conducción, en la mayor parte del trazo, irá paralela a la primera línea de conducción del acueducto y en su trayecto tendrá algunos cruces especiales con carreteras

y tuberías. En la siguiente tabla se indican los cadenamientos en donde se realizarán los cruces y detalles de estos.

Tabla 4.3 Cadenamiento de cruces especiales de la línea 2 del Acueducto Guadalupe Victoria

Cadenamiento		Longitud (m)	Material	Observaciones
Inicial	Final			
Cruces con carretera				
Cruce 1 (con entronque carretera a Zaragoza)				
42+979.18	43+029.18	50	Hierro dúctil	Hincado horizontal
43+158.32	43+198.32	40		
43+269.00	43+309.00	40		
43+412.00	43+462.0	50		
Cruce 2 (con entronque carretera a San Luis Potosí)				
47+747.61	47+797.61	50	Hierro dúctil	Hincado horizontal
47+972.53	48+022.53	50		
48+236.58	48+314.58	78		
Cruce 3 (con libramiento Naciones Unidas)				
53+340.00	53+365.00	25	Hierro dúctil	Hincado horizontal
53+396.00	53+420.00	24		
Cruce con tuberías				
Cruce con tubería de PEMEX				
49+685.90	49+685.90		Hierro dúctil	Perforación direccional
Cruce con perforación horizontal				
49+685.90	49+723.90	38	Hierro dúctil	Hincado horizontal
Cruce con tubería de 36" de la línea No. 1 del acueducto				
9+721.35	9+778.35	57	Hierro dúctil	Hincado horizontal
Cruce con tubería de 8" de la Línea de COMAPA				
52+028.29	52+028.29		PRFV	Deflexiones

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Planta potabilizadora

La nueva planta potabilizadora tendrá una capacidad para 1.5 m³/s y se instalará a 394 metros de la obra de toma de la presa Vicente Guerrero. El agua se obtendrá de la obra de toma existente en la presa "Vicente Guerrero". En la siguiente figura se presenta la ubicación de la nueva planta potabilizadora.

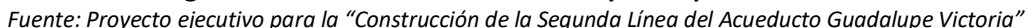


Figura 4.8 Ubicación de la planta potabilizadora del Proyecto

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

La nueva planta potabilizadora tendrá un sistema convencional conformado por: coagulación - floculación - sedimentación - filtración – desinfección para remover una concentración máxima de SST de 155 mg/l (100 -120 UTN). Este sistema permite lograr grandes eficiencias de remoción con bajos costos operativos y además de fácil obtención de insumos y reparación

La nueva PP estará diseñada para recibir un flujo de agua cruda equivalente a 1,500 l/s y contará con dos trenes de tratamiento, cada uno con tres módulos para floculación y sedimentación de 250 l/s cada uno y seis módulos de 125 l/s cada uno para la filtración. En la siguiente figura se presenta el tren de tratamiento propuesto.



Los flóculos ingresan a los clarificadores de alta tasa conformados por seis unidades donde se separan del agua por acción de la gravedad, se depositan en el fondo del tanque y el agua clarificada fluye hacia la parte superior hasta descargar por los colectores para ingresar a la siguiente etapa (filtración); la tasa de clarificación corresponde a 8 m/h.

Los clarificadores estarán equipados de módulos tubulares inclinados a 60° con respecto a la horizontal. Los clarificadores constan de tolvas para la acumulación de lodos que son enviados a los espesadores de lodos (3 unidades), posteriormente son enviados a los lechos de secado para su deshidratación.

El agua que sale de los clarificadores fluye por gravedad hacia los filtros de alta tasa (12 unidades) de tasa declinante con una tasa media de filtración de 12 m/h conformados de arena y antracita, en esta etapa se removerá el remanente de sólidos que no pudieron ser removidos en la etapa anterior. Los filtros estarán equipados con fondo falsos tipo Leopolds con capa IMS 200. Este tipo de Leopolds permite su uso en filtros largos con pérdidas de carga bajas y garantiza una adecuada distribución del agua y aire de lavado.

Una vez que los filtros se saturan deberán ser lavados, el lavado de los mismo se podrá realizar con aire, agua y con combinación aire – agua. El agua procedente del lavado será descargada por gravedad hacia el tanque de agua de lavado, este tanque consta de tolvas con ángulo de inclinación de 60° para favorecer la separación e incremento de la concentración de los sólidos.

El agua filtrada descarga por gravedad hacia el tanque vertedor cuya función es permitir la acumulación de agua para lavado de los filtros, así mismo, se realiza la dosificación de cloro para garantizar la desinfección total del agua, posteriormente el agua potable descarga por gravedad hacia los tanques de almacenamiento, para su posterior conducción.

Agua recuperada y gestión de lodos. Los lodos separados en los clarificadores son enviados al tanque de lodos sedimentados, posteriormente estos son enviados con ayuda de una bomba hacia los espesadores de lodos.

Los espesadores están conformados por tres unidades en paralelo, son de forma circular con un diámetro de 15 m, constan de un sistema de rastra para mejorar el espesamiento. El agua sobrenadante de los espesadores descarga por gravedad hacia el tanque de agua recuperada, los lodos espesados descargan hacia el tanque de bombeo de lodos espesados seguidamente se envían a los lechos de secado para su posterior deshidratación. Los lodos deshidratados presentarán una concentración alrededor del 25 - 35% de sólidos que serán entregados a un productor agropecuario para el mejoramiento de suelos.

El agua sobrenadante del proceso de deshidratación descarga hacia el tanque de agua recuperada.

Toda el agua recuperada del proceso de potabilización se retorna nuevamente a la entrada de la planta potabilizadora.

En la siguiente figura se presenta el arreglo general de las instalaciones de la planta potabilizadora.

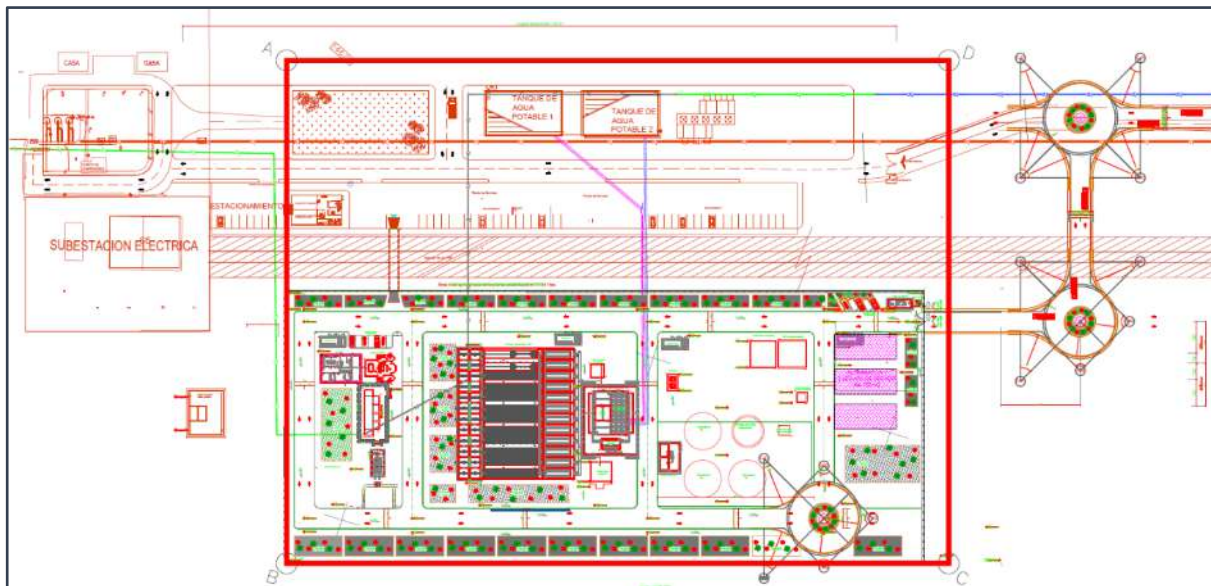


Figura 4.10 Arreglo general en planta de instalaciones de la planta potabilizadora

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Plantas de bombeo

La segunda línea de conducción trabajará por bombeo desde la obra de toma hasta llegar al nuevo tanque de abastecimiento, para lo cual se tendrán las siguientes plantas de bombeo.

Rebombeo de la obra de toma a la planta potabilizadora. En el cárcamo actual de la obra de toma existente (cadenamiento 0+000), se instalarán cinco nuevos equipos de bombeo (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s a la nueva planta potabilizadora, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s.

Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 100 HP, el diámetro de la columna será de 12" con una longitud de 21.5 m. En la siguiente figura se observa cómo serán adaptados los equipos de bombeo en la obra de toma.

Idéntico equipamiento se hará para la línea uno, con la finalidad de cumplir con las nuevas condiciones y políticas de operación del sistema integral.

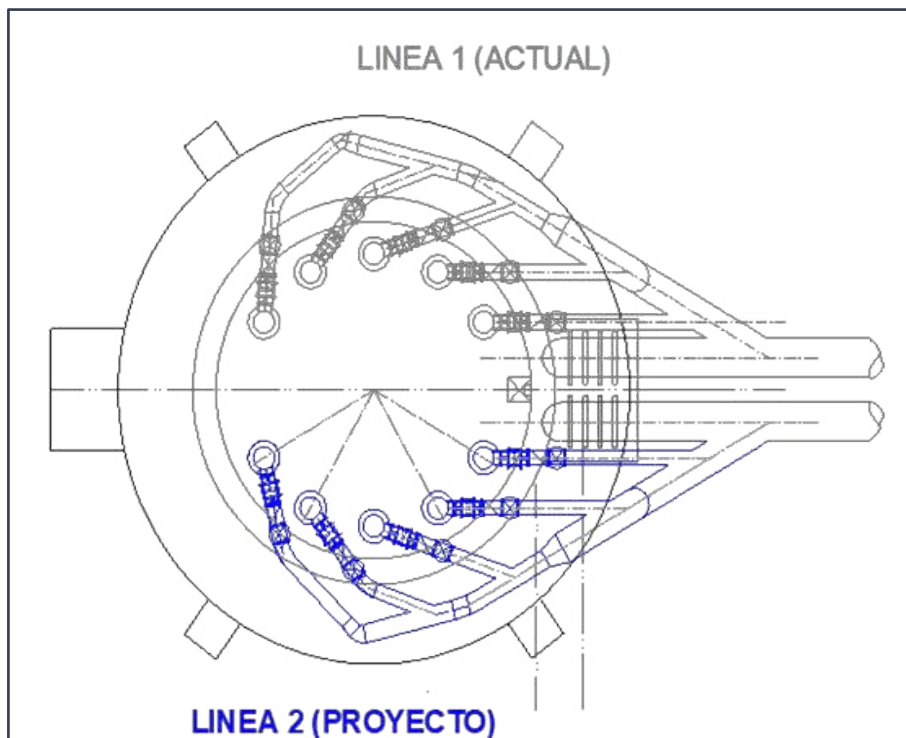


Figura 4.11 Arreglo de bombas en la obra de toma

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Bombeo planta potabilizadora. En la planta potabilizadora se construirá un cárcamo de bombeo, el cual consiste en un tanque de almacenamiento de 3,000 m³ de capacidad, diseñado con fosa para el alojamiento de las bombas. Este cárcamo estará ubicado en el cadenamiento 0+640.00.

En el cárcamo se instalarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el rebombeo No.1 del Acueducto, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán verticales tipo turbina de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 300 HP, el diámetro de la columna será de 12" con una longitud de 9 m.

Cabe comentar que para la línea 1 del Acueducto también se considera la construcción de un cárcamo e instalación del mismo número de equipos de bombeo con características similares al de la línea 2.

Rebombeo No.1. La planta de rebombeo No. 1 está localizada en el cadenamiento 30+207.92, en donde actualmente se encuentran instalados los equipos para el rebombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación

y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el rebombero No.2 del Acueducto, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 300 HP. Idéntico equipamiento se instalará para la línea 1.

Rebombero No. 2. La planta de rebombero No. 2 está ubicada en el cadenamieto 43+723.00, en donde se encuentran instalados los equipos para el bombeo de la línea 1 del Acueducto. Al lado del cárcamo actual se construirá un nuevo cárcamo con capacidad aproximada de 3,000 m³ en donde se alojarán cinco bombas (cuatro en operación y uno de emergencia); cada equipo bombeará 187.5 l/s hacia el nuevo tanque de almacenamiento, lo que permitirá conducir un caudal total de 750 l/s. Las bombas instaladas serán de carcasa bipartida de un paso, de lubricación con agua y equipadas con motores de 350 HP. Idéntico equipamiento se instalará para la línea 1.

Dispositivos de protección

Los efectos del cambio entre condiciones de operación a flujo estable de un sistema de conducción de agua (transitorio hidráulico) pueden producir la rotura de las tuberías (sobrepresión) podrían colapsarlas (depresión).

Las causas por las que se presenta un fenómeno transitorio pueden ser muy variadas, sin embargo, una de las más importantes ocurre cuando se produce el disparo de los equipos de bombeo en una planta, sin olvidar que la apertura o cierre de alguna válvula también produciría un transitorio hidráulico. Dentro de las consecuencias derivadas de un transitorio hidráulico están las sobrepresiones y las depresiones en las líneas de conducción que ponen en riesgo la integridad física de la tubería.

Con la finalidad de controlar las consecuencias del transitorio hidráulico que se pueda presentar en la línea de conducción de diseño la construcción de estructuras en los diferentes tramos.

- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo Cárcamo de aguas claras de la planta potabilizadora a rebombero No. 1, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 3 cámaras de aire para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ En los análisis de flujo transitorio realizados para el tramo del rebombero No. 1 a rebombero No. 2, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.
- ❖ Finalmente, de los análisis en operación transitoria realizados para el tramo del rebombero No. 2 al tanque de entrega, se concluyó que es necesaria la instalación de un sistema de 2 cámaras de aire con placas orificio para el control de los transitorios hidráulicos.

En la siguiente figura se presenta esquemáticamente el ejemplo de una cámara de aire.

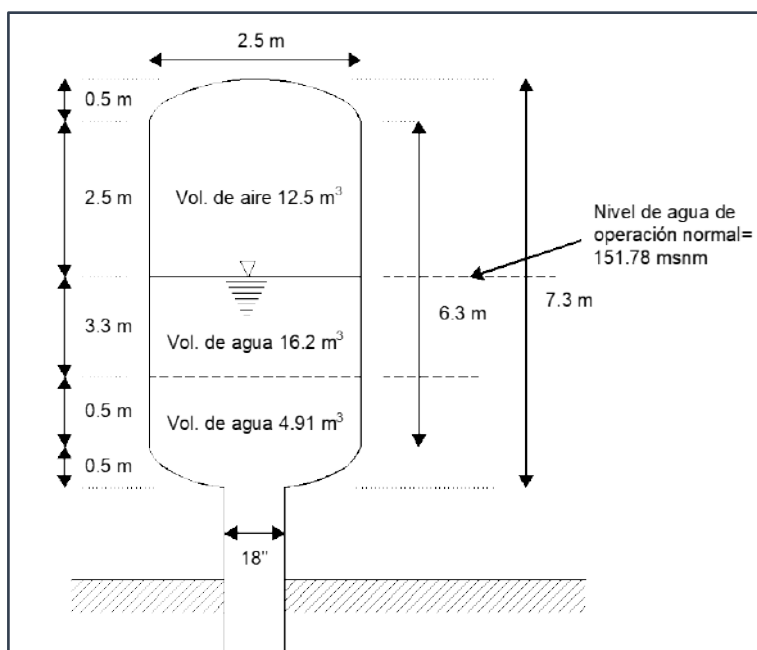


Figura 4.12 Cámara de aire para protección del tramo planta potabilizadora a rebompeo No. 1

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Control supervisorio

En el proyecto de la segunda línea del acueducto se ha incluido un sistema de control supervisorio con el fin de controlar y supervisar la operación del acueducto, comunicando, tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el cuarto de control central que se ubicará en Ciudad Victoria. El sistema de control supervisorio está basado en un controlador lógico programable, como cerebro general de la operación del sistema. Su propósito será, por un lado, registrar las variables de entrada, con base en esta información y al conjunto de reglas de la filosofía de operación, y activar la operación de las bombas (variadores de frecuencia), válvulas, alarmas y demás actuadores del sistema. El Sistema protegerá la seguridad del equipo, y monitoreará la operación de las bombas tanto en modo manual como en automático.

Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento de agua potable será construido en el terreno donde se ubica la planta potabilizadora actual; tendrá una capacidad de 10,000 m³ y será construido a base de placas de acero.

En la siguiente figura se presenta de manera esquemática la forma del tanque de proyecto.

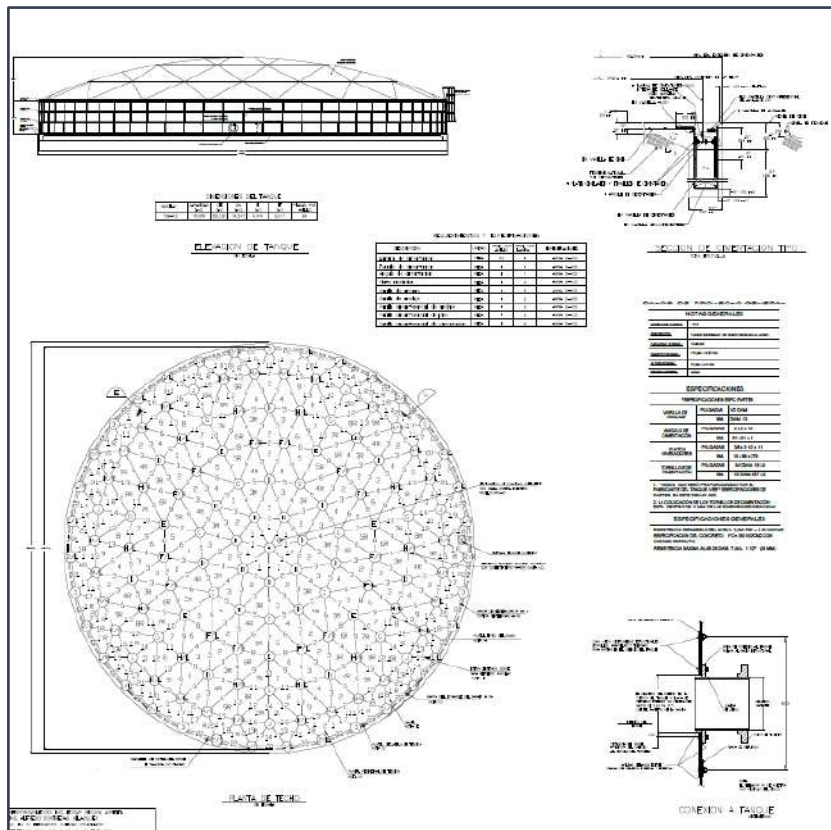


Figura 4.13 Tanque de almacenamiento de 10,000 m³ de capacidad

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

De este tanque se distribuirá el agua a la ciudad a través del acuaférico y una línea de 30" existentes.

Camino de acceso

En la actualidad el acceso a la obra de toma, partiendo de Ciudad Victoria-Soto la Marina, y a la altura del poblado de Villa de Casas, se toma el camino pavimentado tipo C, que llega hasta el ejido Jacinto Canek, y de este punto continua con 9.9 kilómetros de terracería, hasta llegar al sitio de la obra de toma en la presa Vicente Guerrero.

Considerando que el proyecto de la segunda línea contempla la construcción de la planta potabilizadora en terreno federal aledaño a la obra de toma, es necesario re proyectar el camino de terracería a camino tipo C, desde Jacinto Canek hasta la planta potabilizadora, ya que con la construcción y operación de esta se incrementará el flujo vehicular, sobre todo para el transporte de los químicos que se usarán en el proceso de potabilización del agua. Además, el camino será de servicios para la línea actual y de proyecto, ya que irán paralelas en ambas márgenes de dicho camino.

El tipo de camino de proyecto a considerar es un “CAMINO TIPO C”, con una curvatura máxima de proyecto de $11^{\circ}00'00''$, el ancho de corona y calzada es de 7.00 m con un espesor de pavimento de 0.19 m; la velocidad de proyecto utilizada para el cálculo de curvas y demás elementos está en el rango de 60-80 KPH y contemplando una pendiente gobernadora de 0.02% hasta una pendiente máxima de +3.88%. En la siguiente figura se presenta la sección tipo con la que será construido el camino de acceso.

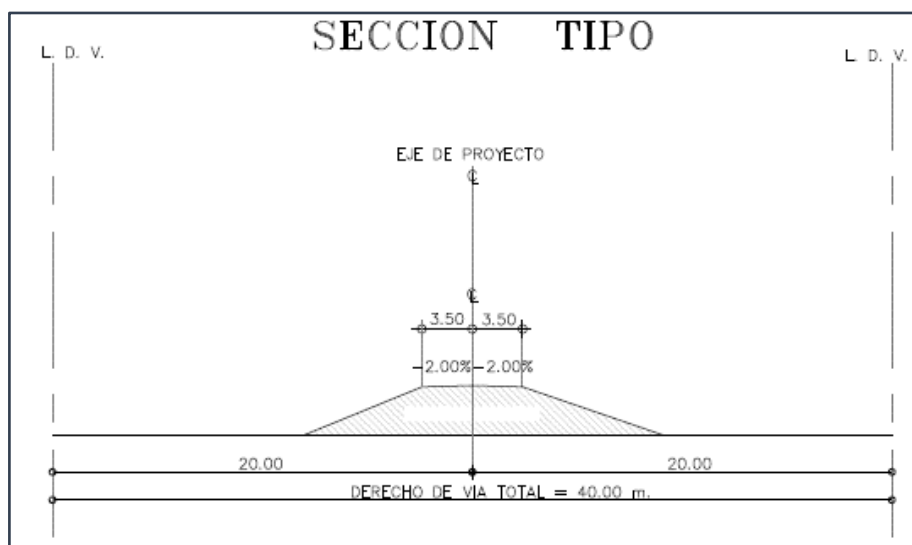


Figura 4.14 Sección del camino de acceso del Proyecto

Fuente: Proyecto ejecutivo para la “Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria”

Es importante resaltar que a la entrada de operación del proyecto la planta potabilizadora actual quedará fuera de uso.

4.2 Alineación estratégica

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El Artículo 4 de la Constitución establece que el Estado garantizará el derecho que toda persona tiene al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 está estructurado por tres ejes generales: 1) Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; 3) Desarrollo económico y tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible.

El eje general de “Bienestar” tiene como objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de

brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.

Para dicho eje general se plantean once objetivos. El proyecto de la Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria contribuye a la consecución del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, específicamente en lo siguiente:

En esta sección se indican qué objetivos, estrategias, líneas de acción de la planeación nacional atiende el PPI, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo correspondiente y a los programas gubernamentales correspondientes, adicionalmente se analiza cómo el proyecto contribuye a alcanzar los objetivos de cada uno de los instrumentos de planeación considerados.

A fin de establecer una vinculación entre el objeto del Proyecto y la planeación nacional, en la siguiente Tabla se muestran los argumentos normativos que permiten ligar las acciones del proyecto con las metas nacionales y estatales, que son la directriz en la conducción del país hacia un bienestar de su población:

En primer lugar, los resultados de vincular las acciones del PPI con el marco de referencia de la planeación nacional en México se muestran a continuación:

Tabla 4.4 Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024

Marco de Planeación	Eje	Objetivo de la Meta Nacional	Línea de acción
Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024	1. Política Social	Desarrollo sostenible El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. <i>Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.</i>	N. D.

N.D. No dispone de una línea de acción.

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de julio de 2019.

El proyecto contribuye al desarrollo sostenible y a mejorar el nivel bienestar de la población de Ciudad Victoria, al aportar nuevas fuentes de abasto de agua potable, al eficientar el suministro de agua potable, reduciendo o eliminando el tandeo en la zona de influencia del proyecto, en resumen, al dotar de agua suficiente y de manera eficiente se contribuye a mejorar el nivel de bienestar social de la población.

PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024

El proyecto es consistente con las acciones del PROGRAMA Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024, identificándose que es compatible con el Objetivo Prioritario No. 3, tal y como se detalla a continuación:

Tabla 4.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024

Marco de Planeación	Objetivos Prioritarios	Estrategia prioritaria	Acción puntual
PROGRAMA Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.	3 - Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucren su gestión.	3.1 Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable	3.1.3.- Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento, a fin de asegurar servicios de calidad a la población

Fuente: Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.

El PPI contribuye al objetivo prioritario 3 del PROMARNAT al buscar que de agua potable sea suficiente para mantener y/o mejorar el nivel de bienestar de la población beneficiaria.

PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (2020-2024)

Se identificaron las directrices del Programa Nacional Hídrico vigente, a fin de encontrar la vinculación que tendrán las acciones del PPI con esta política sectorial del país, con relación al manejo del agua en el país:

Tabla 4.6 Programa Nacional Hídrico 2020 -2024

Marco de Planeación	Objetivos Prioritarios	Estrategia prioritaria	Acción puntual
Programa Nacional Hídrico 2020 -2024	1.- Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.	1.4 Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.	1.4.1 Identificar los requerimientos de infraestructura de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales en los centros de población. 1.4.3 Revisar, y en su caso concluir, los proyectos de agua potable y saneamiento en curso.

Fuente: Plan Nacional Hídrico 2020 –2024. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de diciembre de 2020.

El PPI contribuye al objetivo prioritario 1 del PNH 2020-2024 al garantizar los servicios de agua potable en calidad, cantidad y con eficiencia a la población en el mediano plazo.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE TAMAULIPAS 2023-2028

En espera de su publicación

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO VICTORIA 2021-2024

Eje 3: Victoria te quiero más con servicios públicos de calidad

3.5. Rehabilitar y mejorar la infraestructura hidráulica del municipio.

3.5.1. Mantenimiento a la red de agua potable mediante la reparación de fugas.

3.6. Optimizar la medición del consumo de agua potable en el municipio.

3.6.1. Instalar macromedidores y micromedidores en predios identificados con esta necesidad.

4.3 Localización geográfica

El proyecto se localiza en el municipio de Victoria ubicado en el estado de Tamaulipas como se muestra en la Figura 4.15 Macrolocalización del proyecto.



Figura 4.15 Macrolocalización del proyecto

Fuente: Elaboración con base en la información del Marco Geoestadístico 2021 de INEGI.

Específicamente el proyecto de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria, tiene su inicio en la obra de toma existente en la presa Vicente Guerrero y concluirá en el tanque de almacenamiento que será ubicado en el terreno donde se encuentra la planta potabilizadora que actualmente opera, en la Figura 4.16 se muestra la localización del proyecto junto con sus componentes y en la Tabla 4.7 se muestran las coordenadas de los principales componentes del proyecto.

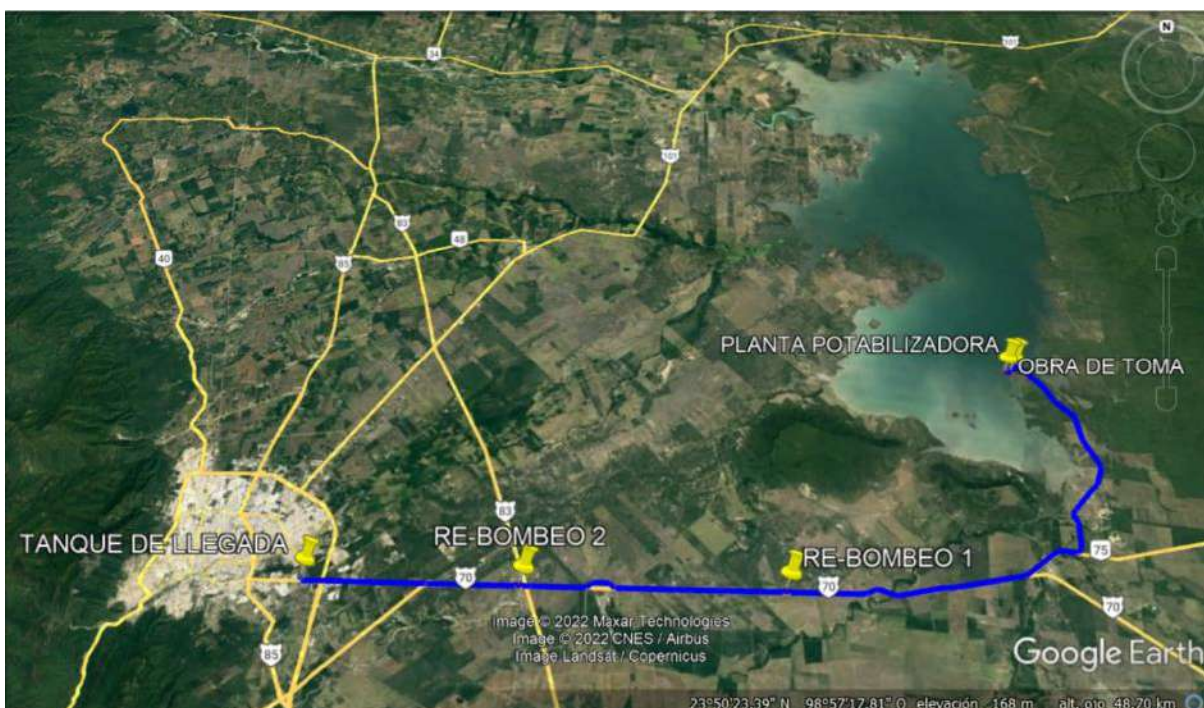


Figura 4.16 Microlocalización del proyecto

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Tabla 4.7 Coordenadas de los principales componentes del Proyecto

Concepto	Latitud N	Longitud O
Obra de toma presa Vicente Guerrero	23.836667	-98.734444
Planta potabilizadora	23.836728	-98.730894
Rebombero No. 1	23.716692	-98.869236
Rebombero No. 2	23.718400	-98.999064
Tanque de almacenamiento	23.719444	-99.105278

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

4.4 Calendario de actividades

En la siguiente tabla se presenta el cronograma de trabajo para la construcción del Proyecto.

Tabla 4.8 Cronograma para la construcción del proyecto

Concepto	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Línea de conducción																								
Planta potabilizadora																								
Plantas de bombeo																								
Dispositivos de protección																								
Control supervisorio																								
Tanque de almacenamiento																								
Camino de acceso																								
Reequipamiento existente																								
Supervisión																								

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

4.5 Monto total de inversión

La construcción de los componentes de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria tiene un importe de inversión por 1,691.08 millones de pesos, IVA incluido, conforme a los componentes que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.9 Monto total de inversión en el acueducto (\$ de 2023)

Concepto	Monto
Línea de conducción	712,642,243
Planta potabilizadora	343,079,940
Plantas de bombeo	186,078,362
Dispositivos de protección	10,863,687
Control supervisorio	10,963,566
Tanque de almacenamiento	37,534,437
Camino de acceso	74,146,499
Supervisión	82,518,524
Subtotal	1,457,827,258
IVA	233,252,361
Total	1,691,079,620

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Montos expresados en pesos 2023 sin IVA

4.6 Fuentes de financiamiento

Las inversiones requeridas por las obras se plantean que puedan ser realizadas con recursos federales del capítulo 6000 de la CONAGUA.

Tabla 4.10 Fuentes de financiamiento del proyecto (\$ de 2023)

Fuente de los recursos	Procedencia	2023	2024	2025	Total	%
Federales	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	703,196,902	639,645,115	348,237,603	1,691,079,620	100%

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria y CONAGUA. 2022. Los Montos están expresados en pesos 2023 con IVA incluido.

4.7 Capacidad instalada

La capacidad instalada del proyecto es de 750 l/s.

Tabla 4.11 Capacidad instalada

Resumen por componentes del proyecto	
Acueducto 2da línea Acueducto Guadalupe Victoria	750 l/s
Potabilizadora	1,500 l/s

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Metas anuales y totales de producción

En la siguiente tabla se indica la meta anual de producción de la segunda línea del Acueducto Guadalupe Victoria, misma que se mantendrá en el horizonte de evaluación.

Tabla 4.12 Meta de producción de agua con Proyecto

Año	Volumen (m³/año)	Caudal (l/s)
2024	23,652,000	750
2025	23,652,000	750
2026	23,652,000	750
2027	23,652,000	750
2028	23,652,000	750
2029	23,652,000	750
2030	23,652,000	750
2031	23,652,000	750
2032	23,652,000	750
2033	23,652,000	750
2034	23,652,000	750
2035	23,652,000	750
2036	23,652,000	750
2037	23,652,000	750
2038	23,652,000	750
2039	23,652,000	750
2040	23,652,000	750
2041	23,652,000	750
2042	23,652,000	750
2043	23,652,000	750
2044	23,652,000	750
2045	23,652,000	750
2046	23,652,000	750
2047	23,652,000	750
2048	23,652,000	750
2049	23,652,000	750
2050	23,652,000	750
2051	23,652,000	750
2052	23,652,000	750
2053	23,652,000	750
2054	23,652,000	750
2055	23,652,000	750

Fuente: Elaboración con base en información de COMAPA. 2022

4.9 Vida útil

Para fines de evaluar los beneficios del Proyecto, se establece una vida útil de 30 años, a partir de que se termina el periodo de construcción. El año “0” del Proyecto será el año 2023 y el periodo de construcción está contemplado en el periodo 2023-2025, por lo que el horizonte de evaluación es de 33 años (2023-2055).

4.10 Descripción de los aspectos más relevantes

4.10.1 Factibilidad técnica

Con la finalidad de ejecutar el proyecto ejecutivo de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria, se llevaron a cabo los siguientes estudios técnicos.

Tabla 4.13 Estudios de preinversión realizados

Tipo de estudio	Responsable de formulación	Año de elaboración
Estudio ambiental	Dr. Jorge Rubalcava Castillo	2022
Estudios geológicos y mecánica de suelos	GAESCO, SA de CV SC ROCA Constructora, SA de SB	2011
Estudios topográficos		2012
Identificación de bancos de nivel	GAESCO, SA de CV SC ROCA Constructora, SA de SB	2012
Batimetría	Grupo PABSA Ingeniería	2022
Estudios de ingeniería básica (anteproyecto)	Proyectos Ejecutivos del Golfo, SA	2022
Estudios arquitectónicos	Proyectos Ejecutivos del Golfo, SA	2022
Proyecto ejecutivo (ingeniería de detalle)	Proyectos Ejecutivos del Golfo, SA	2022
Resultados áreas capacidades de la presa Vicente Guerrero	OCCN/CONAGUA	2022

Fuente: COMAPA Victoria 2022

Se realizó el proyecto ejecutivo, el cual ha sido ingresado a la Conagua para su comentarios. La Conagua ha emitido observaciones a la ingeniería en mayo del 2023, las cuales han sido solventadas y entregadas a dicha dependencia.

En la siguiente figura se presenta el comprobante de recepción.

Junio 22, 2023

Oficio Núm.
CEAT/1363/2023

Página 1 de 1

ING. JAIME GUDIÑO ZARATE
Director General del Organismo de Cuenca
Golfo Norte de la CONAGUA
Presente.

En relación a las observaciones que presenta la Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Redes de Alcantarillado al proyecto de inversión (PPI) con número de solicitud 67050, denominado Construcción de la Segunda línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Cd. Victoria, Tamaulipas, mismas que proporciona con Oficio No. OCGN/B00.804.06.209/2023 de fecha 12 de mayo del 2023; y en alcance al Oficio No. CEAT/1289/2023 de fecha 16 de junio del 2023, al respecto, se hace entrega de las respuestas a dichas observaciones efectuadas al proyecto ejecutivo.

Se hace mención que dicha información se presenta en una unidad USB, asimismo se informa que se compartió a su correo electrónico, con el propósito de que se realice el trámite correspondiente para su validación.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

ING. RAÚL QUIROGA ALVAREZ
Director General de la Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas

RECIBIDO
Idia de la Oficina del Gobernador
23 JUN 2023
ethica
Tamaulipas
15:15

RECIBIDO
CONAGUA
GOLFO NORTE
11:54

c.e.p. Dr. Américo Villarreal Anaya.- Gobernador Constitucional del Estado de Tamaulipas
c.e.p. Dr. Felipe Zatarain Mendoza.- Subdirector General de agua Potable, Drenaje y Saneamiento de la CONAGUA.
c.e.p. Ing. Mariana Fabiola Navarro Mora.- Gerente de Agua Potable y Saneamiento de la CONAGUA.
c.e.p. Dr. Juan César Lanza Buhena.- Gerente de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Redes de Alcantarillado de la CONAGUA.
c.e.p. Ing. Eliseo García Leal.- Gerente General de la COMAPA Victoria.
c.e.p. Arq. Karim Lugo Saldívar Lartigue.- Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.
c.e.p. Ing. José Manuel Morín Rodríguez.- Director de Infraestructura Hidráulica de la CEAT
c.e.p. Miembro de la Dirección General.

Parque Bicentenario, Centro Gubernamental de Oficinas, piso 7
Ampliación Praxedis Balboa con Libramiento Naciones Unidas, C.P. 87083
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
Tel: 834 107 8318

YA NO HA HABIDO COMENTARIOS AL RESPECTO

Se ha formulado el proyecto ejecutivo de la segunda línea del acueducto, que incluye también el proyecto de la planta potabilizadora que sustituirá en capacidad y lugar a la actual. Dicho proyecto incluyó los estudios topográficos, de geotecnia, hidráulicos y de diseño del acueducto y de las plantas de bombeo.

La actualización del proyecto ejecutivo incluye los proyectos específicos de la captación desde la presa de almacenamiento Vicente Guerrero, aprovechando en su totalidad la obra de toma ya instalada; la línea de conducción será construida con los siguientes materiales: poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), diámetro nominal de 36" y una longitud de

52,301.0 m; acero al carbón de 36"; longitud de 561.68 m; y hierro dúctil 36" y longitud de 1,319.0 m. La capacidad de conducción será de 750 l/s.

Se cuenta con las características de las bombas que impulsarán el caudal en cuatro tramos: tramo 1 de la obra de toma a la planta potabilizadora; tramo 2 de la planta potabilizadora a la planta de rebombeo 1; tramo 3 del rebombeo 1 al rebombeo 2; y tramo 4 del rebombeo 2 al tanque de distribución.

Para controlar los fenómenos transitorios que se lleguen a presentar, se han incluido los respectivos dispositivos de protección consistentes en cinco cámaras de aire en la planta de bombeo de la obra de toma, y dos cámaras de aire en cada una de las plantas de rebombeo 1 y 2.

En el proyecto de la segunda línea del acueducto se ha incluido un sistema de control supervisorio con el fin de controlar y supervisar la operación del acueducto, comunicando tanto la obra de toma como las estaciones de bombeo, con el cuarto de control central que se ubicará en Ciudad. Victoria. El sistema de control supervisorio está basado en un controlador lógico programable, como cerebro general de la operación del sistema. Su propósito será, por un lado, registrar las variables de entrada, en base a esta información y al conjunto de reglas de la filosofía de operación, y activar la operación de las bombas (variadores de frecuencia), válvulas, alarmas y demás actuadores del sistema. El Sistema protegerá la seguridad del equipo, y monitoreará la operación de las bombas tanto en modo manual como en automático.

Se cuenta con el proyecto ejecutivo de la planta potabilizadora para un caudal de 1,500 l/s.

A continuación, se mencionan algunas conclusiones y recomendaciones derivadas del proyecto ejecutivo.

Análisis de la línea de conducción. La razón central de la adecuación del proyecto ejecutivo de la segunda línea del acueducto está enfocada al ajuste del caudal de diseño concesionado por CONAGUA de 1,500 l/s a través de dos líneas, la existente y la de proyecto, o sea 750 l/s para cada una de ellas, hacia un horizonte de planeación al año 2055.

En los términos de referencia para la adecuación del proyecto, se indica que se realice el análisis y comparativa hidráulica – económica con, al menos, tres tipos de materiales de tuberías (Acero, Concreto, PEAD y PRFV), tomando en cuenta las tarifas vigentes de CFE para definir junto con el análisis en operación transitoria la clase de tubería más conveniente por emplear.

Remitiéndonos a los términos de referencia, estos indican analizar tubería de material de Acero, Concreto Pre-esforzado, PEAD y PRFV, sin embargo, para tener una mayor certeza en la selección de la tubería, también se analizó con material de PVC-Orientado, PVC 32",

PVC-C905 36", PEAD 40", dando un total de ocho (8) tipos de material de tubería, esto para seleccionar la que resultare más conveniente desde el punto de vista técnico y económico. En todos los casos, se realizó el correspondiente análisis comparativo de costos de consumo de energía eléctrica, costos de construcción y de la amortización de la inversión.

Cabe destacar que el análisis de cada tipo de tubería se hizo considerando el antepresupuesto del suministro e instalación, así como los consumos de energía eléctrica por bombeo del gasto de diseño de la segunda línea, es decir los 750 l/s.

Los costos de energía considerados en el presente proyecto corresponden para la Tarifa de Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH)

El análisis hidráulico en régimen permanente de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria para cada uno de los tipos de tubería se realizó con el Software Epanet, con la finalidad de poder hacer el análisis más ágilmente de todas las alternativas que el personal técnico de la COMAPA Victoria han solicitado y posteriormente, de la alternativa seleccionada poder presentar los datos en los planos de cotas piezométricas y cargas disponibles a cada 20 metros.

Se realizó el análisis para los materiales de tubería: Acero, Concreto Pre-esforzado, Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV, PVC-Orientado, PVC 32", PVC-C905 36", PEAD 36", PEAD 40", presentando a continuación las tablas resumen de los resultados de las alternativas analizadas, tanto hidráulico como el económico.

Cabe mencionar que se analizó la tubería PEAD 40", debido a que la de 36", da un diámetro interior de 846.7 mm, con el cual, si se requiere conducir un gasto de 1,000 l/s, la carga dinámica total es mayor, y por ende se requiere mayor potencia de los motores, lo que implica un incremento en los costos de inversión y de operación.

Tabla 4.14 Resultado del análisis hidráulico según el tipo de material de la tubería

Tramo	Cadenamiento		Longitud (m)	ACERO API 5L X4		CON-PRESF.		PRFV		PVC-Orientada Clase 500	
				Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)
Obra de Toma - Planta Potabilizadora	0+000.00	0+394.09	394.09	33.79	14.03	33.79	14.03	33.79	14.03	33.79	14.03
Planta Potabilizadora - Rebombeo N° 1	0+640.00	30+129.64	29,489.64	85.61	12.90	84.86	12.90	81.81	12.90	87.67	12.90
Rebombeo N° 1 - Rebombeo N° 2	30+207.92	43+642.78	13,434.86	91.77	13.13	90.66	13.13	90.26	13.13	92.24	13.13
Rebombeo N° 2 - Tanque de Llegada	43+723.00	54+726.09	11,003.09	100.20	15.92	99.26	15.92	98.83	15.92	99.01	15.92

Tramo	Cadenamiento		Longitud (m)	PVC- 32" DIAM CLASE 10		PVC- 36" DIAM (C905) CLASE 200 (RD-21)		PEAD (36") RD-13.5 (11 kg/cm2)		PEAD (40") RD-13.5 (11 kg/cm2)	
				Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)	Carga Dinámica Total (m)	Carga Dispon. (m)
Obra de Toma - Planta Potabilizadora	0+000.00	0+394.09	394.09	33.79	14.03	33.79	14.03	33.79	14.03	33.79	14.03
Planta Potabilizadora - Rebombeo N° 1	0+640.00	30+129.64	29,489.64	109.49	12.90	82.71	12.90	97.64	12.90	81.32	12.90
Rebombeo N° 1 - Rebombeo N° 2	30+207.92	43+642.78	13,434.86	102.73	13.13	90.60	13.13	96.41	13.13	90.84	13.13
Rebombeo N° 2 - Tanque de Llegada	43+723.00	54+726.09	11,003.09	109.15	15.92	99.21	15.92	104.67	15.92	100.04	15.92

Concepto/ Tubería	ACERO API 5L X4	CONCRETO PRESFORZADO	PRFV	PVC-Orientada Clase 500	PVC- 32" DIAM CLASE 10	PVC- 36" DIAM (C905) CLASE 200 (RD-21)	PEAD (36") RD- 13.5 (11 kg/cm2)	PEAD (40") RD- 13.5 (11 kg/cm2)
Diámetro Interior (mm)	892.00	914.40	890.20	850.60	768.75	874.52	846.70	885.00
Costo de construcción	843,830,070.48	590,872,714.30	508,947,520.95	740,401,697.40		1,932,109,181.63	441,225,991.25	541,997,622.06
Amortización anual total	84,383,007.05	59,087,271.43	50,894,752.10	74,040,169.74		193,210,918.16	44,122,599.13	54,199,762.21

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Atraques. Con este nombre se designan los apoyos de concreto que se emplean en las líneas de conducción a presión y su localización en un sistema hidráulico depende de las necesidades de proyecto, bifurcaciones, válvulas, codos, etc. Para el Proyecto se definieron las dimensiones de 56 atraques horizontales y 18 verticales.

Válvulas de admisión y expulsión. Se realizó la revisión y adecuación de las cajas de válvulas de admisión y desfogue proponiéndose la construcción de las cajas a un lado de la tubería de proyecto, con esto se tendría una caja no tan profunda. En total se instalarán 28 válvulas de desfogue y 62 de admisión.

Análisis hidráulico en operación transitoria. La magnitud y desarrollo de los fenómenos transitorios depende principalmente de la capacidad que tenga la tubería para transmitir, a todo lo largo de la conducción, las perturbaciones generadas en alguna sección. La velocidad de transmisión de las perturbaciones, conocida como celeridad, depende de las características, dimensiones y material de las tuberías.

Los análisis en flujo transitorio realizados para la segunda línea del acueducto Presa Vicente Guerrero – Ciudad Victoria concluyeron la necesidad de dotar de estructuras para protección contra fenómenos transitorios

Todos los análisis se realizaron considerando tuberías rígidas de pared gruesa con un valor promedio de celeridad de 1,000 m/s para acero y hierro dúctil y para el PRFV 490 m/s.

Además, para las condiciones máximas y mínimas extremas de cada tramo se consideraron las condiciones más desfavorables.

Para los análisis en flujo transitorio se presentan en la siguiente tabla las características de los equipos de bombeo simulados:

Tabla 4.15 Características de los equipos de bombeo simulados en el análisis transitorio

Planta de bombeo	Tipo de bomba	Marca	Modelo	Carga de bombeo (m)	Eficiencia de la bomba (%)	Potencia (HP)
OT	Vertical, turbina	Goulds	VIT/18BHC	33.79	85.0	240
PP	Vertical, turbina	Goulds	VIT/18BHC	81.82	85.0	240
RB1	Horizontal, carcasa bipartida	Grundfos-Paco	6020-3/4 KP	90.24	77.0	300
RB2	Horizontal, carcasa bipartida	Grundfos-Paco	6020-3/4 KP	98.12	78.0	350

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

Las conclusiones del análisis transitorio son las siguientes:

- ❖ El tramo obra de toma a planta potabilizadora se considerará una válvula controladora de golpe de ariete en el tren de descarga de los equipos de bombeo ya que al ser de acero en su totalidad tiene una mejor resistencia los cambios de presión debidos a fenómenos transitorios, así como una válvula de admisión y expulsión de aire.
- ❖ Para el tramo del Cárcamo de aguas claras de la planta potabilizadora a rebombeo No. 1, requerirá de un sistema de 3 cámaras con un diámetro de 2.5 metros, altura total de 7.30 metros y volumen de aire total de 37.5 m³.
- ❖ El tramo rebombeo No. 1 a rebombeo No. 2 contará con un sistema de 2 cámaras con un diámetro de 2.5 metros, altura total de 6.5 metros cada una y volumen de aire total de 25 m³.
- ❖ El tramo rebombeo No. 2 a tanque de entrega presentará un sistema de 2 cámaras con un diámetro de 2.5 metros, altura total de 6.0 metros cada una y volumen de aire total de 25 m³.

Cruzamientos especiales.

- ❖ Cruce 1 (con entronque carretera a Zaragoza). Cruce con carretera González Hidalgo en el km 15 de la carretera victoria a soto la marina. km 42+975.59 al 43+466.59. En este punto de la carretera tenemos 4 cruces, los cuales se van a realizar mediante el método de hincado para no entorpecer el tránsito de los vehículos.

- ❖ Cruce 2 (con entronque carretera a San Luis Potosí). Cruce con carretera a San Luis Potosí en el km 10 de la carretera Victoria a Soto La Marina, km 47+743.19 al 48+319.19. En este punto de la carretera tenemos 3 cruces, los cuales se van a realizar mediante el método de hincado para no entorpecer el tránsito de los vehículos en esta zona.
- ❖ Cruce 3 (con libramiento Naciones Unidas). Cruce con Acuaférico de 36" Ø, carretera a Zaragoza en el km 5 de la carretera Victoria a Soto La Marina, km 53+337.00 al 53+427.00. En este punto de la carretera tenemos 2 cruces, los cuales se van a realizar mediante el método de hincado para no entorpecer el tránsito de los vehículos en esta zona.
- ❖ Cruce con tubería de PEMEX. La segunda línea del acueducto tiene un cruce con ductos de PEMEX, son tres tuberías del oleoducto que vienen de la Refinería de Madero y va hacia la planta ubicada en Cadereyta, Nuevo León, el cruce se localiza en el km 49+685.90 de la línea de conducción en la carretera Victoria-Soto La Marina; son dos tuberías de 24" de Ø y una de 12" Ø, que se encuentran a diferentes profundidades; siendo la más profunda una de las tuberías de 24" Ø con una profundidad de 4.31 m. del terreno natural y teniendo como elevación 283.39 m; esto referido a los bancos de nivel. La tubería por emplear en el cruce será de hierro dúctil de 36" de Ø, la excavación se realizará mediante perforación direccional, según la recomendación de Pemex, así mismo; la profundidad que se le dio a la tubería de la 2da. línea del acueducto., es de 1.90 m entre el lomo inferior de la tubería de 24" de Ø del oleoducto y el lomo superior de la tubería del acueducto.
- ❖ Cruce con perforación horizontal. Ubicado en el cadenamiento 49+685.90; en este caso para evitar abrir zanja y atendiendo a la recomendación de PEMEX, se hará con perforación direccional horizontal, para evitar tener contacto con los ductos que pasan por esta zona. La tubería por emplear en el cruce será de hierro dúctil de 38" con una longitud de 38 metros.
- ❖ Cruce con tubería de 36" de la línea no. 1 del acueducto. En el km 9+721.35 tenemos un cruce con una tubería de 36" de Ø de concreto pre-esforzado de la Línea 1 del Acueducto, este cruce se encuentra a 1,300.00 m, al noreste del ejido Jacinto Canek, municipio Villa de Casas. Este cruce se hará con perforación direccional para no dañar la tubería existente.
- ❖ Cruce con tubería de 8". En el km 52+028.29 tenemos un cruce con una tubería de 8" de Ø de la Línea de Comapa, este cruce se encuentra en la carretera Victoria a Soto la Marina frente al Parque Científico. Este cruce no se realizará con hincado horizontal, ya que la tubería existente es de un diámetro pequeño, sólo se propone pasar por debajo de la existente con deflexiones de la 2da línea del acueducto.

Adecuación de la planta potabilizadora. El municipio de Ciudad Victoria actualmente cuenta con una planta potabilizadora, se ubica en el km. 3+850 de la carretera Cd. Victoria a Soto La Marina, consiste en un sistema de filtración directa y tiene una capacidad para 1000 l/s. La potabilizadora recibe agua del acueducto Guadalupe Victoria que conduce el líquido desde la presa Vicente Guerrero.

El principal contaminante presente en el agua tomada de la presa Vicente Guerrero son los sólidos suspendidos en forma coloidal. En la tabla siguiente se presentan los valores máximos, mínimos y promedio de la turbiedad del agua comprendida entre los años 1995 – 2011.

Año	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	máximo
Mínimo	0.65	1.5	1.3	0													
Máximo	100	70	98	71	145	149	99	278	85	125	108	145	88	49.5	142	74.6	278
Promedio	50.33	35.75	49.75	14	39	44	34.59	17	23	40	42	29	24.85	21.96	22.78	13.64	

Figura 4.17 Máximos y promedios de la turbidez por año

Fuente: Proyecto ejecutivo para la “Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria”

Una vez analizada la información de calidad del agua se concluyó:

- ❖ Para asegurar una calidad de cumplimiento del agua, se requiere la instalación de un sistema de coagulación - floculación y sedimentación antes del sistema de filtración.
- ❖ De acuerdo con el análisis trimestral de los resultados de calidad de agua de la planta potabilizadora (once reportes, de enero 2009 a Julio de 2011) no se detectaron concentraciones de contaminantes orgánicos ni metálicos, que excedan las normas, por lo que, para el caso de contaminantes orgánicos, no se requiere un tratamiento a base de carbón activado para cumplir con las normativas vigente.
- ❖ Los valores de Color (unidades escala Platino Cobalto, UC), en los datos reportados, fueron de 10 UC. Un solo día se reportó 15 UC. La norma establece que el color para agua potable debe ser igual o menor de 20 UC, por lo tanto, no se requiere un tratamiento específico para su remoción, de acuerdo con los datos históricos examinados.
- ❖ La concentración de hierro se encuentra ligeramente por encima del valor establecido en la norma (dos muestreos), para su remoción se requiere la pre-cloración seguido de la coagulación – floculación y sedimentación.
- ❖ Para el caso del sistema de filtración del estudio de este proyecto ejecutivo, se recomienda el lavado de los filtros con aire para asegurar la eficiencia y larga duración de los lechos filtrantes.
- ❖ Se justifica el diseño de la nueva planta potabilizadora para una concentración máxima de SST de 155 mg/l (100 -120 NTU) y será para una capacidad de 1,500 l/s

correspondiente al caudal concesionado a COMAPA Victoria por la Comisión Nacional del Agua.

Conforme el estudio de capacidades de la presa Vicente Guerrero, existen condiciones para que se pueda dar un mayor aprovechamiento de agua para uso urbano para Ciudad Victoria.

El 08 de julio de 2022 el Organismo de Cuenca Golfo Norte de la CONAGUA comunicó con oficio OCGN/B00.804.06.-209/2022 la validación técnica del proyecto "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamaulipas", señalando que una vez realizada la información del proyecto presentado se considera que en general es conceptualmente adecuado, así como viable en lo funcional y en lo hidráulico. Asimismo, se indica que dicha validación tendrá vigencia hasta de dos años a partir de la fecha de emisión de su aprobación.

En la siguiente figura se presenta el oficio referido



Figura 4.18 Oficio de validación técnica del Proyecto

Fuente: COMAPA Victoria.

Por lo anterior, técnicamente el proyecto se considera viable para su ejecución.

4.10.2 Estudios legales

ORDENAMIENTOS LEGALES

A continuación, se menciona la legislación vigente que permite que, a través de la actuación coordinada de los tres órdenes de gobierno se planee, proyecte, construya y opere la infraestructura necesaria para garantizar el abastecimiento de agua potable a Ciudad Victoria.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. La factibilidad en materia legal se desprende de nuestra carta magna, la que establece en su Artículo 27 que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación.

Establece además que son propiedad de la Nación las aguas de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de limite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra.

La Carta Magna también establece en su Artículo 115 que los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre y que éstos tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

Se establece también que los municipios, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de sus funciones. Así mismo, podrán celebrar convenios con el Estado para que éste, de manera directa o a través del organismo correspondiente, se haga cargo en forma temporal de algunos de ellos, o bien se presten o ejerzan coordinadamente por el Estado y el propio municipio.

Ley de Aguas Nacionales. En materia de recursos hídricos, es necesario referirse a esta Ley, que establece en su Artículo 7 que se declara de utilidad pública la adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.

Por otra parte, el artículo 46 establece que la “Autoridad del Agua” podrá realizar en forma parcial o total, previa celebración del acuerdo o convenio con los gobiernos de los estados o del Distrito Federal y, a través de éstos, con los gobiernos de los municipios correspondientes, las obras de captación o almacenamiento, conducción y, en su caso, tratamiento o potabilización para el abastecimiento de agua, con los fondos pertenecientes al erario federal, cuando las obras se localicen en más de una entidad federativa.

Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas. Esta Ley es de orden público y tiene por objeto reglamentar la aplicación del artículo 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de contrataciones de obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen los Organismos descentralizados y entidades federativas, los municipios y los entes públicos de unas y otros.

DERECHOS DE AGUAS NACIONALES

Dentro de los aspectos legales destaca la disponibilidad de aguas superficiales por un volumen de 51,213,350 metros cúbicos al año que asegura los derechos de agua que el Proyecto requiere. Al respecto, los siguientes títulos refieren como fuente de abastecimiento a la presa Vicente Guerrero (se anexan los títulos en el Anexo C. Factibilidad Legal):

- ❖ Título de asignación No. 09TAM154285/25HBOC14, por un volumen anual de 15'768,000.00 metros cúbicos de aguas superficiales para uso público urbano, en favor de la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Victoria, Tamaulipas.
- ❖ Título de asignación No. 09TAM100302/25HSDA16 expedido a nombre de la COMAPA Victoria se otorgan 35'000,000.00 de metros cúbicos anuales de aguas superficiales; y 14'799,660.00 metros cúbicos anuales de aguas del subsuelo.

El Distrito de Riego 086 Soto La Marina tiene una concesión de 280 millones de metros cúbicos, mientras que la asignación para uso público urbano otorgado a la COMAPA Victoria es de 50.768 millones de metros cúbicos, lo que da un total de 330.768 millones de metros cúbicos que deben ser extraídos anualmente de la presa Vicente Guerrero.

El NAME de la presa Vicente Guerrero se localiza en una altura de 144.20 metros almacenando un volumen de 5,498.23 millones de metros cúbicos, por tanto, el volumen asignado tanto al DR 086 como a la COMAPA Victoria se asegura desde una elevación de 125.26 metros, con una superficie de 9,058 hectáreas y 330.88 millones de metros cúbicos almacenados.

Históricamente, la presa sólo en el 2001 estuvo en su capacidad más baja.

Al respecto de la factibilidad del caudal del proyecto, se tiene que cada año se asigna el volumen de los usos de las diferentes presas del país, en donde La presa Vicente Guerrero es la sexta más grande de la República.

DOF: 30/08/2022

REGLAS de Operación y funcionamiento del Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas de la Comisión Nacional del Agua.

CAPÍTULO I

DE LAS FUNCIONES DEL CTOH

ARTÍCULO 5. El CTOH, tendrá las siguientes funciones:

XII. En cada una de las principales presas en que la CONAGUA define el aprovechamiento de las aguas nacionales que almacenan, a partir del primero de octubre o del primero de noviembre de cada año, según aplique, el CTOH con apoyo de un grupo de trabajo, integrado principalmente por las Subdirecciones Generales Técnica, Infraestructura Hidroagrícola, Administración del Agua, Agua Potable Drenaje y Saneamiento, determinará los volúmenes máximos dentro de un ciclo anual, de los cuales se podrá disponer para cubrir los diferentes usos, esto con estricto apego a las asignaciones o concesiones en que se vinculan como fuentes de abastecimiento y suministro. Lo anterior quedará formalmente clasificado y precisado en magnitud en lo que corresponde al abastecimiento para agua potable (uso prioritario) y como fuente de suministro para los sectores productivos, como lo son el hidroagrícola, el industrial y el energético, así como el de otros usos que se encuentren en su ámbito de atención, considerando e incluyendo los recursos necesarios para la conservación ambiental aplicable en la zona y cuenca en que se encuentran inmersas, y

Para el caso de la presa Vicente <guerrero queda autorizado y formalizado cada año. A través de:

POLÍTICA DE OPERACIÓN DE COMPUERTAS DEL VERTEDOR DE LA PRESA VICENTE GUERRERO, “LAS ADJUNTAS”, TAMPS

El objeto de este documento es proporcionar los elementos básicos generales para la aplicación de la política de operación del vertedor en la presa Vicente Guerrero “Las Adjuntas” Tamps., que apoyen a los tomadores de decisiones en la forma como deben operar estas estructuras, asimismo tiene el objeto de lograr el adecuado control de las avenidas que ocurren bajo condiciones críticas de aportaciones a la presa y/o de altas precipitaciones que pudieran presentarse; así como para proteger la infraestructura que constituye el aprovechamiento y los intereses existentes aguas abajo de la presa.

Las reglas de operación establecidas en él, podrán modificarse en el transcurso de la época de lluvias, conforme a los acuerdos emanados en el Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH), órgano colegiado de carácter técnico, conformado por especialistas e investigadores de las siguientes dependencias: Comisión Nacional del Agua, Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos, Centro Nacional de Control de Energía, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (Centro Nacional de Prevención de Desastres, Dirección General de Protección Civil y Coordinaciones Estatales de Protección Civil), Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de la Defensa Nacional, Secretaría de Marina, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma de Metropolitana, Universidad de las Américas Puebla, Centro del Agua para América Latina y el Caribe (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de Chiapas y del Colegio de Ingenieros Civiles de México; asimismo, se tomarán en cuenta las condiciones hidrométricas y climatológicas imperantes en la cuenca del río Soto la Marina e información que sobre este particular emita la CONAGUA, a través de su área encargada del monitoreo de las condiciones meteorológicas e hidrológicas.

Derivado de esta política en donde lleva prioridad el uso de agua potable y representando una proporción de más de 5 veces el volumen de usos hidroagrícola, las disminuciones de volumen que pueda presentar la presa, tiene un impacto directo en el volumen de este último uso.

ADQUISICIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

En cuanto a la adquisición de terrenos, es de hacerse notar que, en virtud de que la segunda línea del acueducto correrá paralelo a la actual línea de conducción, las afectaciones a predios se limitarán a 16 hectáreas ya completamente identificadas, y para las cuales no se prevé dificultad alguna para su adquisición. En la siguiente tabla se relacionan los predios afectados por el Proyecto.

Tabla 4.16 Predios afectados por la construcción del proyecto

N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	CADENAMIENTO		SUPERFICIE M²	OBSERVACIONES
		Del Km.	Al Km		
1	RIGOBERTO CASTILLA/MARIA GUADALUPE TREVIÑO CUEVAS	0+000.00	1+101.52	88,253.85	EN NEGOCIACIÓN
2	EVELIO RODRIGUEZ MIER Y TERAN	1+101.52	5+980.33	146,167.96	PAGADO
3	SR. SERGIO RODRIGUEZ MORALES	5+980.33	7+819.86	55,136.69	PAGADO
4	SR. JORGE RODRIGUEZ MORALES	7+819.86	9+991.03	55,628.13	PAGADO
5	JUAN ANTONIO REYES ALCANTAR	8+783.57	9+991.03	11,507.21	Firmo convenio.
6	JOSE MANUEL DE LA GARZA DE LA FUENTE	9+991.03	10+468.98	4,730.13	Firmo convenio.
7	SOCIEDAD COOPERATIVA COCOCANEK	9+991.03	10+468.98	593.31	Firmo convenio.
8	USO COMUN, EJIDO "JACINTO CANEK"	10+468.98	10+732.91	2,563.85	Firmo convenio.
9	RAFAEL DE LA GARZA CAMARGO	10+732.91	10+780.74	491.99	Firmo convenio.
10	ANDRES REYES ALCANTAR	10+780.74	11+770.28	221.46	Firmo convenio.
	DERECHO DE VIA DEL CAMINO	11+770.56	12+538.45	767.89	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DEL CAMINO , SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES
11	JOSE LUIS URIBE MORA	12+536.21	12+630.24	221.46	PAGADO
12	JOSE LUIS URIBE MORA	12+630.24	13+780.73	6,726.13	PAGADO
13	JAVIER TAMEZ HINOJOSA/ GABRIELA TAMEZ SALDIVAR	13+805.76	14+111.28	2,403.86	Convenio firmado.
14	JAVIER TAMEZ HINOJOSA/ GABRIELA TAMEZ SALDIVAR	14+111.28	14+171.64	1,163.59	
	DERECHO DE VIA DEL LIBRAMIENTO DE VILLA DE CASAS	14+172.00	17+440.00	3,268.00	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE DEL LIBRAMIENTO DE VILLA DE CASAS (DEL KM 0+000.00 AL 3+900.00), SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES.
	CARR. A CARGO DE S.C.T.	17+440.00	20+968.26	3,528.26	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA VICTORIA - SOTO LA MARINA (DEL KM 36+855.00 AL 40+376.00), SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES.
15	ALBA MARIA MORENO MENDEZ (HUMBERTO VALDEZ RICHAUD)	20+935.52	21+683.74	2,791.40	EN NEGOCIACIÓN
16	MARIA MAGDALENA VILLARREAL SALDIVAR	21+683.74	23+806.00	11,532.27	Firmo convenio
	CARR. A CARGO DE S.C.T.	21+166.90	21+503.06	336.16	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA VICTORIA - SOTO LA MARINA (DEL KM 36+315.00 AL 36+650.00), SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES
17	MARIA MAGDALENA VILLARREAL SALDIVAR	23+131.04	24+453.89	519.67	Firmo convenio
	CARR. A CARGO DE S.C.T.	23+708.24	38+140.00	14,431.76	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA VICTORIA - SOTO LA MARINA (DEL KM 19+594.00 AL 34+106.50), SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES
18	MARGARITO GARCIA LOPEZ	38+137.23	38+232.97	325.34	Expediente integrado. Firmo convenio.
19	LEOCADIO CASAS MORALES (PARCELA 48)	38+232.97	39+290.85	5,689.02	Expediente integrado. Firmo convenio.
20	PARCELA 45 (EJIDO CONSTITUCION DEL 17)	39+290.85	39+396.59	634.45	Expediente integrado

N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	CADENAMIENTO		SUPERFICIE M²	OBSERVACIONES
		Del Km.	Al Km		
21	USO COMUN (EJIDO CONSTITUCION DEL 17)	39+396.59	39+412.38	94.27	Expediente integrado
22	PARCELA ESCOLAR (EJIDO CONSTITUCION DEL 17)	39+412.38	40+045.74	2,966.61	Expediente integrado
	CARR. A CARGO DE S.C.T.	40+045.63	50+721.74	10,676.11	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA VICTORIA - SOTO LA MARINA (DEL KM 7+132.00 AL 18+193.00), SIN AFECTACIONES DIRECTAS A PROPIEDADES PARTICULARES
23	SALVADOR CANO ADAME	50+706.41	51+163.83	1,638.08	Firmo convenio
24	EDUARDO CARDENAS DEL AVELLANO	51+163.83	51+333.83	584.48	EN NEGOCIACIÓN. PENDIENTE DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROPIETARIO DE LA PROPUESTA DE CONVENIO.
25	RODOLFO HIGUERA TERAN	51+333.83	54+641.51	1,103.56	Firmo convenio
26	CINVESTAV TAMAULIPAS	51+641.51	51+645.47	34.24	
27	GOBIERNO DEL ESTADO	51+645.47	51+980.20	1,864.86	
28	TRANSPAIS UNICO S.A. DE C.V.	51+980.20	52+225.97	1,129.50	EN NEGOCIACIÓN. ESTA DE ACUERDO CON EL PROYECTO, SE ESTA COTIZANDO REUBICACIÓN DE SUBESTACIÓN PARA FIRMAR CONVENIO.
29	SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL	52+262.87	52+375.93	868.68	
30	GOBIERNO DEL ESTADO	52+375.93	52+496.28	962.09	
31	PROMOTORA E INMOBILIARIA DE BIENES	52+496.28	53+182.81	7,812.23	EN NEGOCIACIÓN. ESTA DE ACUERDO CON EL PROYECTO PENDIENTE RESOLVER PROPUESTA ECONÓMICA.
	CARR. A CARGO DE S.C.T.	53+187.91	53+290.19	102.28	LA LINEA VA DENTRO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA VICTORIA - SOTO LA MARINA (DEL KM 4+641.00 AL 4+743.00)
32	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS.	53+290.19	53+610.78	4,819.69	PAGADO
33	LUIS ALFONSO DE LA GARZA SUAREZ	53+610.78	53+620.18	78.29	EN NEGOCIACIÓN. ESTA DE ACUERDO CON EL PROYECTO. SE ENCUENTRA COTIZANDO REUBICACIÓN DE TRANSFORMADOR.
34	LUIS ALFONSO DE LA GARZA SUAREZ	53+620.18	53+722.83	1,180.62	EN NEGOCIACIÓN. ESTA DE ACUERDO CON EL PROYECTO. SE ENCUENTRA COTIZANDO REUBICACIÓN DE TRANSFORMADOR.
35	JUAN TREVIÑO	53+722.83	53+761.41	350.68	EN NEGOCIACIÓN.
36	GUILLERMO GARZA RODRÍGUEZ	53+761.41	53+832.60	545.66	EN NEGOCIACIÓN.
37	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS. (POL 5) (C.C. 01-14-1170)	53+832.60	53+839.85	43.73	PAGADO
38	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS. (POL 5) (C.C. 01-14-1170)	53+839.85	54+198.22	1,111.25	PAGADO
39	MARIA FIDELFA PEREZ CANTU (POL 14) (C.C. 01-14-1179)	54+198.22	54+209.21	23.57	PAGADO
40	MARIA FIDELFA PEREZ CANTU (POL 13) (C.C. 01-14-1178)	54+209.21	54+220.22	23.43	PAGADO
41	ABDIES PINEDA MORIN (POLIGONO I)	54+220.22	54+275.22	115.05	Firmo convenio
42	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS. (POL 12) (C.C. 01-14-1177)	54+275.22	54+325.22	101.58	PAGADO
43	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS. (POL 4) (C.C. 01-14-0438)	54+325.22	54+568.57	7,130.32	PAGADO

N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	CADENAMIENTO		SUPERFICIE M²	OBSERVACIONES
		Del Km.	Al Km		
44	ABDIES PINEDA MORIN (POLIGONO II)			3,674.36	Firmo convenio
45	CARMEN ALEJANDRA PEREZ CANTU Y COPS. (POL-13)			293.74	PAGADO
				468,962.80	
	PAGADO	277,427.68	59.2%		
	LIBERADO (PENDIENTES DE PAGO)	51,968.08	11.1%		
	SOBRE DERECHO DE VÍA	33,110.46	7.1%		
	EN NEGOCIACION	102,726.71	21.9%		
	PROPIEDAD DEL GOBIERNO	3,729.87	0.8%		

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria"

De la tabla se observa que prácticamente el 80% está liberado y el restante se encuentra en negociaciones muy avanzadas con particulares, por lo que se considera factible de liberarse.

En conclusión, existen las bases jurídicas que darán la certeza jurídica al Organismo Operador y autoridades municipales de Victoria para poder contratar, construir y operar las obras que integran el Proyecto.

En lo que se refiere a derechos de agua, el Proyecto presenta una factibilidad positiva dado que tiene un volumen de aguas superficiales asignado suficiente para un aprovechamiento conforme lo requiere el Proyecto.

Por lo anterior, el proyecto se considera factible legalmente.

4.10.3 Estudios ambientales

En el año 1997, se declaró al área denominada "Altas Cumbres" como Área Natural Protegida (ANP), clasificada como Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica. Esta ANP se localiza en los municipios Victoria y Jaumave, en la cuenca del río San Marcos, la cual es producto de una corriente joven. La zona alta de la cuenca, que va de los 400 a los 1,500 msnm, cuenta con una longitud de 10 km y está conformada por bosques, selvas y matorrales; la zona media, va de los 250 msnm a los 400 msnm y cuenta con una longitud de 12.5 km, aproximadamente, y la zona baja, está situada entre los 150 msnm y 250 msnm, cuenta con una longitud de 26.2 km conformada por matorrales inermes y espinosos.

El ANP Altas Cumbres juega un papel vital, por su cobertura vegetal en la recarga de los acuíferos y el mantenimiento del régimen hidrológico en la zona centro de Tamaulipas. Fue decretada con esta designación con el propósito específico de proteger a perpetuidad la flora y fauna silvestres prohibiendo la cacería, la tala y la minería como medidas para prevenir la pérdida de suelos ocasionada por la erosión acelerada de terrenos con

pendiente pronunciada, que es fundamental para la captación de agua hacia los mantos freáticos, así como de conservar los depósitos geológicos y paleontológicos de gran importancia a nivel nacional por su antigüedad privilegiando, con esta conservación, el desarrollo de las actividades recreativas en beneficio de los habitantes de la región, así como la preservación de áreas arqueológicas, geológicas y paleontológicas de gran importancia¹.

En abril de 2015 se declara como ANP con la categoría de Parque Estatal al denominado “El Refugio”. Los Parques Estatales constituyen elementos indispensables de toda una red de interacciones entre la ciudad y el medio natural, puesto que no solo cumplen funciones de índole recreativo, práctico y psicológico, sino que también contribuyen en la captura de carbono, elemento que ayuda a mitigar el efecto del cambio climático, la producción de oxígeno, el aislamiento del ruido y la amortiguación de la temperatura. Además, albergan diversas especies de flora que son capaces de atraer a la fauna que ha podido adaptarse a la urbanización o que simplemente utiliza estos manchones del paisaje como conectores hacia otros ecosistemas.

El Parque Estatal “El Refugio” tiene una superficie de 280,100 m² y su propósito inicial fue proteger las áreas denominadas Jardín Botánico Anacahuíta y Bosque Urbano, ubicadas en la vecindad del área deportiva del Centro Deportivo y Cultural Siglo XXI y el Museo de Historia Natural de Tamaulipas, para promover la recuperación de sus ecosistemas y el establecimiento de la fauna nativa, como un espacio para la convivencia familiar mediante actividades de educación y recreación, promoviendo la conciencia ambiental a través de la restauración, recuperación y conservación de los procesos ecológicos y los servicios ambientales que este tipo de espacios generan a largo plazo

En agosto de 2013 la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT, con oficio No. SGPA/DGIRA/DG/05716 autorizó de manera condicionada el proyecto 2ª línea del acueducto Guadalupe Victoria en Cd. Victoria, Tamaulipas, al determinar que era viable ambientalmente. Sin embargo, la vigencia de dicha autorización era de seis (6) años para llevar a cabo las etapas de preparación del sitio y construcción de las obras, por lo cual, a esta fecha, dicha resolución no es vigente.

Por lo anterior, una de las actividades relevantes fue la actualización de la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto, mismo que fue ingresado el 12 de julio de 2022 a la SEMARNAT para obtener la autorización respectiva. En la siguiente figura se presenta el comprobante de recepción.

¹ Programa de Manejo del Área Natural Protegida “Altas Cumbres”, localizada en los municipios de Jaumave y Victoria, Tamaulipas. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Tamaulipas. 30 abril 2015.

27/22, 12:43 Constanza de Recepción - SINAT

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental
DIRECCION GENERAL DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
Constancia de Recepción

Número de bitácora: 09/MG-0099/07/22
Clave del proyecto: 28TM2022H0038

Fecha de recepción: 12 DE JULIO DEL 2022, 12:42 HRS.
Nombre del proyecto: MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA LINEA DEL ACUEDUCTO GUADALUPE VICTORIA EN CIUDAD VICTORIA TAMAULIPAS.

Trámite: RECEPCION, EVALUACION Y RESOLUCION DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL; MODALIDAD A: NO INCLUYE ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSAS

RFC: CMA0212168V3

Razón Social: COMISION MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE VICTORIA TAMAULIPAS

Número del documento: GG-332/22

Monto pagado: \$ 103695 Referencia pago: 15444F8D79

Datos para notificaciones:
CORREO ELECTRÓNICO: gerencia.general@comapavictoria.gob.mx, mary_gahj@hotmail.com, cmgvictoria.proy@gmail.com

Entrega Requisitos Completos: SI

Observaciones: INGRESA ESCRITO LIBRE, FORMATO SEMARNAT-04-003, CARTA BPDV, TABLA A-B, FORMATO E-5, PAGO ELECTRONICO, DOCUMENTACION LEGAL COTEJADA, 4 CARPETAS, 3 USB Y 2 CD.

ELISEO GARCIA LEAL
Persona que acude a realizar el trámite

12 JUL 2022
CLAUDIA L LOPEZ GUTIERREZ
El técnico receptor

Para consultar el estatus de su trámite visite la página Web: <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-de-la-semarnat-en-la-sección-Consulte-el-estatus-de-su-trámite>. Este Documento será inválido si contiene tachaduras o enmiendas.

Figura 4.19 Constancia de recepción de la MIA en SEMARNAT

Fuente: COMAPA Victoria.

Dadas las características de las obras, que en general correrán paralelas al acueducto actual, no se prevén mayores impactos ambientales negativos por la ejecución del proyecto.

En los estudios previos al respecto, incluidos en el proyecto ejecutivo, se han identificado las medidas de prevención, mitigación y compensación que se enuncian a continuación.

Tabla 4.17 Medidas ambientales de prevención, mitigación y compensación

Fase, factor y componente ambiental afectado	Medidas de:		
	Prevención	Mitigación	Compensación
Construcción. Calidad del aire. Calidad del aire.	1. Realizar una supervisión continua de las condiciones mecánicas de vehículos 2. Instalación de lonas en los camiones materialistas para evitar dispersión de polvos. 3. Mantenimiento adecuado a maquinaria y equipo. 4. No quemar material orgánico del desmonte. 5. Uso de tapabocas.		
Construcción. Hidrología superficial y subterránea. Calidad del agua.	1. Realizar un programa de capacitación para la correcta disposición de los residuos peligrosos y no peligrosos. 2. Seguir la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 3. Almacenar combustibles en tanques etiquetados. 4. Instalación de letreros informativos para "recordar" la actividad diariamente. 5. Instalación de un almacén temporal que cumpla con el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.	Si ya ocurrió el derrame por las actividades de la maquinaria, la eliminación del producto puede realizarse la remoción de la capa superficial del suelo y su disposición de los residuos en tambo	

Fase, factor y componente ambiental afectado	Medidas de:		
	Prevención	Mitigación	Compensación
		ayudados por una retroexcavadora y entregarlos a una empresa especializada para que les de confinamiento adecuado y/o bio remediación	
Construcción. Hidrología subterránea. Calidad del agua.	1. El piso de los talleres generales deberá ser de concreto u otro material para impedir infiltración de residuos peligrosos y no peligrosos al subsuelo. 2. Seguir la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 3. Se deben instalar almacenes temporales para la correcta disposición temporal de los mismos, en apego estricto al Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos. Los pisos de estos deberán contar con trincheras o canaletas para recuperación o conducir cualquier posible derrame a fosas de retención. 4. El área deberá tener siempre arena dulce u otro material no combustible, capaz de contener y aislar un posible derrame de materiales o residuos líquidos provenientes de las unidades móviles. En caso de ser utilizado este material, deberá almacenarse como residuo peligroso para proceder a su disposición final como lo indica la normatividad correspondiente en materia.	Como medidas de mitigación se realizarán las obras de drenaje pluvial en puntos considerados como críticos tales como escorrentías naturales o arroyos.	1. La reforestación actuarán en forma sinérgica para mantener las condiciones de infiltración adecuadas y minimizar el arrastre de sedimentos en áreas desmontadas. 2. Picar y esparcir los desechos en los espacios desnudos.
Construcción. Ruido. Ruido.	1. Establecer horarios de operación 2. Uso de silenciadores y protectores auditivos. 3. Programa preventivo del mantenimiento del equipo.		
Construcción. Suelo/estéticos. Contaminación/olores	1. La prevención de esta actividad se fomenta con un programa de concientización para el buen uso de letrinas y su mantenimiento. 2. Almacenar combustibles en tanques etiquetados 3. Repartición de trípticos con el reglamento ambiental a los trabajadores y monitorear su seguimiento sancionando a los trabajadores que incumplan el mismo.	1. Instalación de letrinas móviles 2. Reglamentar el uso como obligatorio	
Construcción. Vegetación. Degradación de vegetación.	1. Identificar individuos bajo estatus según la NOM-059-ECOL-2010. y reubicar los individuos en sitios seguros.	1. Restaurar con especies nativas las superficies afectadas para mejorar las condiciones de hábitat, generar refugios y alimento para fauna y prevenir la pérdida de suelo en el futuro.	
Construcción. Fauna nociva. Fauna nociva.	1. Los frentes de trabajo confirman periódicamente los residuos sólidos, los residuos orgánicos deberán de ser enterrados en una fosa de compostaje para evitar problemas de fauna nociva		

Fase, factor y componente ambiental afectado	Medidas de:		
	Prevención	Mitigación	Compensación
Construcción. Fauna nativa. Fauna nativa.	1. Señalamiento a los trabajadores con respecto a no capturar elementos de fauna, no cazar 2. Identificar individuos bajo estatus según la NOM-059-ECOL-2010. y reubicar los individuos en sitios seguros. 3. Ahuyentar progresivamente a los elementos de fauna alternando horarios de operación de la maquinaria dependiendo los hábitos. 4. Rescate y reubicación de cualquier elemento de fauna encontrado en los sitios de trabajo.	1. Se deberán de hacer las obras correspondientes de drenaje que pudieran servir como corredores de elementos de fauna y además adaptar nichos asociados a la vegetación que pudieran servir de refugio de fauna.	
Construcción. Estéticos. Degradación d calidad del aire	1. Rociar el material para humedecerlo y evitar dispersión de polvos antes de transportarlo y/o tapar con lonas los camiones transportistas de materiales.	1. obligar el uso de toldos para evitar la dispersión de polvos.	
Construcción. Seguridad. Varios.	1. En el área de trabajo y vías de acceso se deberán de instalar señalamientos adecuados para llegar a la obra y transitar dentro de ella con las leyendas de este tipo: • Cuidado, cruce de fauna silvestre, disminuye tu velocidad, respeta a los animales. • Conserva y protege el ambiente si observas incendios forestales avisa a las autoridades 01-800-incendio. • Se prohíbe estrictamente la caza, captura y cautiverio de fauna silvestre • Cuida los recursos naturales 2. En la etapa de preparación del sitio y construcción del acueducto se pueden perder algunos individuos de fauna silvestre, pero para evitar impactos negativos adicionales como puede ser el saqueo o destrucción innecesaria, se concientizará a los trabajadores de la importancia de la flora y fauna del lugar. 3. Otra de las actividades, es mantener el derecho de vía limpio de vegetación, para evitar que se generen incendios forestales y las hierbas cubran las señales de tránsito.		
Operación y mantenimiento. Hidrología subterránea. Calidad del agua	1. Como medidas de mitigación se realizarán las obras de drenaje pluvial en puntos considerados como críticos tales como escorrentías naturales o arroyos. 2. La construcción de cunetas y la reforestación actuaran en forma sinérgica para mantener las condiciones de infiltración adecuadas y minimizar el arrastre de sedimentos.	Se descompactarán los suelos para incrementar filtración.	

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria." 2022

Como ya fue comentado en el año 2013 el Proyecto ya había sido considerado ambientalmente viable, sin embargo, al cumplirse la vigencia de la autorización sin haberse construido las obras se actualizó la MIA y fue ingresada a la SEMARNAT para su autorización respectiva, por lo que no se prevén mayores complicaciones para nuevamente tener una resolución favorable.

La construcción de la mayor parte de los componentes del Proyecto no generará afectación significativa al componente de biodiversidad ya que su ejecución se desarrollará donde el uso de suelo ya ha sido modificado de su condición inicial por diversas actividades antropogénicas y por ende no se afectarán áreas urbanas o de conservación natural.

Se han identificado una serie de acciones de mitigación para reducir los impactos ambientales del Proyecto.

Por lo anterior, se considera que el Proyecto es factible ambientalmente.

4.11 Análisis de la oferta

Con la implementación del proyecto se estará incrementando 750 l/s a la producción de agua potable, lo que generará un mayor consumo a los habitantes de la Ciudad Victoria. En la tabla siguiente se muestra la producción de agua potable de las fuentes de abastecimiento de Ciudad Victoria en la situación con proyecto.

Tabla 4.18 Producción de agua potable (l/s)

Año	Presa Vicente Guerrero	Segunda línea	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total
2023	876		319	155	138	1,487
2024	876		319	155	138	1,487
2025	876		319	155	138	1,487
2026	750	750	319	155	138	2,111
2027	750	750	319	155	138	2,111
2028	750	750	319	155	138	2,111
2029	750	750	319	155	138	2,111
2030	750	750	319	155	138	2,111
2031	750	750	319	155	138	2,111
2032	750	750	319	155	138	2,111
2033	750	750	319	155	138	2,111
2034	750	750	319	155	138	2,111
2035	750	750	319	155	138	2,111
2036	750	750	319	155	138	2,111
2037	750	750	319	155	138	2,111
2038	750	750	319	155	138	2,111
2039	750	750	319	155	138	2,111
2040	750	750	319	155	138	2,111
2041	750	750	319	155	138	2,111
2042	750	750	319	155	138	2,111
2043	750	750	319	155	138	2,111

Año	Presa Vicente Guerrero	Segunda línea	La Peñita	Pozos zona norte	Pozos zona urbana	Total
2044	750	750	319	155	138	2,111
2045	750	750	319	155	138	2,111
2046	750	750	319	155	138	2,111
2047	750	750	319	155	138	2,111
2048	750	750	319	155	138	2,111
2049	750	750	319	155	138	2,111
2050	750	750	319	155	138	2,111
2051	750	750	319	155	138	2,111
2052	750	750	319	155	138	2,111
2053	750	750	319	155	138	2,111
2054	750	750	319	155	138	2,111
2055	750	750	319	155	138	2,111

Fuente: Elaboración con base en información de COMAPA. 2022.

Para conocer la oferta en las tomas se utilizó el nivel de pérdidas, que se obtuvo a partir de la comparación del volumen producido con el volumen facturado. El nivel de pérdidas en la situación con proyecto se estima sea de 48.49% a partir de 2028 que terminan de ejecutarse las optimizaciones.

Tabla 4.19 Oferta de agua potable en tomas

Año	Producción (l/s)	Agua no contabilizada (%)	Oferta en tomas (l/s)
2023	1,487	54.39%	678
2024	1,487	53.21%	696
2025	1,487	52.03%	713
2026	2,111	50.85%	1,038
2027	2,111	49.67%	1,062
2028	2,111	48.49%	1,087
2029	2,111	48.49%	1,087
2030	2,111	48.49%	1,087
2031	2,111	48.49%	1,087
2032	2,111	48.49%	1,087
2033	2,111	48.49%	1,087
2034	2,111	48.49%	1,087
2035	2,111	48.49%	1,087
2036	2,111	48.49%	1,087
2037	2,111	48.49%	1,087
2038	2,111	48.49%	1,087
2039	2,111	48.49%	1,087
2040	2,111	48.49%	1,087

Año	Producción (l/s)	Agua no contabilizada (%)	Oferta en tomas (l/s)
2041	2,111	48.49%	1,087
2042	2,111	48.49%	1,087
2043	2,111	48.49%	1,087
2044	2,111	48.49%	1,087
2045	2,111	48.49%	1,087
2046	2,111	48.49%	1,087
2047	2,111	48.49%	1,087
2048	2,111	48.49%	1,087
2049	2,111	48.49%	1,087
2050	2,111	48.49%	1,087
2051	2,111	48.49%	1,087
2052	2,111	48.49%	1,087
2053	2,111	48.49%	1,087
2054	2,111	48.49%	1,087
2055	2,111	48.49%	1,087

Fuente: Elaboración con base en información de COMAPA. 2022.

4.12 Análisis de la demanda

Dado que la demanda representa, independientemente de la ejecución del proyecto, la cantidad dispuesta a consumir, y que está definida con base en un consumo deseable y el pronóstico de las tomas en el sistema de distribución, la demanda en la situación con proyecto asume el mismo comportamiento que en la situación sin proyecto, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4.20 Demanda total de agua en la situación con Proyecto (l/s)

Año	Demanda doméstica (l/s)	Demanda comercial (l/s)	Demanda industrial (l/s)	Demanda público (l/s)	Demanda Total (l/s)
2023	788	55	54	52	949
2024	794	56	54	52	956
2025	800	56	55	53	963
2026	805	57	55	53	970
2027	810	57	55	53	976
2028	815	57	56	54	981
2029	819	58	56	54	986
2030	823	58	56	54	991
2031	835	59	57	55	1,006
2032	841	59	57	55	1,013
2033	847	60	58	56	1,021
2034	854	60	58	56	1,028
2035	860	61	59	57	1,036
2036	866	61	59	57	1,043
2037	872	61	60	57	1,051
2038	879	62	60	58	1,059
2039	885	62	60	58	1,066
2040	891	63	61	59	1,074
2041	898	63	61	59	1,081
2042	904	64	62	59	1,089
2043	910	64	62	60	1,096
2044	916	65	63	60	1,104
2045	923	65	63	61	1,111
2046	929	65	63	61	1,119
2047	935	66	64	62	1,127
2048	942	66	64	62	1,134
2049	948	67	65	62	1,142
2050	954	67	65	63	1,149
2051	960	68	66	63	1,157
2052	967	68	66	64	1,164
2053	973	69	66	64	1,172
2054	979	69	67	64	1,180
2055	986	69	67	65	1,187

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.

4.13 Interacción oferta-demanda

En la siguiente tabla se presenta el balance hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de Ciudad Victoria, observándose que, en la situación con Proyecto, con la

entrada de mayor caudal de agua proveniente de la presa Vicente Guerrero se cubre la demanda hasta 2042 donde empieza un ligero déficit y se incrementa a 98 l/s al final del horizonte de evaluación.

Tabla 4.21 Balance de agua a nivel domiciliario en la situación con Proyecto (l/s)

Año	Oferta en tomas (l/s)	Demanda (l/s)	Balance (l/s)
2023	678	949	-271
2024	696	956	-261
2025	713	963	-250
2026	1,038	970	68
2027	1,062	976	87
2028	1,087	981	106
2029	1,087	986	101
2030	1,087	991	97
2031	1,087	1,006	82
2032	1,087	1,013	74
2033	1,087	1,021	67
2034	1,087	1,028	59
2035	1,087	1,036	52
2036	1,087	1,043	44
2037	1,087	1,051	36
2038	1,087	1,059	29
2039	1,087	1,066	21
2040	1,087	1,074	14
2041	1,087	1,081	6
2042	1,087	1,089	-1
2043	1,087	1,096	-9
2044	1,087	1,104	-17
2045	1,087	1,111	-24
2046	1,087	1,119	-32
2047	1,087	1,127	-39
2048	1,087	1,134	-47
2049	1,087	1,142	-54
2050	1,087	1,149	-62
2051	1,087	1,157	-69
2052	1,087	1,164	-77
2053	1,087	1,172	-85
2054	1,087	1,180	-92
2055	1,087	1,187	-100

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022.

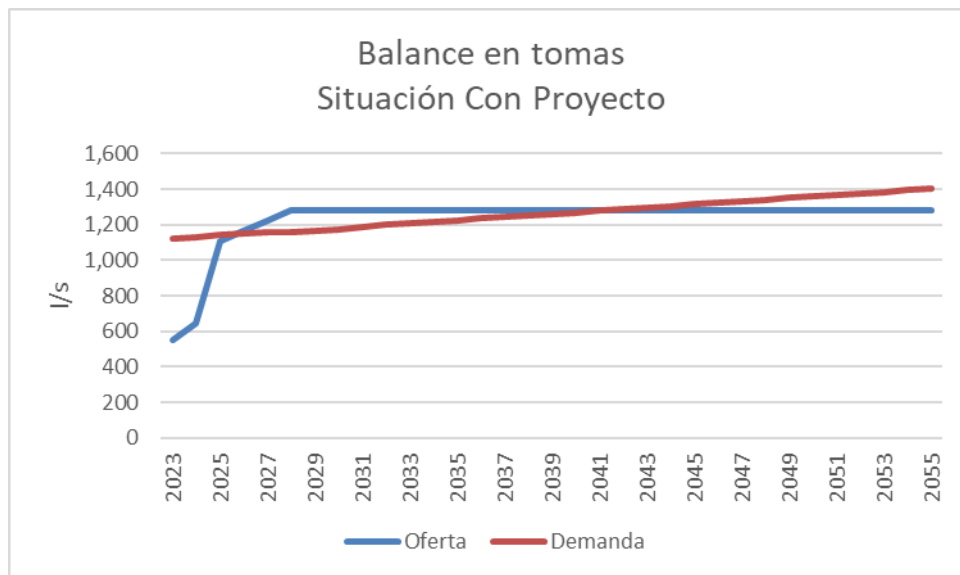


Figura 4.20 Balance de agua a nivel domiciliario en la situación con Proyecto

Fuente: Elaboración propia con base en información de COMAPA. 2022.

4.13.1 Interacción oferta-demanda a nivel mensual

Si el análisis se realiza a nivel mensual, se obtiene lo siguiente.

Con lo anterior, se puede llevar a cabo una propuesta de operación mensual de las fuentes.

Tabla 4.22 Proyección de la producción mensual para Cd. Victoria (l/s)

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2026	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,261.82	1,262.54	1,328.19	1,325.82	1,528.02	1,477.90	1,525.57	1,514.07	1,354.73	1,231.93	1,234.06	1,269.80	1,359.54
	Total	1,891.61	1,800.14	1,896.38	1,848.79	2,055.69	2,016.70	2,107.17	2,095.58	2,021.83	2,042.32	1,947.29	1,924.66	1,970.68
2027	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,228.87	1,231.18	1,295.15	1,293.62	1,492.21	1,442.77	1,488.87	1,477.57	1,319.51	1,196.35	1,200.14	1,236.27	1,325.21
	Total	1,858.66	1,768.78	1,863.35	1,816.59	2,019.88	1,981.57	2,070.47	2,059.08	1,986.62	2,006.74	1,913.37	1,891.14	1,936.35
2028	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,196.54	1,200.42	1,262.75	1,262.03	1,457.09	1,408.31	1,452.86	1,441.76	1,284.96	1,161.45	1,166.87	1,203.38	1,291.53
	Total	1,826.33	1,738.02	1,830.94	1,785.00	1,984.75	1,947.11	2,034.46	2,023.27	1,952.07	1,971.84	1,880.09	1,858.25	1,902.68
2029	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,205.92	1,209.35	1,272.15	1,271.19	1,467.28	1,418.31	1,463.31	1,452.15	1,294.99	1,171.58	1,176.52	1,212.93	1,301.30
	Total	1,835.71	1,746.95	1,840.34	1,794.16	1,994.94	1,957.11	2,044.91	2,033.66	1,962.09	1,981.97	1,889.75	1,867.79	1,912.45
2030	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	ACUEDUCTOS	1,214.42	1,217.44	1,280.67	1,279.50	1,476.52	1,427.37	1,472.78	1,461.56	1,304.07	1,180.76	1,185.27	1,221.57	1,310.16
	Total	1,844.21	1,755.04	1,848.87	1,802.47	2,004.18	1,966.17	2,054.38	2,043.08	1,971.18	1,991.15	1,898.50	1,876.44	1,921.30
2031	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,241.92	1,243.60	1,308.24	1,306.37	1,506.39	1,456.68	1,503.41	1,492.02	1,333.46	1,210.44	1,213.58	1,249.55	1,338.81
	Total	1,871.71	1,781.20	1,876.43	1,829.34	2,034.06	1,995.49	2,085.01	2,073.53	2,000.56	2,020.83	1,926.80	1,904.41	1,949.95
2032	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,255.93	1,256.94	1,322.28	1,320.07	1,521.62	1,471.62	1,519.02	1,507.55	1,348.44	1,225.57	1,228.00	1,263.81	1,353.40
	Total	1,885.72	1,794.54	1,890.48	1,843.04	2,049.29	2,010.42	2,100.62	2,089.06	2,015.54	2,035.96	1,941.23	1,918.67	1,964.55
2033	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,270.05	1,270.38	1,336.44	1,333.87	1,536.97	1,486.68	1,534.75	1,523.19	1,363.53	1,240.82	1,242.54	1,278.18	1,368.12
	Total	1,899.84	1,807.98	1,904.64	1,856.84	2,064.64	2,025.48	2,116.35	2,104.70	2,030.64	2,051.21	1,955.77	1,933.04	1,979.26
2034	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,284.07	1,283.71	1,350.49	1,347.57	1,552.20	1,501.62	1,550.36	1,538.72	1,378.51	1,255.95	1,256.96	1,292.44	1,382.72
	Total	1,913.86	1,821.31	1,918.68	1,870.54	2,079.87	2,040.42	2,131.96	2,120.23	2,045.61	2,066.34	1,970.19	1,947.30	1,993.86
2035	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,298.19	1,297.15	1,364.65	1,361.37	1,567.55	1,516.68	1,566.09	1,554.36	1,393.61	1,271.20	1,271.50	1,306.81	1,397.43

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	Total	1,927.98	1,834.75	1,932.84	1,884.34	2,095.22	2,055.48	2,147.69	2,135.88	2,060.71	2,081.59	1,984.73	1,961.67	2,008.57
2036	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,312.20	1,310.49	1,378.70	1,375.07	1,582.78	1,531.62	1,581.70	1,569.89	1,408.58	1,286.33	1,285.93	1,321.06	1,412.03
	Total	1,941.99	1,848.09	1,946.89	1,898.04	2,110.44	2,070.42	2,163.30	2,151.40	2,075.69	2,096.72	1,999.16	1,975.93	2,023.17
2037	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,326.39	1,323.99	1,392.92	1,388.93	1,598.19	1,546.74	1,597.50	1,585.60	1,423.74	1,301.64	1,300.53	1,335.49	1,426.80
	Total	1,956.18	1,861.58	1,961.11	1,911.90	2,125.86	2,085.54	2,179.10	2,167.11	2,090.85	2,112.03	2,013.76	1,990.36	2,037.95
2038	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,340.40	1,337.32	1,406.96	1,402.62	1,613.42	1,561.68	1,613.11	1,601.12	1,438.72	1,316.77	1,314.95	1,349.75	1,441.40
	Total	1,970.19	1,874.92	1,975.16	1,925.59	2,141.08	2,100.48	2,194.71	2,182.63	2,105.82	2,127.16	2,028.18	2,004.62	2,052.55
2039	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,354.52	1,350.76	1,421.12	1,416.43	1,628.77	1,576.73	1,628.84	1,616.77	1,453.82	1,332.02	1,329.49	1,364.12	1,456.12
	Total	1,984.31	1,888.36	1,989.32	1,939.40	2,156.43	2,115.54	2,210.44	2,198.28	2,120.92	2,142.41	2,042.72	2,018.99	2,067.26
2040	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,368.53	1,364.10	1,435.17	1,430.12	1,643.99	1,591.67	1,644.45	1,632.29	1,468.79	1,347.15	1,343.92	1,378.38	1,470.71
	Total	1,998.33	1,901.69	2,003.37	1,953.09	2,171.66	2,130.48	2,226.05	2,213.80	2,135.90	2,157.54	2,057.15	2,033.24	2,081.86

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2041	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,382.66	1,377.54	1,449.33	1,443.93	1,659.34	1,606.73	1,660.19	1,647.94	1,483.89	1,362.40	1,358.46	1,392.75	1,485.43
	Total	2,012.45	1,915.14	2,017.53	1,966.90	2,187.01	2,145.53	2,241.79	2,229.45	2,150.99	2,172.79	2,071.69	2,047.61	2,096.57
2042	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,396.67	1,390.87	1,463.38	1,457.62	1,674.57	1,621.67	1,675.80	1,663.46	1,498.87	1,377.53	1,372.88	1,407.01	1,500.03
	Total	2,026.46	1,928.47	2,031.57	1,980.59	2,202.24	2,160.47	2,257.40	2,244.97	2,165.97	2,187.92	2,086.11	2,061.87	2,111.17
2043	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,410.79	1,404.31	1,477.54	1,471.43	1,689.92	1,636.73	1,691.53	1,679.11	1,513.96	1,392.78	1,387.42	1,421.38	1,514.74
	Total	2,040.59	1,941.91	2,045.73	1,994.40	2,217.59	2,175.53	2,273.13	2,260.62	2,181.07	2,203.17	2,100.65	2,076.24	2,125.89
2044	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,424.87	1,417.70	1,491.64	1,485.18	1,705.21	1,651.73	1,707.20	1,694.70	1,529.00	1,407.97	1,401.91	1,435.69	1,529.40
	Total	2,054.66	1,955.30	2,059.84	2,008.15	2,232.88	2,190.53	2,288.80	2,276.21	2,196.11	2,218.36	2,115.14	2,090.56	2,140.54
2045	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,438.99	1,431.14	1,505.80	1,498.98	1,720.56	1,666.79	1,722.94	1,710.34	1,544.10	1,423.22	1,416.45	1,450.07	1,544.12
	Total	2,068.78	1,968.74	2,074.00	2,021.96	2,248.23	2,205.59	2,304.54	2,291.86	2,211.20	2,233.61	2,129.67	2,104.93	2,155.26
2046	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,453.00	1,444.48	1,519.85	1,512.68	1,735.79	1,681.73	1,738.55	1,725.87	1,559.08	1,438.35	1,430.87	1,464.32	1,558.71
	Total	2,082.79	1,982.08	2,088.05	2,035.65	2,263.46	2,220.53	2,320.15	2,307.38	2,226.18	2,248.74	2,144.10	2,119.19	2,169.86
2047	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,467.13	1,457.92	1,534.01	1,526.48	1,751.14	1,696.78	1,754.28	1,741.52	1,574.17	1,453.59	1,445.41	1,478.69	1,573.43
	Total	2,096.92	1,995.52	2,102.21	2,049.45	2,278.81	2,235.59	2,335.88	2,323.03	2,241.28	2,263.98	2,158.64	2,133.56	2,184.57
2048	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,481.14	1,471.25	1,548.06	1,540.18	1,766.37	1,711.72	1,769.89	1,757.04	1,589.15	1,468.72	1,459.84	1,492.95	1,588.03
	Total	2,110.93	2,008.85	2,116.25	2,063.15	2,294.03	2,250.53	2,351.49	2,338.55	2,256.25	2,279.11	2,173.06	2,147.82	2,199.17
2049	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,495.26	1,484.70	1,562.22	1,553.98	1,781.71	1,726.78	1,785.62	1,772.69	1,604.25	1,483.97	1,474.38	1,507.32	1,602.74
	Total	2,125.05	2,022.29	2,130.41	2,076.95	2,309.38	2,265.58	2,367.22	2,354.20	2,271.35	2,294.36	2,187.60	2,162.19	2,213.88
2050	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,509.27	1,498.03	1,576.27	1,567.68	1,796.94	1,741.72	1,801.23	1,788.21	1,619.22	1,499.10	1,488.80	1,521.58	1,617.34
	Total	2,139.07	2,035.63	2,144.46	2,090.65	2,324.61	2,280.52	2,382.83	2,369.72	2,286.33	2,309.49	2,202.03	2,176.44	2,228.48
2051	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71

Año	Fuente (l/s)	Distribución estimada mensual												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,523.46	1,511.53	1,590.49	1,581.54	1,812.36	1,756.84	1,817.03	1,803.92	1,634.38	1,514.41	1,503.40	1,536.01	1,632.11
	Total	2,153.25	2,049.13	2,158.68	2,104.51	2,340.02	2,295.64	2,398.63	2,385.43	2,301.49	2,324.80	2,216.63	2,190.87	2,243.26
2052	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,537.47	1,524.86	1,604.53	1,595.23	1,827.58	1,771.78	1,832.64	1,819.44	1,649.36	1,529.54	1,517.83	1,550.27	1,646.71
	Total	2,167.26	2,062.46	2,172.73	2,118.21	2,355.25	2,310.58	2,414.24	2,400.96	2,316.46	2,339.93	2,231.05	2,205.13	2,257.86
2053	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,551.59	1,538.30	1,618.69	1,609.04	1,842.93	1,786.84	1,848.37	1,835.09	1,664.46	1,544.79	1,532.37	1,564.64	1,661.43
	Total	2,181.38	2,075.90	2,186.89	2,132.01	2,370.60	2,325.64	2,429.97	2,416.60	2,331.56	2,355.18	2,245.59	2,219.50	2,272.57
2054	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,565.61	1,551.64	1,632.74	1,622.73	1,858.16	1,801.78	1,863.98	1,850.61	1,679.43	1,559.92	1,546.79	1,578.89	1,676.02
	Total	2,195.40	2,089.24	2,200.93	2,145.71	2,385.83	2,340.58	2,445.58	2,432.13	2,346.54	2,370.31	2,260.02	2,233.76	2,287.17
2055	PEÑITA	340.01	273.77	275.10	232.73	221.79	246.02	280.52	288.77	383.91	510.20	419.31	353.28	318.78
	ZONA NORTE	155.63	143.72	162.71	157.10	164.30	154.34	158.38	153.14	148.51	149.06	152.69	156.93	154.71
	ZONA URBANA	134.15	120.10	130.38	133.14	141.57	138.44	142.70	139.60	134.69	151.13	141.22	144.66	137.65
	ACUEDUCTOS	1,579.73	1,565.08	1,646.90	1,636.54	1,873.51	1,816.84	1,879.72	1,866.26	1,694.53	1,575.17	1,561.33	1,593.27	1,690.74
	Total	2,209.52	2,102.68	2,215.09	2,159.51	2,401.18	2,355.64	2,461.32	2,447.77	2,361.63	2,385.56	2,274.56	2,248.13	2,301.88

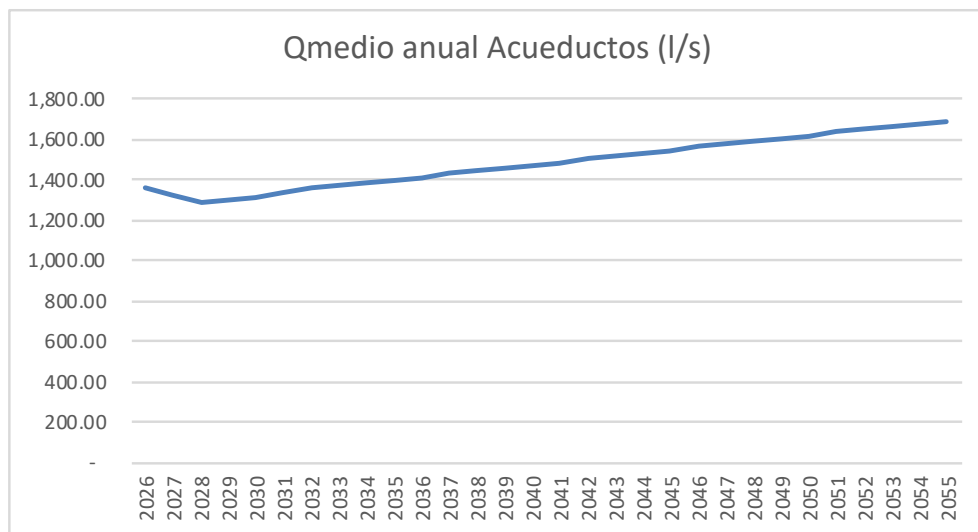
Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

De dicho análisis se observa lo siguiente.

El sistema de acueductos tendrá mayor participación en el abastecimiento de Ciudad Victoria.

Figura 4.21 Ponderación de los acueductos en el suministro total (l/s)

Año	% Acueductos
2026	77.5%
2027	77.1%
2028	76.6%
2029	76.7%
2030	76.8%
2031	77.3%
2032	77.5%
2033	77.7%
2034	77.8%
2035	78.0%
2036	78.2%
2037	78.4%
2038	78.6%
2039	78.8%
2040	79.0%
2041	79.2%
2042	79.4%
2043	79.6%
2044	79.8%
2045	79.9%
2046	80.1%
2047	80.3%
2048	80.5%
2049	80.7%
2050	80.8%
2051	81.0%
2052	81.2%
2053	81.3%
2054	81.5%
2055	81.7%



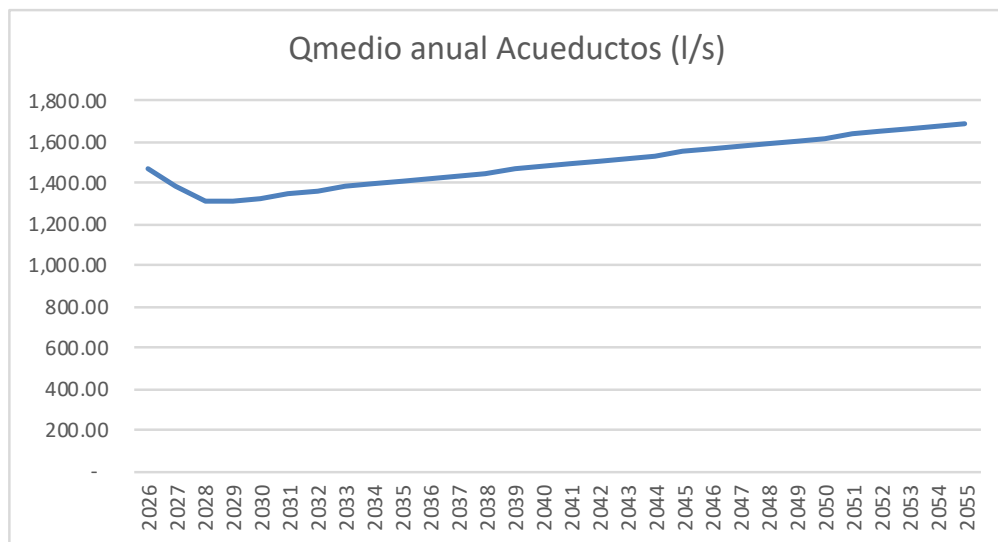
El acueducto inicia con una participación de alrededor del 80% y termina con casi el 82% del total del suministro, eso considerando que las fuentes la Peñita y los pozos no presentan mayores disminuciones a las previstas.

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Por otro lado, se analiza el potencial de la asignación del volumen equivalente a 1,500 l/s

Figura 4.22 Ponderación de los acueductos en el suministro total (l/s)

Año	Qmedio (l/s)
2026	1,359.54
2027	1,325.21
2028	1,291.53
2029	1,301.30
2030	1,310.16
2031	1,338.81
2032	1,353.40
2033	1,368.12
2034	1,382.72
2035	1,397.43
2036	1,412.03
2037	1,426.80
2038	1,441.40
2039	1,456.12
2040	1,470.71
2041	1,485.43
2042	1,500.03
2043	1,514.74
2044	1,529.40
2045	1,544.12
2046	1,558.71
2047	1,573.43
2048	1,588.03
2049	1,602.74
2050	1,617.34
2051	1,632.11
2052	1,646.71
2053	1,661.43
2054	1,676.02
2055	1,690.74



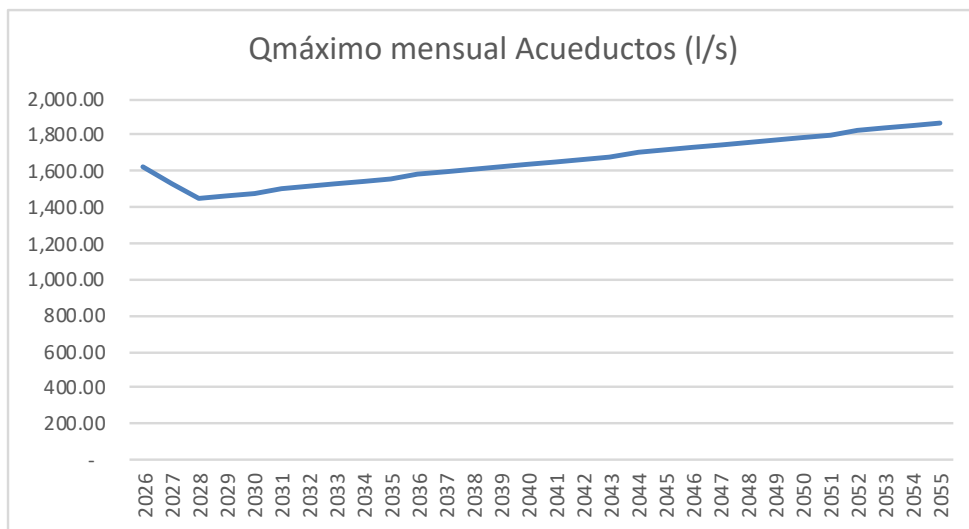
La asignación de 1,500 l/s es suficiente hasta el año 2042, la CEAT deberá incrementarla en 200 l/s en el mediano plazo, pensando en todo el horizonte de evaluación, lo cual es factible de obtenerse de los usuarios del DR.

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Con respecto a la operación de los acueductos, se obtuvo lo siguiente.

Figura 4.23 Operación de los acueductos en el suministro total (l/s)

Año	Qmax (l/s)
2026	1,528.02
2027	1,492.21
2028	1,457.09
2029	1,467.28
2030	1,476.52
2031	1,506.39
2032	1,521.62
2033	1,536.97
2034	1,552.20
2035	1,567.55
2036	1,582.78
2037	1,598.19
2038	1,613.42
2039	1,628.84
2040	1,644.45
2041	1,660.19
2042	1,675.80
2043	1,691.53
2044	1,707.20
2045	1,722.94
2046	1,738.55
2047	1,754.28
2048	1,769.89
2049	1,785.62
2050	1,801.23
2051	1,817.03
2052	1,832.64
2053	1,848.37
2054	1,863.98
2055	1,879.72



Para este análisis se consideró el caudal mensual máximo de cada año, sin que eso implique que sea el único mes en operar en estos caudales.

El sistema de acueductos operará en rangos de los 1,600 l/s de inicio y ascenderá en el tiempo hasta casi 1,900 l/s.

Lo anterior implica que el acueducto actual se deberá rehabilitar en el tiempo para que pueda seguir operando a los niveles actuales, mientras que el segundo deberá ser de dimensiones similares para que entre ambos puedan alcanzar el nivel de producción requerido.

Lo anterior, también permitirá rehabilitar el Acueducto I y dar mantenimiento a ambos en forma alternada sin dejar sin el 80% del suministro a la población.

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

Se puede concluir, que en los acueductos.

Tabla 4.23 Situación con proyecto de los acueductos (l/s)

Acueducto1 4+1 (4 de operación normal + 1 de reserva)
Q de cada bomba de diseño 250 l/s por equipo
Con las condiciones del acueducto:
Q medio=880 l/s
Q máx=950 l/s (compromete infraestructura)

Acueducto2 4+1 (4 de operación normal + 1 de reserva)	
Q de cada bomba de diseño 187 l/s por equipo	
Q 4 equipos=750 l/s	
Q 5 equipos=937.5 l/s	

Sistema de acueductos (4 de operación normal + 1 de reserva)	
Q 4 equipos= operación normal	1578
Q 5 equipos=operación extraordinaria	hasta: 1887

Fuente: Elaboración propia con información de la COMAPA Victoria

En conclusión, ambos acueductos a máxima capacidad son capaces de satisfacer la demanda mensual en el horizonte de evaluación.

4.13.2 Principales supuestos y consideraciones

- 1) Para determinar las tomas domésticas, se consideró el número de tomas domésticas registradas en el padrón de usuarios de la COMAPA Victoria y se proyectaron considerando la tasa de crecimiento de la población de CONAPO.
- 2) Para determinar las tomas no domésticas se consideró el número de tomas no domésticas registradas en el padrón de usuarios de la COMAPA Victoria y se proyectaron utilizando la proporción de las tomas no domésticas contra las domesticas, manteniendo dicha proporción en todo el horizonte evaluación.
- 3) Para integrar la demanda doméstica de agua, se utilizaron los parámetros propuestos por CONAGUA al considerar el nivel socioeconómico y clima de la ciudad.
- 4) Para determinar la demanda de las tomas no domésticas se utilizó su consumo actual, medido por la COMAPA Victoria, bajo el supuesto de que su consumo actual satisface su demanda.
- 5) Se consideró que la producción de agua se mantendría constante durante todo el horizonte de evaluación.
- 6) El porcentaje de agua no contabilizada fue obtenida a partir de la medición de la producción de agua y la facturación y se considera una disminución a partir de la recuperación generada por las optimizaciones para llegar a 48.49% en 2028.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto de inversión

Los costos atribuibles al Proyecto son aquellos en los que incurre la sociedad para construirlo y aquellos que surgen durante la vida útil del mismo; se pueden dividir principalmente en costos de inversión, operación y mantenimiento.

5.1.1 Costos de Inversión

El monto de inversión del proyecto asciende a \$1,457,827,258 pesos sin IVA, en la siguiente tabla se muestra el desglose de los componentes de la inversión.

Tabla 5.1 Costo social de inversión (\$ de 2023)

Concepto	Total	2023	2024	2025
Línea de conducción	712,642,243	320,689,009	249,424,785	142,528,449
Línea de conducción	674,901,501	303,705,675	236,215,525	134,980,300
Atraques	2,922,753	1,315,239	1,022,964	584,551
Válvulas (VAEA)	24,340,577	10,953,260	8,519,202	4,868,115
Cruces especiales	10,477,412	4,714,836	3,667,094	2,095,482
Planta potabilizadora	343,079,940	151,178,962	121,859,652	70,041,326
Obra civil	116,261,723	52,317,775	40,691,603	23,252,345
Equipamiento mecánico funcional	195,625,262	88,031,368	68,468,842	39,125,052
Instalación eléctrica	24,066,264	10,829,819	8,423,192	4,813,253
Control y automatización	3,609,940		2,165,964	1,443,976
Línea de alimentación	3,516,752		2,110,051	1,406,701
Plantas de bombeo	186,078,362	97,412,647	69,686,555	18,979,161
Bombeo obra de toma				
Obra mecánica	22,841,530	10,278,689	7,994,536	4,568,306
Obra eléctrica	3,838,351	2,303,011	1,535,340	
Cárcamo de bombeo aguas claras 1				
Obra civil	10,084,679	6,050,808	4,033,872	
Obra mecánica	18,615,588	11,169,353	7,446,235	
Obra eléctrica	7,482,775	4,489,665	2,993,110	
Cárcamo de bombeo aguas claras 2				
Obra civil	10,084,679	6,050,808	4,033,872	
Obra mecánica	18,615,588	11,169,353	7,446,235	
Obra eléctrica	7,482,775	4,489,665	2,993,110	
Cárcamo de rebombeo 1				
Obra civil	7,486,110	4,491,666	2,994,444	
Obra mecánica	31,696,074	14,263,233	11,093,626	6,339,215

Concepto	Total	2023	2024	2025
Obra eléctrica	3,907,367	1,758,315	1,367,578	781,473
Cárcamo de rebombeo 2		0	0	0
Obra civil	7,492,013	4,495,208	2,996,805	
Obra mecánica	32,543,466	14,644,560	11,390,213	6,508,693
Obra eléctrica	3,907,367	1,758,315	1,367,578	781,473
Dispositivos de protección	10,863,687	2,610,161	5,648,158	2,605,367
PP-Obra de toma	4,350,268	2,610,161	1,740,107	
Reubicación existente OT	1,063,629		638,177	425,452
Cárcamo rebombeo 1	2,806,135		1,683,681	1,122,454
Cárcamo rebombeo 2	2,643,654		1,586,193	1,057,462
Control supervisorio	10,963,566	0	6,578,140	4,385,426
Control lógico	1,002,911		601,747	401,165
Sistema de antenas	729,033		437,420	291,613
Sensores	2,561,683		1,537,010	1,024,673
Software	399,199		239,519	159,680
Programación e instalación	2,966,578		1,779,947	1,186,631
Equipo de cómputo	151,629		90,977	60,652
Sistema de vigilancia	282,466		169,479	112,986
Bus interno de comunicación	144,488		86,693	57,795
Arranque y entrenamiento de equipo	2,725,579		1,635,348	1,090,232
Tanque de almacenamiento	37,534,437	0	22,520,662	15,013,775
Obra civil	37,341,863		22,405,118	14,936,745
Obra complementaria	192,574		115,544	77,030
Camino de acceso	74,146,499	0	44,487,899	29,658,600
Terracerías	46,057,026		27,634,215	18,422,810
Estructuras	858,395		515,037	343,358
Drenaje y subdrenaje	780,066		468,039	312,026
Pavimentos	26,451,013		15,870,608	10,580,405
Supervisión	82,518,524	34,313,447	31,212,351	16,992,726
Supervisión	41,259,262	17,156,723	15,606,176	8,496,363
Gerencia externa	41,259,262	17,156,723	15,606,176	8,496,363
Total	1,457,827,258	606,204,226	551,418,202	300,204,830

Fuente: Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA.

5.1.2 Operación y mantenimiento

Los costos sociales de operación y mantenimiento requeridos para el correcto funcionamiento del Proyecto se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 5.2 Costos sociales de operación y mantenimiento del Proyecto (\$ de 2023)

Concepto	Costo (\$)
Mantenimiento	12,114,205

Concepto	Costo (\$)
Salarios	4,070,982
Energía eléctrica	36,034,050
Potabilización	5,584,983
Subtotal	57,804,219

Fuente: Elaboración con base en la información del Proyecto ejecutivo para la "Construcción de la Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria". Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA.

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión

En relación con la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios que el proyecto genera, los hallazgos refieren básicamente dos, los cuales son:

- 1) Liberación de recursos por disminución del consumo de agua en pipas y
- 2) Beneficio por mayor consumo de agua potable por parte de la población.
- 3) Liberación de recursos por dejar de operar la planta potabilizadora

El abastecimiento de agua en pipas en Ciudad Victoria es un asunto que ha cobrado relevancia debido a los tandeos que se presentan en el sistema de abastecimiento. Para fines de evaluación se estima que los servicios de agua en pipa crezcan a la misma tasa que la considerada en la población.

Con el proyecto se prevé que el consumo de agua potable a través de pipas deje de ser necesario, generando así un importante beneficio de liberación de recursos para la población de Ciudad Victoria.

Para fines de cálculo de los beneficios de liberación de consumo de agua en pipas se consideró estimar el volumen consumido y el precio observado por el consumo de agua en pipa.

El universo a analizar se basó en el registro de la COMAPA de horas por semana que reciben de agua potable las tomas domésticas (Ver Tabla 5.3). Se consideraron las tomas que reciben 24 y 16 horas a la semana de servicio de agua potable, al ser las más restringidas y las que principalmente consumen agua en pipa.

Tabla 5.3 Tandeos

	tomas	h/semana	h/día
29.05%	33,207	96	13.71
20.94%	23,937	84	12.00

	tomas	h/semana	h/día
16.70%	19,090	56	8.00
28.77%	32,887	24	3.43
4.54%	5,190	16	2.29
100%	114,311		

Fuente: Elaboración con base en la información de COMAPA Victoria. 2022

En primera instancia, se obtuvieron precios de mercado con las empresas que dan el servicio de agua en pipa en la ciudad, de las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

- ▶ Cisterna de 1 m³: entre \$300 y \$350
- ▶ Tambos por 400 litros: \$200. Lo anterior equivale a \$500/m³
- ▶ Cisterna de 2 m³: \$800. Lo anterior equivale a \$400/m³

Por lo anterior, se observa que el precio de mercado del m³ oscila entre \$300 y \$500. El precio de mercado se considera representativo del costo social.

Para determinar el valor del consumo y del precio observado por la población, se levantaron 350 encuestas en dichas colonias para determinar los valores a considerar en la cuantificación y valoración de los beneficios.

Para el levantamiento de las encuestas, se llevaron a cabo en las colonias enlistadas en la Tabla 5.4 Colonias encuestadas, representativas de la problemática, en donde existe red pero el suministro es muy deficitario o incluso inexistente.

Las encuestas se llevaron a cabo del 22 al 24 de julio del 2023 por personal de COMAPA Victoria. De las 350 levantadas se consideraron 312 efectivas, ya que algunas arrojaban datos poco creíbles.



Figura 5.1 Zonas donde se levantaron las encuestas
Fuente: COMAPA Victoria

Tabla 5.4 Colonias encuestadas

ENCUESTAS	COLONIAS
18	ALTAS CUMBRES
14	ALTAVISTA
10	ALVARO OBREGON
12	AMPL. LUIS ECHEVERRIA
21	AMPL. LUIS ECHEVERRIA 5 ETAPA
28	BARRIO CAÑON DE LA PEREGRINA
8	BARRIO CAÑON DE LA PEREGRINA-SB
6	CAÑON DE LA PEREGRINA SECTOR A
24	EL MIRADOR
10	EMILIO CABALLERO

6	ENRIQUE LARA
10	ESFUERZO POPULAR
9	ESPERANZA
4	FRACC TAMATAN
26	LIBERTAD
18	LUCIO BLANCO
13	LUIS DONALDO COLOSIO
8	SAN MARCOS 2
8	VAMOS TAMAULIPAS I
10	VAMOS TAMAULIPAS II
22	VAMOS TAMAULIPAS III
8	VAMOS TAMAULIPAS IV
14	VAMOS TAMAULIPAS V
5	VISTA HERMOSA
312	TOTAL

Fuente: COMAPA Victoria

Figura 5.2 Ejemplos del levantamiento de las encuestas





Fuente: COMAPA Victoria

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 5.5 Resultados de las encuestas

Valor	Parámetro
4.46	habitantes/vivienda
46.39	edad promedio de los encuestados
1.85	veces en promedio a la semana con agua
2.67	horas en promedio al día cuando se tiene agua
74.3%	en algún momento invirtió para poder almacenar agua
1.87	m ³ es la capacidad promedio de almaceamiento en las viviendas
1.05	veces a la semana que les surten agua de la pipa
7.45	m ³ /toma/mes de consumo de agua en pipa en promedio
292.23	\$/m ³ observado
44.6%	de la población acarrea el agua desde los depósitos hacia su vivienda
2.08	personas en promedio acarrean
0.74	horas/día invierten en acarrear
156.7	volumen diario en promedio acarreado

Fuente: Elaboración propia, con información de las encuestas realizadas por COMAPA Victoria

Se observa que las viviendas consumen en promedio 7.45 m³/toma/mes de agua en pipa.

El precio observado fue de \$292.93/m³, el cual fue menor que el del estudio de mercado, se optará por este como precio social.

Cabe señalar que en las encuestas, una parte de las viviendas no reportó precio del agua en pipa ya sea porque lo recibe de pipa del servicio público sin costo, o porque reportó que no sabe el costo de la pipa privada.

Se identificó que el 44% de las viviendas realizan acarreo intradomiciliario, lo cual es también otro costo para las viviendas que no existirá en la situación con proyecto. Se considera un beneficio identificado pero no valorado dada la rentabilidad del proyecto.

Tabla 5.6 Consumo de agua en pipa

Parametros	m ³ /mes	M3/ año	\$/m3
Valores	7.45	89.5	292

Fuente: Elaboración propia, con información de encuestas realizadas. Los montos están expresados en pesos 2023

Tabla 5.7 Beneficio por liberación de recursos

Año	Número de tomas	Consumo de agua en pipa (m3/año)	Costo promedio por m ³	Beneficio Pipas
2023	38,417	89.5	292	1,004,243,421
2024	38,711	89.5	292	1,011,923,293
2025	38,988	89.5	292	1,019,167,798
2026	39,248	89.5	292	1,025,959,522
2027	39,490	89.5	292	1,032,281,049
2028	39,713	89.5	292	1,038,114,966
2029	39,918	89.5	292	1,043,461,272
2030	40,102	89.5	292	1,048,285,137
2031	40,699	89.5	292	1,063,879,979
2032	41,005	89.5	292	1,071,882,023
2033	41,311	89.5	292	1,079,884,067
2034	41,617	89.5	292	1,087,886,110
2035	41,923	89.5	292	1,095,888,154
2036	42,229	89.5	292	1,103,890,198
2037	42,536	89.5	292	1,111,892,241
2038	42,842	89.5	292	1,119,894,285
2039	43,148	89.5	292	1,127,896,329
2040	43,454	89.5	292	1,135,898,372
2041	43,760	89.5	292	1,143,900,416
2042	44,066	89.5	292	1,151,902,460
2043	44,372	89.5	292	1,159,904,503
2044	44,678	89.5	292	1,167,906,547

Año	Número de tomas	Consumo de agua en pipa (m3/año)	Costo promedio por m³	Beneficio Pipas
2045	44,984	89.5	292	1,175,908,591
2046	45,291	89.5	292	1,183,910,634
2047	45,597	89.5	292	1,191,912,678
2048	45,903	89.5	292	1,199,914,722
2049	46,209	89.5	292	1,207,916,766
2050	46,515	89.5	292	1,215,918,809
2051	46,821	89.5	292	1,223,920,853
2052	47,127	89.5	292	1,231,922,897
2053	47,433	89.5	292	1,239,924,940
2054	47,740	89.5	292	1,247,926,984
2055	48,046	89.5	292	1,255,929,028

Fuente: Elaboración propia. Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

Para el cálculo de la función de la demanda se utilizó el estudio “Estimación de los Factores y Funciones de la demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México”, elaborado por el CIDE-CONAGUA, del cual se obtuvieron las funciones de demanda de diferentes tipos de clima. Para la elección del modelo econométrico para estimar las funciones de demanda se tomó en consideración las opciones planteadas en el estudio mencionado. El modelo conceptual es el siguiente:

$$\ln Q = \alpha + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln Y + \beta_3 \ln N + \beta_4 TMA + \beta_5 LNPMA + \beta_6 SD$$

Tabla 5.8. Definición de Variables Consideradas en los Modelos y Fuentes de Información Secundaria Relacionadas

Variable	Descripción	Fuentes secundarias	
Q	Número de metros cúbicos consumidos mensualmente por toma		
α	Constante		
P	Precio por metro cúbico de agua		
Y	Ingreso familiar mensual	Fuente:	Base de datos "Concentrado" de la Nueva construcción de la Encuesta Nacional de ingresos y Gastos (ENIGH) 2010. INEGI. México
		Variable:	<i>ingcor</i> [Ingreso (mensual) corriente]
		Desglose:	Información de ingreso promedio a nivel estatal y por dos tamaños de localidad (De hasta 99,999 habitantes o de 100 mil y más habitantes)
N	Número de habitantes por toma	Fuente:	Base de datos "Principales Resultados por Localidad" del Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI. México
		Variable:	<i>PROM_OCUP</i> [Resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas. Excluye la estimación del número de personas y de viviendas particulares sin información de ocupantes]
		Desglose:	A nivel localidad
TMA	Temperatura media anual	Fuentes:	<i>Temperatura media anual</i> . Extraído de Temperatura media, IV.4.4. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. vs. Información vectorial de localidades urbanas. INEGI. México
		Desglose:	A nivel localidad de 20 mil habitantes y más
PMA	Precipitación media anual	Fuentes:	<i>Precipitación media anual</i> en Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. vs. Información vectorial de localidades urbanas. INEGI. México
		Desglose:	A nivel localidad de 20 mil habitantes y más
SD	Con drenaje conectado a la red pública=0; Otros casos=1	Definido por el investigador	

Fuente: "Estimación de los Factores y Funciones de la demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México"

Se incorporan variables cuyo impacto en el consumo sea estadísticamente significativo y su valor sea factible de actualizar con fuentes secundarias de información, con el fin de disponer de funciones de demanda para cada uno de los municipios objeto de estudio, según sus condiciones climáticas predominantes. De acuerdo con los valores estimados se tiene que para la zona del proyecto se tiene un clima cálido subhúmedo y por lo tanto se utilizará la siguiente función de demanda por agrupamiento climático.

$$Q = e^{2.094} * P^{-0.322} * N^{0.445} * e^{0.040 * TMA} * e^{-0.361 * SD}$$

En donde:

Q = Número de metros cúbicos de agua potable consumidos mensualmente por toma

e = Número de Euler (constante matemática)

P = Precio por metro cúbico de agua

N = Número de habitantes por toma

TMA = Temperatura media anual (°C)

SD = Con drenaje conectado a la red pública: 0; Otros casos: 1.

Esta ecuación puede simplificarse de la siguiente forma:

$$Q = A P^e$$

Donde:

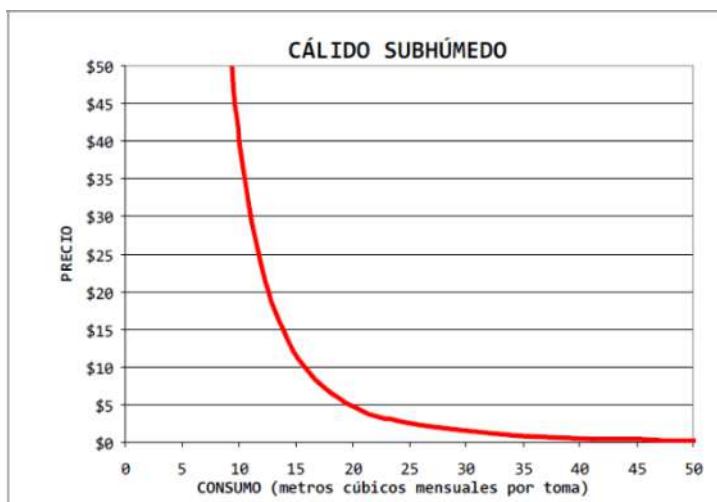
Q = Número de metros cúbicos de agua potable consumidos mensualmente por toma

A = Constante funcional (Engloba todas las variables relevantes que definen la función de la demanda, con excepción del precio)

P = Precio por metro cúbico de agua

e = Elasticidad de la demanda con respecto al precio

Figura 5.3 Función de la Demanda de una Población con Clima Cálido Subhúmedo



Fuente: "Estimación de los Factores y Funciones de la demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México"

Considerando los factores de la función de la demanda se realizó el cálculo de la constante funcional (A).

Tabla 5.9 Factores de la Función de la Demanda

Factor	Base	Exponente	Fuente
Constante (e) =	2.718281828	2.094	
Precio (P) =	-	-0.322	
Número de miembros / hogar (N) =	3.42	0.445	Fuente: INEGI 2020
Temperatura Media Anual (TMA)	2.718281828	0.040 * 24	Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico
Disponibilidad de Drenaje (SD)	2.718281828	-0.361 * 0 = 0	

Fuente: Elaboración Propia con Datos del COMAPA Victoria.

Una vez despejada la incógnita, se obtiene que la constante funcional (A) tiene el siguiente valor:

Comapa $A = 36.64$

El precio implícito se obtiene de igual forma con la función de la demanda:

$$P = \left(\frac{Q}{A}\right)^{1/e}$$

Una vez lo anterior considerando los consumos sin y con proyecto, se estimaron los siguientes beneficios integrando la función anterior.

Tabla 5.10 Beneficios por mayor consumo

Año	Toma doméstica	Consumo Sin proyecto m³/toma/mes	Consumo Sin proyecto m³/toma/mes	Beneficios \$
2023	115,333	12.15	11.85	
2024	116,215	12.26	12.07	
2025	117,047	12.53	12.35	
2026	117,827	12.80	17.92	114,217,396
2027	118,553	13.08	17.92	104,966,697
2028	119,223	13.36	17.92	96,073,754
2029	119,837	13.25	17.92	100,071,825
2030	120,391	13.16	17.92	103,810,226
2031	122,182	13.07	17.92	108,424,550
2032	123,101	13.00	17.92	112,075,275
2033	124,020	12.75	17.92	122,333,404
2034	124,939	12.63	17.92	128,175,017
2035	125,858	12.51	17.92	134,218,640
2036	126,777	12.39	17.92	140,358,877
2037	127,696	12.27	17.92	146,709,582
2038	128,615	12.15	17.92	153,158,840
2039	129,534	12.04	17.92	159,859,676
2040	130,453	11.93	17.92	166,629,612
2041	131,372	11.82	17.92	173,627,936
2042	132,291	11.71	17.92	180,728,679
2043	133,210	11.60	17.78	186,011,709
2044	134,129	11.49	17.63	191,182,445
2045	135,048	11.39	17.49	196,523,527
2046	135,967	11.28	17.35	201,959,616
2047	136,886	11.18	17.20	207,545,265
2048	137,805	11.08	17.06	213,197,932
2049	138,724	10.98	16.93	219,036,497
2050	139,643	10.88	16.79	224,943,330
2051	140,562	10.79	16.66	231,044,299
2052	141,481	10.69	16.53	237,214,772
2053	142,400	10.60	16.39	243,623,734
2054	143,319	10.50	16.27	250,068,658

Fuente: Elaboración propia. Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

Para los beneficios por liberación de recursos por dejar de operar la planta potabilizadora se estimó un ahorro por 12.7 MDP anuales. En la siguiente tabla se muestran los conceptos de ahorro.

Tabla 5.11 Beneficio por liberación de recursos por dejar de operar la potabilizadora

CONCEPTO	IMPORTE
Personal	5,500,821
Energía eléctrica	5,024,468
Productos químicos	2,229,208
TOTAL	12,754,497

Fuente: Elaboración propia con información de COMAPA. Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

La Tabla 5.12 se muestra los flujos de los principales costos y beneficios del proyecto.

Tabla 5.12 Tabla resumen de los flujos del Proyecto

Año	Costos sociales			Beneficios				Flujo
	Inversión	O y M	Suma Costos	Mayor consumo	Liberación de recursos Pipas	Liberación de recursos P.P	Total Beneficios	
2023	606,204,226	0	606,204,226	0	0	0	0	-606,204,226
2024	551,418,202	0	551,418,202	0	0	0	0	-551,418,202
2025	300,204,830	0	300,204,830	0	0	0	0	-300,204,830
2026	0	57,804,219	57,804,219	114,566,543	1,004,243,421	12,754,497	1,131,564,461	1,073,760,242
2027	0	57,804,219	57,804,219	105,317,995	1,011,923,293	12,754,497	1,129,995,785	1,072,191,566
2028	0	57,804,219	57,804,219	96,427,038	1,019,167,798	12,754,497	1,128,349,334	1,070,545,114
2029	0	57,804,219	57,804,219	100,426,928	1,025,959,522	12,754,497	1,139,140,947	1,081,336,728
2030	0	57,804,219	57,804,219	104,166,971	1,032,281,049	12,754,497	1,149,202,518	1,091,398,298
2031	0	57,804,219	57,804,219	108,786,602	1,038,114,966	12,754,497	1,159,656,065	1,101,851,846
2032	0	57,804,219	57,804,219	112,440,051	1,043,461,272	12,754,497	1,168,655,820	1,110,851,600
2033	0	57,804,219	57,804,219	122,700,903	1,048,285,137	12,754,497	1,183,740,537	1,125,936,317
2034	0	57,804,219	57,804,219	128,545,239	1,063,879,979	12,754,497	1,205,179,715	1,147,375,496
2035	0	57,804,219	57,804,219	134,591,585	1,071,882,023	12,754,497	1,219,228,105	1,161,423,886
2036	0	57,804,219	57,804,219	140,734,545	1,079,884,067	12,754,497	1,233,373,109	1,175,568,889
2037	0	57,804,219	57,804,219	147,087,973	1,087,886,110	12,754,497	1,247,728,580	1,189,924,361
2038	0	57,804,219	57,804,219	153,539,954	1,095,888,154	12,754,497	1,262,182,605	1,204,378,386
2039	0	57,804,219	57,804,219	160,243,514	1,103,890,198	12,754,497	1,276,888,209	1,219,083,989
2040	0	57,804,219	57,804,219	167,016,173	1,111,892,241	12,754,497	1,291,662,912	1,233,858,692
2041	0	57,804,219	57,804,219	174,017,220	1,119,894,285	12,754,497	1,306,666,002	1,248,861,783

Año	Costos sociales			Beneficios				Flujo
	Inversión	O y M	Suma Costos	Mayor consumo	Liberación de recursos Pipas	Liberación de recursos P.P	Total Beneficios	
2042	0	57,804,219	57,804,219	180,905,453	1,127,896,329	12,754,497	1,321,556,279	1,263,752,059
2043	0	57,804,219	57,804,219	186,011,709	1,135,898,372	12,754,497	1,334,664,579	1,276,860,359
2044	0	57,804,219	57,804,219	191,182,445	1,143,900,416	12,754,497	1,347,837,358	1,290,033,139
2045	0	57,804,219	57,804,219	196,523,527	1,151,902,460	12,754,497	1,361,180,484	1,303,376,264
2046	0	57,804,219	57,804,219	201,959,616	1,159,904,503	12,754,497	1,374,618,617	1,316,814,397
2047	0	57,804,219	57,804,219	207,545,265	1,167,906,547	12,754,497	1,388,206,309	1,330,402,090
2048	0	57,804,219	57,804,219	213,197,932	1,175,908,591	12,754,497	1,401,861,020	1,344,056,800
2049	0	57,804,219	57,804,219	219,036,497	1,183,910,634	12,754,497	1,415,701,629	1,357,897,409
2050	0	57,804,219	57,804,219	224,943,330	1,191,912,678	12,754,497	1,429,610,505	1,371,806,286
2051	0	57,804,219	57,804,219	231,044,299	1,199,914,722	12,754,497	1,443,713,518	1,385,909,299
2052	0	57,804,219	57,804,219	237,214,772	1,207,916,766	12,754,497	1,457,886,035	1,400,081,815
2053	0	57,804,219	57,804,219	243,623,734	1,215,918,809	12,754,497	1,472,297,040	1,414,492,821
2054	0	57,804,219	57,804,219	250,068,658	1,223,920,853	12,754,497	1,486,744,008	1,428,939,789
2055	0	57,804,219	57,804,219	256,725,255	1,231,922,897	12,754,497	1,501,402,649	1,443,598,429

Fuente: Elaboración propia. Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

Otros beneficios identificados fueron, pero no fueron cuantificados son

- La liberación de recursos por disminución de fallas en la infraestructura actual
- La liberación de recursos por el cierre de pozos

5.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Para calcular los indicadores de rentabilidad del PPI que permitirán determinar si este es rentable en términos socioeconómicos se consideró lo establecido en los LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, vigentes.

Los cálculos realizados fueron a partir de los flujos netos a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de determinar el beneficio neto y la conveniencia de realizar el proyecto de inversión. El cálculo de los indicadores de rentabilidad fueron VPN, TIR, y la TRI, como se presenta a continuación.

Valor Presente Neto (VPN):

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

Donde:

Bt = beneficios totales en el año t

Ct = costos totales en el año t

Bt- Ct= Flujo neto en el año t

r = tasa social de descuento.

n = número de años del horizonte de evaluación.

t = año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

La TIR es el valor de la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversiones igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

Bt+1: es el beneficio total en el año t+1

Ct+1: es el costo total en el año t+1

It: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

Aplicando la formulas a los flujos de costos y beneficios del proyecto se obtuvo lo siguiente:

Tabla 5.13 Indicadores de rentabilidad

Parámetro	Valor
VACS	1,805,939,999
VABS	9,456,098,454
VANS	7,650,158,455
TIRS	45.45%
TRI	65.46%

Fuente: Elaboración propia. Los montos están expresados en pesos 2023 sin IVA

El PPI tiene una TIR de 45.45% lo cual indica que el Proyecto es viable desde la perspectiva socioeconómica, ya que es mayor a la tasa de descuento. Cuenta con un VAN de **\$7,650,158,455** y una TRI de 65.46%.

5.4 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad del proyecto tiene como objetivo dar a conocer qué tan sensible es la rentabilidad ante las distintas variaciones que pudiesen presentarse en el mercado.

Específicamente, este análisis considera el efecto derivado de variaciones porcentuales en el monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento y los beneficios.

Para el caso de variaciones en el monto de inversión, un incremento mayor al 564% en el monto de la inversión haría que el proyecto dejara de ser rentable. En la tabla siguiente se muestran varias variaciones porcentuales al monto de inversión y sus respectivos indicadores de rentabilidad, hasta llegar al VANS igual a cero.

Tabla 5.14 Variación de indicadores de rentabilidad ante incremento en costos de inversión

Var % de la inversión	VANS	TIR (%)	TRI (%)
0%	\$7,650,158,455	45.45%	65.5%
25%	\$7,311,259,289	38.91%	52.4%
50%	\$6,972,360,122	34.14%	43.6%
100%	\$6,294,561,789	27.58%	32.7%
564%	\$0	10.00%	9.9%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento, un incremento de éstos mayor al 1699% el proyecto dejaría de ser rentable, se hizo un análisis de la misma manera que con los costos de inversión, ver Tabla 5.15.

Tabla 5.15 Variación de indicadores de rentabilidad ante incremento en costos de operación y mantenimiento

Var% de CO&M	VANS	TIR (%)	TRI (%)
0%	\$7,650,158,455	45.5%	65.5%
25%	\$7,537,572,622	45.0%	64.6%
50%	\$7,424,986,789	44.6%	63.7%
100%	\$7,199,815,122	43.8%	61.9%
1699%	\$0	10.0%	5.6%

Fuente: Elaboración propia

Para los beneficios una reducción mayor al 81% haría que el proyecto ya no fuera rentable, siendo esta la variable más sensible, pues ante una variación menor que las otras variables el proyecto deja de ser rentable.

Tabla 5.16 Variación de indicadores de rentabilidad ante reducción en los beneficios

Var % de Beneficios	VANS	TIR (%)	TRI (%)
0%	\$7,650,158,455	45.5%	65.5%

20%	\$5,758,938,764	38.5%	51.7%
40%	\$3,867,719,073	30.8%	37.9%
60%	\$1,976,499,383	21.8%	24.1%
81%	-	10.0%	9.7%

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Análisis de riesgos

Respecto a los principales riesgos asociados a la Construcción de la segunda línea del acueducto Guadalupe Victoria, en la siguiente tabla se definen los posibles impactos y su probabilidad de ocurrencia.

Tabla 5.17 Análisis de riesgos para el Proyecto

Factor de riesgo	Etapas	Descripción	Probabilidad	Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación	Objetivo al que impacta
I. Riesgos de licitación						
a) Riesgo de declaración desierta	Licitación	Cuando la totalidad de las proposiciones presentadas no reúnan los requisitos solicitados en la convocatoria o las propuestas económicas se encuentran fuera de los límites aceptables.	Baja.	Dificultad de cumplir con las especificaciones de las bases. Plazos de ejecución imposibles de cumplir.	Formular Términos de Referencia, bases de licitación y alcances de los concursos claros y factibles. Especificar requisitos para que los licitantes puedan ser admitidos como tales.	Plazo
b) Riesgo en la demora de adjudicación de contrato	Licitación	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto, generando perjuicios financieros.	Baja.	Dilación en el análisis de las propuestas de los licitantes y el fallo correspondiente.	Asignar prioridad alta al análisis de los documentos presentados por los licitantes y establecer los criterios de adjudicación en las bases del concurso.	Plazo
c) Riesgo de impugnación	Licitación	Uno o varios de los participantes en la licitación se inconforman con el fallo de selección del proveedor de servicio.	Baja.	Bases de licitación ambiguas. Fallo insuficientemente documentado y fundado.	Diseñar bases de licitación claras y llevar el proceso de licitación con estricto apego a la normatividad, y emitir el fallo con base en análisis objetivos sólidamente fundados.	Plazo
II. Riesgos de construcción / ejecución						

Factor de riesgo	Etapas	Descripción	Probabilidad	Eventos que pueden detonar este riesgo	Medidas de Mitigación	Objetivo al que impacta
a) Riesgos de atrasos en el desarrollo de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Atrasos en la ejecución de las actividades programadas para la etapa de la ejecución.	Baja.	Fenómenos meteorológicos adversos y dificultades técnicas no previstas.	Revisar y aprobar el proyecto ejecutivo, el calendario de inversiones y disponibilidad de recurso. Implementar esquemas de supervisión de obra a fin de prever y corregir desviaciones.	Plazo
b) Riesgo por sobre costo de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Aumento de distintos costos de ítems en la etapa de ejecución debido a incrementos en las cubriciones, e insumos indispensables para desarrollar los trabajos.	Baja.	Incrementos volumen de obras y/o precios de materiales.	Mantener actualizado los precios previos a la ejecución.	Costos
c) Retraso en el presupuesto de la obra	Etapas de ejecución de los trabajos	Demora en la asignación presupuestaria para el proyecto y/o recortes a la inversión del Proyecto.	Baja.	Retraso en la disponibilidad de los recursos.	Tener preparada la documentación, permisos y trámites para la ejecución de la inversión.	Plazo
III. Riesgos en la Operación y Mantenimiento						
a) Riesgo operativo	Etapas de operación	Mantenimiento del proyecto.	Baja.	Incremento en los insumos para el mantenimiento.	Realizar un programa anual de mantenimiento del sistema.	Costos
b) Eventos naturales	Etapas de operación	Hechos de la naturaleza que impiden la operación del proyecto y destruyen activos.	Baja.	Factores naturales climáticos o tectónicos	Realizar y establecer un protocolo de actuación ante eventos naturales, considerando medidas de mitigación de daños, y mantenimiento.	Costos

Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en el análisis cuantitativo y cualitativo realizado para la zona de estudio, las condiciones demográficas y económicas de la región, y las características específicas de las alternativas de solución mostradas en el presente Análisis Costo Beneficio, se concluye que el PPI: Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamps., mediante la construcción de un acueducto de 54 km para conducir 750 l/s, la construcción de una planta potabilizadora, más tres plantas de bombeo, tiene la capacidad de atender el problema que dio origen al presente estudio.

De acuerdo con las condiciones observadas mediante al análisis de la interacción de la Oferta – Demanda en Situación con el PPI se observa que, al ejecutarse, se logra reducir el déficit de 250 a 0 l/s para el primer año de operación del PPI (2026).

Por su parte, los indicadores de la evaluación muestran que el PPI tiene una TIR de 45.45% lo cual indica que el Proyecto es viable desde la perspectiva socioeconómica, ya que este porcentaje es mayor a la tasa de descuento empleada para evaluar el PPI. Cuenta con un VAN de \$7,650.1 mdp y una TRI de 65.46%.

Respecto al análisis de sensibilidad se determinó cuáles son los aspectos prioritarios a los que hay que darles un puntual seguimiento, a fin de establecer las medidas pertinentes para su debida atención: el PPI es medianamente sensible a reducciones en los beneficios, poco sensible al cambio de la inversión y mucho menos sensible a la variación de los costos de operación y mantenimiento.

En términos generales, se concluye que el PPI mantiene un bajo nivel de riesgos que obstaculicen el cumplimiento de su propósito en todas sus distintas etapas como son la licitación, construcción y operación.

Con base en lo antes descrito se recomienda implementar el PPI: *Segunda Línea del Acueducto Guadalupe Victoria en Ciudad Victoria, Tamaulipas*, y llevarlo a cabo de acuerdo con lo planteado en la ingeniería y en este documento.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Victoria-Güémez (2807), Estado de Tamaulipas. 2020.
- ❖ Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Victoria-Casa (2808), Estado de Tamaulipas. 2020.
- ❖ Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Palmillas-Jaumave (2810), Estado de Tamaulipas. 2020.
- ❖ ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. 2020.
- ❖ Censos de población y vivienda 2020. INEGI.
- ❖ Decreto Gubernamental mediante el cual se aprueba el Programa de Manejo del Área Natural Protegida “Altas Cumbres”, localizada en los municipios de Jaumave y Victoria, Tamaulipas.
- ❖ Estudio de obtención de curvas de demanda de agua potable mediante la aplicación directa de encuestas en 24 localidades del país. Comisión Nacional del Agua. México. 1990.
- ❖ Ley de Aguas Nacionales. Relativo a la concesión y asignación del uso de las Aguas Nacionales.
- ❖ Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria: Mecanismo de planeación de programas y proyectos de inversión.
- ❖ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- ❖ Leyes y Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la realización de las actividades que sustenta la Manifestación de Impacto:
- ❖ Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.
- ❖ Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro 2 Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable,

Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población).

- ❖ Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro 4 Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado.
- ❖ Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS). Libro 1.- Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario. Comisión Nacional del Agua. Octubre de 1994.
- ❖ NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
- ❖ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.
- ❖ Programa Nacional Hídrico 2020-2024.
- ❖ PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO VICTORIA 2021-2024
- ❖ Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.
- ❖ Proyecciones de población a nivel municipal.
CONAPO.http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/De_los_municipios_de_Mexico_2010_-_2030
- ❖ Proyecto ejecutivo para la 2ª línea del acueducto Guadalupe Victoria, en Cd. Victoria, Tam. Contrato NO. SOP-IF-APAZU-164-11-P. 2012.
- ❖ Reformas y adiciones en materia de inversión a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y a su Reglamento.

Responsables de la información

Ramo: 16-Medio Ambiente y Recursos Naturales

Entidad: B00 Comisión Nacional del Agua

Área responsable: Dirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

	Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Autorizó	Ing. Jorge Adalberto Zapata Valdés	Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento		28 julio 2023

Responsable de la información: Ing. Jorge Adalberto Zapata Valdés

Teléfono: 818 280 6419

Correo electrónico: Jorge.zapata@conagua.gob.mx

Versión	Fecha
Versión 4	28 julio 2023

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.