

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

**“SISTEMA INTEGRAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE CAOBAS Y SAN
ANTONIO SODA”**

ENERO 2017



Contenido

I.	Resumen Ejecutivo.....	6
II.	Situación Actual	14
a)	Diagnóstico de la Situación Actual.....	14
b)	Análisis de la Oferta Actual.....	16
c)	Análisis de la Demanda Actual.....	20
d)	Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda actual.....	23
III.	Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión	24
a)	Optimizaciones	24
b)	Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión.....	25
c)	Análisis de la Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión	27
d)	Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión 28	
e)	Alternativas de solución.....	29
IV.	Situación con el Proyecto.....	37
a)	Descripción general	37
b)	Alineación estratégica	40
c)	Localización geográfica.....	41
d)	Calendario de actividades	46
e)	Monto total de inversión	46
f)	Financiamiento	47
g)	Capacidad instalada	48
h)	Vida útil.....	49
i)	Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión	49
j)	Análisis de la Oferta con Proyecto.....	52
k)	Análisis de la Demanda con Proyecto.....	53
l)	Interacción Oferta-Demanda con Proyecto	54
V.	Evaluación del Proyecto.....	55
a)	Identificación, cuantificación y valoración de costos del Proyecto de Inversión	55
b)	Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del Proyecto de Inversión	58
c)	Cálculo de los indicadores de rentabilidad.....	60
d)	Análisis de riesgos	64
VI.	Conclusiones y Recomendaciones	67
VII.	Anexos	68
VIII.	Bibliografía.....	69
	Responsables de la información	70

Índice de figuras

Figura II 1 Localización Geográfica de las localidades de Caobas y San Antonio Soda.....	14
Figura II 2 Zona de captación de la localidad de Caobas	17
Figura II 3 Tanques elevados de 10 y 25 m3 de capacidad de la localidad de Caobas	17
Figura II 4 Resultados de muestra realizada por el Organismo Operador de OPB, se observa que ambas muestras se excede en las durezas total	18
Figura II 5 Red de distribución con acumulación excesiva de sarro.	18
Figura II 6 Ruta para abastecer a la localidad de San Antonio Soda desde Nicolás Bravo	19
Figura II 7 Ubicación del captador pluvial comunitario de la localidad de San Antonio Soda	19
Figura II 8 Captadores pluviales	20
Figura II 9 Tomas largas.....	20
Figura II 10 Limpieza de tinaco por exceso de sarro.....	21
Figura II 11 Método alternativo para captación pluvial.....	21
Figura II 12 Pipa de CAPA para abastecer a la localidad	22
Figura II 13 De regreso a la localidad, después de haber ido a lavar a la aguada cercana.	22
Figura II 14 Personal del Organismo Operador abasteciendo a pobladores	24
Figura III 1 Trayecto de la localidad de Nicolás Bravo a San Antonio Soda	27
Figura III 2 Ubicación del captador comunitario de la localidad de San Antonio Soda	27
Figura III 3 Imagen ilustrativa de tubería de hierro dúctil U un tanque de 500 m3 vidrio fusionado al acero.....	30
Figura III 4 Imagen ilustrativa de tubería de PEAD y un tanque de concreto	33
Figura IV 1 Sistema integral de abastecimiento.	41
Figura IV 2 Línea de alimentación eléctrica para pozo de extracción.	42
Figura IV 3 Acueducto (PEAD 8").	42
Figura IV 4 Acueducto (PEAD 6").	43
Figura IV 5 Sistema de agua potable en la localidad de San Antonio Soda.	44
Figura V 1 Grafica de sensibilización, variable INVERSIÓN	61
Figura V 2 Grafica de sensibilización, variable COSTOS	62
Figura V 3 Grafica de sensibilización, variable beneficios.	63

Tabla III 1 Descripción de los componentes de la alternativa 1	30
Tabla III 2 Tabla de los costos identificados asociados a la alternativa 1	32
Tabla III 3 Descripción de los componente de la alternativa 2	33
Tabla III 4 Costos asociados al proyecto presentado como alternativa 2	35
Tabla III 5 Comparativa de CAE de las dos alternativas presentadas	36
Tabla III 6 Resultados obtenidos después del análisis de ambas alternativas	36
Tabla IV 1 Principales componentes del proyecto propuesto	38
Tabla IV 2 Coordenadas geográficas de la línea de alimentación eléctrica para pozo de extracción	42
Tabla IV 3 Coordenadas geográficas del pozo de extracción	42
Tabla IV 4 Coordenadas geográficas del acueducto (Pozo-Caobas)	42
Tabla IV 5 Coordenadas geográficas del tanque de Caobas	43
Tabla IV 6 Coordenadas geográficas del acueducto (Caobas-San Antonio Soda)	43
Tabla IV 7 Coordenadas geográficas del tanque de San Antonio Soda	43
Tabla IV 8 Coordenadas geográficas de la línea primaria de distribución 4"	44
Tabla IV 9 Coordenadas geográficas de las líneas secundarias de distribución 3"	44
Tabla IV 10 Calendario de actividades programado para el proyecto.....	46
Tabla IV 11 Calendario físico financiero programado para el proyecto	46
Tabla IV 12 Monto de principales componentes del proyecto.....	47
Tabla IV 13 Fuente de recursos para el financiamiento del proyecto	47
Tabla IV 14 Principales metas de infraestructura	48
Tabla v 1 Costos directos asociados al proyecto	55
Tabla v 2 Costos indirectos asociados al proyecto	55
Tabla v 3 Beneficios directos identificados del Proyecto.	58
Tabla v 4 Beneficios indirectos identificados en el proyecto.....	59
Tabla v 5 Externalidades positivas identificadas en el proyecto	59
Tabla v 6 Metodología aplicada	59
Tabla v 7 Supuestos y fuentes.....	60
Tabla v 8 Indicadores de rentabilidad para el proyecto	60

Tabla v 9 Análisis de sensibilidad del proyecto.....	61
Tabla v 10 Análisis de sensibilidad	62
Tabla v 11 Análisis de sensibilidad	63
Tabla v 12 Analisis de riesgos asociados al proyecto durante la ejecución.....	64
Tabla v 13 Análisis de riesgos asociados al proyecto, durante la operación.....	65

I. Resumen Ejecutivo

Nombre del Proyecto	Sistema integral de abastecimiento de agua potable para las comunidades de Caobas y San Antonio Soda.
Problemática identificada	<p>El servicio de abastecimiento de agua potable, en las localidades de Caobas y San Antonio Soda es insuficiente y de baja calidad</p> <p>En Caobas el crecimiento de la mancha urbana ha ocasionado que la infraestructura de distribución existente resulte insuficiente para el abastecimiento de las nuevas zonas de crecimiento en la localidad lo que ha derivado en que existan tomas largas de hasta 50 M, cuya presencia (en su mayoría superficiales) ha provocado que se tengan pérdidas por fugas, reduciendo el caudal disponible para los habitantes en las zonas más alejadas. Además de que la población se queja de la calidad del agua, ya que deja residuos de calcio y magnesio dando un aspecto blancuzco en los recipientes; lo que a su vez causa molestias porque se refleja en gastos por concepto de adquisición de químicos para limpieza de los depósitos, instalaciones y muebles sanitarios.</p> <p>La localidad de San Antonio Soda, actualmente no cuenta con infraestructura formal para el abastecimiento, por lo que actualmente se abastecen por medio de pipas que el organismo operador de la CAPA envía desde la localidad de Nicolás Bravo (4 pipas cada quince días) y que descargan en el captador comunitario desde el cual se acarrea el agua.</p> <p>Esta situación ha ocasionado que los habitantes en ambas localidades, deban incurrir en costos adicionales por el uso de métodos alternativos tales como la compra de agua purificada embotellada (para cocinar sus alimentos), la compra de agua en pipas a privados y la construcción de sistemas individuales para captar el agua pluvial. Es de señalarse que el uso de estos métodos alternativos representa un riesgo para la salud pública ya que pueden causar enfermedades gastrointestinales y de la piel, incrementando la demanda de servicios médicos en ambas localidades, así como los costos por gastos médicos (de no contar con el servicio).</p>
Objetivo del Proyecto	Abastecer de agua potable suficiente y de calidad a las localidades de San Antonio Soda y Caobas.
Horizonte de evaluación	El horizonte de evaluación para el presente proyecto es de 21 años, consistente en un año de ejecución (año 0) y 20 años de vida útil (año 1-20).

Los principales costos identificados se clasifican en inversión inicial, reinversiones por equipamiento, la operación y mantenimiento, los cuales cuentan con diferente periodicidad.

Para el proyecto integral los costos ascienden en pesos a valor presente a **58,235,141.32** (son: cincuenta y ocho millones doscientos treinta y cinco mil ciento cuarenta y un pesos 32/100 MN) por concepto de:

- Inversión inicial (año 0)
- Inversión complementaria (año 0)
- Acciones de mantenimiento correctivo (a partir del inicio de la operación cada 5 años para los equipos de protección del acueducto y cada 10 años para los equipos de bombeo)
- La extracción, la operación y el mantenimiento del sistema.

A continuación se presentan los costos identificados, cuantificados y valorados para el proyecto en análisis.

Tabla 1 Costos consolidados

Costos directos de ejecución, operación, mantenimiento (sin IVA)			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial del proyecto	Inversión inicial del proyecto	43,905,173.00	Año 0
Inversión Complementaria	Inversión Complementaria	10,477,803.00	Año 0
Reinversión Equipo de Bombeo	Mantenimiento Correctivo	215,330.83	Año 10
Reinversión Equipo de Protección Acueducto	Mantenimiento Correctivo	188,202.51	Cada 5 años
Costos de Extracción	$(\$/M3) * (M3/año)$	2,509,225.37	Año 1-20
Costos de Operación y Mantenimiento Acueducto y redes	$(\$/M3) * (M3/año)$	939,406.61	Año 1-20
		58,235,141.32	

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que a la par del presente proyecto se pretende ejecutar una obra complementaria para la ampliación y sustitución de la red de distribución de la localidad de Caobas y será con un monto de \$ 10,477,803.00.

Identificación y descripción de los principales costos

Identificación y descripción de los principales beneficios	<p>Se identificaron beneficios por los siguientes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ahorro en costos por la liberación de recursos por el uso de métodos alternativos ▪ Mayor consumo. ▪ Disminución de los índices de morbilidad. ▪ Liberación de costos por operación y mantenimiento. <p>Para el proyecto integral durante el horizonte de evaluación la valoración de los beneficios asciende a un total de 64,091,819.87 (son: sesenta y cuatro millones noventa y un mil ochocientos diecinueve pesos 87/100 MN).</p> <p>A continuación se presentan los beneficios identificados, cuantificados y valorados para el proyecto en análisis.</p> <p>Tabla 1 2 Beneficios identificados del proyecto</p>			
	Beneficios directos			
	Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
	<p>Liberación de recursos para asegurar el consumo.</p> <p>(beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, por la compra de agua en pipas y bombeos intradomiciliarios en la zona de proyecto)</p>	<p>[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m3)] * [metros cúbicos (m3) consumidos]</p>	<p>63,473,752.26</p>	<p>1 al 20</p>
<p>Beneficio por mayor consumo.</p> <p>Con la sectorización y sustitución de tuberías en la zona de proyecto, se podrá reducir el costo para abastecerse del bien por parte de los usuarios; además de evitar la restricción en el consumo.</p>	<p>(No. De usuarios beneficiados) * [factor de mayor consumo que se obtiene con la ecuación ($Q=AP^e$), con datos de las situaciones con y sin proyecto.]</p>	<p>76,567.96</p>	<p>1 al 20</p>	
<p>Disminución de los índices de morbilidad.</p> <p>Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades</p>	<p>Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni</p>			

	atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.	valorarse		
	Liberación de costos por operación y mantenimiento. (menores costos por el tiempo dedicado a la detección y reparación de fugas, además de que con la sectorización será mucho más fácil aislar la zona afectada y reducir las afectaciones al resto del sistema)	Parte proporcional de la tubería de la red a sustituir	541,499.65	1 al 20
			64,091,819.87	

Fuente: Elaboración propia

Indicadores de rentabilidad	Valor Presente Neto (VPN)	\$ 5,856,678.54
	Tasa Interna de Retorno (TIR)	11.49 %
	Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)	12.22 %

Principales riesgos asociados a la ejecución y operación	<p>Durante la inversión, por variaciones en los costos o en el tiempo de ejecución a causa de cambios en los precios unitarios y las cantidades contratadas, obras no consideradas, imprevistos, expropiaciones y consideraciones ambientales. Durante la operación, por variaciones en los beneficios a causa de los consumos realmente presentados, cambios en el crecimiento de la población, cambios en la urbanización y la sobrevaloración de los costos; así como por variaciones en los costos de mantenimiento a causa de un cambio en precios de insumos y actividades no consideradas.</p>			
	<p>Tabla 1 3 Principales riesgos durante la ejecución</p>			

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Que la convocatoria de licitación se declare desierta	Baja	El inicio de la obra se postergaría un mes y no se cumpliría el calendario de obra inicialmente propuesto	Revisión de la convocatoria, modificación del calendario de obra para asegurar su finalización este año.
Atrasos en el pago de	Baja	Se tendría que reprogramar el	Indicar de manera puntual los

	anticipos		calendario de la obra de acuerdo a la fecha real de pago del anticipo y no se cumpliría con los plazos de ejecución estimados y en caso extremo, gastos no recuperables incrementando la inversión.	requerimientos técnicos y legales del trámite, haciendo hincapié en la importancia de presentarlos en tiempo y forma para su pronta gestión.
	Atrasos en el pago de estimaciones	Media	Atraso en la continuidad de los trabajos, ocasionando el incumplimiento de los plazos establecidos y en caso extremo, gastos no recuperables incrementando la inversión.	Gestionar los pagos ante las instancias correspondientes de manera oportuna y atender de forma inmediata las observaciones que se pudieran presentar en los documentos que integran el cuerpo de la estimación.
	Atrasos por causas imputables al contratista	Media	Retraso en los plazos de ejecución, con impactos económicos a la empresa contratista por la aplicación de penas o retenciones.	Llevar un correcto control de los avances de obra, indicando de manera puntual a la empresa contratista mediante oficio y notas de bitácora los conceptos en los que se presenten atrasos así como las recomendaciones pertinentes para la mitigación de dichos atrasos.
	Cambio del precio internacional de los materiales	Baja	La inversión inicial se incrementaría.	De presentarse, se analizaría el cambio del diseño del proyecto, a fin de ajustarse al presupuesto.
	Atraso de los trabajos por	Media	Se alargaría el periodo de obra, no	Debido al clima de la región, las posibles

	lluvias		terminando en la fecha establecida; se darían gastos no recuperables, incrementando la inversión.	afectaciones por lluvias ya están consideradas en los tiempos y costos.
	Atrasos en el trámite de entrega Recepción	Media	Lo que implicaría gastos que impacten a la empresa contratista (pago de personal para vigilancia y mantenimiento tratándose de instalaciones), así como también un atraso con respecto a la fecha de terminación prevista en el contrato.	Gestionar de manera oportuna el proceso de entrega recepción indicando al contratista los requerimientos tanto técnicos como administrativos necesarios, a fin de que el proceso se realice con la mayor celeridad posible, cuidando en todo momento la buena calidad de los trabajos tanto en la parte técnica, administrativa y de operación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 4 Principales riesgos durante la operación

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Incremento en el precio de los materiales consumibles para las reparaciones.	Alta	Incremento en los montos estimados de mantenimiento de la infraestructura contemplada en el proyecto.	Mantener actualizadas las cotizaciones de materiales más prioritarios o de mayor consumo para el mantenimiento, prever en función de las demandas históricas de refacciones, un stock de kits de reparación que permita amortiguar cualquier

			incremento en los precios de manera inmediata.
desabasto de insumos que provienen del extranjero	Media-Alta	Dejar fuera de operación algún equipo, disminución de la cantidad de agua bombeada, desabasto de agua, disminución en las presiones	contar con stock de refacciones, o con equipos completos en stock ante cualquier emergencia
Incremento en el precio de los combustibles.	Alta	Incremento en los montos estimados de mantenimiento de la infraestructura contemplada en el proyecto.	Realizar de manera coordinada las reparaciones por zonas buscando el atender con una misma brigada las diversas situaciones que se pudieran presentar en una misma zona.

Fuente: Elaboración propia

Conclusión	<p>De acuerdo con la evaluación realizada, considerando beneficios por la liberación de recursos y por mayor consumo, el proyecto integral cuenta con una rentabilidad positiva por \$5,856,678.54 medida mediante el Valor Presente Neto (VPN).</p> <p>Adicional a los beneficios cuantificados se deben considerar los beneficios que se podrían obtener en salud por reducción de los índices de morbilidad (asociados a los métodos de abastecimiento).</p> <p>La Tasa Interna de Retorno Social (TIR) calculada es de 11.49%, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual implica que la rentabilidad social esperada del proyecto es mayor al costo de oportunidad.</p> <p>La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) calculada para el proyecto para su primer año de operación (Año 1) es de 12.22%, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual significa que es recomendable realizar el proyecto a la brevedad posible.</p>
-------------------	---

Del análisis de sensibilidad del monto de inversión del proyecto se concluye que, con un incremento menor al 10.69%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los costos de operación y mantenimiento del proyecto integral se concluye que, con un incremento menor al 169.83%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los beneficios del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 9.14%, el proyecto aún sería rentable.



II. Situación Actual

a) Diagnóstico de la Situación Actual

La localidad de Caobas se ubica en la parte sureste del Estado en el municipio de Othón P. Blanco ¹, en una desviación de 2.6 km a la derecha sobre la carretera federal 186 (Chetumal-Villahermosa). Y a 3 km de esta comunidad se encuentra la comunidad de San Antonio Soda. (Figura II 1)

Son localidades rurales (con menos de 2,500 habitantes), cuyas principales actividades económicas son las relacionadas con el aprovechamiento forestal, la agricultura, la ganadería y la apicultura.

Además, se llevan a cabo otras actividades de menor importancia económica como la cacería, la extracción de chicle y la recolecta de leña.



Figura II 1 Localización Geográfica de las localidades de Caobas y San Antonio Soda

Cabe señalar, que ambas localidades se ubican en la zona limítrofe con el Estado Campeche, por lo que actualmente presentan un alto grado de marginación² debido al conflicto histórico entre ambos Estados por no tener la certeza de a quién pertenecen.

En el caso del servicio de abastecimiento de agua potable, este es insuficiente y de baja calidad en dichas localidades ya que, además éstas se ubican en una zona cárstica cuyas características permiten que el agua subterránea (principal fuente de abastecimiento en la Península) presente a una alta concentración de contaminantes (yesos, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos, entre otros) por el arrastre. Aparte de haber incertidumbre para encontrar agua subterránea a poca profundidad.

En la localidad de San Antonio Soda, actualmente no se cuenta con infraestructura formal para el

¹ En las coordenadas Caobas: Latitud: N 18° 26' 43.34" Longitud: W 89° 06' 21.09" San Antonio Soda: Latitud: N 18° 25.7' 7.79" Longitud: W 89° 08' 7.60

² Según los índices de CONAPO 2010, la localidad de Caobas tiene un índice de marginación de - 0.45 y San Antonio Soda 0.014.

a) Diagnóstico de la Situación Actual

abastecimiento siendo su única fuente un cuerpo de agua superficial³ (cercana a la localidad) desde donde se acarrea el agua; mientras que en Caobas la principal fuente de abastecimiento consiste en un pozo ubicado dentro de la mancha urbana (con horario de bombeo diferido), cuya agua extraída ha ocasionado que en la red de distribución (PVC con diámetros de entre 2 a 3 pulgadas dividida por zonas) se presenten obstrucciones por incrustaciones que reducen la capacidad de conducción. Además de que la población se queja de la calidad del agua, ya que deja residuos de calcio y magnesio dando un aspecto blancuzco en los recipientes; lo que a su vez causa molestias porque se refleja en gastos por concepto de adquisición de químicos para limpieza de los depósitos, instalaciones y muebles sanitarios.

En Caobas el crecimiento de la mancha urbana ha obligado al organismo operador a dividir la red de distribución en 2 zonas para poder brindarles el servicio con bombeos de 2 horas por zona, 3 veces por semana. Asimismo, la infraestructura de distribución existente resulta insuficiente para el abastecimiento de las nuevas zonas de crecimiento en la localidad lo que ha derivado en que existan tomas largas de hasta 50 M, cuya presencia (en su mayoría superficiales) ha provocado que se tengan pérdidas por fugas, reduciendo el caudal disponible para los habitantes en las zonas más alejadas.

Esta situación ha ocasionado que los habitantes en ambas localidades, deban incurrir en costos adicionales por el uso de métodos alternativos tales como la compra de agua purificada embotellada (para cocinar sus alimentos), la compra de agua en pipas y la construcción de sistemas para captar el agua pluvial. Es de señalarse que el uso de estos métodos alternativos representa un riesgo para la salud pública ya que pueden causar enfermedades gastrointestinales y de la piel, incrementando la demanda de servicios médicos en ambas localidades, así como los costos por gastos médicos (de no contar con el servicio).

Para la solución al problema de abastecimiento de agua potable de esta zona, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo ha realizado importantes estudios como el estudio Geohidrológico para el acueducto de Nicolás Bravo-Caobas-San Antonio soda-La Lucha-Progreso, ejecutado en 2011 con recursos del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.

En este estudio se identificó acuíferos aprovechables y se desarrolló el anteproyecto de un acueducto para la conducción desde la zona de captación ubicado en el rancho "La Esperanza" (a 9.44 kilómetros de la localidad de Caobas) hasta los asentamientos humanos referidos, a partir del cual surgió el proyecto denominado **"SISTEMA INTEGRAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE CAOBAS Y SAN ANTONIO SODA"**, encaminado a satisfacer las necesidades de los habitantes de estas localidades y subsanar la problemática actual.

³ El agua de esta fuente presenta un aspecto turbio y rebasa los límites permitidos de ciertas sustancias como la dureza total, sulfatos, sólidos disueltos totales, lo que la hace no adecuada para el consumo humano.

b) Análisis de la Oferta Actual

CAOBAS

La localidad de Caobas, cuenta con un sistema formal de abastecimiento de agua potable, consistente en un pozo de extracción, una línea de conducción-distribución, dos tanques elevados y la red de distribución.

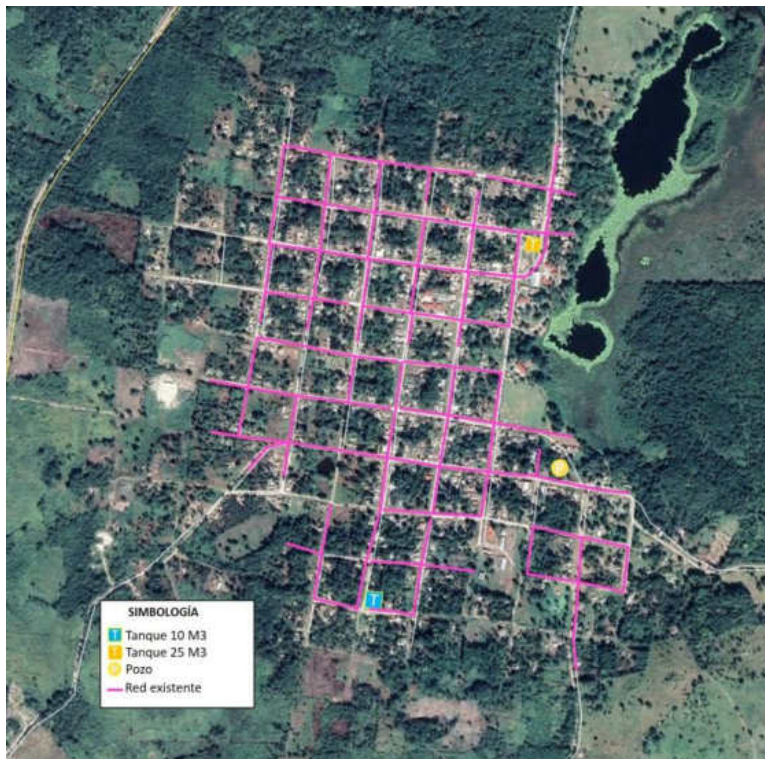


Figura II 2 Sistema de abastecimiento actual de la localidad de Caobas

El pozo de extracción tiene una profundidad de 150 metros, está equipado con una bomba de tipo sumergible⁴, una columna de succión (135 M) y un tren de descarga de 4" de Fo.Ga., un equipo de cloración y es operado desde un murete donde se encuentran el tablero con el arrancador principal y se bombea 20 litros por segundo (l/s⁵).

⁴ En el año 2001 se cambió el equipo de bombeo vertical por uno sumergible.

⁵ Esto es debido a que el equipamiento utilizado es de mayor capacidad a la que necesitan porque es el único que tenía disponible el organismo operador para sustituir el que tenían.

b) Análisis de la Oferta Actual



Figura II 3 Zona de captación de la localidad de Caobas

Para la regulación, la localidad cuenta con dos tanques elevados, cuyas capacidades de 10 M³ y 25 M³, debido al crecimiento de la mancha urbana, han sido rebasadas y actualmente se encuentran fuera de operación. Ambos tanques presentan agrietamientos y desprendimiento de concreto, poniendo en riesgo la seguridad de los habitantes que transiten por la zona, y haciéndolos endeblés ante algún fenómeno meteorológico.



Figura II 4 Tanques elevados de 10 y 25 m³ de capacidad de la localidad de Caobas

El sistema opera mediante bombeo directo a la red, la cual consiste en tubería de PVC de 4", 3", 2.5" y 2" de diámetro y presenta una antigüedad aproximada de 35 años. De esta, al menos el 40% fue instalada en zanja hecha manualmente por los habitantes de la localidad, y al tratarse de un terreno rocoso, la tubería ha quedado expuesta en algunas partes, generando la cristalización de la misma, disminuyendo su vida útil y aumentando el número de fugas. Además de que al no cubrir el 100% de la mancha urbana⁶, existen tomas largas de hasta 50 M (en su mayoría superficiales), que han provocado que se tengan pérdidas por fugas, reduciendo el caudal disponible para los habitantes en las zonas más alejadas.

Cabe señalar, que por las características de la zona en la que se encuentra (cárstica), la calidad del agua que se extrae, presenta una alta cantidad de yeso y rebasa los límites permitidos de ciertas sustancias⁷, haciéndola no adecuada para el consumo humano.

⁶ La última ampliación fue en el año 2001, instalando 1,460 metros de tubería de PVC de 2.5" de diámetro.

⁷ causantes del aspecto turbio en el agua extraída.

b) Análisis de la Oferta Actual

FUENTE	CODIGO DE MUESTRA	D. TOTAL NMX-AA-072- SCFI-2001	D. CALCIO NMX-AA-072- SCFI-2001	TURBIEDAD NMX-AA-08B- SCFI-2001	STD	FLUORUROS NMX-AA-077- SCFI-2000	N. AMONIACAL	N. NITRATO NMX-AA-082- SCFI-1986	SULFATOS NMX- AA-074-SCFI- 1981
NOM-127-SSA1-1994		100 Mg/L	100 Mg/L	5 UNTN	1000 Mg/L	1.5 Mg/L	0.5 Mg/L	10.0 Mg/L	400 Mg/L
RED DIST CAOBAS	O.P.B.-RUR-AG-PZ-0604-2015	1840	1440	1	1463	1.42	2.06	1.7	1300
POZO CAPA, CAOBAS	O.P.B.-RUR-AG-PZ-0605-2015	1840	1440	1	1463	1.48	1.05	1.5	1100

Figura II 5 Resultados de muestra realizada por el Organismo Operador de OPB, se observa que ambas muestras se excede en las durezas total

Otra problemática que se relaciona con la calidad del agua extraída, es que la fontanería del tren de descarga en el pozo presenta fugas por corrosión en las piezas que lo conforman y que en la red de distribución se presenta una acumulación excesiva de sarro, lo que disminuye el diámetro útil de la tubería, traduciéndose en la disminución del flujo del agua servida.



Figura II 6 Red de distribución con acumulación excesiva de sarro.

SAN ANTONIO SODA

En la localidad de San Antonio Soda, no se cuenta con un sistema formal de abastecimiento de agua potable.

Por lo que cada 15 días, desde la localidad de Nicolás Bravo (ubicada a aproximadamente 30 Km de distancia), la CAPA envía 4 pipas (de 10 mil litros de capacidad) para suministrar parcialmente un captador pluvial comunitario de 100 M³ de concreto armado, desde el cual los habitantes pueden acarrear agua hasta sus viviendas.

Handwritten signature or mark.

b) Análisis de la Oferta Actual

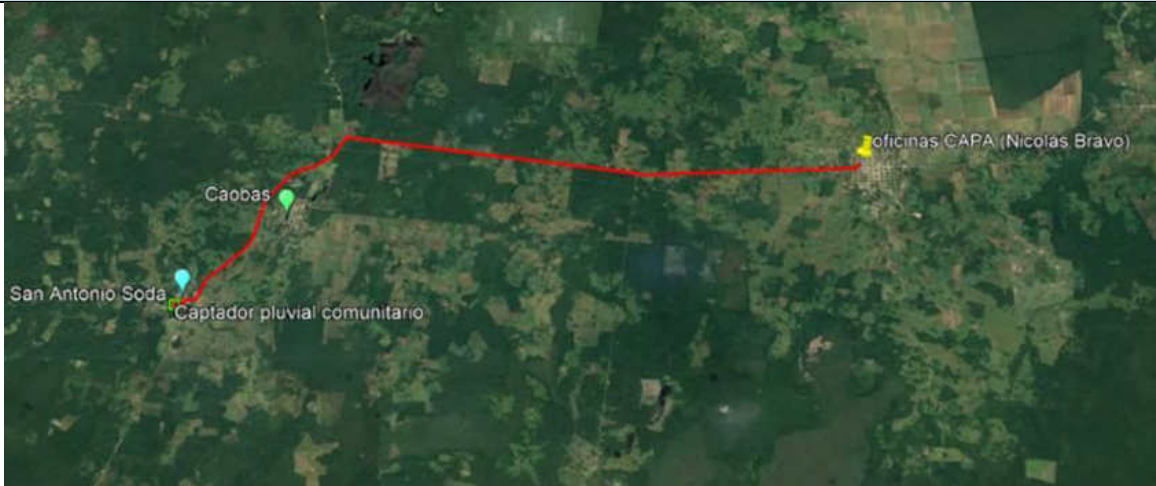


Figura II 7 Ruta para abastecer a la localidad de San Antonio Soda desde Nicolás Bravo



Figura II 8 Ubicación del captador pluvial comunitario de la localidad de San Antonio Soda

Adicionalmente, la localidad se abastece de agua pluvial por lo que al menos el 90% de las viviendas cuenta con captadores pluviales individuales de concreto armado con capacidad para diez mil litros de capacidad.

b) Análisis de la Oferta Actual



Figura II 9 Captadores pluviales

c) Análisis de la Demanda Actual

CAOBAS

En la localidad de Caobas se cuenta con 1,501 habitantes distribuidos en 406 viviendas⁸. Del total de viviendas 370 cuentan con toma de agua, de las cuales 43 son tomas largas con longitudes de entre 50 y 200 metros; de igual manera, la localidad cuenta con 7 tomas de servicios (bachilleres, cementerio, templos, iglesia, carpintería y aserradero), de las cuales una toma es larga.



Figura II 10 Tomas largas

Actualmente se tiene una dotación de 185 litros por habitante al día (LHD) tomando en cuenta que esto es para los habitantes que se encuentran dentro del área donde existe la red de distribución y que están ubicados al principio de la localidad. A pesar de que en algunas viviendas el suministro es suficiente para satisfacer sus necesidades, la calidad del agua servida no les resulta de utilidad

⁸ Además de las viviendas habitadas, hay 16 viviendas en construcción y 48 deshabitadas.

12

c) Análisis de la Demanda Actual

(presenta una alta cantidad de sarro).



Figura II 11 Limpieza de tinaco por exceso de sarro.

Por lo anterior, los usuarios en la localidad recurren a métodos alternativos tales como el acarreo desde el cuerpo de agua cercano a la localidad, la recolección de agua pluvial mediante tinacos de polietileno de diferentes capacidades (450, 750, 1,100 litros) dependiendo de sus capacidades económicas. El agua pluvial la utilizan para beber y para la preparación de alimentos; otra parte de la población con mayor capacidad de adquisición consume agua purificada embotellada. En la localidad no es muy común la compra de agua en pipas, hacen uso de estas en temporadas de sequía.



Figura II 12 Método alternativo para captación pluvial

SAN ANTONIO SODA

En la localidad de San Antonio Soda actualmente hay 541 personas distribuidas en 170 viviendas y 11 usuarios de servicios generales (escuelas, iglesias, comedor comunitario, casa de salud y subdelegación).

Los cuales, al no contar con un sistema formal de agua potable, se abastecen por medio de pipas, las cuales son provistas por la CAPA (de forma gratuita) desde la localidad de Nicolás Bravo (ubicada a aproximadamente 30 Km de distancia), con 4 pipas (de 10 mil litros de capacidad) cada 15 días, es

18

c) Análisis de la Demanda Actual

decir que en la localidad se tiene una dotación por habitante día de 4.93 litros.



Figura II 13 Pipa de CAPA para abastecer a la localidad

De acuerdo con las autoridades de la localidad, se necesitarían de al menos 120 pipas al mes, lo que se resume a una dotación de 75 litros por habitante por día, por lo que, para poder asegurar su consumo, los habitantes de la localidad, de acuerdo a sus posibilidades, debe recurrir a métodos alternativos ya sea la compra de agua en pipa a particulares⁹ y/o la captación pluvial.

En algunos casos, cuando las personas no tienen otra alternativa, acuden a la aguada cercana a la localidad para acarrear agua o en su caso para lavar su ropa en la misma.



Figura II 14 De regreso a la localidad, después de haber ido a lavar a la aguada cercana.

En la localidad al menos el 95% de las viviendas cuentan con captadores pluviales individuales de 10 mil litros de capacidad¹⁰.

⁹ Con un costo aproximado de \$300 por viaje.

¹⁰ hechos de concreto armado con un precio aproximado de \$45,000 y una vida útil de 20 años.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda actual

CAOBAS

En la actualidad, existen 36 viviendas sin tomas domiciliarias, y 43 viviendas cuentan con tomas largas las cuales requieren ser sustituidos por el daño que presentan al estar a la intemperie. Estas 79 viviendas se encuentran ubicadas en los extremos más alejados de la localidad, por lo que el suministro de agua es nulo o insuficiente (dependiendo de su situación). Además de lo anteriormente expuesto, debido a su ubicación el acarreo de agua del cuerpo de agua cercano hasta sus hogares se hace más difícil, y en algunos casos requiere de un costo, esto porque la mayoría de las personas que habitan esta zona son personas de la tercera edad, las cuales no cuentan con un medio de transporte para realizarlo o la fuerza suficiente para poder acarrear el agua, por lo que tienen que pagar¹¹ para que alguien más lo haga por ellos.

En el caso de las 370 viviendas que cuentan con una toma domiciliaria (y de las 43 con toma larga), la principal queja de los habitantes es la mala calidad del agua, debido a esto no puede desarrollar sus actividades diarias con normalidad. Por ejemplo, no pueden lavar su ropa o trastes porque el agua hace que no se produzca suficiente espuma para llevar a cabo correctamente estas actividades. Además de que los habitantes han expresado su molestia ya que deja residuos de calcio y magnesio en los recipientes dándoles un aspecto blancuzco por lo que tienen que invertir en artículos de limpieza extra para poder quitar este aspecto, y que al bañarse o lavarse las manos con esta agua, la piel toma un aspecto blancuzco y seco, por lo que tienen que hacer uso de cremas humectantes, que se traduce en gastos extras.

El principal problema de la captación pluvial, es que no todos los habitantes tienen el poder adquisitivo para comprar algún dispositivo de almacenamiento, además de que dependen de la frecuencia con la que llueva, por lo que incurren en otros gastos para cubrir sus necesidades en cuanto a agua potable.

SAN ANTONIO SODA

En la actualidad, existen 168 viviendas y 11 espacios públicos que requieren del servicio de agua potable, y al no contar con él se ven obligados a recurrir al servicio de pipas.

La CAPA, les proporciona 8 pipas de manera mensual para toda la localidad, estas pipas son abastecidas desde la localidad de Nicolás Bravo (a 30 kilómetros de distancia). Esto es insuficiente para satisfacer las necesidades de la localidad, se estima que para poder cubrir las necesidades de todos los habitantes se necesitaría hacer el uso de este servicio con 120 pipas en todo el mes, lo que representaría un gasto de \$36,000, que al ser una localidad en donde el nivel socioeconómico de la mayoría es bajo, es imposible de solventar.

¹¹ El costo varía, y va desde los \$20 a los \$100.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda actual



Figura II 15 Personal del Organismo Operador abasteciendo a pobladores

Por lo anterior, el 95% de las viviendas han optado por hacer uso de captadores pluviales de concreto armado con un periodo de vida útil de 20 años y con un costo de \$45,000, lo que hace difícil que puedan ser sustituidos al término de su vida útil, o que el resto de las viviendas que no cuentan con el captador puedan adquirir uno. El que, la captación de agua pluvial sea su principal forma de abastecimiento de agua, presenta el problema de depender de la frecuencia del mismo. Por lo que en temporadas de calor o sequía tengan que hacer uso de otros métodos (compra de pipas o agua embotellada) lo que representa un golpe en su economía.

III. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión

a) Optimizaciones

Se analizaron las siguientes opciones como optimización para abastecer de agua potable a San Antonio Soda y a la parte de la localidad de Caobas que no cuenta con red de agua potable.

Para asegurar el suministro de agua potable a la localidad de San Antonio Soda se pretende incrementar la frecuencia con la que se abastece con 6 pipas (de 10 mil litros de capacidad) a la semana, con un costo de operación anual sin IVA de \$90,000 y un costo de mantenimiento anual de \$1,400 sin IVA. Considerando una vida útil restante del vehículo de 5 años, se plantea la adquisición de una pipa nueva con una inversión sin IVA de \$ 603,448.28 con un periodo de vida útil de 10 años.

Con respecto a la localidad de Caobas para alcanzar una cobertura de 100% se pretende ampliar 7,076 ML de red de distribución (PVC de 4" y 6" de diámetro) para la interconexión de 150 tomas



a) Optimizaciones

domiciliarias (para las casas que tienen toma larga, para las que no cuentan con tomas y para la sustitución de las tomas dañadas). Considerando una inversión inicial sin IVA de \$ 3,795,797.04, con un costo de mantenimiento anual sin IVA de \$7,482 con un periodo de vida útil de 10 años.

Del análisis que se realizó de dichas optimizaciones, se concluye que ambas son técnicamente viables, e implican un costo un poco mayor al 10% de la inversión objeto del presente estudio.

b) Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión

Tomando en cuenta que las acciones de optimización consistieron en el uso de pipas en el caso de San Antonio Soda, y en la ampliación de la red de distribución en la localidad de Caobas, es importante señalar, que estas alternativas de optimización no incluyen la solventación de la problemática de la calidad del agua extraída. Por lo que todos los problemas que se presentan derivado de esto, seguirían sin atenderse.

Caobas

En el caso de la localidad de Caobas, seguirá contando con un sistema formal de abastecimiento de agua potable, consistente en un pozo de extracción, una línea de conducción-distribución, dos tanques elevados y la red de distribución.

El pozo de extracción tiene una profundidad de 150 metros, está equipado con una bomba de tipo sumergible, una columna de succión (135 M) y un tren de descarga de 4" de Fo.Ga., un equipo de cloración y es operado desde un murete donde se encuentran el tablero con el arrancador principal y se bombea 20 litros por segundo (l/s).

Para la regulación, la localidad cuenta con dos tanques elevados, cuyas capacidades de 10 M³ y 25 M³, debido al crecimiento de la mancha urbana, han sido rebasadas y actualmente se encuentran fuera de operación.

El sistema opera mediante bombeo directo a la red, la cual consiste en 23,911 ML de tubería de PVC de 6", 4", 3", 2.5" y 2" de diámetro con una cobertura del 100% de la mancha urbana. Atendiendo a un total de 406 viviendas existentes en la localidad.

b) Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión

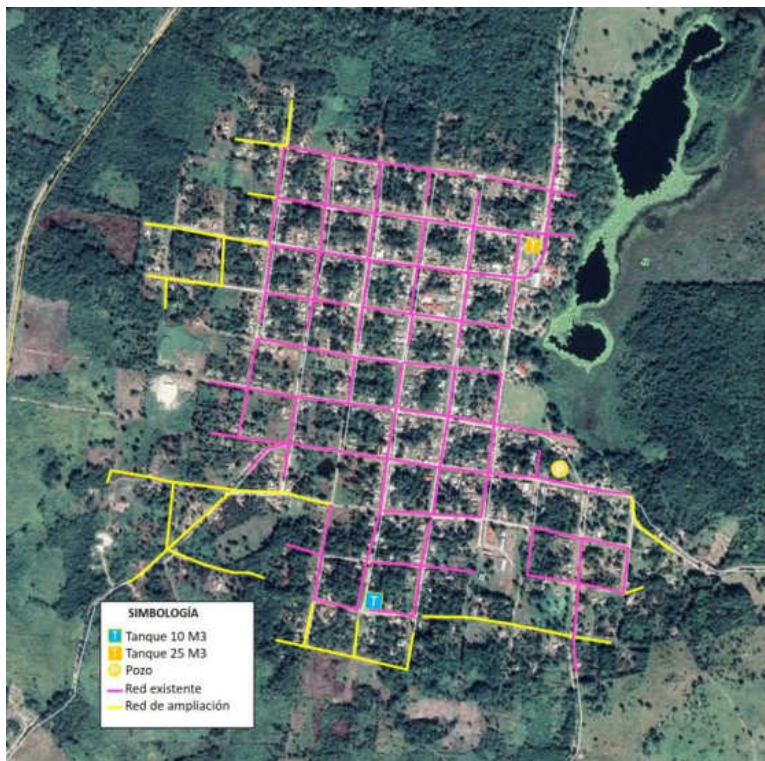


Figura III 1 Sistema de abastecimiento de la localidad de Caobas (sin proyecto)

San Antonio Soda

Mientras que en el caso de la localidad de San Antonio Soda, seguirá sin contar con un sistema formal de abastecimiento de agua potable, por lo que la localidad se continuará abasteciendo por medio de pipas provistas por la CAPA desde la localidad de Nicolás Bravo (ubicada a aproximadamente 30 Km de distancia), con 12 pipas (de 10 mil litros de capacidad) cada 15 días, que descarguen a un captador pluvial comunitario de 100 M³ de concreto armado, desde el cual los habitantes pueden acarrear agua hasta sus viviendas.

Así como de agua pluvial, este último por medio de captadores pluviales individuales de 10 mil litros de capacidad hechos de concreto armado (al menos el 95% de las viviendas cuenta con estos).

29

b) Análisis de la Oferta sin el Programa o Proyecto de Inversión

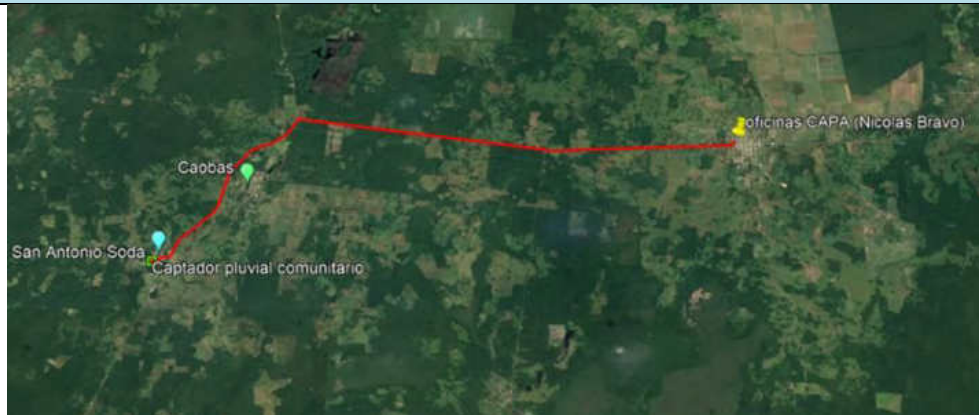


Figura III 2 Trayecto de la localidad de Nicolás Bravo a San Antonio Soda



Figura III 3 Ubicación del captador comunitario de la localidad de San Antonio Soda

c) Análisis de la Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión

CAOBAS

En la localidad de Caobas se cuenta con 1,501 habitantes distribuidos en 406 viviendas y 7 usuarios de servicios generales (bachilleres, cementerio, templos, iglesia, carpintería y aserradero), de las cuales una toma es larga. Con una dotación de 185 litros por habitante al día (LHD). A pesar de que el suministro sería suficiente para satisfacer las necesidades de todos los habitantes, la calidad del agua servida no les resultara de utilidad para la realización de sus actividades por la alta cantidad de yeso.

Por lo anterior, los usuarios en la localidad seguirían recurriendo a métodos alternativos tales como el acarreo desde el cuerpo de agua cercano a la localidad, la recolección de agua pluvial mediante

tinacos de polietileno de diferentes capacidades (450, 750, 1,100 litros) dependiendo de sus capacidades económicas. El agua pluvial la utilizan para beber y para la preparación de alimentos; otra parte de la población con mayor capacidad de adquisición consume agua purificada embotellada. En la localidad no es muy común la compra de agua en pipas, hacen uso de estas en temporadas de sequía.

SAN ANTONIO SODA

En la localidad de San Antonio Soda actualmente hay 541 personas distribuidas en 170 viviendas y 11 usuarios de servicios generales (escuelas, iglesias, comedor comunitario, casa de salud y subdelegación).

Los cuales, al no contar con un sistema formal de agua potable, se abastecen por medio de pipas, las cuales son provistas por la CAPA (de forma gratuita) desde la localidad de Nicolás Bravo (ubicada a aproximadamente 30 Km de distancia), con 12 pipas (de 10 mil litros de capacidad) cada 15 días, es decir que en la localidad se tiene una dotación por habitante día de 15.68 litros.

Por lo que, para poder asegurar su consumo, los habitantes de la localidad, de acuerdo a sus posibilidades, debe recurrir a métodos alternativos ya sea la compra de agua en pipa a particulares y/o la captación pluvial. Con 12 pipas adicionales a los que de por sí envía la CAPA, lo que se resume a una dotación de 21.95 litros por habitante por día. De acuerdo con las autoridades de la localidad, se necesitarían de al menos 120 pipas al mes, lo que representaría una dotación de 75 litros por habitante por día.

En la localidad al menos el 95% de las viviendas cuentan con captadores pluviales individuales de 10 mil litros de capacidad.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión

Con la dotación de agua potable a las localidades de San Antonio Soda y a la parte faltante de la localidad de Caobas, producto de la ejecución de las acciones de optimización, se logrará que:

CAOBAS

En la localidad de Caobas los 1,501 habitantes distribuidos en 406 viviendas, con 185 litros por habitante al día. Es importante destacar, que aunque la cobertura de agua potable en la localidad será del 100%, la calidad del agua servida seguirá siendo un problema. Por lo que, los usuarios seguirían recurriendo a métodos alternativos tales como el acarreo desde el cuerpo de agua cercano a la localidad, la recolección de agua pluvial mediante tinacos de polietileno de diferentes capacidades (450, 750, 1,100 litros) dependiendo de sus capacidades económicas.

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda sin el Programa o Proyecto de Inversión

SAN ANTONIO SODA

Mientras que, en la localidad de San Antonio Soda las 541 personas distribuidas en 170 viviendas, seguirán sin contar con un sistema de abastecimiento formal.

Pero al aumentar el número de pipas enviadas mensualmente, el agua dotada será de 4.93 a 15.68 litros por habitante al día. Lo cual representa un 300% más de lo que se les dotaba sin la optimización propuesta. Sin embargo, la dotación seguiría siendo insuficiente, ya que de acuerdo con las autoridades locales el consumo mínimo por habitante al día debería de ser de 75 litros. Por lo que los habitantes seguirían recurriendo a métodos alternativos para asegurar su consumo, ya sea con la compra de agua en pipa a particulares, captación pluvial y/o acarreado agua de la aguada cercana.

e) Alternativas de solución

Para poder dotar de agua potable de calidad para las localidades de Caobas y de San Antonio Soda se pretende la construcción de un sistema integral de abastecimiento que incluye:

- Línea de transmisión eléctrica aérea
- Perforación y equipamiento de un Pozo de extracción en el rancho la Esperanza ubicado a 9.4 km de la localidad de Caobas
- 13.643 km de Acueducto, dividido en dos tramos: del pozo-Caobas, y de Caobas-San Antonio Soda
- La construcción de un tanque AP 500 M3 con su equipamiento
- La construcción de un tanque AP 250 M3
- 6 km de Red de distribución AP en la localidad de San Antonio Soda.

Alternativa 1

“Acueducto con Tubería de Hierro Dúctil y tanques de vidrio fusionado al acero de 500 M3 y 250 M3”

La característica principal de la alternativa 1 presentada, es el material utilizado para la construcción del acueducto y los tanques.

El equipamiento eléctrico, mecánico y civil del pozo existente localizado a 9.4 Km de la localidad de Caobas, así como la construcción de un acueducto, dividido en 2 tramos, desde el pozo hasta la localidad de San Antonio Soda, pasando por la localidad de Caobas, constara de un tramo con tubería de hierro dúctil de 8” con una longitud de 9,429 ml y otro tramo con una tubería de hierro dúctil de 6”

Alternativa 1

con una longitud de 4,214 ml; De igual manera se pretende instalar un tanque de vidrio fusionado al acero en la localidad de Caobas para la distribución y rebombeo hacia la localidad de San Antonio Soda con una capacidad de almacenamiento de 500 m³, que estará equipado con un motor de 10 lps, así como las acciones complementarias como caseta de bombeo, instalación eléctrica, equipamiento y otros; En la localidad de San Antonio Soda se pretende la instalación de un tanque vidrio fusionado al acero de almacenamiento con una capacidad de 250 m³, así como las acciones complementarias como caseta de control, instalación eléctrica, equipamiento y otros, la cual estará abasteciendo por gravedad a la red de agua potable, dicha red se estará instalando en toda la localidad con un diámetro en las tuberías principales de 4" con una longitud de 1,000 m y un diámetro en tuberías secundarias de 3" con una longitud de 5,000 m.



Figura III 4 Imagen ilustrativa de tubería de hierro dúctil U un tanque de 500 m3 vidrio fusionado al acero

Tabla III 1 Descripción de los componentes de la alternativa 1

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES			
Componente	Tipo	Cantidad	Principales características
Línea de transmisión eléctrica aérea	ML	2,400	Trazo y nivelación de línea eléctrica (L.A.T.) con equipo topográfico, cotas, cadenamiento y referencias, incluye: señalización, brecheo, material, mano de obra y herramienta.
Acciones en el Pozo de extracción	PIEZA	1.00	Despalme, desenraice, limpieza, trazo y nivelación del terreno. Traslado y montaje del equipo de perforación. Desazolve y aforo del pozo. Perforación del pozo, equipamiento electromecánico, suministro e instalación de fontanería de succión y descarga.

Handwritten signature or mark.

Alternativa 1			
Acueducto	ML	13,643	Limpieza, trazo y nivelación para línea de agua potable, estableciendo niveles y ejes de referencia. Excavación de zanjas en cualquier tipo de material y suministro e instalación de tubería de Hierro dúctil y 6 y 8" de diámetro.
Tanque AP 500 M3	PIEZA	1	Demolición del tanque actual de la localidad de Caobas, limpieza, trazo y nivelación del área de construcción. Excavación, plantilla e instalación del tanque vitrofusionado de 500 m3. Suministro e instalación del equipamiento electromecánico, de válvulas de compuerta y de seccionamiento, de la bomba dosificadora de cloro y del tren de descarga. Así como también la instalación eléctrica requerida para el funcionamiento del pozo.
Tanque AP 250 M3	PIEZA	1	Limpieza, trazo y nivelación del área de construcción. Excavación, plantilla e instalación del tanque vitrofusionado de 250 m3. Suministro e instalación de válvulas de compuerta y de seccionamiento.
Red de distribución AP (San Antonio Soda)	ML	6,000	Limpieza, trazo y nivelación para línea de agua potable, suministro e instalación de 5,000 m de tubería de 3" diámetro de PVC y 1,00 m de tubería de 4" de diámetro de PVC.

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

De acuerdo a la alternativa presentada, se requiere una inversión de \$ 70,850,116.75 para poder realizar la obra. Dentro de la cual se debe considerar entre los costos asociados al proyecto, los costos de operación, que incluye el pago por concepto de energía eléctrica en el pozo de extracción ubicado a 9.4 Km de la localidad de Caobas, así como el pago de energía eléctrica para las casetas de operación para bombeo y rebombeo. De la misma forma se considera costos por concepto de mantenimiento anualmente para los 13,643 m de tubería de hierro dúctil del acueducto y los 6,000 m de PVC para la red de distribución de San Antonio Soda, por lo que la presente alternativa tiene un costo por operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de \$ 11,782,529.16.

En cuanto a reinversión, se considera que los equipos de bombeo se deben cambiar cada 10 años que

Alternativa 1

es cuando cumplen su periodo de vida útil. Mientras que los accesorios de protección para el acueducto (VAEAS), tienen un periodo de vida útil de 5 años, por lo que las 15 VAEAS deberán ser sustituidas cada 5 años, por lo que la presente alternativa tiene un costo por reinversión durante la vida útil del proyecto de \$ 1,771,490.73.

Tabla III 2 Tabla de los costos identificados asociados a la alternativa 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS ASOCIADOS			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial	Monto total del presupuesto para todos los componentes	\$ 70,850,116.75	Año 0
Costos de extracción	Costo de energía eléctrica en el pozo de extracción	\$ 275,688	Anual
Costos de operación y mantenimiento	Costos para el mantenimiento del acueducto y de la red de distribución en San Antonio Soda, y los costos de energía eléctrica por bombeo y rebombeo	\$ 113,210.00	Anual
Reinversión: Equipos de bombeo	Costo de una bomba de 50 hp y de dos de 5 hp	\$ 470,322.00	Cada 10 años
Reinversión: Accesorios de protección acueducto	Costo de 15 VAEAS	\$ 166,169.00	Cada 5 años

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

Alternativa 2 (PPI)

"Acueducto con tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y tanques de concreto de 500 M3 y 250 M3"

La característica principal de la alternativa 2 presentada, es el material utilizado para la construcción del acueducto y los tanques.

El equipamiento eléctrico, mecánico y civil del pozo existente localizado a 9.4 Km de la localidad de Caobas, así como la construcción de un acueducto, dividido en 2 tramos, desde el pozo hasta la

Alternativa 2 (PPI)

localidad de San Antonio Soda, pasando por la localidad de Caobas, constara de un tramo con tubería PEAD de 200 mm (8") con una longitud de 9,429 ml y otro tramo con una tubería PEAD de 150 mm (6") con una longitud de 4,214 ml; De igual manera se pretende construir un tanque de concreto armado para regulación en la localidad de Caobas para distribución y rebombeo hacia la localidad de San Antonio Soda con una capacidad de almacenamiento de 500 m³, que estará equipado con un motor de 10 lps, así como las acciones complementarias como caseta de bombeo, instalación eléctrica, equipamiento y otros; En la localidad de San Antonio Soda se pretende la construcción de un tanque de concreto armado para almacenamiento con una capacidad de 250 m³, así como las acciones complementarias como caseta de control, instalación eléctrica, equipamiento y otros, la cual estará abasteciendo por gravedad a la red de agua potable, dicha red se estará instalando en toda la localidad con un diámetro en las tuberías principales de 4" con una longitud de 1,000 ml y un diámetro en tuberías secundarias de 3" con una longitud de 5,000 ml.



Figura III 5 Imagen ilustrativa de tubería de PEAD y un tanque de concreto

Tabla III 3 Descripción de los componente de la alternativa 2

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES			
Componente	Tipo	Cantidad	Principales características
Línea de transmisión eléctrica aérea	ML	2,400	Trazo y nivelación de línea eléctrica (L.A.T.) con equipo topográfico, cotas, cadenamiento y referencias, incluye: señalización, brecheo, material, mano de obra y herramienta.

Alternativa 2 (PPI)

Acciones en el Pozo de extracción	M2	7.84	Despalme, desenraice, limpieza, trazo y nivelación del terreno. Traslado y montaje del equipo de perforación. Desazolve y aforo del pozo. Perforación del pozo, equipamiento electromecánico, suministro e instalación de fontanería de succión y descarga.
Acueducto	ML	13,643	Limpieza, trazo y nivelación para línea de agua potable, estableciendo niveles y ejes de referencia. Excavación de zanjas en cualquier tipo de material y suministro e instalación de tubería de PEAD y 6 y 8" de diámetro.
Tanque AP 500 M3	PIEZA	1	Demolición del tanque actual de la localidad de Caobas, limpieza, trazo y nivelación del área de construcción. Excavación, plantilla y construcción del tanque de concreto armado de 500 m3. Suministro e instalación del equipamiento electromecánico, de válvulas de compuerta y de seccionamiento, de la bomba dosificadora de cloro y del tren de descarga. Así como también la instalación eléctrica requerida para el funcionamiento del pozo.
Tanque AP 250 M3	PIEZA	1	Limpieza, trazo y nivelación del área de construcción. Excavación, plantilla y construcción del tanque de concreto armado de 250 m3. Suministro e instalación de válvulas de compuerta y de seccionamiento.
Red de distribución AP (San Antonio Soda)	ML	6,000	Limpieza, trazo y nivelación para línea de agua potable, suministro e instalación de 5,000 m de tubería de 3" diámetro de PVC y 1,00 m de tubería de 4" de diámetro de PVC.

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

Alternativa 2 (PPI)

De acuerdo a la alternativa presentada, se requiere invertir \$ 43, 905, 172.41 para poder realizar la obra. Dentro de la cual se debe considerar entre los costos asociados al proyecto, los costos de operación, que incluye el pago por concepto de energía eléctrica en el pozo de extracción ubicado a 9.4 Km de la localidad de Caobas, así como el pago de energía eléctrica para las casetas de operación para bombeo y rebombeo. De la misma forma se considera costos por concepto de mantenimiento anualmente para los 13,643 m de tubería de PEAD del acueducto y los 6,000 m de PVC para la red de distribución de San Antonio Soda, con un monto de operación y mantenimiento por \$ 7,160,605.89.

En cuanto a reinversión, se considera que los equipos de bombeo se deben cambiar cada 10 años que es cuando cumplen su periodo de vida útil. Mientras que los accesorios de protección para el acueducto (VAEAS), tienen un periodo de vida útil de 5 años, por lo que las 15 VAEAS deberán ser sustituidas cada 5 años, por lo que la presente alternativa tiene un costo por reinversión durante la vida útil del proyecto de \$ 1,112,871.36.

Tabla III 4 Costos asociados al proyecto presentado como alternativa 2

IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS ASOCIADOS			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial	Monto total del presupuesto para todos los componentes	\$ 43,905,172.41	Año 0
Costos de extracción	Costo de energía eléctrica en el pozo de extracción	\$ 275,688.00	Anual
Costos de operación y mantenimiento	Costos para el mantenimiento del acueducto y de la red de distribución en San Antonio Soda, y los costos de energía eléctrica por bombeo y rebombeo	\$ 103 598.00	Anual
Reinversión: Equipos de bombeo	Costo de una bomba de 50 hp y de dos de 5 hp	\$ 470,322.00	Cada 10 años
Reinversión: Accesorios de protección acueducto	Costo de 15 VAEAS	\$ 166,169.00	Cada 5 años

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

Selección de la alternativa

Del análisis se destacó que, a pesar de que la tubería de hierro dúctil tiene menos gastos anuales de mantenimiento, la tubería de PEAD presenta características tales como: una alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, facilidad de instalación de las uniones que se logra aplicando calor y uniendo las piezas con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar, lo que garantiza la hermeticidad en la red, lo cual minimiza el impacto que tiene al tener mayor costo por concepto de mantenimiento.

Considerando una tasa de descuento social del 10%, a continuación, se muestra el análisis de alternativas, se presenta el costo anual equivalente:

Tabla III 5 Comparativa de CAE de las dos alternativas presentadas

CAE Alternativa1	CAE Alternativa 2
\$ 7,930,446.20	\$ 5,547,605.17

Fuente: elaboración de la Dirección de Planeación Financiera de la CAPA

Tabla III 6 Resultados obtenidos después del análisis de ambas alternativas

Concepto	Alternativa I	Alternativa II (Proyecto)
Costo Anual Equivalente (CAE)	7,930,446.20	5,547,605.17
Valor Presente del Costo (VPC)	74,759,638.02	47,229,890.06
Tasa Social de descuento (r)	10.00%	10.00%
Años de vida útil del activo (m)	30	20
Años del horizonte de evaluación (n)	31	21

Fuente: elaboración de la Dirección de Planeación Financiera de la CAPA

Por lo anterior, se determina que la mejor alternativa a ejecutar es la Alternativa en la que se utilizan tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) para el acueducto y tanques de concreto armado, en lugar de tuberías de hierro dúctil y tanques prefabricados vidrio fusionados al acero.

a) Descripción general

Para poder dotar de agua potable de calidad para las localidades de Caobas- San Antonio soda se pretende la construcción de un sistema integral de abastecimiento que incluye:

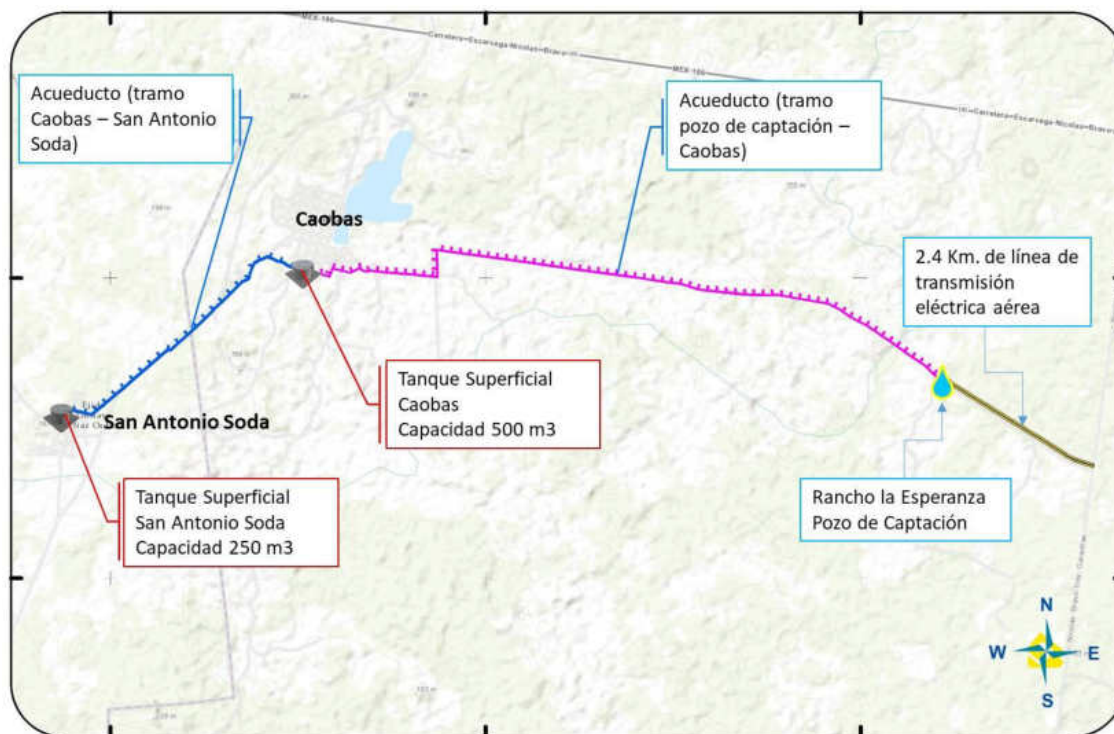


Figura IV 1 Localización del proyecto

El equipamiento eléctrico, mecánico y civil del pozo existente localizado a 9.4 Km de la localidad de Caobas, así como la construcción de un acueducto, dividido en 2 tramos, desde el pozo hasta la localidad de San Antonio Soda, pasando por la localidad de Caobas, constara de un tramo con tubería PEAD de 200 mm (8") con una longitud de 9,429 ml y otro tramo con una tubería PEAD de 150 mm (6") con una longitud de 4,214 ml; De igual manera se pretende construir un tanque de regulación en la localidad de Caobas para distribución y rebombeo hacia la localidad de San Antonio Soda con una capacidad de almacenamiento de 500 m³, que estará equipado con un motor de 10 lps, así como las acciones complementarias como caseta de bombeo, instalación eléctrica, equipamiento y otros; En la localidad de San Antonio Soda se pretende la construcción de un tanque de almacenamiento con una capacidad de 250 m³, así como las acciones complementarias como caseta de bombeo, instalación eléctrica, equipamiento y otros, la cual estará abasteciendo por gravedad a la red de agua potable, dicha red se estará instalando en toda la localidad con un diámetro en las tuberías principales de 4" con una longitud total de 1,000 ml y un diámetro en tuberías secundarias de 3" con una longitud total de 5,000 ml.

Handwritten signature or mark.

a) Descripción general

Tabla IV 1 Principales componentes del proyecto propuesto

Componente	Tipo	Cantidad	Principales características
Línea de transmisión eléctrica aérea	ML	2,400	La línea de transmisión contará con 31 postes de concreto que cumpla con la norma PC-12-750, de los cuales, 24 postes tendrán una estructura tipo CT1G/CT2, 5 postes tendrán estructuras tipo AD3G, Y 1 poste, estructura tipo TS3N/RD3N, cable conductor de aluminio tipo ACC calibre 1/0, apartarrayos, cortacircuitos fusibles, una estructura de transición de media a baja tensión, así como un transformador de 75 kva y un sistema de tierras para protección
Acciones en el Pozo de extracción	M ²	7.84	Las acciones que contempla el pozo son: Perforación de un pozo de 12" hasta una profundidad máx. De 145 mts con un ademe y contrademe de 12" de diámetro, un tren de descarga de 12" con piezas especiales de Fo. Ga., el equipamiento del pozo con un motor sumergible de 15 l/s, la construcción de una caseta de operación de 7.84 m ² , la construcción de 62 ml de barda perimetral con reja acero color blanco incluye postes, dados, y tapón de postes.
Acueducto	ML	13,643	El acueducto se divide en 2 tramos, un tramo del pozo de captación a la localidad de caobas, este tramo mide 9500 ml, de material tipo PEAD de 8" de diámetro, incluye 162 piezas especiales (codo, silleta y STUB END con brida) y un sistema de protección a la tubería que incluye 15 piezas de VAEAS y 14 sistemas de desfogue; en el tramo de Caobas a San Antonio soda, este tramo mide 4,214 ml, de material tipo PEAD de

a) Descripción general			
			6" de diámetro, incluye 96 piezas especiales (codo, silleta y STUB END con brida) y un sistema de protección a la tubería que incluye 15 piezas de VAEAS y 10 sistemas de desfogue.
Tanque AP 500 m ³	PIEZA	1	El tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 500 m ³ , fabricado en concreto simple y reforzado con acero, incluye plantilla de concreto simple para cimentación, la fontanería de alimentación consta de tubería de acero al carbón de 8" de diámetro incluye piezas especiales (codo, válvula de compuerta, brida) y caja de operación de válvula tipo 3; la fontanería de descarga consta de tubería de acero al carbón de 6" de diámetro incluyen piezas especiales (válvula de seccionamiento, codos, brida) y caja de operación de válvula tipo 3; el tanque está equipado de una bomba sumergible de 10 l/s y un tren de descarga de 4", así como una bomba dosificadora de hipoclorito para desinfección del agua. Se instalara una estructura de transición eléctrica con un transformador de 35 kva con todas las protecciones necesarias para su funcionamiento, de igual manera se instalara un cercado perimetral de 50 ml de reja acero color blanco.
Tanque AP 250 m ³	PIEZA	1	El tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 250 m ³ , fabricado en concreto simple y reforzado con acero, incluye plantilla de concreto simple para cimentación, la fontanería de alimentación consta de tubería de acero al carbón de 6" de diámetro incluye piezas especiales (codo, válvula de compuerta, brida) y caja de operación de válvula tipo 3; la fontanería de descarga consta de tubería de acero al carbón de 4" de

a) Descripción general			
			diámetro incluyen piezas especiales (válvula de seccionamiento, codos, brida) y caja de operación de válvula tipo 3; de igual manera se instalara un cercado perimetral de 95 ml de reja acero color blanco.
Red de distribución AP (San Antonio Soda)	ML	6,000	La red de distribución consta de 1,000 ml tubería tipo PVC de 4" para tuberías principales y de 5,000 ml de tubería de 3" para tuberías secundarias, incluyen 105 piezas especiales (tee, cruz, extremidad espiga, extremidad campana, cople, codo, tapón campana, extremidad espiga, reducción), así como 170 tomas domiciliarias de bastón tipo hidrante.

Fuente: elaboración propia

b) Alineación estratégica
Plan Nacional de Desarrollo y Programas derivados del mismo
<p>VI.4. México Próspero</p> <p>Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</p> <p>Líneas de acción.- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento</p>

Plan Estatal de Desarrollo y Programas derivados del mismo
<p>Eje 4. Desarrollo social y combate a la desigualdad</p> <p>Programa 21. Combate a la pobreza</p> <p>Línea de Acción 24. Ampliar, en coordinación con los gobiernos federales y municipales, la cobertura</p>

Plan Estatal de Desarrollo y Programas derivados del mismo

de agua potable en zonas de mayor pobreza y marginación.

c) Localización geográfica

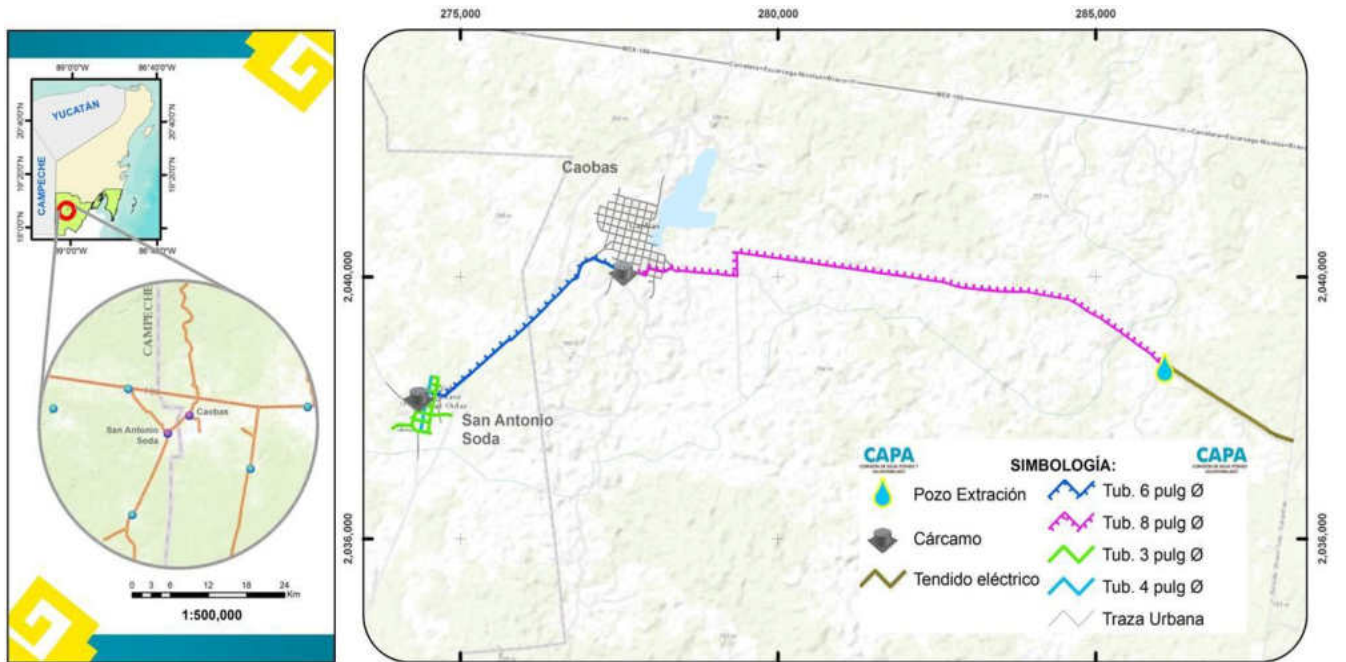
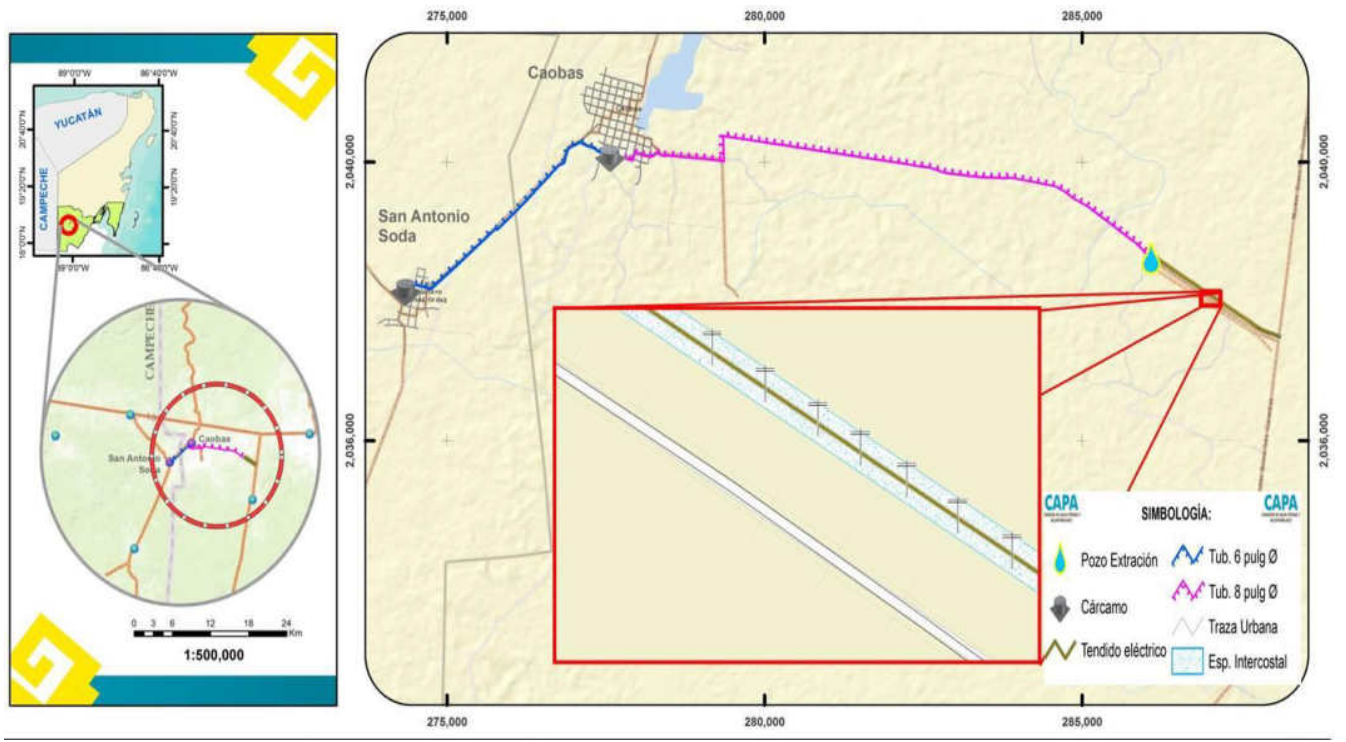


Figura IV 2 Sistema integral de abastecimiento.



c) Localización geográfica

Figura IV 3 Línea de alimentación eléctrica para pozo de extracción.

Tabla IV 2 Coordenadas geográficas de la línea de alimentación eléctrica para pozo de extracción

N o T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE			TERMINA EN LA CALLE			LONGITUD (M)
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS		
			LATITUD	LONGITUD		LATITUD	LONGITUD	
T 1	CAMINO DE LAS CAOBAS	CARRETERA A TRES GARANTIAS	18.41638 160	- 89.006159 59	CAMINO DE LAS CAOBAS	18.42737 675	- 89.025609 44	2400

Tabla IV 3 Coordenadas geográficas del pozo de extracción

POZO DE EXTRACCIÓN	CAMINO DE LAS CAOBAS	18.42686287	-89.0252532
--------------------	----------------------	-------------	-------------

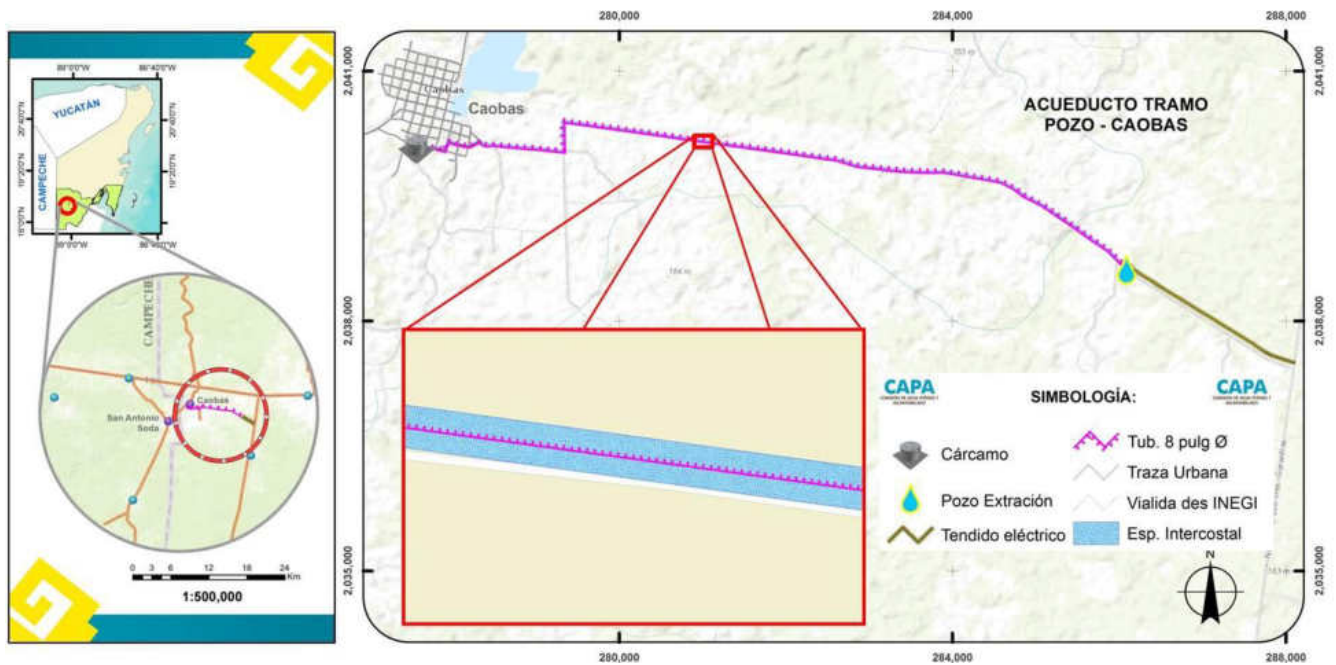


Figura IV 4 Acueducto (PEAD 8”).

Tabla IV 4 Coordenadas geográficas del acueducto (Pozo-Caobas)

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE		DIÁMETRO (PULG)	LONGITUD (M)
		NOMBRE	COORDENADAS	NOMBRE	COORDENADAS		

Handwritten signature or mark.

c) Localización geográfica

			LATITUD	LONGITUD		LATITUD	LONGITUD		
T2	CAMINO DE LAS CAOBAS	CAMINO DE LAS CAOBAS	18.42692323	-89.02522	TANQUE CAOBAS	18.439676	-89.10602	8	9500

Tabla IV 5 Coordenadas geográficas del tanque de Caobas

TANQUE CAOBAS	CAOBAS	18.439721	-89.10605
---------------	--------	-----------	-----------

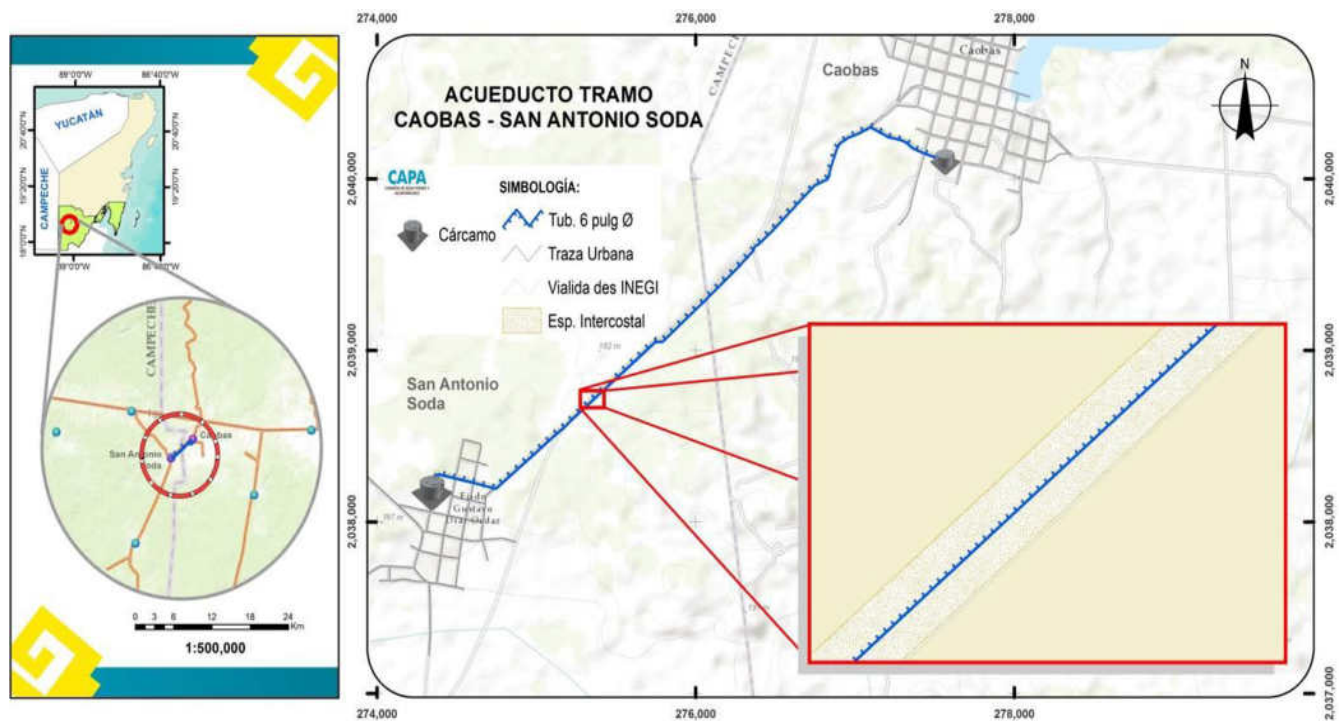


Figura IV 5 Acueducto (PEAD 6”).

Tabla IV 6 Coordenadas geográficas del acueducto (Caobas-San Antonio Soda)

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE		DIÁMETRO (PULG)	LONGITUD (M)		
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE			COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD				LATITUD	LONGITUD
T3	CARRETERA CAOBAS-SAN ANTONIO	TANQUE CAOBAS	18.439706	-89.1061	TANQUE SAN ANTONIO SODA	18.42199	-89.1363	6	4500

Tabla IV 7 Coordenadas geográficas del tanque de San Antonio Soda

TANQUE SAN ANTONIO	SAN ANTONIO	18.421989
--------------------	-------------	-----------

Handwritten signature or mark.

c) Localización geográfica

-89.136333

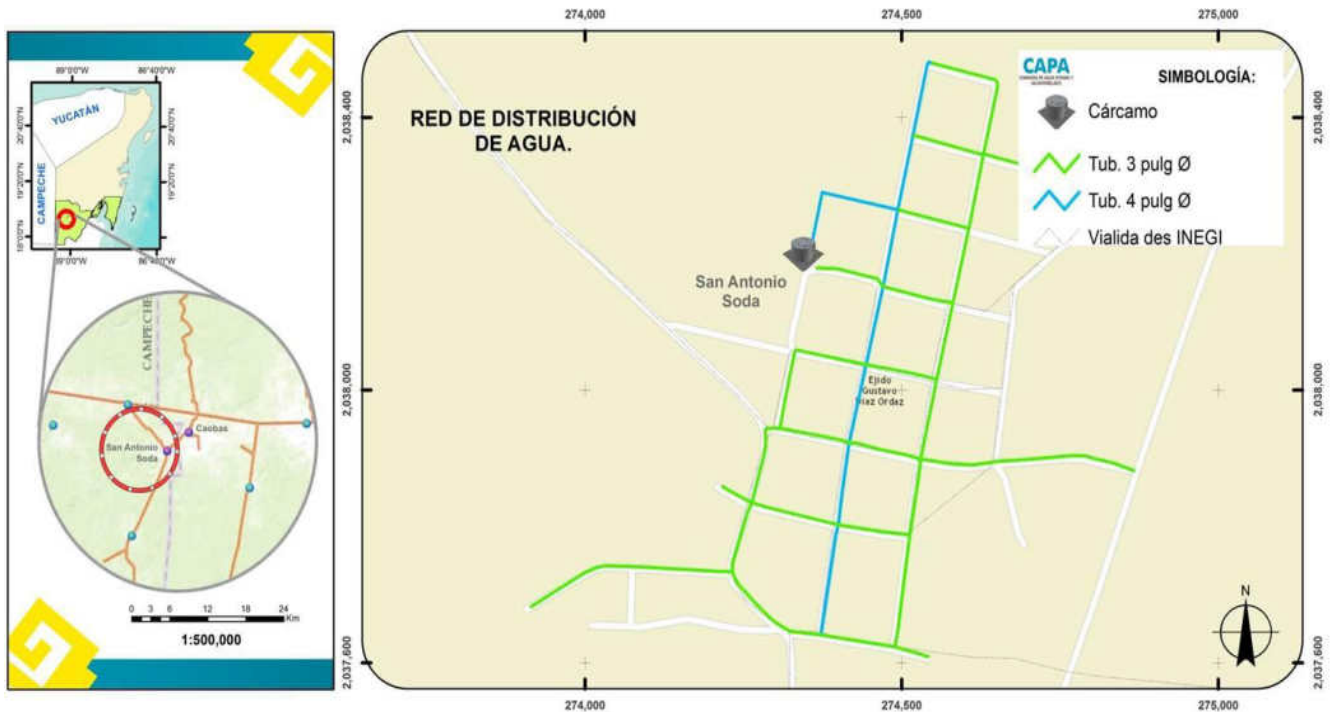


Figura IV 6 Sistema de agua potable en la localidad de San Antonio Soda.

Tabla IV 8 Coordenadas geográficas de la línea primaria de distribución 4"

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)	LONGITUD (M)	
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS			
			LATITUD	LONGITUD		LATITUD			LONGITUD
T10	CALLE 11	CALLE 5	18.4205120	-89.1353779	CALLE 6	18.421512485	-89.135156412	4	113.2071
T13	CALLE 10	CALLE 3	18.4186471	-89.1370746	CALLE 7	18.422768535	-89.136052611	4	643.4717
T28	CALLE 6	CALLE 10	18.4217257	-89.1362755	CALLE 11	18.421512485	-89.135156412	4	120.5946
T30	CALLE 7	CALLE 7	18.4227685	-89.1360526	CALLE 11	18.422549048	-89.134914233	4	122.7266

Tabla IV 9 Coordenadas geográficas de las líneas secundarias de distribución 3"

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)	LONGITUD (M)	
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS			
			LATITUD	LONGITUD		LATITUD			LONGITUD
T1	CALLE 12	CALLE 8	18.4243	-89.1334	CALLE 12	18.4248152	-89.13329353	3	63.7852
T2	CALLE 13	CALLE 13	18.42048366	-89.13322185	CALLE 7	18.42201588	-89.13252519	3	200.2044
T3	CALLE 13	CALLE 13	18.41802583	-89.13293815	CALLE 4	18.41920055	-89.13327705	3	134.8942
T4	CALLE 12	CALLE 7	18.42232755	-89.13388478	CALLE 12	18.42326125	-89.13368707	3	105.4601

c) Localización geográfica

T5	CALLE 12	CALLE 12	18.42046525	-89.13430128	CALLE 6	18.42130462	-89.13410179	3	95.2881
T6	CALLE 12	CALLE 4	18.41924268	-89.1345169	CALLE 5	18.42030947	-89.13432581	3	119.8185
T7	CALLE 12	CALLE 12	18.41873851	-89.13461116	CALLE 4	18.41922602	-89.13454488	3	54.4254
T8	CALLE 12	CALLE 1	18.4167277	-89.13490669	CALLE 3	18.41823448	-89.13468328	3	168.4794
T9	CALLE 11	CALLE 6	18.42150902	-89.1351227	CALLE 8	18.4244658	-89.13451501	3	333.5877
T11	CALLE 11	CALLE 11	18.41861098	-89.13573192	CALLE 5	18.42051203	-89.13537789	3	214.0485
T12	CALLE 11	CALLE 1	18.4168968	-89.1359988	CALLE 3	18.41838551	-89.13575355	3	166.8414
T14	CALLE 10	CALLE 1	18.416998	-89.13658108	CALLE 3	18.41864714	-89.1370746	3	222.7203
T15	CALLE 10	CALLE 10	18.41651907	-89.13640076	CALLE 1	18.41692838	-89.13643486	3	45.4574
T16	CALLE 9	CALLE 1	18.41701804	-89.13882541	CALLE 2	18.4177806	-89.13882374	3	84.4239
T17	CALLE 1	CALLE 1	18.41705962	-89.14059077	CALLE 10	18.416998	-89.13658108	3	426.5502
T18	CALLE 1	CALLE 10	18.41692838	-89.13643486	CALLE 1	18.41663297	-89.13425197	3	233.113
T19	CALLE 2	CALLE 2	18.41754551	-89.13985171	CALLE 10	18.41773433	-89.13736249	3	268.4051
T20	CALLE 3	CALLE 3	18.418787	-89.13774415	CALLE 10	18.41860295	-89.13708928	3	72.1425
T21	CALLE 3	CALLE 10	18.41864714	-89.1370746	CALLE 12	18.41823448	-89.13468328	3	256.9087
T22	CALLE 4	CALLE 4	18.42120714	-89.13866566	CALLE 10	18.41961929	-89.13684695	3	261.784
T23	CALLE 4	CALLE 4	18.41957192	-89.13635414	CALLE 12	18.41922602	-89.13454488	3	195.0196
T24	CALLE 4	CALLE 12	18.41924268	-89.1345169	CALLE 4	18.4192677	-89.13201246	3	266.0837
T25	CALLE 5	CALLE 5	18.42075734	-89.13686364	CALLE 10	18.42065919	-89.13645359	3	44.674
T26	CALLE 5	CALLE 5	18.4206223	-89.13632006	CALLE 11	18.4204793	-89.13538595	3	99.9741
T27	CALLE 5	CALLE 11	18.42051203	-89.13537789	CALLE 5	18.42016415	-89.13358758	3	193.0718
T29	CALLE 6	CALLE 11	18.42150902	-89.1351227	CALLE 6	18.42123595	-89.13368665	3	154.9355
T31	CALLE 7	CALLE 11	18.42254905	-89.13491423	CALLE 13	18.42201588	-89.13252519	3	259.2751
T32	CALLE 8	CALLE 8	18.42458003	-89.13509884	CALLE 12	18.42425591	-89.13343844	3	258.6282

d) Calendario de actividades

Tabla IV 10 Calendario de actividades programado para el proyecto

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Línea de transmisión eléctrica aérea	X	X										
Acciones en el Pozo de extracción (perforación y equipamiento de pozo y caseta de operación)	X	X										
Acueducto	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Tanque AP 500 M3	X	X	X	X								
Tanque AP 250 M3			X	X	X	X	X					
Red de distribución AP (San Antonio Soda, con tubería PEAD de 3" y 4")						X	X	X	X			

e) Monto total de inversión

Tabla IV 11 Calendario físico financiero programado para el proyecto

Calendario físico-financiero (millones de pesos incluye IVA)						
Avance	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Físico (%)	16.03%	23.08%	12.82%	11.54%	7.69%	10.26%
Financiero (\$)	4,347,329.27	8,312,656.34	5,920,884.94	6,049,678.05	5,136,751.80	6,463,434.59
Avance	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Físico (%)	8.33%	5.13%	5.12%			
Financiero (\$)	6,024,073.69	4,337,595.66	4,337,595.66			
Total Físico:					100%	
Total Financiero:					50,930,000.00	

Tabla IV 12 Monto de principales componentes del proyecto

Monto total de inversión		
Componentes/Rubros		Monto de inversión
1	Línea de transmisión eléctrica aérea	3,223,586.96
2	Acciones en el Pozo de extracción (perforación y equipamiento de pozo y caseta de operación)	1,538,878.47
3	Acueducto	29,379,462.42
4	Tanque AP 500 M3	3,294,678.35
5	Tanque AP 250 M3	1,893,796.98
6	Red de distribución AP (San Antonio Soda, con tubería PEAD de 3" y 4")	4,574,769.23
Subtotal de Componentes/Rubros		43,905,172.41
Impuesto al Valor Agregado		7,024,827.59
Otros Impuestos		
Total		\$50,930,000.00

f) Financiamiento

Tabla IV 13 Fuente de recursos para el financiamiento del proyecto

Fuente de recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1 Recursos fiscales		0	0%
2 Federales		0	0%
3 Estatales	Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas (FAFEF)	\$50,930,000.00	100%
4 Municipales		0	0%
5 Fideicomisos		0	0%
6 Otros		0	0%
Total		\$50,930,000.00	100%

g) Capacidad instalada

El pozo de extracción con una capacidad de extracción de 15 l/s, el acueducto, en el tramo del pozo a la localidad de Caobas tendrá una conducción de 15 l/s, el tanque en la localidad de Caobas será de una capacidad de 500 m³, el acueducto en el tramo de Caobas-San Antonio Soda tendrá una conducción de 10 l/s, el tanque de almacenamiento en la localidad de San Antonio Soda tendrá una capacidad de almacenamiento de 250 m³, la capacidad de conducción de la red de abastecimiento en la localidad de San Antonio Soda será de 4 l/s.

Tabla IV 14 Principales metas de infraestructura

Metas de infraestructura		
Concepto	Unidad de medida	Cantidad
Línea aérea eléctrica de media tensión	ML	2,400
Pozo de extracción	M2	7.84
Bomba tipo sumergible de 15 lps y 188 mca de 3F y 440 volts y transmisor de presión	PIEZA	1
Construcción de caseta de operación (de 2.8x2.8 M, a base de muros de block y losa de concreto)	M2	7.84
Línea de conducción tramo pozo de captación a Caobas tubería de PAD RD-11 PT 16kg/cm ² de 8" de diámetro	ML	9,500
Línea de conducción tramo Caobas a San Antonio Soda de tubería de PAD RD-11 PT 16kg/cm ² de 6" de diámetro	ML	4,500
Tanque AP 500 M ³	PIEZA	1
Tanque AP 250 M ³	PIEZA	1
Red de distribución de agua potable San Antonio Soda de tubería de 3" de diámetro de PVC RD-32.5 S.I. tipo ANGER	ML	5,000
Red de distribución de agua potable San Antonio Soda de tubería de 4" de diámetro de PVC RD-32.5 S.I. tipo ANGER	ML	1,000
Tomas domiciliarias con bastón tipo hidrante de Fo.Ga. de ½" de diámetro	PIEZA	170

Metas de operación

Se bombeará del pozo profundo ubicado en el rancho la esperanza a través de un tren de descarga de Fo.Ga. Y línea de conducción de PAD de 6" y 8" pulgadas de diámetro hasta un tanque superficial en la localidad de Caobas con una capacidad de 500 m³ (15 lps). Durante su llenado se re bombeará a través de una línea de PAD de 6" por 4,500 m al tanque superficial ubicado en el punto más alto de la localidad de San Antonio Soda. Una vez llenado el tanque de 250m³ de la localidad de San Antonio Soda se dejará de bombear, para así cuando se recupere el nivel en el tanque de 500 m³ se empiece a bombear a la localidad de Caobas. En la localidad de Caobas se bombeará 4 horas diarias y en la localidad de San Antonio Soda se bombeará por gravedad 2 horas. Al término del bombeo para abastecer agua en las dos localidades se llenarán ambos tanques.

La principal meta del presente proyecto es extraer 15 lps de agua potable de calidad del pozo nuevo construido en el Rancho la Esperanza para poder dotar de agua suficiente para satisfacer la demanda de los habitantes (185 litros por persona) de las localidades de Caobas y San Antonio Soda.

h) Vida útil

Vida útil del Proyecto

Vida útil en años	20
-------------------	----

i) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión

Estudios técnicos

Principales resultados	El proyecto ejecutivo fue realizado en cumplimiento con la normatividad vigente de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), por lo que se considera técnicamente factible. Se cuenta con la validación técnica de la instancia Normativa Federal (CONAGUA), documento adjunto.
Porcentaje de avance	100 %
Fecha de conclusión	2017

Estudios legales	
Principales resultados	<p>Respecto a la vía pública está pertenece en un principio a la Nación, la cual tiene la propiedad de tierras, agua y espacios comprendidos dentro de los límites del territorio nacional, según lo establece el Art. 27 de la Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). De igual manera, el Art. 115 de la CPEUM establece la división territorial y de organización política y administrativa, y le otorga a la Federación, los Estados y Municipios la facultad de hacerse cargo de las funciones y servicios públicos, emanando así las diferentes legislaciones al respecto como las leyes de Desarrollo Urbano y sus Reglamentos respectivos, donde detallan cada uno de los Servicios Públicos Municipales, especificando que las vías públicas pueden ser de ámbito municipal, estatal o federal según corresponda.</p> <p>En este sentido, los municipios son los encargados de las vialidades secundarias (integradas por pasos vehiculares, avenidas, calzadas, calles y cerradas que permiten la comunicación al interior del municipio); los Estados de las vialidades primarias (integradas por carreteras, pasos vehiculares, avenidas, calzadas y calles que comunican a dos o más municipios de la entidad o estados de la federación); y la Federación de aquellas en las que no participan ninguno de los anteriores, a menos que tengan convenio, o lo marque la ley.</p> <p>Se cuenta con el oficio de <i>Autorización para la ejecución de los trabajos de construcción del proyecto</i> de parte del municipio de Othón P. Blanco, documento adjuntos.</p>
Porcentaje de avance	100 %
Fecha de conclusión	2017

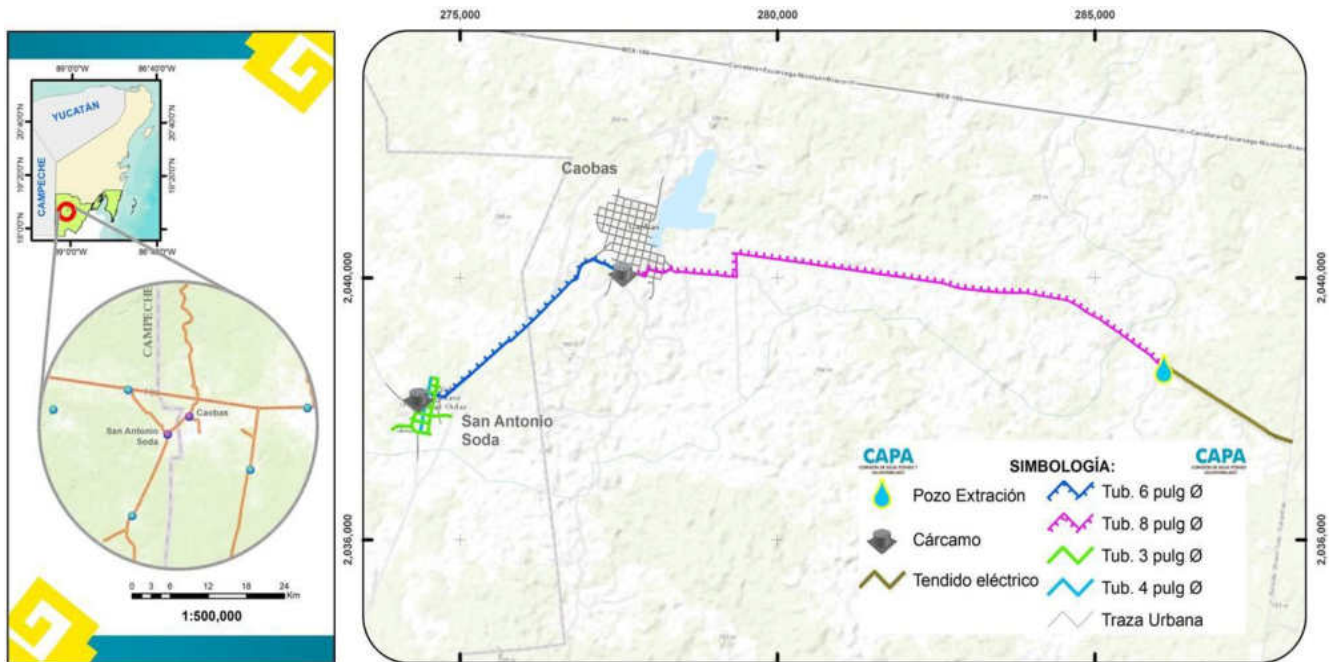
Estudios ambientales	
Principales resultados	<p>Para la realización del proyecto analizado será fundamental el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental en relación con los trámites requeridos ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales referente al impacto del equilibrio ecológico en la zona de afectación, a medida que se vayan realizando las acciones que se presentan en el presente proyecto, es necesario realizar la tramitología necesaria ante la SEMARNAT (como instancia normativa federal) de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) o la Constancia de No Requerimiento de MIA, según corresponda.</p> <p>Se cuenta con el resolutivo en materia de impacto ambiental expedido por la SEMA, documento adjunto.</p>
Porcentaje de avance	100 %
Fecha de conclusión	10 de abril de 2017

Estudios de mercado	
Principales resultados	Para la elaboración del proyecto ejecutivo, la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA realizó un censo para conocer la situación actual en cada una de las viviendas en la localidad de Caobas, para obtener datos como la existencia de una toma en la vivienda, el tipo de toma (en su caso), la satisfacción en el servicio de agua potable, y métodos alternativos utilizados para satisfacer sus necesidades de agua potable.
Porcentaje de avance	100 %
Fecha de conclusión	2017

Otros	
Principales resultados	<p>Para la realización del proyecto, y por la zona donde se ubica, es necesario el visto bueno por parte del INAH para la realización de obras en áreas de monumentos arqueológicos o en que se presuma su existencia, por lo que al encontrar vestigios se emiten las recomendaciones para poder realizar la obra sin afectar dichos vestigios. Se adjunta al presente el visto bueno con sus recomendaciones emitidas por el INAH.</p> <p>Para la solución al problema de abastecimiento de agua potable de esta zona, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo ha realizado importantes estudios como el estudio Geohidrológico para el acueducto de Nicolás Bravo-Caobas-San Antonio soda-La Lucha- Progreso, ejecutado en 2011 con recursos del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.</p>
Porcentaje de avance	100 %
Fecha de conclusión	2011 y 2017

j) Análisis de la Oferta con Proyecto

Con la construcción del sistema integral de abastecimiento de agua potable se podrá dotar del vital líquido a las localidades de Caobas y San Antonio soda, en cantidad y calidad requeridas.



Dicho sistema se abastecerá de un pozo ubicado en el rancho la esperanza, con una capacidad instalada de 15 l/s, desde el cual a través de una línea de conducción (acueducto PEAD de 8") bombeara hasta un tanque de 500 m³ ubicado a 9.5 km en la localidad de Caobas que a su vez rebombeara por medio de una línea de 4.21 km de PEAD de 6" a la localidad de San Antonio Soda.

En la localidad de San Antonio Soda se contará con un tanque de 250 m³ para el almacenamiento y distribución a gravedad a través de una red de 6,000 m de tubería de PVC de 3" y 4" de diámetro con un periodo de servicio de 6 horas al día.

En la localidad de Caobas el tanque superficial no solo servirá para rebombeo, sino también, para la distribución, por lo que, estará equipado con dos múltiples de descarga independientes (ambos operan en sistema 1+1), de los cuales uno funcionará para rebombeo a la localidad de San Antonio Soda y el otro será para el bombeo a la red de distribución.

El sistema operará de tal forma que, primero se llenarán los dos tanques superficiales, para ello habrá un bombeo constante de 15 l/s desde el pozo hasta el tanque de Caobas, con inicio a las 6 am y al paso de una hora (7 am) se iniciará el bombeo de 10 l/s al tanque San Antonio Soda.

Para la distribución en la localidad se contará con una red de 23,911 m de tubería de PVC de 3", 4" y 6" de diámetro. Se operará por un tiempo de 4 horas y media dos veces al día.

k) Análisis de la Demanda con Proyecto

CAOBAS

En la localidad de Caobas se cuenta con 1,501 habitantes distribuidos en 406 viviendas¹². Del total de viviendas 370 cuentan con toma de agua, de las cuales 43 son tomas largas con longitudes de entre 50 y 200 metros; de igual manera, la localidad cuenta con 7 tomas de servicios (bachilleres, cementerio, templos, iglesia, carpintería y aserradero), de las cuales una toma es larga.

Actualmente se tiene una dotación de 150 litros por habitante al día (LHD) tomando en cuenta que esto es para los habitantes que se encuentran dentro del área donde existe la red de distribución y que están ubicados al principio de la localidad. A pesar de que en algunas viviendas el suministro es suficiente para satisfacer sus necesidades, la calidad del agua servida no les resulta de utilidad (presenta una alta cantidad de yeso).

Por lo anterior, los usuarios en la localidad recurren a métodos alternativos tales como el acarreo desde el cuerpo de agua cercano a la localidad, la recolección de agua pluvial mediante tinacos de polietileno de diferentes capacidades (450, 750, 1,100 litros) dependiendo de sus capacidades económicas. El agua pluvial la utilizan para beber y para la preparación de alimentos; otra parte de la población con mayor capacidad de adquisición consume agua purificada embotellada. En la localidad no es muy común la compra de agua en pipas, hacen uso de estas en temporadas de sequía.

SAN ANTONIO SODA

En la localidad de San Antonio Soda actualmente hay 541 personas distribuidas en 168 viviendas y 11 usuarios de servicios generales (escuelas, iglesias, comedor comunitario, casa de salud y subdelegación).

Los cuales, al no contar con un sistema formal de agua potable, se abastecen por medio de pipas, las cuales son provistas por la CAPA (de forma gratuita) desde la localidad de Nicolás Bravo (ubicada a aproximadamente 30 Km de distancia), con 4 pipas (de 10 mil litros de capacidad) cada 15 días, es decir que en la localidad se tiene una dotación por habitante día de 4.93 litros.

De acuerdo con las autoridades de la localidad, se necesitarían de al menos 120 pipas al mes, lo que se resume a una dotación de 75 litros por habitante por día, por lo que, para poder asegurar su consumo, los habitantes de la localidad, de acuerdo a sus posibilidades, debe recurrir a métodos alternativos ya sea la compra de agua en pipa a particulares y/o la captación pluvial.

En algunos casos, cuando las personas no tienen otra alternativa, acuden a la aguada cercana a la localidad para acarrear agua o en su caso para lavar su ropa en la misma.

En la localidad al menos el 95% de las viviendas cuentan con captadores pluviales individuales de 10 mil litros de capacidad.

¹² Además de las viviendas habitadas, hay 16 viviendas en construcción y 48 deshabitadas.

I) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

En la localidad de Caobas se cuenta con 1,501 habitantes distribuidos en 406 viviendas de las cuales 7 son tomas de servicios, tendrá una red de distribución de 23,911 m de tubería de PVC de 3", 4" y 6" de diámetro con esto se tendrá 100% de cobertura en la localidad.

En la localidad de San Antonio Soda actualmente hay 541 personas distribuidas en 168 viviendas y 11 usuarios de servicios generales (escuelas, iglesias, comedor comunitario, casa de salud y subdelegación). Para distribuir el agua potable se tendrá una red de distribución de 6,000 m de tubería de PVC de 3" y 4" de diámetro, del tanque de 250 m3 de San Antonio Soda que tendrá la capacidad de mandar 8 lps a la red de distribución.

Para asegurar una dotación de 185 litros por habitante día, primero se llenarán los dos tanques superficiales, para ello habrá un bombeo constante del pozo al tanque Caobas de 15 lps durante 12 horas. Mientras que el tanque de Caobas bombeará al tanque de San Antonio Soda 10 lps durante 6 horas.

El bombeo iniciará a las 6 am, y se estarán enviando 15 lps al tanque Caobas, al paso de una hora (7 am) se iniciará el bombeo de 10 lps al tanque San Antonio Soda, de tal manera que ambos tanques estarán almacenando volumen. Al cabo de 7 horas (2 pm) el tanque de San Antonio Soda estará lleno y el tanque de Caobas estará aproximadamente con un 36% de su capacidad máxima. El bombeo continuará del pozo al tanque Caobas por 6 horas más para llenarlo. El bombeo inicial terminará aproximadamente a las 8 pm. De esta manera a San Antonio Soda se le brindará el servicio durante 6 horas al día, de 6 a 9 am y de 5 a 8 pm. Para volver a llenar el tanque de 250 m3 se necesitará rebombear de la localidad de Caobas durante de 5 horas.

El múltiple de descarga de 4" y equipamiento instalado para dotar del servicio a la red de Caobas, tendrá la capacidad de enviar 12 lps. Se operará por un tiempo de 4 y media horas dos veces al día, de las 6 a las 10:30 am y de las 4 a las 8:30 pm. Para volver a llenar el depósito de agua se tendrá que bombear del pozo de captación por un tiempo de 12 horas considerando el llenado del tanque San Antonio Soda. Es importante señalar que como parte de la segunda parte del acueducto, se le instalará a este tanque una garza para el llenado de pipas para abastecer a las localidades de Nuevo Progreso y La Lucha.

Con la implementación de las acciones del proyecto se logrará:

- Una reducción de costos para asegurar el consumo (métodos alternativos)
- Mejora en la calidad de los servicios de agua potable.

V. Evaluación del Proyecto

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del Proyecto de Inversión

Tabla v 1 Costos directos asociados al proyecto

Costos directos de ejecución, operación, mantenimiento (sin IVA)			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Inversión inicial del proyecto	Inversión inicial del proyecto	43,905,173.00	Año 0
Inversión Complementaria	Inversión Complementaria	10,477,803.00	Año 0
Reinversión Equipo de Bombeo	Mantenimiento Correctivo	215,330.83	Año 10
Reinversión Equipo de Protección Acueducto	Mantenimiento Correctivo	188,202.51	Cada 5 años
Costos de Extracción	$(\$/M3) * (M3/año)$	2,509,225.37	Año 1-20
Costos de Operación y Mantenimiento Acueducto y redes	$(\$/M3) * (M3/año)$	939,406.61	Año 1-20

Fuente: Elaboración propia

Tabla v 2 Costos indirectos asociados al proyecto

Costos indirectos (sin IVA)			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No Aplica			

Fuente: Elaboración propia

Externalidades negativas (sin IVA)			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia

Metodología

Para el proyecto se identifican costos de inversión, operación y mantenimiento, los cuales se cuantifican y valoran respecto a las cotizaciones presentadas en el estudio de ingeniería del proyecto.

Los datos que se utilizaron fueron proporcionados por el Organismo operador, de sus sistema comercial (facturación, cobro, usuarios) y operativo (en el caso de la operación y mantenimiento del sistema: datos de catastro de redes, presiones, volúmenes de ingreso a los tanques de regulación, horarios de servicio, costos energéticos por hora, incidencia de fugas reportadas, costos por reparación, entre otros; en el caso de la extracción: datos de volúmenes de extracción, consumos energéticos tanto para la extracción como para el bombeo hacia la ciudad, costos y consumo de los activos para la cloración, etc.).

- La demanda de agua potable está representada por la suma del consumo en condiciones deseables (con una dotación de 185 litros por habitante por día) y las pérdidas físicas del sistema.
- La oferta de agua potable que ingresa a la zona, se obtuvo de lecturas de los macromedidores a la entrada y salida del tanque de agua potable.
- Los costos de operación y mantenimiento se dividen en 2, por etapas:
 - la primera etapa de "extracción": en el caso del Rancho La Esperanza, se consideraron los costos por el consumo energético de los equipos para la extracción y bombeo hacia la ciudad se determinó un costo promedio de "extracción" para el sistema La Esperanza de 1.28 \$/m³.
 - la segunda, etapa de operación y mantenimiento del sistema, en el que se consideran los costos del personal, costos por el consumo energético de los equipos de bombeo en tanques, combustibles, vehículos, materiales para reparaciones, productos químicos (cloración), entre otros, se determinó un costo por m³ de 0.21 \$/m³.
- Se determina que el costo por hora de bombeo resulta de la multiplicación de los KW de consumo de la bomba por las horas de funcionamiento por el costo KWH determinado de CFE de acuerdo a la tarifa, considerando que el equipo de bombeo actualmente trabaja 12 horas al día, se determinó un costo horario de \$75.19.

Considerando el consumo en condiciones deseables determinado de acuerdo con la metodología de la Conagua (una dotación de 185 LHD), las pérdidas físicas se categorizan en "Déficit de consumo" (consumo deseable - consumo actual) y "excedente de producción" (oferta actual - consumo deseable)

Supuestos y fuentes

- Se considera una tasa media de crecimiento anual del 0.88% en Caobas y 1.07% en San Antonio Soda, con la incorporación de nuevos usuarios en el horizonte de evaluación.
- Los usuarios no cambian sus hábitos de consumo por lo que éste se mantiene constante en el tiempo.
- Se considera que una vez ejecutado el proyecto, las incidencias por fugas en las redes de distribución y líneas primarias se reducen a cero en los primeros años de operación, por lo que se logrará incrementar la eficiencia física al 100%.
- Se considera que una vez ejecutado el proyecto, los costos de operación y mantenimiento en la localidad de Caobas se incrementara en un 610% (pasar de 0.13 \$/m³ a 0.90 \$/m³).
- Estos costos se definieron a partir del análisis de los presupuestos que proporciono la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado de Quintana Roo (CAPA).
- La operación de los elementos que componen el proyecto es a partir de que la infraestructura esté instalada, es decir, a partir del año 1.
- Se consideró un horizonte de evaluación de 21 años (1 años de inversión y 20 años de vida útil).
- Se consideró que los costos de operación y mantenimiento se mantienen a lo largo del horizonte de evaluación.
- El análisis se realizó en pesos constantes, por lo que no se considera el posible impacto de la inflación en los precios.

Se asume que los precios de los insumos y servicios que impactarán en la construcción y operación del proyecto no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.

b) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del Proyecto de Inversión

Se identificaron beneficios por los siguientes conceptos

- Mayor consumo por la recuperación de caudales en la red.
- Ahorro en costos por la Liberación de recursos por el uso de métodos alternativos.
- Ahorro en costos por la liberación de recursos por mantenimiento.
- Se reduce la necesidad de inversiones futuras.

A continuación, se presentan los beneficios identificados, cuantificados y valorados a Valor Actual, lo que representa un total de \$155,358,075 (Son: ciento cincuenta y cinco millones, trescientos cincuenta y ocho mil, setenta y cinco pesos 00/100 M.N.), para el proyecto integral durante el horizonte de evaluación.

Tabla v 3 Beneficios directos identificados del Proyecto.

Beneficios directos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
<p>Liberación de recursos para asegurar el consumo.</p> <p>(beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, por la compra de agua en pipas y bombeos intradomiciliarios en la zona de proyecto)</p>	<p>[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m3) * [metros cúbicos (m3) consumidos]</p>	63,473,752.26	1 al 20
<p>Beneficio por mayor consumo.</p> <p>Con la sectorización y sustitución de tuberías en la zona de proyecto, se podrá reducir el costo para abastecerse del bien por parte de los usuarios; además de evitar la restricción en el consumo.</p>	<p>(No. De usuarios beneficiados) * [factor de mayor consumo que se obtiene con la ecuación $(Q=AP^e)$, con datos de las situaciones con y sin proyecto.]</p>	76,567.96	1 al 20
<p>Disminución de los índices de morbilidad.</p> <p>Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.</p>	<p>Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni valorarse</p>		
<p>Liberación de costos por operación y mantenimiento.</p> <p>(menores costos por el tiempo dedicado a la detección y reparación de fugas, además de que con la sectorización será mucho más fácil aislar la zona afectada y reducir las afectaciones al resto del sistema)</p>	<p>Parte proporcional de la tubería de la red a sustituir</p>	541,499.65	1 al 20

Fuente: Elaboración propia

b) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del Proyecto de Inversión

Tabla v 4 Beneficios indirectos identificados en el proyecto

Beneficios indirectos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No Aplica			

Fuente: Elaboración propia

Tabla v 5 Externalidades positivas identificadas en el proyecto

Externalidades positivas			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia

Tabla v 6 Metodología aplicada

Metodología
<p>El crecimiento de la demanda se basa en la incorporación de usuarios al servicio de agua potable, así como la incorporación de las zonas de crecimiento y su población considerando una tasa de crecimiento de 0.94% durante el horizonte de evaluación (21 años).</p> <p>Se asume que los precios de los diferentes insumos y servicios (en pesos constantes) no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.</p> <p>La identificación, cuantificación y valoración de los beneficios se realizó en base a la ocupación poblacional en la zona de proyecto y al mejoramiento de la calidad del servicio a los usuarios.</p> <p>Los beneficios sociales atribuibles a proyectos de redes de distribución corresponden con el aumento del volumen de agua disponible y al mejoramiento de la calidad del agua.</p> <p>El proyecto considera la instalación de un sistema formal de distribución de agua potable donde no se tiene cobertura, lo que trae consigo beneficios tales como: ahorros por liberación de recursos por el uso de métodos alternativos, por mayor disponibilidad para consumo, de liberación de recursos para operación y mantenimiento (eliminación de fugas y tomas largas) y por la reducción de los índices de enfermedades y morbilidad.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla v 7 Supuestos y fuentes

Supuestos y fuentes
<ul style="list-style-type: none"> - Se considera una tasa media de crecimiento anual del 0.88% en Caobas y 1.07% en San Antonio Soda, con la incorporación de nuevos usuarios en el horizonte de evaluación. - Los usuarios no cambian sus hábitos de consumo por lo que éste se mantiene constante en el tiempo. - Se considera que una vez ejecutado el proyecto, las incidencias por fugas en las redes de distribución y líneas primarias se reducen a cero en los primeros años de operación, por lo que se logrará incrementar la eficiencia física al 100%. - Se considera que una vez ejecutado el proyecto, los costos de operación y mantenimiento en la localidad de Caobas se incrementara en un 610% (pasar de 0.13 \$/m3 a 0.90 \$/m3). - Estos costos se definieron a partir del análisis de los presupuestos que proporciono la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado de Quintana Roo (CAPA). - La operación de los elementos que componen el proyecto es a partir de que la infraestructura esté instalada, es decir, a partir del año 1. - Se consideró un horizonte de evaluación de 21 años (1 años de inversión y 20 años de vida útil). - Se consideró que los costos de operación y mantenimiento se mantienen a lo largo del horizonte de evaluación. - El análisis se realizó en pesos constantes, por lo que no se considera el posible impacto de la inflación en los precios. <p>Se asume que los precios de los insumos y servicios que impactarán en la construcción y operación del proyecto no variarán significativamente durante el horizonte de evaluación.</p>

Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad		
Valor Presente Neto (VPN)		
El Valor Presente Neto para el proyecto integral asciende a \$5,856,678.54 (Son: cinco millones, ochocientos cincuenta y seis mil, seiscientos setenta y ocho pesos 54/100 M.N.).		
Tabla v 8 Indicadores de rentabilidad para el proyecto		
Indicadores de Rentabilidad		
Indicador	Valor	Interpretación
Valor Presente Neto (VPN)	\$5.86 mdp	El VPN es mayor a 0 por lo que se considera al proyecto como socialmente rentable , ya que los beneficios superan a los costos.
Tasa interna de retorno (TIR)	11.49%	La TIR es mayor a la tasa social de descuento oficial, del 10%, por lo que su rentabilidad supera el costo de oportunidad
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.22%	La TRI del primer año de operación es mayor a la tasa social de descuento oficial del 10%, por lo que

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

se considera que debe ejecutarse el proyecto al ser este el **momento óptimo** de inversión.

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **inversión** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la **cuarta fila** corresponden al escenario en que el incremento de la inversión es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **10.69%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de la inversión en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Tabla v 9 Análisis de sensibilidad del proyecto

Análisis de sensibilidad: Inversión						
Tasa de variación	VP inversión	VP costos	VP Beneficios	VP Neto	TIR	TRI
2.00%	64.09	55.88	3.45	4.76	11.19%	11.98%
5.00%	64.09	57.53	3.45	3.12	10.76%	11.64%
8.00%	64.09	59.17	3.45	1.47	10.35%	11.31%
10.69%	64.09	60.64	3.45	(0.00)	10.00%	11.04%
14.00%	64.09	62.46	3.45	(1.81)	9.58%	10.72%
17.00%	64.09	64.10	3.45	(3.46)	9.22%	10.44%
20.00%	64.09	65.74	3.45	(5.10)	8.88%	10.18%

Fuente: Elaboración propia

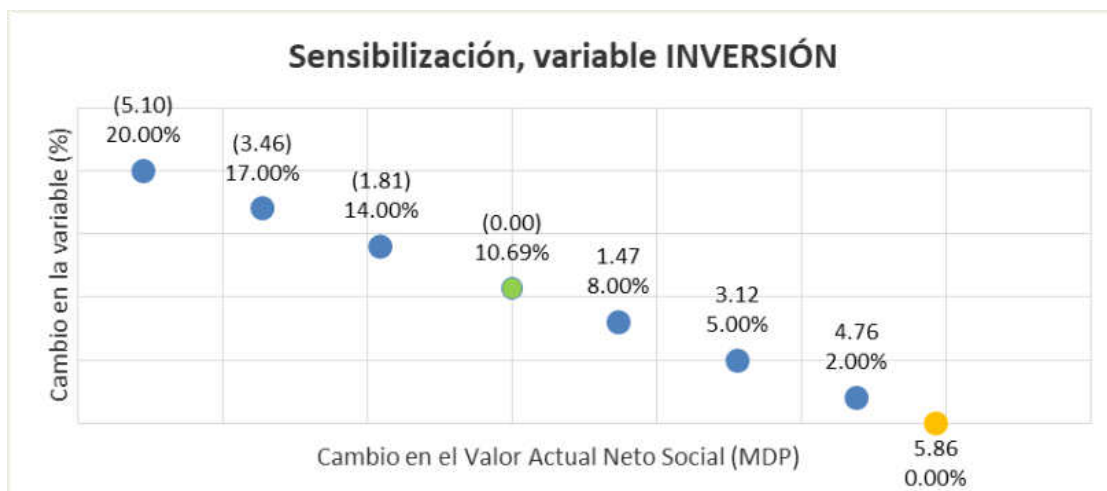


Figura V 1 Grafica de sensibilidad, variable INVERSIÓN
Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **Costos** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la **cuarta fila** corresponden al escenario en que el incremento de los costos es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **169.83%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de los costos en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Tabla v 10 Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad: Costos de operación y mantenimiento						
Tasa de variación	VP inversión	VP costos	VP Beneficios	VP Neto	TIR	TRI
44.00%	64.09	54.79	4.97	4.34	11.11%	11.91%
86.00%	64.09	54.79	6.41	2.89	10.74%	11.62%
128.00%	64.09	54.79	7.86	1.44	10.37%	11.33%
169.83%	64.09	54.79	9.31	(0.00)	10.00%	11.03%
212.00%	64.09	54.79	10.76	(1.45)	9.62%	10.74%
254.00%	64.09	54.79	12.21	(2.90)	9.24%	10.45%
296.00%	64.09	54.79	13.66	(4.35)	8.85%	10.16%

Fuente: Elaboración propia

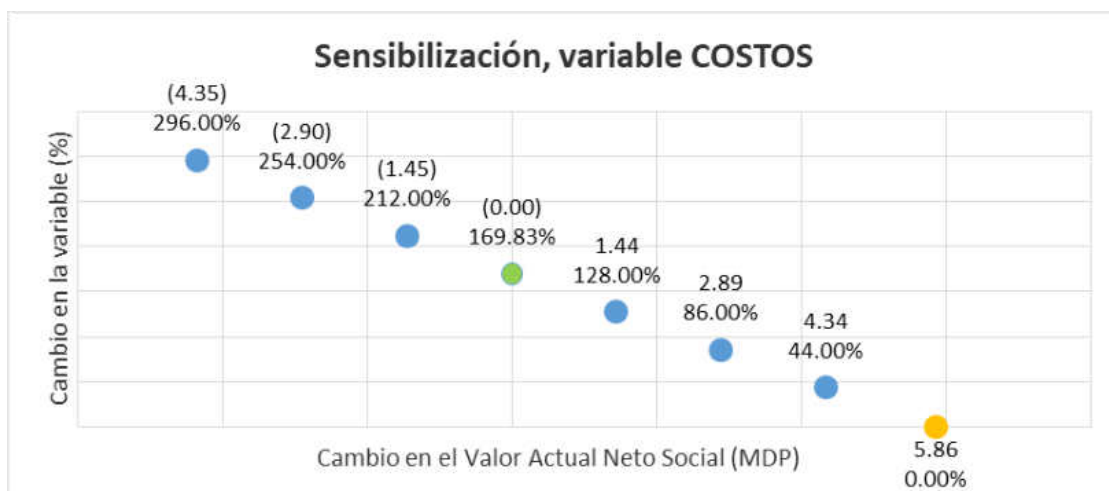


Figura V 2 Grafica de sensibilización, variable COSTOS

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del análisis de sensibilidad realizado para la variable **beneficios** disminuyendo y aumentando dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Los flujos para el total del horizonte de evaluación para los análisis de sensibilidad realizados pueden encontrarse en los anexos. Se realizó un análisis consistente en disminuir e incrementar dicho monto en los porcentajes que se presentan en la primera columna del siguiente cuadro.

Las cifras presentadas en la cuarta fila corresponden al escenario en que la reducción de los beneficios es tal que el VAN es igual a cero. Con una tasa de **9.14%**, por lo que puede concluirse que con una disminución de los beneficios en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Tabla v 11 Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad: Beneficios						
Tasa de variación	VP inversión	VP costos	VP Beneficios	VP Neto	TIR	TRI
(3.00%)	62.17	54.79	3.45	3.93	11.01%	11.83%
(5.00%)	60.89	54.79	3.45	2.65	10.68%	11.57%
(7.00%)	59.61	54.79	3.45	1.37	10.35%	11.32%
(9.14%)	58.24	54.79	3.45	(0.00)	10.00%	11.04%
(11.00%)	57.04	54.79	3.45	(1.19)	9.69%	10.80%
(13.00%)	55.76	54.79	3.45	(2.48)	9.35%	10.54%
(15.00%)	54.48	54.79	3.45	(3.76)	9.01%	10.28%

Fuente: Elaboración propia

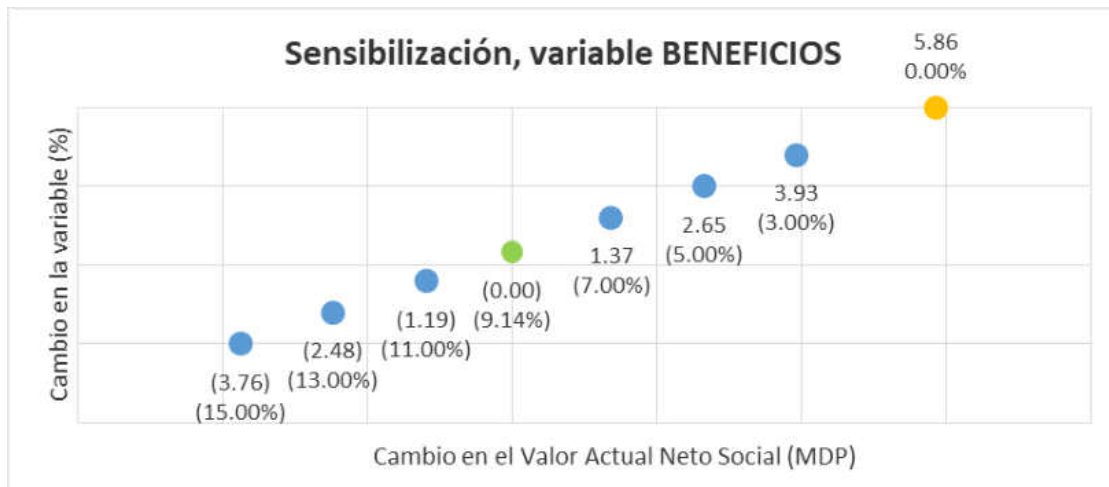


Figura V 3 Gráfica de sensibilización, variable beneficios.

Fuente: Elaboración propia

Handwritten signature

d) Análisis de riesgos

Las principales fuentes de riesgo pueden agruparse según la etapa en que se presentan, en inversión y operación:

Durante la inversión, por variaciones en los costos o en el tiempo de ejecución a causa de cambios en los precios unitarios y las cantidades contratadas, obras no consideradas, imprevistos, expropiaciones y consideraciones ambientales.

Durante la operación, por variaciones en los beneficios a causa de los consumos realmente presentados, cambios en el crecimiento de la población, cambios en la urbanización y la sobrevaloración de los costos; así como por variaciones en los costos de mantenimiento a causa de un cambio en precios de insumos y actividades no consideradas.

Tabla v 12 Análisis de riesgos asociados al proyecto durante la ejecución

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Que la convocatoria de licitación se declare desierta	Baja	El inicio de la obra se postergaría un mes y no se cumpliría el calendario de obra inicialmente propuesto	Revisión de la convocatoria, modificación del calendario de obra para asegurar su finalización este año.
Atrasos en el pago de anticipos	Baja	Se tendría que reprogramar el calendario de la obra de acuerdo a la fecha real de pago del anticipo y no se cumpliría con los plazos de ejecución estimados y en caso extremo, gastos no recuperables incrementando la inversión.	Indicar de manera puntual los requerimientos técnicos y legales del trámite, haciendo hincapié en la importancia de presentarlos en tiempo y forma para su pronta gestión.
Atrasos en el pago de estimaciones	Media	Atraso en la continuidad de los trabajos, ocasionando el incumplimiento de los plazos establecidos y en caso extremo, gastos no recuperables incrementando la inversión.	Gestionar los pagos ante las instancias correspondientes de manera oportuna y atender de forma inmediata las observaciones que se pudieran presentar en los documentos que integran el cuerpo de la estimación.
Atrasos por causas imputables al contratista	Media	Retraso en los plazos de ejecución, con impactos económicos a la empresa contratista por la aplicación de penas o retenciones.	Llevar un correcto control de los avances de obra, indicando de manera puntual a la empresa contratista mediante oficio y notas de bitácora los conceptos en los que se presenten atrasos así como las recomendaciones pertinentes para la mitigación de dichos atrasos.
Cambio del precio internacional de los	Baja	La inversión inicial se incrementaría.	De presentarse, se analizaría el cambio del diseño del

materiales			proyecto, a fin de ajustarse al presupuesto.
Atraso de los trabajos por lluvias	Media	Se alargaría el periodo de obra, no terminando en la fecha establecida; se darían gastos no recuperables, incrementando la inversión.	Debido al clima de la región, las posibles afectaciones por lluvias ya están consideradas en los tiempos y costos.
Atrasos en el trámite de entrega Recepción	Media	Lo que implicaría gastos que impacten a la empresa contratista (pago de personal para vigilancia y mantenimiento tratándose de instalaciones), así como también un atraso con respecto a la fecha de terminación prevista en el contrato.	Gestionar de manera oportuna el proceso de entrega recepción indicando al contratista los requerimientos tanto técnicos como administrativos necesarios, a fin de que el proceso se realice con la mayor celeridad posible, cuidando en todo momento la buena calidad de los trabajos tanto en la parte técnica, administrativa y de operación.

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.

Tabla v 13 Análisis de riesgos asociados al proyecto, durante la operación.

Descripción	Factibilidad de ocurrencia	Análisis de posible impacto	Acciones para su mitigación
Incremento en el precio de los materiales consumibles para las reparaciones.	Alta	Incremento en los montos estimados de mantenimiento de la infraestructura contemplada en el proyecto.	Mantener actualizadas las cotizaciones de materiales más prioritarios o de mayor consumo para el mantenimiento, prever en función de las demandas históricas de refacciones, un stock de kits de reparación que permita amortiguar cualquier incremento en los precios de manera inmediata.
desabasto de insumos que provienen del extranjero	Media-Alta	Dejar fuera de operación algún equipo, disminución de la cantidad de agua bombeada,	contar con stock de refacciones, o con equipos completos en stock ante

		desabasto de agua, disminución en las presiones	cualquier emergencia
Incremento en el precio de los combustibles.	Alta	Incremento en los montos estimados de mantenimiento de la infraestructura contemplada en el proyecto.	Realizar de manera coordinada las reparaciones por zonas buscando el atender con una misma brigada las diversas situaciones que se pudieran presentar en una misma zona.

Fuente: elaboración propia, con información de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo con la evaluación realizada, considerando beneficios por la liberación de recursos y por mayor consumo, el proyecto integral cuenta con una rentabilidad positiva por \$5,856,678.54 medida mediante el Valor Presente Neto (VPN).

Adicional a los beneficios cuantificados se deben considerar los beneficios que se podrían obtener en salud por reducción de los índices de morbilidad (asociados a los métodos de abastecimiento).

La Tasa Interna de Retorno Social (TIR) calculada es de 11.49%, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual implica que la rentabilidad social esperada del proyecto es mayor al costo de oportunidad.

La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) calculada para el proyecto para su primer año de operación (Año 1) es de 12.22%, superior a la tasa social de descuento promedio propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), del 10.0%, lo cual significa que es recomendable realizar el proyecto a la brevedad posible.

Del análisis de sensibilidad del monto de inversión del proyecto se concluye que, con un incremento menor al 10.69%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los costos de operación y mantenimiento del proyecto integral se concluye que, con un incremento menor al 169.83%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los beneficios del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 9.14%, el proyecto aún sería rentable.

Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos, se recomienda la ejecución de las acciones propuestas, ya que estas presentan indicadores de rentabilidad positivos (VPN), una rentabilidad social superior al costo de oportunidad (TIR) y un momento de inversión que corresponde con el momento óptimo de inversión (TRI).

La puesta en operación de las acciones del proyecto presentan resultados positivos para el cálculo de los indicadores de rentabilidad, además de que se logrará mejorar las condiciones de eficiencia del sistema al reducir el nivel de pérdidas por fugas, por el correcto aislamiento de cada circuito hidrométrico, que a su vez permitirá un mejor control en la medición, el incremento de las presiones y las horas de servicio, teniendo como resultado un mayor consumo por parte de los usuarios.

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, situación sin proyecto y situación con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	Se adjunta la ficha de validación técnica del ente normativo (CONAGUA)
Anexo C	Estudios Legales	Se adjunta la licencia de construcción emitida por la Dirección de Obras Públicas del municipio de Othón P. Blanco.
Anexo D	Estudios Ambientales	Se adjunta el resolutivo de impacto ambiental emitido por la SEMA.
Anexo E	Estudios de Mercado	Se adjunta el formato de encuesta aplicado por la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA.
Anexo F	Estudios Específicos	Se adjunta el informe final del estudio Geohidrológico para el acueducto de Nicolás Bravo-Caobas-San Antonio soda-La Lucha- Progreso, ejecutado en 2011 con recursos del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad de la obra	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	



Plan Estatal de Desarrollo del estado de Quintana Roo (2016-2022)

http://www.sefiplan.qroo.gob.mx/coplade/subidos/PED_2016_2022_PO2020_01_17.pdf

Plan Municipal del desarrollo del municipio de Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo (2016-2018)

<http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/2016/07/Plan-Municipal-de-Desarrollo-2016-2018.pdf>

Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx

Datos Sociodemográficos Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad, 2010; Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx

Inventario Nacional de Viviendas; INEGI (Mapa Digital de México, INEGI)


<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE4LjU1Mzg0LGxvbjotODguMjU2ODUsejoxNCxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>

Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión: Análisis Costo-Beneficio, Actualización 2015

<http://www.cepep.gob.mx/>

Responsables de la información

Ramo:	
Entidad:	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo
Área Responsable:	Coordinación de Planeación

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:			
Nombre	Cargo	Firma	Teléfono y correo
Ing. Marco Antonio Jiménez García	Encargado del despacho de la Coordinación de Planeación		983 28 5 30 69

Versión	Fecha
Versión 1	Enero/2017