



Análisis Costo-Beneficio Simplificado

“SECTORIZACIÓN, SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS Y MICROMEDICIÓN EN LA ZONA DE DISTRIBUCIÓN CALDERITAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CHETUMAL.”

[JUNIO 2020]

Tabla de Contenido

I	RESUMEN EJECUTIVO	8
II	SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	18
II.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	18
II.1.1	PROBLEMÁTICA, OPORTUNIDAD O CONDICIÓN NEGATIVA	27
II.2	ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL O INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	29
II.2.1	INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	29
II.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	47
II.3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN OBJETIVO	47
II.4	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA ACTUAL.....	53
III	SITUACIÓN SIN EL PPI.....	55
III.1	OPTIMIZACIONES	55
III.2	ANÁLISIS DE LA OFERTA SIN EL PPI	56
III.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA SIN EL PPI.....	58
III.4	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA SIN EL PPI.....	61
III.5	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	65
III.5.1	DESCRIPCIÓN DEL PPI	65
III.5.2	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE ADICIONAL DE SOLUCIÓN	66
III.5.3	COMPARACIÓN CON EL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	70
IV	SITUACIÓN CON EL PPI	73
IV.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	73
IV.2	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	80
IV.3	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	82
IV.4	CALENDARIO DE ACTIVIDADES	93
IV.5	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	97
IV.6	FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	100
IV.7	CAPACIDAD INSTALADA.....	100
IV.7.1	METAS DE INFRAESTRUCTURA.....	100
IV.7.2	METAS DE OPERACIÓN	101
IV.8	VIDA ÚTIL.....	102
IV.9	ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA VIABILIDAD DEL PPI	102
IV.10	ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	104
IV.11	ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO	108
IV.12	INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON PROYECTO	110
V	EVALUACIÓN DEL PPI	114
V.1	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	114
	COSTOS DIRECTOS	114
	COSTOS INDIRECTOS.....	115
	EXTERNALIDADES NEGATIVAS.....	115
V.2	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS DEL PPI	118
	BENEFICIOS INDIRECTOS	119



Análisis Costo Beneficio

EXTERNALIDADES POSITIVAS	120
V.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	121
V.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	122
V.5 ANÁLISIS DE RIESGOS	126
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
VII ANEXOS	130
VIII BIBLIOGRAFÍA	131
IX RESPONSABLES DE LA INFORMACIÓN	132

bjl7TKXijjmUJO.Ade/U-Pj4vmb74M/G/OhtObzaunliiZigban VcX9r1dG9p682atbDopn2qikM8Jso3vDatyOgPaTHL+sbaomKSzHjpM0XM8Uc6+3YmAi3tBTjstgE0Q3RI7wwANlkaAcUdMfxaXdI8faY0G66Ob+P17CT97CVYnPhPp3fEW+mfWVRLjCfzssPHD+sQ0lszsd0z+KwDrKwm52aTLxfNkecc9h5F6uc0JxglL8i

Índice de Cuadros

Cuadro I. 1 Costos, Consolidado.	12
Cuadro I. 2 Beneficios identificados del Proyecto.	13
Cuadro I. 3 Rentabilidad del Proyecto.	14
Cuadro I. 4 Riesgos asociados al Proyecto, durante la ejecución.	15
Cuadro I. 5 Riesgos asociados al Proyecto, durante la Operación.	16
Cuadro II. 1 Cálculo de la tasa media de crecimiento poblacional de la localidad de Calderitas.	20
Cuadro II. 2 Proyección de la población para la localidad de Calderitas (2010-2030).	20
Cuadro II. 3 Características de la infraestructura de regulación en los Macrosectores del Sistema Chetumal.	31
Cuadro II. 4 Características de la infraestructura de distribución de los macrosectores del Sistema Chetumal.	33
Cuadro II. 5 Características de la infraestructura de Regulación en el MS-Arboledas del Sistema Chetumal.	35
Cuadro II. 6 Infraestructura actual en <i>Calderitas</i> (Líneas primarias).	40
Cuadro II. 7 Infraestructura actual de distribución por zona en <i>Calderitas</i>	41
Cuadro II. 8 Gastos y pérdidas del sistema en <i>Calderitas</i>	42
Cuadro II. 9 Distribución de los usuarios por colonia, situación actual.	47
Cuadro II. 10 Clasificación por tipo de usuario y su consumo actual en la zona de proyecto.	50
Cuadro II. 11 Consumo actual por colonia en el área de influencia inmediata del Proyecto.	50
Cuadro II. 12 Estimación de la demanda en condiciones deseables en la zona de proyecto.	51
Cuadro II. 13 Demanda en condiciones deseables, por colonia en el área de influencia inmediata del Proyecto.	51
Cuadro II. 14 Métodos alternativos	52
Cuadro II. 15 Costos Anuales por método alternativo en <i>Calderitas</i>	53
Cuadro II. 16 Balance del gasto (Ips) de la Oferta y la Demanda actual, en <i>Calderitas</i>	54
Cuadro II. 17 Proyección de la interacción del consumo real y en condiciones favorables en <i>Calderitas</i> , situación sin proyecto (2020-2041).	63
Cuadro III. 1 Infraestructura de distribución en <i>Calderitas</i> , situación sin proyecto.	57
Cuadro III. 2 Proyección de la población y su consumo real en <i>Calderitas</i> , situación sin proyecto (2020-2041).	59
Cuadro III. 3 Proyección de la población y su consumo “en condiciones favorables” en <i>Calderitas</i> , situación sin proyecto (2020-2041).	60
Cuadro III. 4 Gastos y pérdidas del sistema en <i>Calderitas</i> , situación sin proyecto (año 1).	61



Análisis Costo Beneficio

Cuadro III. 5 Proyección de la eficiencia del sistema en Calderitas, situación sin proyecto (2020-2041). 61

Cuadro III. 6 Proyección de los costos anuales por métodos alternativos en miles de pesos, situación sin proyecto (2020-2041)..... 64

Cuadro III. 7 Principales características por componentes, Alternativa 1..... 67

Cuadro III. 8 Costos de inversión y de operación y mantenimiento del proyecto de la Alternativa 1 (sin IVA)..... 69

Cuadro III. 9 Costos de inversión, reinversión y de operación y mantenimiento del proyecto de la Alternativa de proyecto propuesto (sin IVA). 71

Cuadro IV. 1 Principales Características por Componente, Red de distribución..... 74

Cuadro IV. 2 Principales Características por Componente, Tomas domiciliarias..... 74

Cuadro IV. 3 Principales Características por Componente, Equipamiento Fijo..... 75

Cuadro IV. 4 Principales Características por Componente, Líneas primarias..... 75

Cuadro IV. 5 Principales Características por Componente, Reposición de pavimentos..... 75

Cuadro IV. 6 Principales Características por Componente, acciones en Tanque Calderitas..... 76

Cuadro IV. 7 Principales componentes del Proyecto..... 78

Cuadro IV. 8 Líneas Primarias (Calderitas)..... 84

Cuadro IV. 9 Líneas envolventes, Circuito 1 (Calderitas)..... 85

Cuadro IV. 10 Líneas envolventes, Circuito 2 (Calderitas)..... 86

Cuadro IV. 11 Líneas envolventes, Circuito 3 (Calderitas)..... 87

Cuadro IV. 12 Líneas envolventes, Circuito 4 (Calderitas)..... 88

Cuadro IV. 13 Líneas envolventes, Circuito 5 (Calderitas)..... 89

Cuadro IV. 14 Líneas envolventes, Circuito 6 (Calderitas)..... 90

Cuadro IV. 15 Líneas envolventes, Circuito 7 (Calderitas)..... 91

Cuadro IV. 16 Calendario de actividades del proyecto..... 93

Cuadro IV. 17 Calendario de ejecución físico financiero consolidado (Incluye IVA)..... 97

Cuadro IV. 18 Inversión total proyecto por principales componentes (no incluye IVA)..... 97

Cuadro IV. 19 Distribución de la inversión por fuente de financiamiento (incluye IVA)..... 100

Cuadro IV. 20 Infraestructura de distribución en Calderitas (Líneas primarias), situación con proyecto. 104

Cuadro IV. 21 Infraestructura de distribución en Calderitas (Red secundaria), situación con proyecto. 105

Cuadro IV. 22 Descripción de la infraestructura por circuito hidrométrico, situación con proyecto. . 106

Cuadro IV. 23 Proyección de la población y su consumo real en Calderitas, situación con proyecto (2020-2041)..... 109

Cuadro IV. 24 Proyección de la eficiencia del sistema en Calderitas, situación con proyecto (2020-2041). 111



bj1TKXijmUJO.Ade/U+Pj4vmb74M/G/OhrObzaunliirZigban VcX9r.1dG9p6s2atbDopn2qikM8Jso3vDatyOgPaTHL+sbaomMKSzHjPpM0XM8Uc6+3YmAr3iBTjsgljEQ03Rf7wwAnlkaAcUdMfxaXdl8faY0G66Ob+P17CT97CVYYnPh3fEW+mfWVRLjCFzs8PHD8Q0lsz5d0z+KwDrKwm52aTLxNkcc9h5F6uc0JxgLL8



Análisis Costo Beneficio

Cuadro IV. 25 Proyección de Costos de la situación con Proyecto (sin IVA).	112
Cuadro V. 1 Costos directos (no incluye IVA).....	114
Cuadro V. 2 Flujo anual de costos del proyecto (no incluye IVA).	114
Cuadro V. 3 Costos indirectos (no incluye IVA).	115
Cuadro V. 4 Externalidades negativas (no incluye IVA).	115
Cuadro V. 5 Beneficios directos (no incluye IVA).....	118
Cuadro V. 6 Flujo anual de Beneficios del Proyecto (no incluye IVA).	119
Cuadro V. 7 Beneficios indirectos (no incluye IVA).	119
Cuadro V. 8 Externalidades positivas (no incluye IVA).	120
Cuadro V. 9 Indicadores de rentabilidad del Proyecto (no incluye IVA).	121
Cuadro V. 10 Flujo anual neto del Proyecto (no incluye IVA).	121
Cuadro V. 11 Resumen del análisis de sensibilidad de las principales variables del Proyecto.....	122
Cuadro V. 12 Análisis de sensibilidad de la variable BENEFICIOS (en MDP).	123
Cuadro V. 13 Análisis de sensibilidad de la variable INVERSIÓN (en MDP).	124
Cuadro V. 14 Análisis de sensibilidad de la variable COSTOS (en MDP).	125
Cuadro V. 15 Análisis de riesgos asociados al proyecto, durante la ejecución.	126
Cuadro V. 16 Análisis de riesgos asociados al proyecto, durante la operación.	128

Índice de Figuras

Figura I. 1 Zona Metropolitana de Chetumal.....	10
Figura I. 2 Macro localización.....	11
Figura I. 3 Micro localización.....	11
Figura II. 1 Ubicación geográfica del estado de Quintana Roo.....	18
Figura II. 2 Zona Metropolitana de Cancún.	19
Figura II. 3 Zona Metropolitana de Chetumal.....	19
Figura II. 4 Etapas de desarrollo y ocupación de la ciudad de Chetumal de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano (PDU,2018).	21
Figura II. 5 Macrosectores hidrométricos del Sistema Chetumal.....	22
Figura II. 6 Ubicación de la localidad de Calderitas como zona de distribución del Macrosector Arboledas del sistema Chetumal.	23
Figura II. 7 Infraestructura de distribución existente en Calderitas.	24
Figura II. 8 Incrustaciones y taponamientos en tuberías del sistema Calderitas.	25
Figura II. 9 Condiciones de los Medidores domiciliarios.....	25
Figura II. 10 Zonas de distribución en Calderitas.	26
Figura II. 11 Horarios de servicio en Calderitas.....	26
Figura II. 12 Infraestructura de conducción y regulación principal por macrosector del sistema Chetumal.....	32
Figura II. 13 Infraestructura de distribución por macrosector del sistema Chetumal.	32
Figura II. 14 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución en el <i>MS-Arboledas</i> del sistema Chetumal.....	34
Figura II. 15 Zonas de distribución en el <i>MS-Arboledas</i>	36
Figura II. 16 Ubicación de la localidad de <i>Calderitas</i> , como zona de distribución en el MS-Arboledas del sistema Chetumal.....	38
Figura II. 17 zonas de distribución en Calderitas.	39
Figura II. 18 Horarios de servicio en Calderitas.....	39
Figura II. 19 Líneas primarias existentes en Calderitas.....	40
Figura II. 20 Red secundaria (de distribución) existente en Calderitas.	41
Figura II. 21 Fotos de tuberías de la red de distribución con taponamientos por acumulación de sarro.	44
Figura II. 22 Distribución de las presiones (m.c.a) por zona en <i>Calderitas</i> , situación actual.	44
Figura II. 23 Fotos de reparación de fugas en tuberías de la red de distribución.	45
Figura II. 24 Caudal entregado efectivamente en la localidad de Calderitas al año 2019.	46
Figura II. 25 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto (<i>Calderitas</i>).	48





Análisis Costo Beneficio

Figura II. 26 Zonificación según el PDU (de la zona de proyecto en Calderitas)..... 49

Figura III. 1 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución en Calderitas, situación sin proyecto. 56

Figura III. 2 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto en Calderitas. 58

Figura IV. 1 Zona Metropolitana de Chetumal. 82

Figura IV. 2 Ubicación de la zona de proyecto (Calderitas). 83

Figura IV. 3 Ubicación de las líneas primarias de proyecto y del Tanque Calderitas. 84

Figura IV. 4 Ubicación del circuito 1 (C1) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 85

Figura IV. 5 Ubicación del circuito 2 (C2) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 86

Figura IV. 6 Ubicación del circuito 3 (C3) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 87

Figura IV. 7 Ubicación del circuito 4 (C4) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 88

Figura IV. 8 Ubicación del circuito 5 (C5) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 89

Figura IV. 9 Ubicación del circuito 6 (C6) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 90

Figura IV. 10 Ubicación del circuito 7 (C7) de la zona de proyecto (Calderitas)..... 91

Figura IV. 11 Colonias populares en la Zona de influencia del proyecto (Calderitas). 92

Figura IV. 12 Líneas primarias en Calderitas, situación con proyecto 105

Figura IV. 13 Infraestructura de distribución en Calderitas, situación con proyecto. 106

Figura IV. 14 Presurización de la red (m.c.a) en Calderitas, situación con proyecto..... 107

Figura IV. 15 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto en Calderitas. 108



I Resumen Ejecutivo

1.1. Nombre del PPI

Sectorización, sustitución de tuberías y micromedición en la zona de distribución Calderitas del sistema de agua potable Chetumal.

1.2. Problemática identificada que se busca atender

En la localidad de Calderitas, actualmente abastecida del sistema Chetumal por medio de una línea de conducción proveniente del tanque principal del MS-Arboledas de la ciudad de Chetumal y de un pozo profundo ubicado en la localidad, el servicio de agua potable actualmente presenta problemas de operación, con una antigüedad que supera los 20 años, la red de distribución consiste en tuberías de PVC hidráulico y de Asbesto-cemento (aproximadamente el 70%) con diámetros de 2", 2 ½", 3", 4" y 6", siendo las de diámetros de 2" y 2 ½" las que componen aproximadamente el 55% de la red total, cuya capacidad de conducción actual resulta insuficiente para cubrir la demanda.

Como resultado del crecimiento de la mancha urbana (sobre todo en la zona Norte), la infraestructura de distribución en la localidad, no cuenta con un 100% de cobertura, por lo que existen tomas largas de entre 30 M y 100 M, además de circuitos abiertos con ramificaciones conectadas a líneas primarias, para garantizar el suministro, la red se encuentra dividida en 2 zonas de distribución, de acuerdo a su ubicación geográfica (Sur y Norte) con horarios de servicio de 10 y 12 horas respectivamente.

El tipo de suelo de la zona (arcilloso arenoso de consistencia variable), que es propenso a presentar asentamientos, aunado a la antigüedad de las tuberías (superior a 20 años que las hace susceptibles a fracturas, colapsos y rupturas), han contribuido a la presencia fugas constantes con grandes pérdidas que, además de afectar la continuidad del servicio, también ha resultado en una pérdida considerable tanto de presión y del caudal entregado en las tomas domiciliarias.

Asimismo, por la dureza del agua de la zona, en las tuberías se presentan problemas de incrustaciones y taponamientos, que reducen su diámetro útil de conducción y además afectan el funcionamiento de los medidores domiciliarios, afectando su lectura o dejándolos fuera de operación, lo cual se refleja en una baja eficiencia del sistema (tanto física, como comercial).

De acuerdo con el Organismo operador, para el año 2019 el sistema de agua potable de calderitas, presentó una eficiencia física del 32.72%, con un promedio de pérdidas físicas del 67.28%, atribuidas principalmente a fugas, así como a las deficiencias en la medición de llegada.

Esta situación ha sido causa de molestias para los usuarios, quienes han incurrido en gastos adicionales para la adquisición de dispositivos de almacenamiento (tinacos o cisternas) si desean

1.2. Problemática identificada que se busca atender

contar con el vital líquido a cualquier hora del día.

Adicional a ello, los costos para la operación y mantenimiento se han acrecentado, ya que el Organismo operador ha tenido que incrementar los recursos destinados a la detección y reparación de fugas. Según la CAPA, durante el año 2019, en la localidad se detectaron y repararon alrededor de 364 fugas.

1.3. Objetivo orientado a impulsar el Desarrollo Metropolitano

Así como una línea de conducción proveniente del tanque principal del Macrosector Arboledas de la ciudad de Chetumal, abastece a la localidad de Calderitas, incorporándola al Sistema Chetumal que, además de la ciudad también atiende las localidades de Juan Sarabia, Xul-Ha, Huay-Pix, Subteniente López y Luis Echeverría, este último incorporado por medio de una línea de conducción proveniente de la localidad de Calderitas.

El objetivo principal del proyecto es mejorar del servicio de distribución de agua potable en la localidad de Calderitas, actualmente incorporada al sistema Chetumal a través del Macrosector Arboledas, de manera que no sólo se mejoren las condiciones de eficiencia en la localidad, si no también permita promover una planeación ordenada de la infraestructura de agua potable del Sistema Chetumal, de tal forma que permita el impulso de la sustentabilidad y consolidación urbana de la Zona Metropolitana.

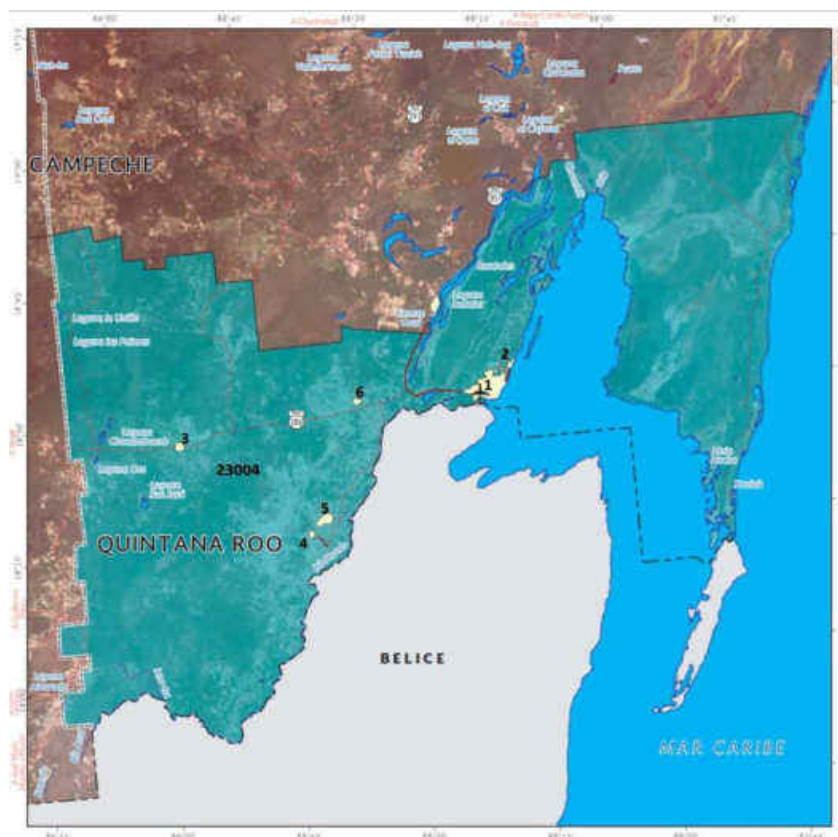
Con el proyecto se podrá reducir el nivel de pérdidas por fugas en la red de distribución, que se traducirá en una recuperación de caudal que, por el correcto aislamiento de cada circuito permitirá: un mejor control en la medición, el incremento de las presiones, así como de las horas de servicio, esto en beneficio de los usuarios en la localidad.

Asimismo, estas acciones se traducirán en una libración de recursos para el Organismo Operador, encargado de la operación y mantenimiento del sistema (menores costos por reparaciones). Además de que como resultado de la instalación y sustitución de medidores de caudal a nivel macro y micro en la zona, se logrará un incremento tanto de la eficiencia física como la comercial, ya que se logrará mejorar la medición tanto del gasto que ingresa a la red (macromedición) como del gasto que es entregado efectivamente a los usuarios (micromedición).



1.4. Zona Metropolitana a la que pertenece el PPI

En Quintana Roo se cuenta con dos zonas metropolitanas (ZM), la **ZM de Cancún**¹ decretada en 2009 bajo el criterio de “conurbación física” con un municipio central y la segunda, zona a la que pertenece el Proyecto, la **ZM de Chetumal**, de reciente creación en Abril 2018, en el municipio de Othón P. Blanco, bajo el criterio de “Capital estatal” con la ciudad de Chetumal como eje central y una superficie total de 9,958.2 Km².



Clave y nombre de la localidad	Ubicación en el mapa
23004 Othón P. Blanco	
0001 Chetumal	1
0016 Calderitas	2
0064 Nicolás Bravo	3
0123 Javier Rojo Gómez	4
0124 Álvaro Obregón	5
0201 Sergio Butrón Casas	6

Figura I. 1 Zona Metropolitana de Chetumal.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; “Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015”; febrero 2018; pág. 198.

¹ conformada por los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez (municipio central) con una superficie de 2,108.8 Km².



1.4. Zona Metropolitana a la que pertenece el PPI

El proyecto se realizará la localidad de Calderitas de la ZM-Chetumal (Figura I. 2), en donde se conformarán un total de 7 circuitos hidrométricos, con un área de 147.50 hectáreas y una población de 7,821 habitantes:

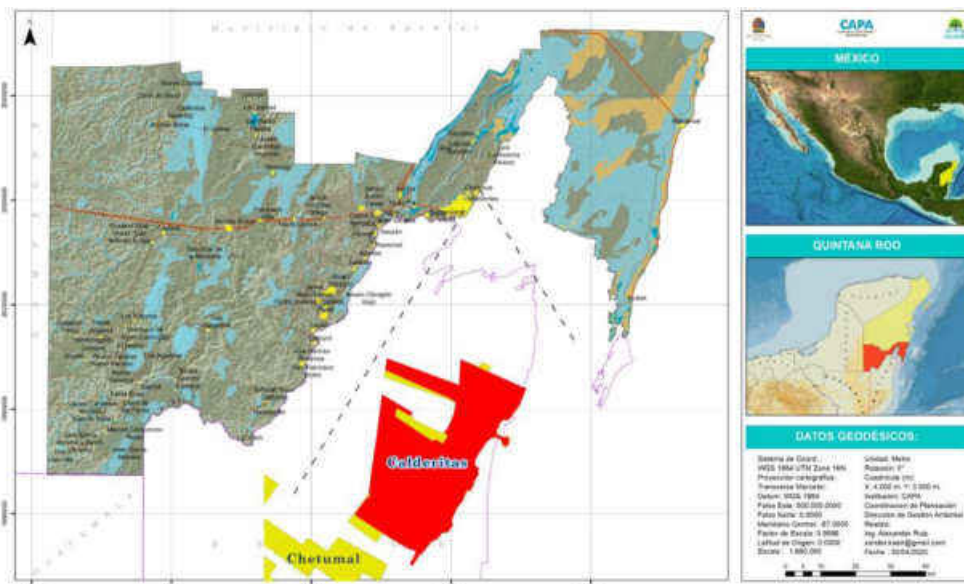


Figura I. 2 Macro localización.

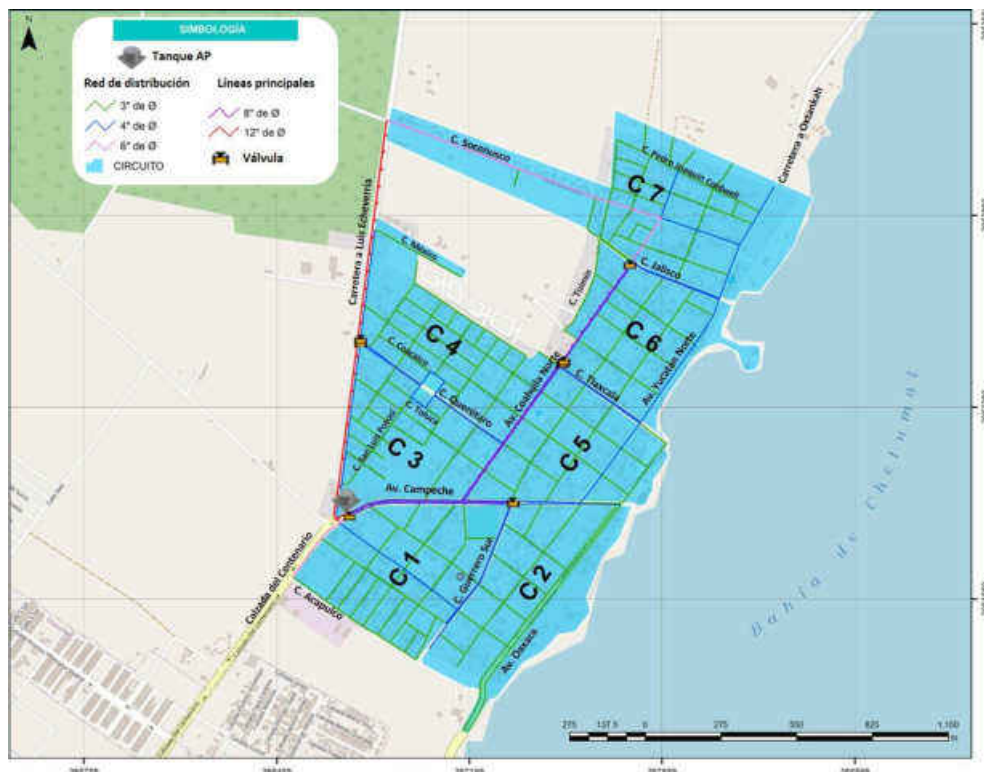


Figura I. 3 Micro localización.



1.5. Horizonte de Evaluación

Se consideran 22 años de evaluación (Considerando dos años de Inversión para el año 0 y 1, iniciando la operación a partir del año 2 hasta el año 21).

Asimismo, se considera una reinversión para la sustitución del equipamiento fijo de medición cada 5 años (año 6, 11 y 16) y de bombeo cada 10 años (año 11) de operación respectivamente.

1.6. Identificación y descripción de los principales costos del PPI

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

Para el proyecto integral, los costos ascienden, en pesos a valor presente se valoraron en **\$71,434,229.01** (son: setenta y un millones, cuatrocientos treinta y cuatro mil, doscientos veintinueve pesos 01/100 M.N.), por concepto de:

- Inversión inicial (año 0 y 1);
- Acciones de mantenimiento correctivo (a partir del inicio de operación, cada 5 años de operación para los equipos de medición y cada 10 años de operación para los equipos de bombeo);
- Extracción, operación y mantenimiento del sistema.

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

Cuadro I. 1 Costos, Consolidado.

Identificación	Cuantificación	Valoración al valor presente	Periodicidad
Inversión inicial	Inversión	45,312,876.64	Año 0
Reinversión equipamiento de medición	Mantenimiento correctivo	512,847.83	Cada 5 años de operación
Reinversión equipamiento de bombeo	Mantenimiento correctivo	244,387.83	Cada 10 años de operación
Costos de Operación y Mantenimiento	Operación del sistema + Mantenimiento correctivo	17,009,970.53	2 al 21
Costos de extracción	(M ³ producidos)*(costo de producción)	8,354,146.18	2 al 21

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

1.7. Identificación y descripción de los principales beneficios del PPI

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.
- Ahorro en costos por la liberación de recursos por la reducción de la demanda total.
- 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 **\$118,192,936.27** (Son: ciento dieciocho millones, ciento noventa y dos mil, novecientos treinta y seis pesos 27/100 M.N.), para el proyecto integral durante el horizonte de evaluación.

Cuadro I. 2 Beneficios identificados del Proyecto.

Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
Liberación de recursos para asegurar el consumo. (beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, por la compra de agua en pipas y bombes intradomiciliarios en la zona de proyecto)	[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m ³)] * [metros cúbicos (m ³) consumidos]	79,457,384.94	2 al 21
Beneficio por mayor consumo. 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.	(No. De usuarios beneficiados) * [factor de mayor consumo que se obtiene con la ecuación (Q=AP ⁶), con datos de las situaciones con y sin proyecto.]	8,101,342.95	2 al 21
Disminución de los índices de morbilidad. Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.	Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni 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	26,242,688.03	2 al 21
Beneficio por la reducción de la demanda total. Ahorro en costos por producción (extracción, cloración, conducción, regulación, distribución; además de reducir la necesidad de inversiones futuras)	Costo de producción por metro cúbico de agua (\$/m ³) * [metros cúbicos (m ³) recuperados con el proyecto]	4,391,520.35	2 al 21

Fuente: Elaboración propia.

1.8. Indicadores de rentabilidad

Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto para el proyecto integral asciende a **\$46,758,707.26** (Son: cuarenta y seis millones, setecientos cincuenta y ocho mil, setecientos siete pesos 26/100 M.N.). A continuación, se presenta el Valor Actual de los Costos Sociales, el Valor Actual de los Beneficios Sociales y el Valor Presente Neto Social.

Cuadro I. 3 Rentabilidad del Proyecto.

Concepto	Monto
Inversión inicial	(45,312,876.64)
Reinversión equipamiento	(757,235.66)
Operación y Mantenimiento	(17,009,970.53)
Extracción	(8,354,146.18)
Valor Actual de los Costos Sociales (VACS)	(71,434,229.01)
Liberación de recursos	110,091,593.32
Mayor Consumo	8,101,342.95
Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS)	118,192,936.27
Valor Actual Neto Social (VANS)	\$ 46,758,707.26

Fuente: Elaboración propia.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tasa Interna de Retorno (TIR)	20.66%
--------------------------------------	---------------

Tasa de Rentabilidad

Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)	19.73%
--	---------------



1.9. Principales riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI

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

Durante la ejecución: 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.

Cuadro I. 4 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.



1.9. Principales riesgos asociados a la ejecución y operación del PPI

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 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.

Cuadro I. 5 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.
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.

1.10. Conclusión referente a la rentabilidad del PPI

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 **\$46,758,707.26** 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 **20.66%**, 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 2) es de **19.73%**, 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 101.49%, 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 184.35%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los *beneficios* del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 39.56%, el proyecto aún sería rentable.



II Situación Actual del PPI

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

CONTEXTO

El estado de Quintana Roo se ubica al sureste de la República Mexicana, colindando al norte con el Estado de Yucatán, al sur con Belice y parte de Guatemala, al este con el Mar Caribe y al oeste con el estado de Campeche. Quintana Roo se encuentra dividido políticamente en 11 municipios.

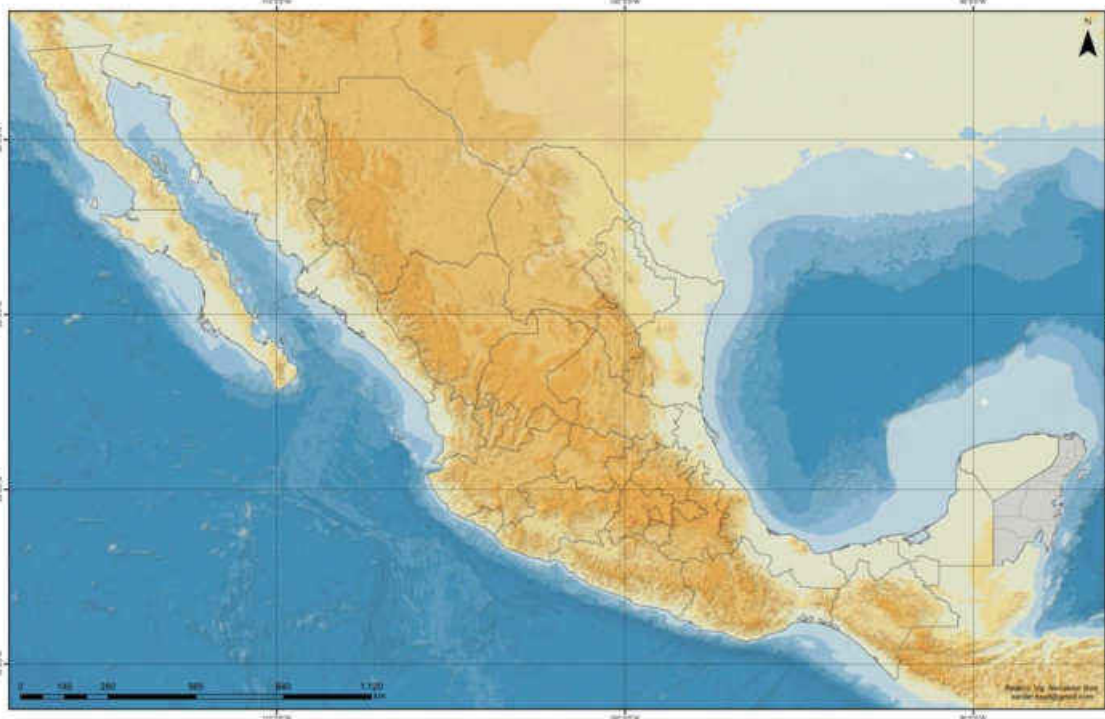


Figura II. 1 Ubicación geográfica del estado de Quintana Roo.

En Quintana Roo se cuenta con dos zonas metropolitanas (ZM), la primera decretada en 2009 bajo el criterio de “conurbación física” con un municipio central y la segunda de reciente creación en abril 2018 bajo el criterio de “Capital estatal” con una ciudad como eje central:

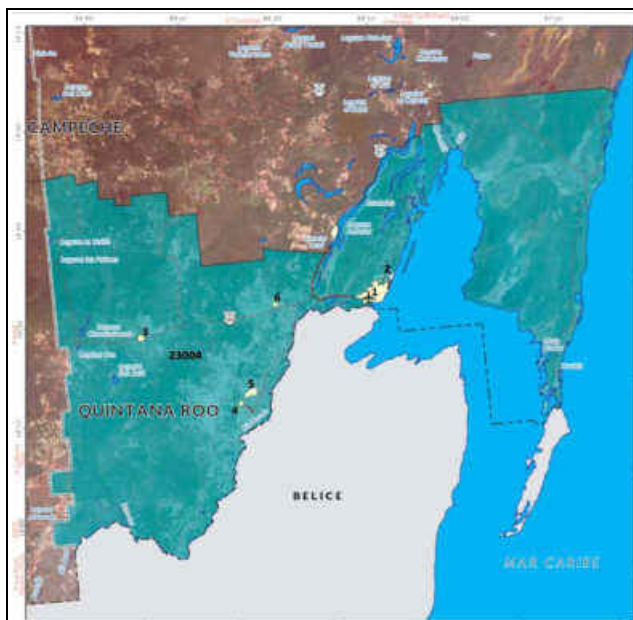
- La **ZM de Cancún** (Figura II. 2) conformada por los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez (municipio central) con una superficie de 2,108.8 Km²; ubicada en la Región “Caribe Norte”, en donde se concentra más del 70.0% de la población estatal, de acuerdo al censo INEGI 2010.
- La **ZM de Chetumal** (Figura II. 3), en el municipio de Othón P. Blanco, con la ciudad de Chetumal como eje central y una superficie total de 9,958.2 Km²; ubicada en la región “Frontera Sur”, en donde se concentra el más de 15.0% de la población estatal, de acuerdo al censo INEGI 2010.

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual



Clave y nombre de la localidad	Ubicación en el mapa
23003 Isla Mujeres	
0001 Isla Mujeres	1
0286 Zona Urbana Ejido Isla Mujeres	2
23005 Benito Juárez	
0001 Cancún	3
0002 Alfredo V. Bonfil	4

Figura II. 2 Zona Metropolitana de Cancún.



Clave y nombre de la localidad	Ubicación en el mapa
23004 Othón P. Blanco	
0001 Chetumal	1
0016 Calderitas	2
0064 Nicolás Bravo	3
0123 Javier Rojo Gómez	4
0124 Álvaro Obregón	5
0201 Sergio Butrón Casas	6

Figura II. 3 Zona Metropolitana de Chetumal.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; "Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015"; Febrero 2018; pág. 196 y 198.

El municipio de Othón P. Blanco, se ubica al Sur del estado, limita al norte con el municipio de Bacalar; al oeste con el de Calakmul (Campeche) y al sur con los Distritos de Corozal y Orange Walk (Belice); tiene una extensión de 18,760 km² que representa el 36.9% del territorio estatal², y una población de 224,080 habitantes³ lo que lo posiciona como el segundo municipio más poblado del estado, siendo la ciudad de Chetumal, la cabecera del municipal y capital del estado.

Ubicada en las coordenadas geográficas 18°33'16' latitud norte y 88°15'31' longitud oeste, a 8 Km al norte de la ciudad de Chetumal, se encuentra la localidad de Calderitas, cuya principal vía de acceso es por la Calzada del Centenario que la conecta con la ciudad de Chetumal.

² Es el más extenso del estado y el quinto más grande del país.

³ De acuerdo con la Encuesta intercensal realizada por el INEGI en 2015.

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

Si se analiza la dinámica poblacional en la localidad, en el siguiente cuadro se retoman los últimos censos y conteos de población del INEGI, así como las proyecciones de población del CONAPO para la localidad.

para el año 2010, en la localidad se contaba con 5,326 habitantes, mientras que para 2015 dicha población llegó a 6,344 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 3.56%.

Cuadro II. 1 Cálculo de la tasa media de crecimiento poblacional de la localidad de Calderitas.

Localidad de Calderitas							
Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015 ^{a/}	2020 ^{b/}
Población	3,610	4,485	4,493	4,446	5,326	6,344	8,068
t.m.c.a	-	4.44%	0.04%	-0.21%	3.68%	3.56%	4.93%

Fuente: Elaboración propia con información de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI; Proyecciones del CONAPO.

Notas:

^{a/} Encuesta Intercensal INEGI 2015

^{b/} Proyecciones de la población del CONAPO (2010-2030).

Asimismo, de acuerdo a proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), se estima que la población de en la localidad alcance los 11,475 habitantes para el año 2030, lo que significaría un incremento del 3.59% con respecto a lo proyectado para el año 2020.

Cuadro II. 2 Proyección de la población para la localidad de Calderitas (2010-2030).

Año	Calderitas	Año	Calderitas	Año	Calderitas	Año	Calderitas
2020	8,068	2023	9,021	2026	10,036	2029	11,107
2021	8,378	2024	9,353	2027	10,387	2030	11,475
2022	8,696	2025	9,691	2028	10,744	t.m.c.a.	3.59%

Fuente: Proyecciones de la población de la CONAPO (2010-2030)

Por su naturaleza como cabecera estatal y municipal, la ciudad de Chetumal concentra el equipamiento, los servicios y las actividades económicas propicios para que exista una alta dependencia en cuanto a la prestación de servicios y el predominio político-administrativo de parte de las localidades conurbadas de Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha.

Es de mencionarse que debido a que la ciudad de Chetumal fue fundada junto al litoral de la Bahía, su crecimiento urbano ha seguido un modelo de "abanico", con zonas de crecimiento (AU-RC) hacia la zona Norte, ocasionando que la localidad conurbada de Calderitas prácticamente ha incorporado su territorio al de la ciudad (Figura II. 4).

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

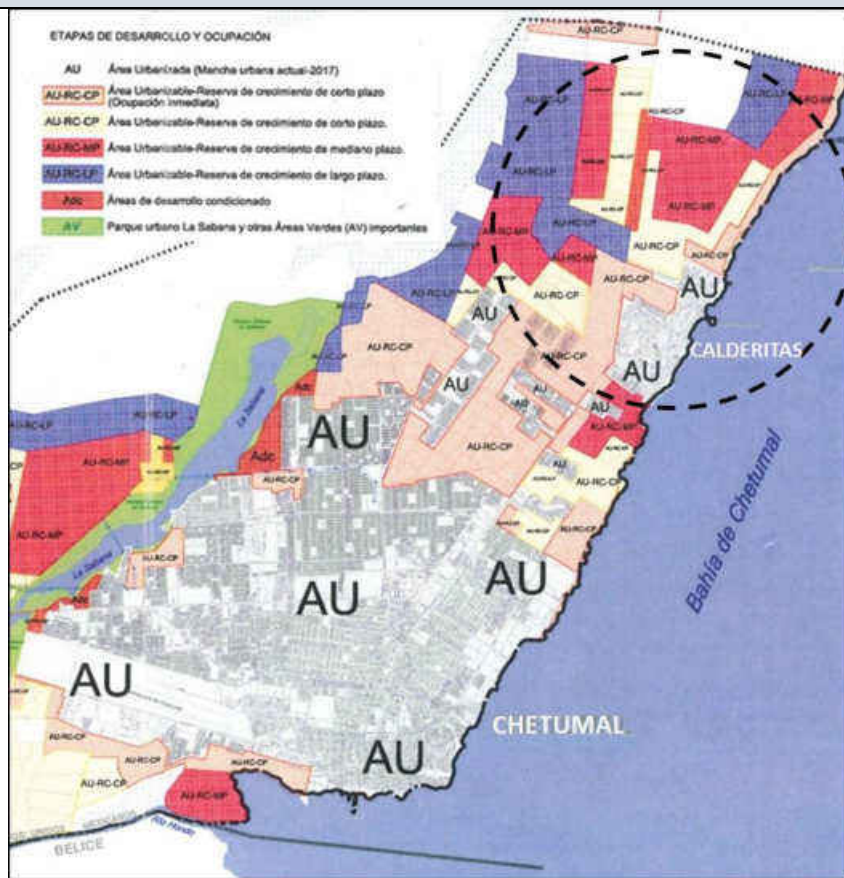


Figura II. 4 Etapas de desarrollo y ocupación de la ciudad de Chetumal de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano (PDU, 2018).

Fuente: Anexos del Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco.

Para la distribución del vital líquido, el sistema Chetumal cuenta con 5 grandes sectores hidrométricos (Macrosectores –MS-, Figura II. 5), establecidos, de acuerdo al área de influencia de los principales⁴: i) Insurgentes, ii) Bachilleres, iii) Aeropuerto, iv) Solidaridad y v) Arboledas, conformados con tuberías que van de 2" a 12" de diámetro en distintos materiales (PVC, PEAD y Asbesto-cemento) y antigüedad que oscila entre los 10 y 30 años.

⁴ provistos desde la zona de extracción con 3 líneas principales (14", 20" y 24") derivadas de la línea de 36" proveniente del TCR.

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

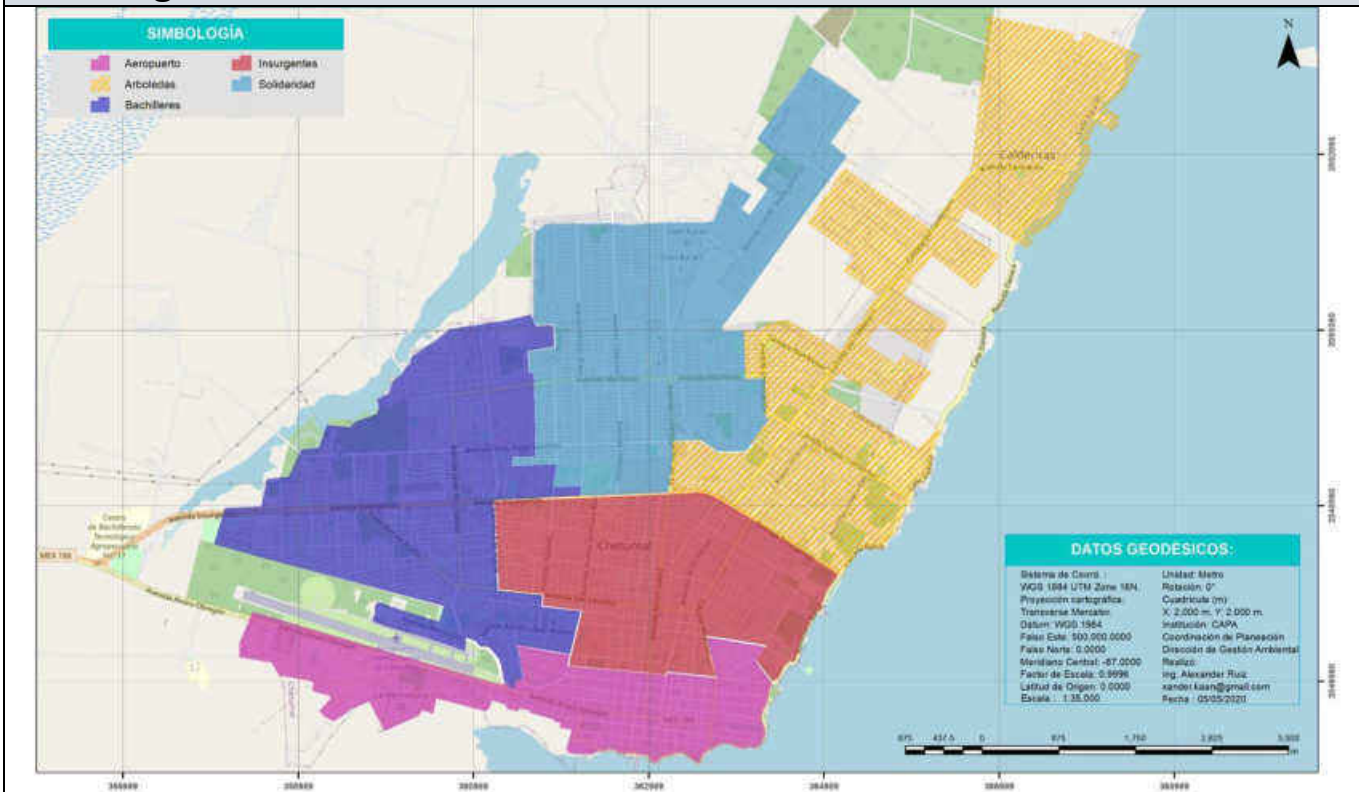


Figura II. 5 Macrosectores hidrométricos del Sistema Chetumal.

De entre estos Macrosectores se destaca Arboledas (Figura II. 6), ya que fue el último en conformarse⁵ y en su zona de influencia incluye a la localidad de Calderitas⁶ cuyo abastecimiento depende de una línea de conducción de asbesto-cemento de 8" de diámetro derivada del tanque principal.

⁵ Constituido a partir de la construcción del tanque principal en 2004 (una antigüedad de 16 años).

⁶ Es mencionarse que del tanque Calderitas se deriva una línea de asbesto-cemento de 6" para el abastecimiento de la localidad de Luis Echeverría, por lo que se considera a dicha localidad como parte del MS-Arboledas.



II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

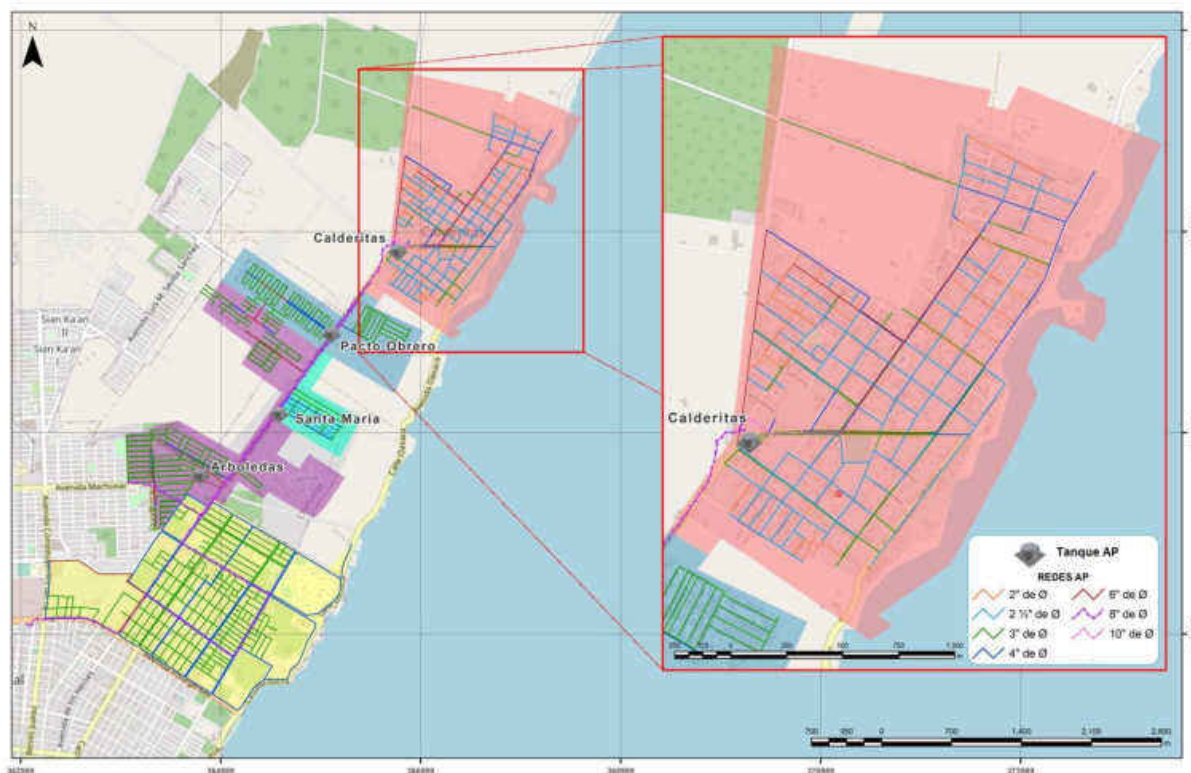


Figura II. 6 Ubicación de la localidad de Calderitas como zona de distribución del Macrosector Arboledas del sistema Chetumal.

Es de considerarse antes de incorporarse al área de influencia del MS-Arboledas, la localidad de Calderitas se abastecía del Tanque Insurgentes por lo que, la infraestructura de conducción (Asbesto-cemento de 8" de diámetro) y distribución (primarias y secundarias de Asbesto-cemento y PVC de 2", 2 ½", 3", 4", 6", 8" y 10" de diámetro) en la localidad en su mayoría presenta una antigüedad superior a los 20 años. Además de que, como resultado del crecimiento de la mancha urbana, la infraestructura de distribución en la localidad, no cuenta con un 100% de cobertura por lo que existen tomas largas de hasta 100 M, además de circuitos abiertos con ramificaciones conectadas a líneas primarias.

Asimismo, a partir de la interconexión de la línea de conducción que abastece a Calderitas al tanque Arboledas, el gasto de entrada al tanque se vio reducido⁷, por lo que la demanda llegó a superar a la disponibilidad del agua en la localidad. Para garantizar el suministro de agua potable a todos los usuarios en la localidad, el Organismo operador ha definido horarios de servicios y a realizar tandeos y en las inmediaciones del tanque, perforó y equipó un pozo profundo con aportación aproximada de 22 l/s que son adicionales a los provenientes del tanque Arboledas.

⁷ Actualmente, según datos de organismo operador, al tanque Calderitas ingresan 10 l/s provenientes del tanque Arboledas.

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

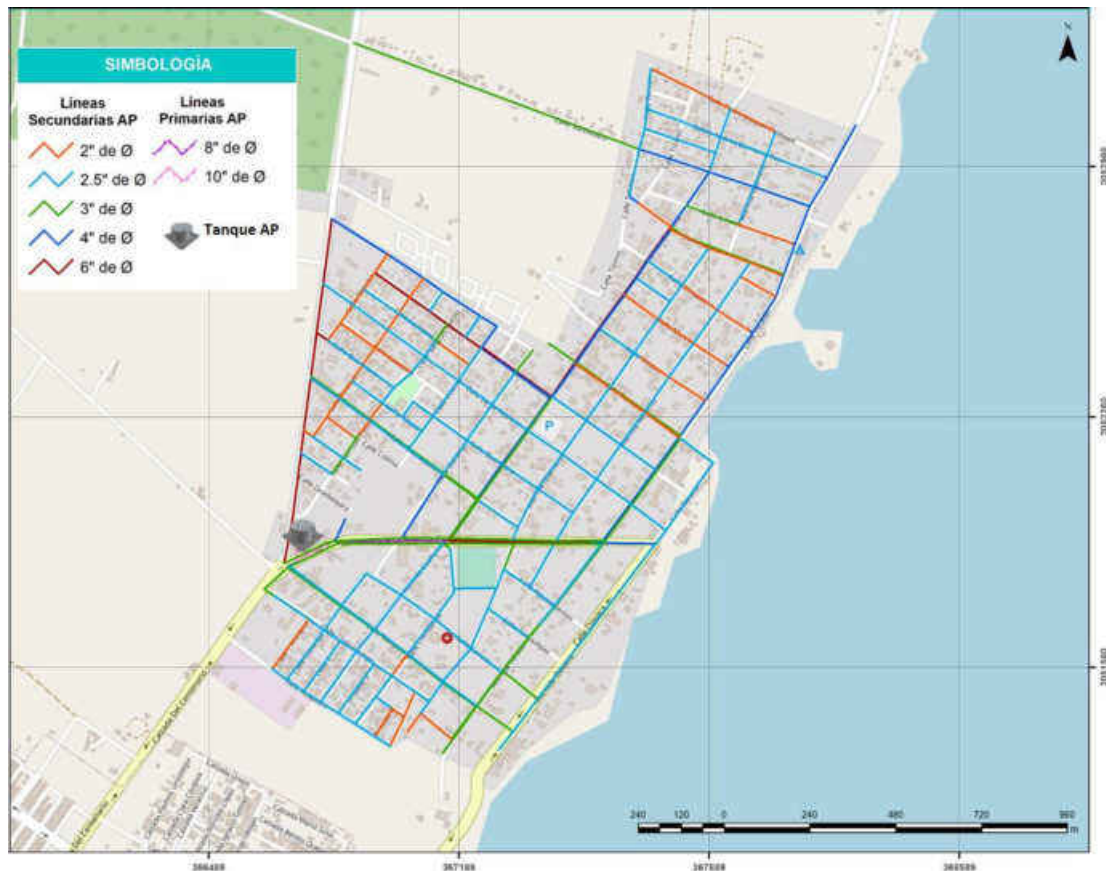


Figura II. 7 Infraestructura de distribución existente en Calderitas.

En años recientes, la eficiencia del sistema de agua potable en Calderitas, se ha visto afectada por la presencia de zonas de baja presión y con ausencia de suministro en horarios de mayor consumo no sólo por causa de la antigüedad de las tuberías sino también por la existencia de tuberías 2" y 2 ½" de diámetro cuya capacidad de conducción es insuficiente para cubrir la demanda actual (aproximadamente el 55% de la red total). Además, de que el material predominante de las tuberías de la red es de asbesto-cemento (al menos el 70%), por lo que se han presentado rupturas y fugas con grandes pérdidas, ocasionado problemas de bajas presiones y ausencia del servicio en horarios de mayor demanda.

Es de señalarse que, por el tipo de agua de la zona⁸, en las tuberías existen problemas de incrustaciones y taponamientos (Figura II. 8) que restringen aún más la capacidad de conducción del sistema y dificulta poder mantener un nivel adecuado de presiones y un control sobre el nivel de pérdidas.

⁸ Contiene dureza de calcio, sulfatos, nitrógeno amoniacal, STD, hierro, arsénico, turbiedad, manganeso, entre otros y únicamente se le otorga un tratamiento de cloración para su desinfección.

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual



Figura II. 8 Incrustaciones y taponamientos en tuberías del sistema Calderitas.

Fuente: Organismo Operador de Othón P. Blanco de la CAPA.

Estos problemas de taponamientos, no solo afectan a las tuberías de la red sino también a los tanques, válvulas y medidores (macro y micro) del sistema. En el caso de los tanques y válvulas, a pesar de que el agua permanece poco tiempo en los componentes, éstos presentan acumulación de sedimentos de hasta 10 centímetros de espesor, lo que hace necesario darles mantenimiento cada 6 meses.

Por su parte los medidores (Figura II. 9) presentan problemas en su operación debido a la sedimentación del sarro que obstruyen las partes mecánicas acortado su vida útil por lo que el medidor llega a estar sujeto a lecturas *adecuadas* de los consumos (sub o sobre medición), afectando significativamente no sólo la eficiencia comercial del sistema sino también la física.



Figura II. 9 Condiciones de los Medidores domiciliarios.

Fuente: Organismo Operador de Othón P. Blanco de la CAPA.

Por lo anterior, el organismo operador, se ha visto en la necesidad de aplicar medidas provisionales o emergentes, que han incrementado los costos para la operación y mantenimiento del sistema: destinar mayor número de personal para la localización y reparación de fugas, mantenimientos periódicos a los medidores, entre otros.

Para garantizar el servicio en la localidad, la red de distribución se encuentra dividida en 2 zonas de distribución independientes (Sur y Norte, Figura II. 10), que se abastecen desde el tanque Calderitas con horarios de servicio definidos (Figura II. 11): 1) zona sur (que comprende a la colonia popular “16 de septiembre”, con 10 horas de servicio al día) y 2) zona norte (que atiende a las colonias populares de Veracruz, Centro, Yucatán y Lázaro Cárdenas con 12 horas de servicio al día).

II.1 Diagnóstico de la Situación Actual



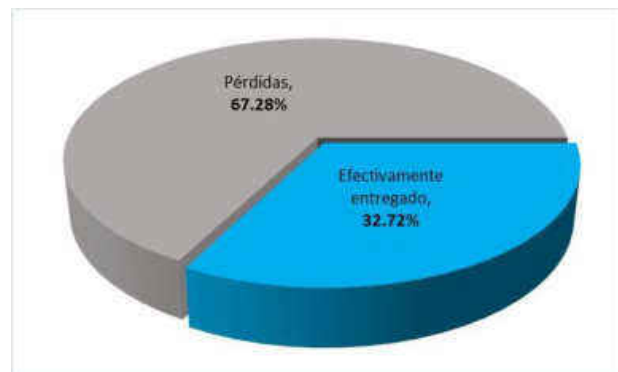
Figura II. 10 Zonas de distribución en Calderitas.



Figura II. 11 Horarios de servicio en Calderitas.

Esta definición de horarios, aunado a la existencia de bajas presiones, un elevado índice de pérdidas y la baja eficiencia física, han ocasionado molestias para los usuarios en ambas zonas quienes además de quejarse de la calidad del agua entregada⁹, han tenido que incurrir en gastos adicionales en la adquisición de dispositivos de almacenamiento (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día.

De acuerdo con el organismo operador, para el año 2019, en la localidad de Calderitas se distribuyó un total de 32 litros por segundo (l/s, aproximadamente 1,009,152 M³), de los cuales únicamente se contabilizaron como efectivamente entregado a los usuarios, un total de 10.47 l/s (aproximadamente 330,182M³), lo que se refleja en una eficiencia física del 32.72%, con un promedio de pérdidas físicas del 69.28%¹⁰.



⁹ Cabe indicar que esta no tiene efectos negativos a la salud; aunque, debido a su dureza, les ha ocasionada inconvenientes tales como la obstrucción de las instalaciones hidráulicas por la sedimentación que implica destinar recursos para la limpieza de sus dispositivos de almacenamiento y accesorios hidráulicos, además de incrementar su consumo de agua para el aseo diario.

¹⁰ Es preciso recalcar que en él también se encuentra implícito el agua-no contabilizada que se da por la falta de micromedición, los errores de medición y macromedición, tomas clandestinas, consumos promedios etc., que hacen que la eficiencia sea baja.



II.1 Diagnóstico de la Situación Actual

En la localidad se han detectado en las zonas más alejadas al tanque (sobre todo en la zona Norte), es en donde se han presentado mayores problemas de presión (con presiones nulas en horarios de mayor demanda) y por tanto mayores costos para el organismo operador.

Por lo anterior, se ha propuesto la sectorización¹¹, con lo que se facilitará el incremento de la eficiencia hidráulica, ya que al integrar sectores hidrométricos se podrá ejercer un mayor control en la presión, la cantidad de agua, la detección de fugas; además de que permitirá al Organismo operador controlar las pérdidas y con ello incrementar la dotación que reciben los usuarios en la localidad.

II.1.1 Problemática, oportunidad o condición negativa

En la localidad de Calderitas, incorporada al MS-Arboledas del sistema Chetumal, el servicio de agua potable ha presentado problemas de operación derivado de la existencia de tuberías de 2" y 2 ½" de diámetro en la red, cuya capacidad de conducción es insuficiente para cubrir la demanda actual (aproximadamente el 55% de la red total). Además de que en su mayoría, las tuberías de la red, son de asbesto-cemento (al menos el 70%), por lo que derivado de su antigüedad (superior a 20 años), se han presentado rupturas y fugas constantes¹² con grandes pérdidas, ocasionado problemas de bajas presiones y ausencia del servicio en horarios de mayor demanda.

Asimismo, por la dureza del agua de la zona, en las tuberías se presentan problemas de incrustaciones y taponamientos, que reducen su diámetro útil de conducción y además afectan el funcionamiento de los medidores domiciliarios (afectan la lectura o los deja fuera de operación).

La red se encuentra dividida en 2 zonas de distribución, de acuerdo a su ubicación geográfica (Sur y Norte) con horarios de servicio de 10 y 12 horas respectivamente. Como resultado del crecimiento de la mancha urbana (sobre todo en la zona Norte), la infraestructura de distribución en la localidad, no cuenta con un 100% de cobertura, por lo que existen tomas largas de entre 30 M y 100 M, además de circuitos abiertos con ramificaciones conectadas a líneas primarias.

Esta configuración actual de la red, ha ocasionado que las fugas en las redes sean difíciles de identificar por lo que, además de afectar la continuidad del servicio, también ha resultado en una pérdida considerable tanto de presión y del caudal entregado en las tomas domiciliarias, lo cual incide en la eficiencia del sistema y del servicio prestado.

¹¹ Consistente en definir sectores independientes separados físicamente unos de otros, interconectados hidráulicamente sólo mediante líneas de conducción, obedeciendo a la topografía de la ciudad, a la ubicación y capacidad hidráulica de las captaciones, rebombes, tanques y conducciones.

¹² de acuerdo con el Organismo operador, en el último año, se han detectado y reparado, al menos 7 fugas a la semana.

II.1.1 Problemática, oportunidad o condición negativa

Esta dificultad en la detección de fugas, implica que existan fugas “ocultas” que no sólo se traducen en pérdidas de caudal sino también en daños a la infraestructura pública (vialidades, banquetas, camellón).

Además, ante la detección de alguna fuga, para las reparaciones, es necesario el paro total del servicio en la zona de distribución a la que pertenece (Sur o Norte), y dependiendo del daño, pueden durar entre 1 y 48 horas (este último, de no contar con las refacciones necesarias) que, a su vez en lo que duran dichas reparaciones, genera costos para garantizar el abastecimiento de la zona (pipas). Adicionalmente es preciso considerar que, posterior a las reparaciones se requiere un periodo de aproximadamente 6 horas para la recuperación de presiones, lo cual afecta el servicio.

Esta situación ha sido causa de molestias para los usuarios, quienes han incurrido en gastos adicionales ya sea para la adquisición de dispositivos de almacenamiento adicionales (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día, o bien para la adquisición e instalación de bombas para el bombeo directo del agua hacia la vivienda, lo cual genera presiones negativas en la red, afectando así el servicio para las zonas más alejadas. Además de que, por la dureza del agua, deben destinar recursos adicionales para la limpieza de las instalaciones hidráulicas obstruidas por la sedimentación, de sus dispositivos de almacenamiento y accesorios hidráulicos lo que a su vez incrementa su consumo de agua para el aseo diario.

Adicional a ello, para poder garantizar el servicio en la zona, el Organismo operador ha tenido que incrementar los recursos destinados para cubrir sus costos de operación (para poder asegurar el consumo de los usuarios - bombeo-) y de mantenimiento (para la atención y reparación de fugas en las tuberías de las redes y líneas primarias). Según la CAPA, durante el año 2019, en la localidad de Calderitas se detectaron y repararon alrededor de 364 fugas.



II.2 Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente

II.2.1 Infraestructura actual

SISTEMA FORMAL

El Sistema de abastecimiento de Agua Potable Chetumal, se encarga de prestar el servicio tanto a la capital del Estado como a las localidades conurbadas de Juan Sarabia, Huay-Pix, Xul-Ha, Subteniente López, Calderitas y Luis Echeverría.

El abastecimiento se logra mediante la extracción del recurso hídrico de fuentes subterráneas, el sistema cuenta con 20 pozos distribuidos en tres baterías de pozos:

- dos en el poblado de González Ortega (González Ortega 1 y 2), a una distancia de 42 Km de la ciudad sobre la carretera federal 186 (Chetumal-Villahermosa);
- una tercera batería en las cercanías del poblado de Xul-Ha (a 23 Km de la ciudad, más una desviación de 3.5 km por la carretera federal Chetumal-Cancún, donde se ubican los pozos.).

Adicionalmente existen dos pozos en el Tanque de cambio de régimen (TCR), ubicado en el Kilómetro 21.4 de la carretera Chetumal-Villahermosa.

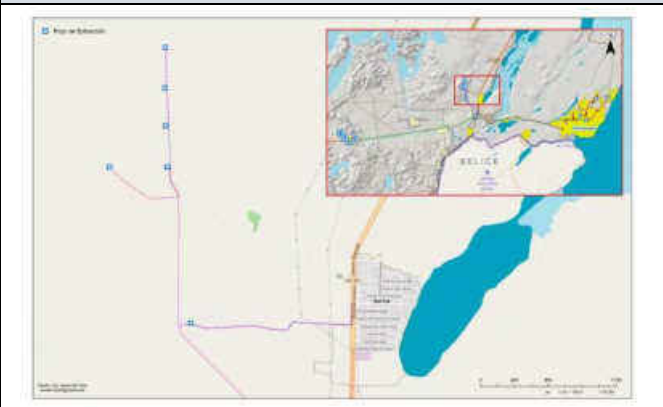
Zona extracción	Número de Pozos	Gasto (I/s)	%
González Ortega 1 y 2	14	484.60	62.61%
Xul-Ha	6	146.50	18.93%
TCR	2	142.90	18.46%
Total	22	774.00	100%

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

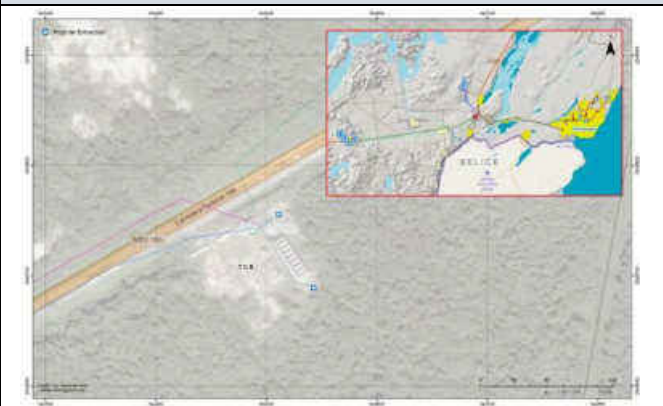
Pozos en zonas de extracción Gonzáles Ortega (G.O.) 1 y 2



Pozos en zona de extracción Xul-Ha



Pozos de extracción en el TCR



II.2.1 Infraestructura actual

La conducción de los caudales extraídos se realiza por bombeo, a través de líneas primarias con diámetros de 14", 20" y 24" de diámetro y se concentran en un Tanque de Cambio de Régimen (TCR), a partir del cual, la conducción es a gravedad.

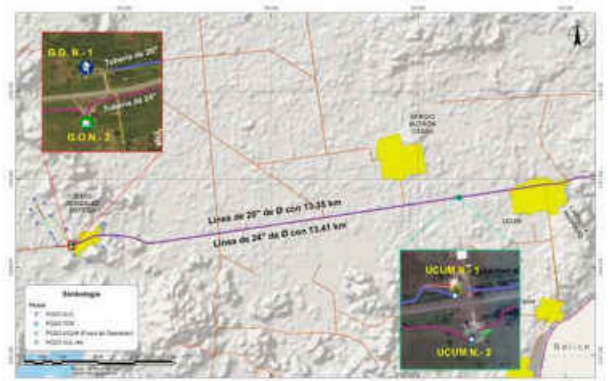
- **González Ortega:** los caudales de G.O. 1 son conducidos en una línea de fibrocemento de 20" de diámetro 13.35 Km hasta el cárcamo de rebombero Ucum 1 y de éste hasta el TCR mediante una línea de 8.6 Km de 20". Por su parte los caudales del G.O. 2 son conducidos en una línea de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 24" de diámetro hasta el cárcamo de rebombero Ucum 2 y de éste hasta el TCR mediante una línea de 8.59 Km de 24".
- **Xul-Ha:** el caudal es conducido por bombeo desde cada uno de los pozos por medio de una línea primaria de 14" con una longitud de 7.51 Km hasta el TCR.

En el TCR (de 260 M³), confluyen los caudales extraídos en las zonas de extracción y su función es cambiar el régimen (pasar de presión a gravedad), para de esta forma permitir que el agua viaje de manera constante a la ciudad de Chetumal a través de una línea de 13.45 Km de fibrocemento de 36" de diámetro que, en su trayecto a Chetumal, abastece a las localidades de Juan Sarabia, Huay-Pix y Subteniente López.

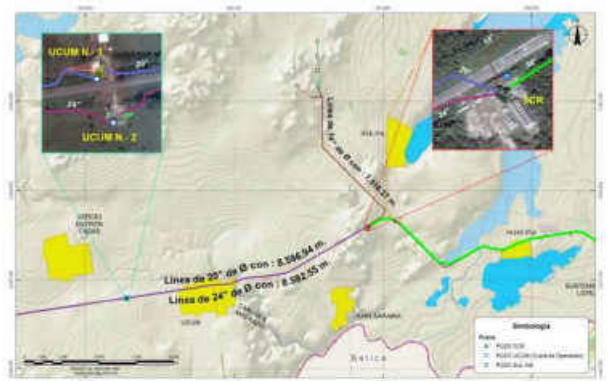
Tramo	Material	diámetro	Km
G.O.1 - Ucum 1 - TCR	Fibroce mento	20"	21.95
G.O.2 - Ucum 2 - TCR	PEAD	24"	22.00
Pozo #10 (Xul-Ha) - TCR	PEAD	14"	7.51
TCR - Chetumal	Fibroce mento	36"	13.45
Total			64.91

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

cárcamos de González Ortega (G.O.) 1 y 2 a cárcamos de rebombero Ucum 1 y 2



cárcamos de rebombero Ucum 1 y 2 al TCR



TCR a entronque Chetumal



II.2.1 Infraestructura actual

El sistema cuenta con una capacidad de regulación de 15,575 M³, distribuidos en 11 tanques superficiales (13,164 M³), 6 tanques elevados (2,267 M³) y 1 tanque de rebombeo (144 m³), ubicados en zonas estratégicas de la ciudad que permiten garantizar un correcto suministro de agua para la población.

Cuadro II. 3 Características de la infraestructura de regulación en los Macrosectores del Sistema Chetumal.

Macrosector	Tanque elevado		Tanque de bombeo		Tanque superficial		Total regulación	
	#	M ³	#	M ³	#	M ³	#	M ³
Aeropuerto	1	567	-	-	1	1,632	2	2,199
Bachilleres	2	982	-	-	2	2,001	4	2,983
Solidaridad	-	-	-	-	2	2,765	2	2,765
Insurgentes	1	491	1	144	2	4,143	4	4,778
Arboledas ^{a/}	2	227	-	-	4	2,623	6	2,850
TOTAL	6	2,267	1	144	11	13,164	18	15,575

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Nota: ^{a/}Incluye Calderitas.

Para la distribución del vital líquido, de acuerdo al área de influencia de los principales tanques de regulación, se han establecido 5 grandes sectores hidrométricos, a los que denominaremos como "Macrosectores" (MS, ver Figura II. 12).

- 1) Aeropuerto 2) Bachilleres 3) Solidaridad 4) Insurgentes 5) Arboledas

Para asegurar el abastecimiento de los tanques principales, a la entrada de la ciudad¹³, la línea de conducción de 36" (proveniente del TCR) se divide en 3 líneas principales (14", 20" y 24" de diámetro):

- La línea de 14" de diámetro de 2.6 Km que abastece al tanque Aeropuerto;
- la de 24" de diámetro de 3.8 Km que abastece al tanque Bachilleres;
- la de 20" para abastecer a los tanques Solidaridad (3.3 Km), Insurgentes (7.5 Km) y Arboledas (este último por medio de una línea de 18" de 6.3 Km).

Cada macrosector se conforma de circuitos y líneas de agua potable (primarias y secundarias), con tuberías que van de 2" a 12" de diámetro en distintos materiales (PVC, PEAD y Asbesto-cemento) con una longitud total aproximada de 746.75 Km (Cuadro II. 4).

¹³ prolongación Av. Álvaro Obregón y entronque con Av. Insurgentes.



II.2.1 Infraestructura actual

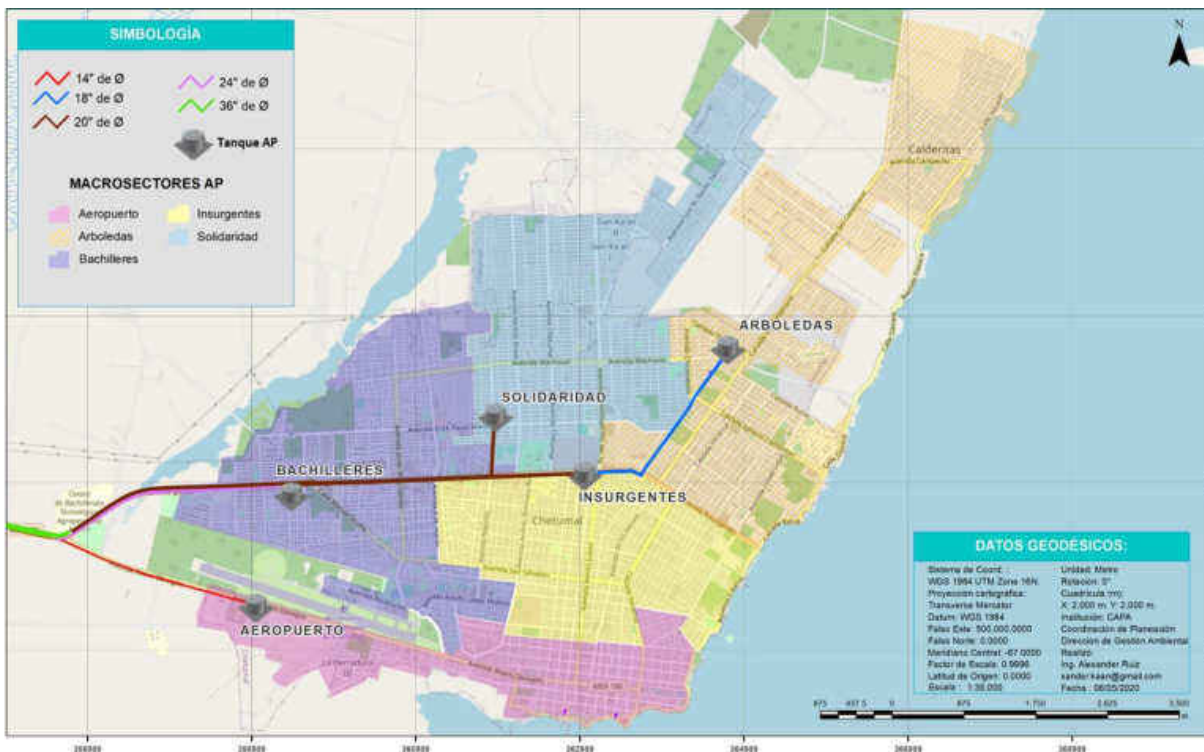


Figura II. 12 Infraestructura de conducción y regulación principal por macrosector del sistema Chetumal.

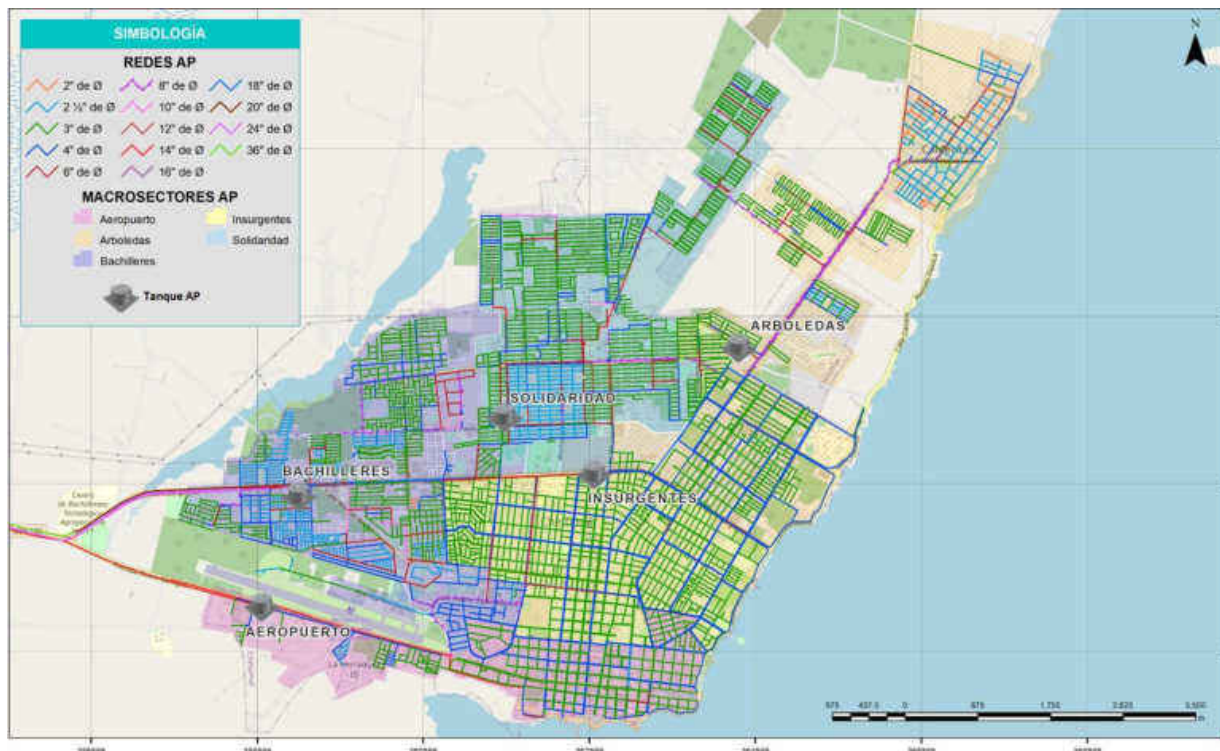


Figura II. 13 Infraestructura de distribución por macrosector del sistema Chetumal.



II.2.1 Infraestructura actual

Cuadro II. 4 Características de la infraestructura de distribución de los macrosectores del Sistema Chetumal.

Macrosector	Usuarios	Red			
		Km	Material	Diámetros (pulg.)	Antigüedad
Aeropuerto	4,472	89.63	PEAD hidráulico	3" y 4"	10 años
Bachilleres	14,988	179.81	PVC hidráulico	2", 2.5", 3", 4" y 6"	28 Años
Solidaridad	23,138	190.76	PVC hidráulico	3", 4" y 6"	19 Años
Insurgentes	9,692	137.09	PEAD hidráulico	3", 4" y 6"	menor de 10 años
Arboledas ^{a/}	12,272	149.46	PEAD, PVC hidráulico y Asbesto-cemento	2", 2.5", 3", 4", 6", 8" y 10"	Menor de 10 años y mayor a 20 años.
TOTAL	64,562	746.75			

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Nota: ^{a/}Incluye a la localidad de Calderitas.

A continuación, se muestra un cuadro con los indicadores de gestión principales de cada sector hidrométrico:

Macrosector	Eficiencias		Pérdidas Físicas (%)	% de micromedición
	Físicas (%)	Comercial (%)		
Aeropuerto	72.08%	52.15%	27.92%	90.08%
Bachilleres	60.86%	52.15%	39.14%	80.94%
Solidaridad	58.80%	52.15%	41.20%	74.06%
Insurgentes	90.00%	52.15%	10.00%	100.00%
Arboledas	87.01%	52.15%	12.99%	62.42%

Fuente: Elaboración propia con datos de las áreas comercial y operación de la CAPA (corte diciembre 2019).

II.2.1 Infraestructura actual

SISTEMA MACROSECTOR ARBOLEDAS

El macrosector Arboledas (MS-Arboledas), se ubica al extremo norte de la ciudad (aún en pleno desarrollo), fue el último en ser conformado, derivado de la construcción del tanque Arboledas en 2004, el cual se abastece de la zona de extracción, a través de una línea de conducción de 18" de diámetro derivada de la línea de 20" que parte de la línea de 36" (proveniente del TCR, Figura II. 12).

Por su ubicación, es el último en recibir caudales provenientes de la zona de extracción¹⁴, por lo que en el predio del tanque se cuenta con un pozo profundo que opera las 24 horas del día y que aporta aproximadamente 45 l/s adicionales.

Asimismo, este macrosector incluye dentro de su área de influencia (990.70 hectáreas) a la localidad de Calderitas¹⁵ cuyo abastecimiento depende de una línea de conducción de asbesto-cemento de 8" de diámetro derivada del tanque principal.



Figura II. 14 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución en el MS-Arboledas del sistema Chetumal.

¹⁴ en 2019, según el Organismo operador, al tanque principal Arboledas ingresaron aproximadamente 23.30 l/s de caudal.

¹⁵ Es mencionarse que del tanque Calderitas se deriva una línea de asbesto-cemento de 6" para el abastecimiento de la localidad de Luis Echeverría, por lo que se considera a dicha localidad como parte del MS-Arboledas.



II.2.1 Infraestructura actual

Para la regulación de caudales en el macrosector, adicional tanque principal Arboledas (con capacidad para 1,723 M³) se cuenta con 5 tanques (3 superficiales 900 M³ y 2 elevados 227 M³), que reciben caudales del tanque principal, por medio de una línea de asbesto-cemento de 8" de diámetro.

Cuadro II. 5 Características de la infraestructura de Regulación en el MS-Arboledas del Sistema Chetumal.

Zona de distribución	Tanque elevado		Tanque superficial		Total	
	#	M ³	#	M ³	#	M ³
Arboledas ^{a/}	-	-	1	1,723	1	1,723
Santa María	1	77	1	400	2	477
Pacto Obrero	-	-	1	200	1	200
Calderitas	1	150	1	300	2	450
Total	2	227	4	2,623	6	2,850

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Nota: la zona de distribución Insurgentes norte se abastece directamente del tanque Arboledas (Tanque principal).

La ubicación de los tanques, ha permitido establecer 5 zonas de distribución (Figura II. 15):

- 1) Insurgentes norte¹⁶ 2) Arboledas 3) Santa María 4) Pacto Obrero 5) Calderitas

La distribución se realiza por bombeos, de tal forma que del tanque principal se suministra directamente a la red en el caso de las zonas *Arboledas e Insurgentes norte* y por medio de una línea de conducción a los tanques de las zonas de *Santa María, Pacto Obrero* y la localidad de *Calderitas*.

Para lo anterior, en el tanque se cuenta con 2 múltiples de descarga:

1. El primero: con 2 equipos de bombeo de 30Hp, de los cuales sólo 1 opera las 24 horas (con un variador de velocidad para regular la carga y gasto que se suministra¹⁷). Abastece directamente a la red de distribución de la zona Arboledas (a través de líneas primarias de PEAD de 6" de diámetro) y por medio de línea de conducción de asbesto-cemento de 8" de diámetro, a los tanques en Santa María, Pacto Obrero y la localidad de Calderitas, dicha línea opera a flujo constante, por lo que en la derivación con cada tanque hay una válvula reguladora de nivel que en horarios de bajo consumo se cierran y permiten a los tanques alcanzar sus niveles máximos.
2. El segundo: abastece a la zona Insurgentes norte y cuenta con 3 equipos de bombeo de 15Hp, de los cuales 1 equipo opera 24 horas (con una presión mínima de salida de 0.80Kg/cm² y un gasto de 25 l/s y otro un periodo de 5 horas para incrementar la presión en los puntos más alejados de la red.

¹⁶ Recientemente incorporada al MS-Arboledas como resultado de la ejecución del proyecto de Sectorización, aprobado con recursos FIFONMETRO 2019 (aún en ejecución).

¹⁷ Con una carga máxima de 1.2 Kg/cm² para un gasto de 60 l/s y una carga mínima de 0.5Kg/cm² para un gasto de 20 l/s.

II.2.1 Infraestructura actual

Es de señalarse que el equipo que trabaja las 24 horas del día, su función es mantener la red llena con una presión promedio de 1.0Kg/cm² (10 m.c.a). En el MS-Arboledas, este régimen de operación permite que se tenga un horario de servicio de 24 horas en todas las zonas excepto en la localidad de Calderitas, donde los horarios de servicio son de entre 10 y 12 horas.

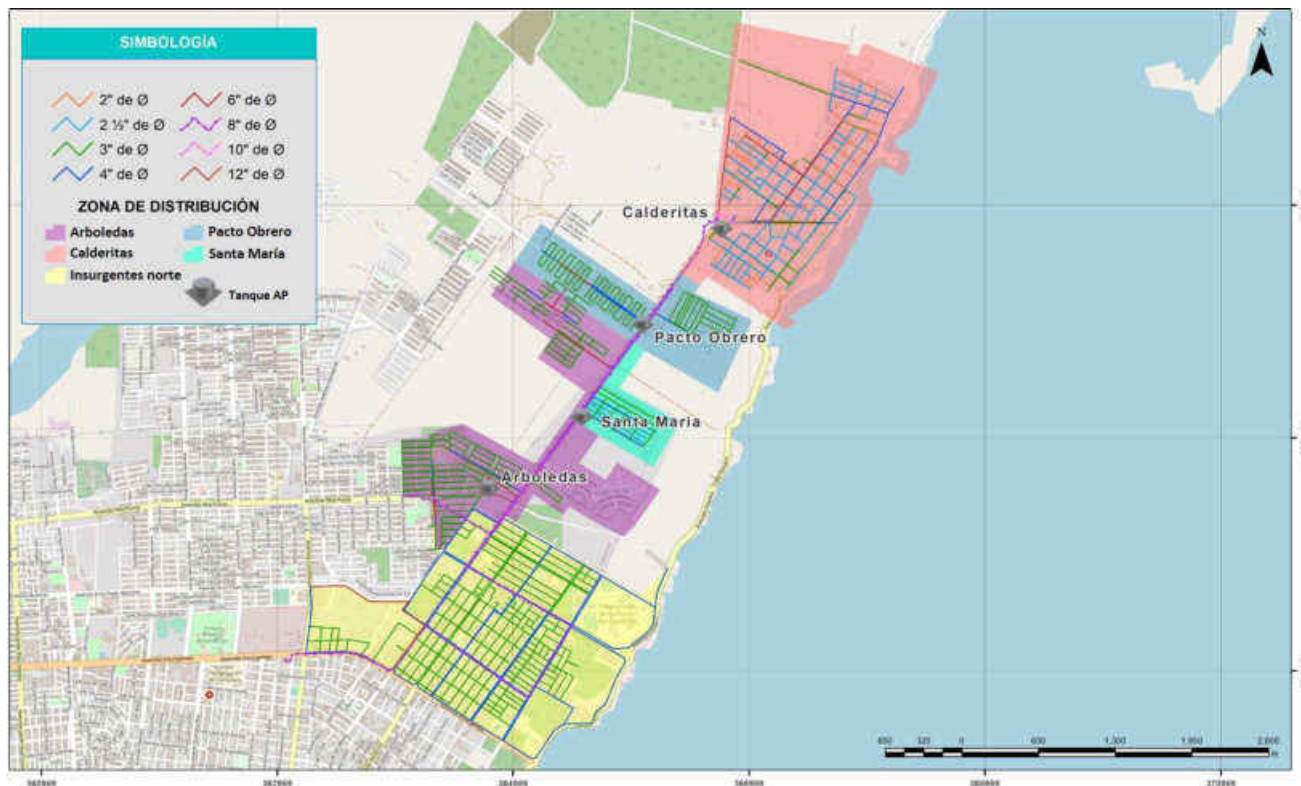


Figura II. 15 Zonas de distribución en el MS-Arboledas.

La red de distribución que da servicio a los 12,272 usuarios en el MS consiste principalmente en tuberías de PEAD, PVC hidráulico y asbesto-cemento de 2", 2.5", 3", 4", 6", 8" y 10" de diámetro.

zona de distribución	usuarios	Red			
		ML	material	diámetros (pulg.)	Antigüedad
Insurgentes Norte	3,910	61,386.07	PEAD hidráulico	3", 4" y 6"	Menor de 10 años
Arboledas	1,901	26,244.11	PEAD hidráulico	3", 4" y 6"	Menor de 10 años
Santa María	812	5,277.08	PVC hidráulico	2.5", 3" y 4"	Menor de 10 años
Pacto Obrero	3,664	27,212.02	PEAD hidráulico	3", 4" y 6"	Menor de 10 años
Calderitas	1,985	29,339.12	Asbesto-cemento y PVC hidráulico	2", 2.5", 3", 4", 6", 8" y 10"	Mayor de 20 años
Total	12,272	149,458.40			

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



II.2.1 Infraestructura actual

En las zonas de Insurgentes norte, Arboledas, Pacto Obrero y Santa María, la antigüedad de las tuberías no supera los 10 años, ya que en los últimos años se han realizado acciones de sustitución de tuberías y sectorización¹⁸. Mientras que en la localidad de Calderitas esta antigüedad supera los 20 años que, aunado al tipo de material (en su mayoría de asbesto-cemento) ha repercutido negativamente en la operación del sistema en la localidad.

SISTEMA CALDERITAS

La localidad de Calderitas (con un área de influencia de 326.16 hectáreas), se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Chetumal y en ella se estima se tiene una población de aproximadamente 8,068 habitantes¹⁹.

Se encuentra incorporada al MS-Arboledas del sistema Chetumal, ya que su abastecimiento depende de una línea de conducción de asbesto cemento de 8" de diámetro proveniente del tanque arboledas ubicado en la Ciudad de Chetumal.

Así como la localidad de Calderitas se encuentra incorporada al sistema Chetumal, a través del MS-Arboledas, la localidad de Luis Echeverría, también forma parte del sistema Chetumal, ya que recibe caudales del tanque en Calderitas (por medio de una línea de asbesto-cemento de 6" de diámetro).

Es de considerarse que, antes de incorporarse al área de influencia del MS-Arboledas, la línea que abastece a la localidad estaba conectada al Tanque Insurgentes, por lo que dicha línea presenta una antigüedad que supera los 20 años. Asimismo, a partir de la interconexión²⁰ de dicha línea al tanque Arboledas, el gasto de entrada al tanque de la localidad se vio reducido²¹, afectando con ello el consumo de los usuarios en la localidad (cuya demanda aunada a la demanda de los usuarios en Luis Echeverría, llegó a superar a la disponibilidad del agua en la localidad).

Para garantizar el suministro de agua potable a todos los usuarios en la localidad, en 2009 el organismo operador perforó y equipó un pozo profundo en las inmediaciones del tanque de la localidad, con aportación aproximada de 22 l/s que son adicionales a los provenientes del tanque Arboledas.

¹⁸ Insurgentes norte [de reciente incorporación al MS, sustitución y sectorización de la red, autorizado con recursos del FIFONMETRO 2019 (aún en ejecución)]; Arboledas [sectorización de la red en 2017 con recursos del PRODDER de la Conagua]; Santa María [ampliación de red en 2012 con recursos APASZU de la CONAGUA] y Pacto Obrero [sustitución de la red en 2017 con recursos PRODDER de la CONAGUA].

¹⁹ Proyección CONAPO 2020.

²⁰ Por medio de un arreglo de válvulas en 2004.

²¹ según datos de organismo operador, el tanque Calderitas recibe 10 l/s provenientes del tanque Arboledas.

II.2.1 Infraestructura actual

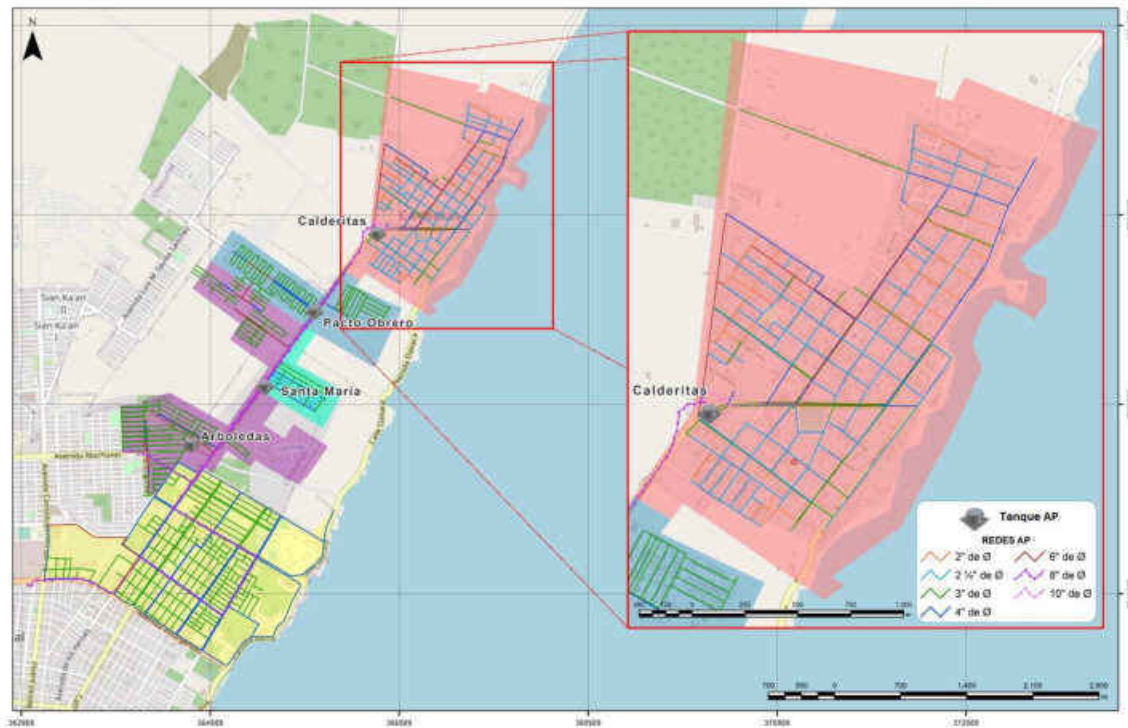


Figura II. 16 Ubicación de la localidad de *Calderitas*, como zona de distribución en el MS-Arboledas del sistema Chetumal.

En la localidad se tiene una capacidad de almacenamiento y regulación de 450 M³ consistente en 1 tanque superficial (300 M³) y un tanque elevado (150 M³).

Para la distribución del caudal en la localidad, en el tanque superficial se cuenta con 2 múltiples de descarga que permiten que la red de distribución se encuentre dividida en dos zonas de distribución (zona Sur y zona Norte), cada una con diferentes horarios de servicio (Figura II. 18):

- El primero: con 1 equipo de bombeo de tipo vertical de 30Hp que trabaja 24 horas y abastece a la zona norte (colonias Veracruz, Yucatán, Centro y Lázaro Cárdenas), con un gasto aproximado de 20 l/s. Cabe mencionar que, en un horario de 02:00pm-10:00pm (8 horas), se hace un bypass²², que deja sin servicio a dicha zona para poder abastecer a la localidad de Luis Echeverría con un gasto aproximado de 18 l/s a una presión de 5 kg/cm².
- El segundo múltiple está compuesto por 1 equipo tipo sumergible de 15Hp, que opera para llenar el tanque elevado que abastece a la zona Sur (16 de septiembre), cuya descarga es por gravedad²³ a una presión de 1 kg/cm².

²² Para ello existe un arreglo de válvulas que permiten su aislamiento.

²³ esta operación obedece a no estar conectada la colonia a la red de distribución que se abastece del tanque superficial.

II.2.1 Infraestructura actual

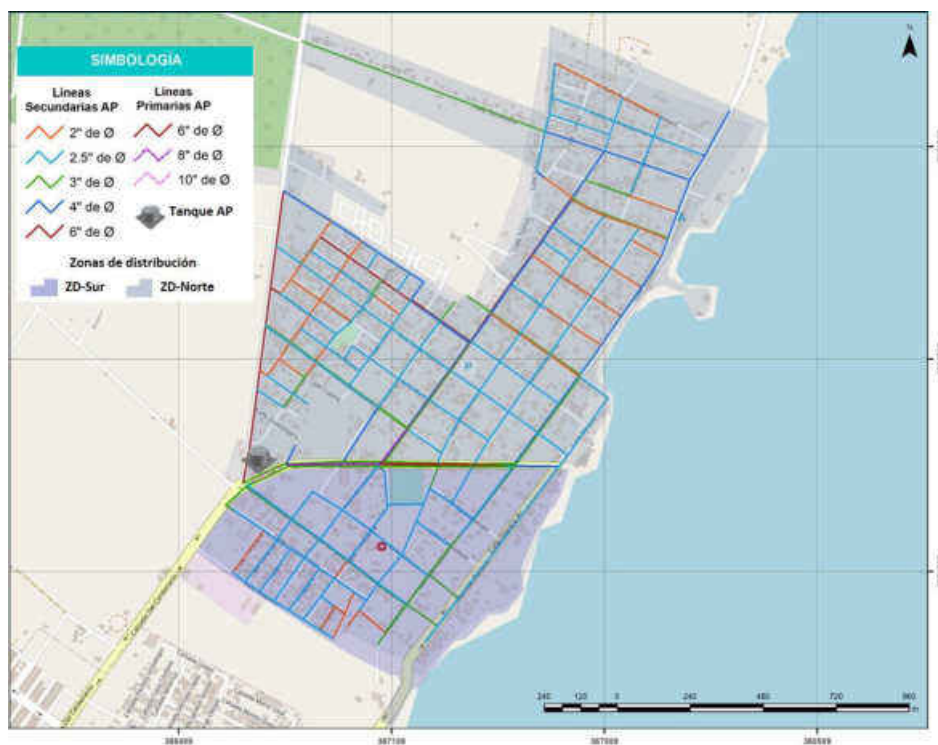


Figura II. 17 zonas de distribución en Calderitas.

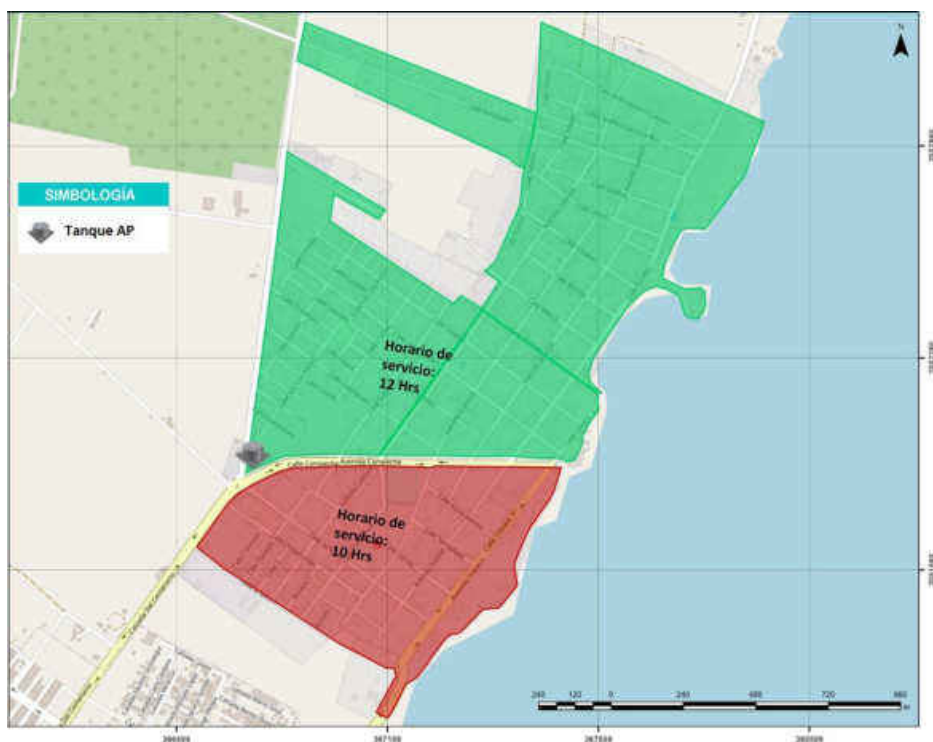


Figura II. 18 Horarios de servicio en Calderitas.
Fuente: Coordinación de Operación de la CAPA



II.2.1 Infraestructura actual

Para alimentar a la red de distribución de ambas zonas en la localidad, a la salida del tanque (sobre la Av. Campeche) se cuenta con una línea de PVC de 10" de diámetro que se conecta a otra de 8" pulgadas de diámetro con una desviación hacia el norte (sobre la Av. Coahuila) y se conecta a una línea de 6 pulgadas. es de señalarse que, en el cruzamiento de la Av. Campeche con la Av. Coahuila a la línea de 8" se conecta una de 6" que continua sobre la av. Campeche y que abastece a la zona sur.

Cuadro II. 6 Infraestructura actual en *Calderitas* (Líneas primarias).

Infraestructura	MI	Material	Diámetros (Pulg.)	Antigüedad	Vialidades	Material de Rodamiento
Líneas primarias	1,965.93	PVC hidráulico	6", 8" y 10"	Mayor de 20 años	Av. Campeche y Av. Coahuila Norte	Carpeta asfáltica

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

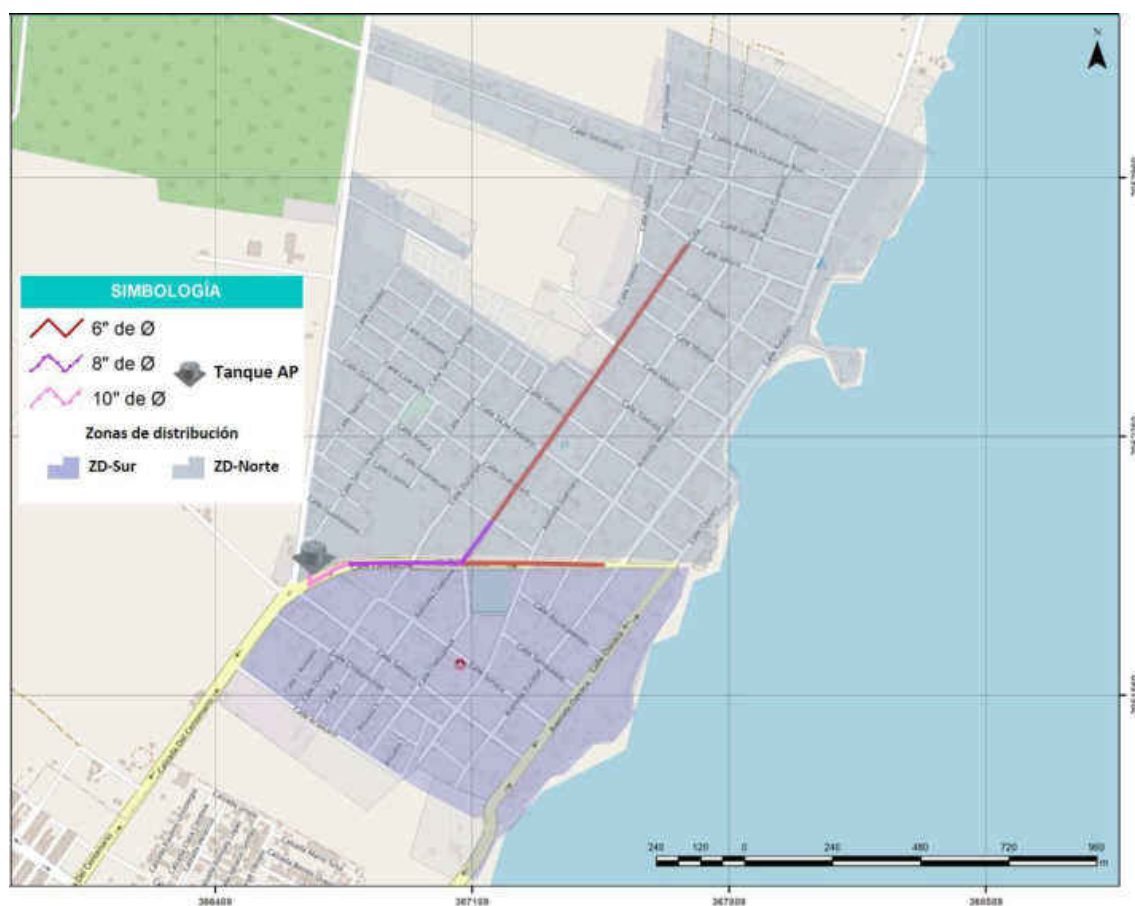


Figura II. 19 Líneas primarias existentes en Calderitas.

La infraestructura distribución en la localidad, consiste principalmente en tuberías Asbesto-cemento y PVC hidráulico de 2", 2 ½", 3", 4" y 6" de diámetro.

II.2.1 Infraestructura actual

Cuadro II. 7 Infraestructura actual de distribución por zona en Calderitas.

zona de distribución	usuarios	Red				Colonia	Material de Rodamiento
		M	material	diámetros (pulg.)	Antigüedad		
Sur	561	8,337.86	PVC hidráulico y Asbesto-cemento	2", 2.5", 3", 4"	Mayor de 20 años	16 de septiembre	Carpeta asfáltica
Norte	1,424	19,035.33	PVC hidráulico y Asbesto-cemento	2", 2.5", 3", 4", 6"	Mayor de 20 años	Veracruz, Centro, Yucatán y Lázaro Cárdenas	Carpeta asfáltica
	1,985	27,373.19					

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

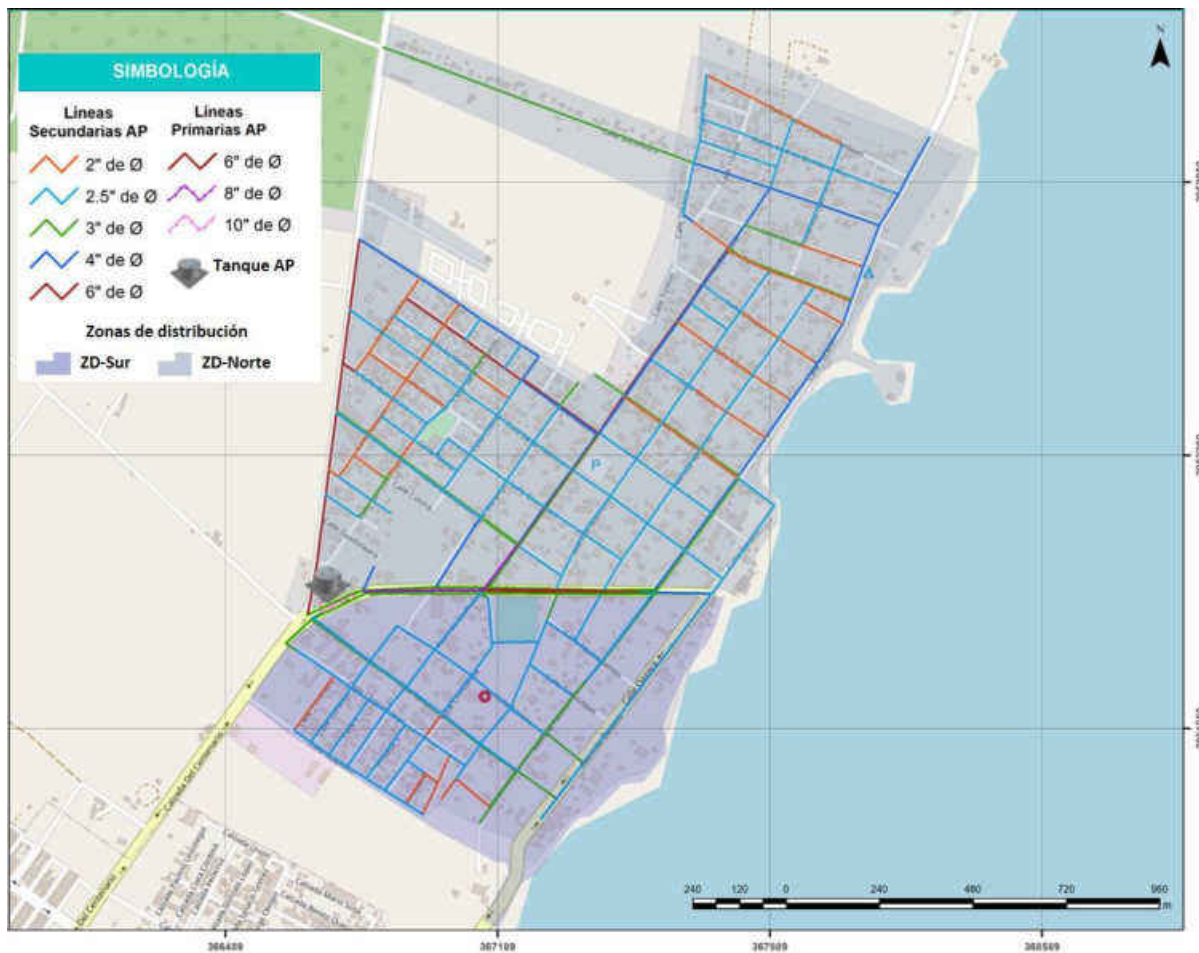


Figura II. 20 Red secundaria (de distribución) existente en Calderitas.

II.2.1 Infraestructura actual

Es de señalarse que, como resultado del crecimiento de la mancha urbana, no se cuenta con un 100% de cobertura de la red (sobre todo en la zona norte), por lo que existen tomas largas de entre 30 M y 100 M, además de circuitos abiertos con ramificaciones conectadas a líneas primarias, lo que a su vez ha generado problemas de bajas presiones.

De acuerdo con el Organismo operador, el sistema en Calderitas presenta una escala de presiones que va desde 0.5 hasta 11 metros de columna de agua (m.c.a.), sin embargo, por las condiciones de la red actual, en las zonas más alejadas al tanque (sobre todo en la zona Norte), se han presentado problemas de presión (con presiones nulas en horarios de mayor demanda), de tal manera que el servicio en esas zonas es casi nulo. Caso contrario en la zona baja (costera) en donde se observan presiones de hasta 11 m.c.a (ver Figura II. 22).

Por su antigüedad, superior a los 20 años, las tuberías tanto (primarias como secundarias) han presentado fugas con altos volúmenes de pérdidas, que aunado a la baja eficiencia de medición en la localidad (sólo el 52.74% de los usuarios cuentan con medidor, de los cuales sólo el 42.26% funcionan), han ocasionado que se tenga una eficiencia física del 32.72%.

Cuadro II. 8 Gastos y pérdidas del sistema en *Calderitas*.

Usuarios	Gasto suministrado		Gasto medido (oferta real)		Nivel de pérdidas		% micromedición
	M3/día	L/s	M3/día	L/s	% físicas	% comerciales	
1,985	1,009,152	32.0	330,182	10.47	67.28%	47.85%	52.74%

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



II.2.2 Problemas que presenta la infraestructura actual

En los últimos años, el sistema de agua potable de la localidad de Calderitas ha presentado problemas de operación: La infraestructura de distribución en la localidad, presenta una antigüedad que supera los 20 años y consiste principalmente en tuberías de Asbesto-cemento (aproximadamente el 70%) y de PVC hidráulico con diámetros de 2", 2 ½", 3", 4" y 6".

La presencia de tuberías de 2" y 2 ½" de diámetro en la red de distribución (componen aproximadamente el 55% de la red total), cuya capacidad de conducción actual resulta insuficiente para cubrir la demanda en la localidad, incumple con los parámetros de diseño establecidos en los manuales actualizados de la CONAGUA (el diámetro mínimo requerido es de 3").

como resultado del crecimiento de la mancha urbana (sobre todo en la zona Norte), dicha infraestructura no cuenta con un 100% de cobertura de la mancha urbana, por lo que existen tomas largas de entre 30 M y 100 M, además de circuitos abiertos con ramificaciones conectadas a líneas primarias (de PVC de 6", 8" y 10" de diámetro).

El tipo de suelo de la zona (arcilloso arenoso de consistencia variable), que es propenso a presentar asentamientos, aunado a la antigüedad de las tuberías (superior a 20 años que las hace susceptibles a fracturas, colapsos y rupturas), han contribuido a la presencia fugas constantes²⁴ con grandes pérdidas que, además de afectar la continuidad del servicio, también ha resultado en una pérdida considerable tanto de presión y del caudal entregado en las tomas domiciliarias.

Asimismo, por la dureza del agua de la zona, en las tuberías se presentan problemas de incrustaciones y taponamientos que reducen su diámetro útil de la tuberías y contribuyen a generar más fugas (Figura II. 21). Estos problemas de taponamientos, no solo afectan a las tuberías sino también a los medidores de caudal (macro y micro) que por la acumulación de sarro sus piezas, acortan su vida útil (afectación de las piezas móviles).

Lo anterior, ha ocasionado que las fugas en las redes sean difíciles de identificar²⁵ por lo que, además de afectar la continuidad del servicio, también ha resultado en una pérdida considerable tanto de presión y del caudal entregado en las tomas domiciliarias, lo cual incide en la eficiencia del sistema y del servicio prestado. En la Figura II. 22, se muestran zonas con presiones menores a los 2.4 metros columna de agua (m.c.a.), lo cual afecta la entrega del vital líquido a los usuarios, siendo la zona norte (lejana al tanque) la más afectada.

²⁴ De acuerdo con el organismo operador, durante el año pasado sólo en la localidad de Calderitas, se detectaron y repararon, al menos 7 fugas a la semana.

²⁵ que favorece a la existencia de fugas "ocultas" que no sólo se traducen en pérdidas de caudal sino también en daños a la infraestructura pública (vialidades, banquetas, camellón).

II.2.2 Problemas que presenta la infraestructura actual



Figura II. 21 Fotos de tuberías de la red de distribución con taponamientos por acumulación de sarro.

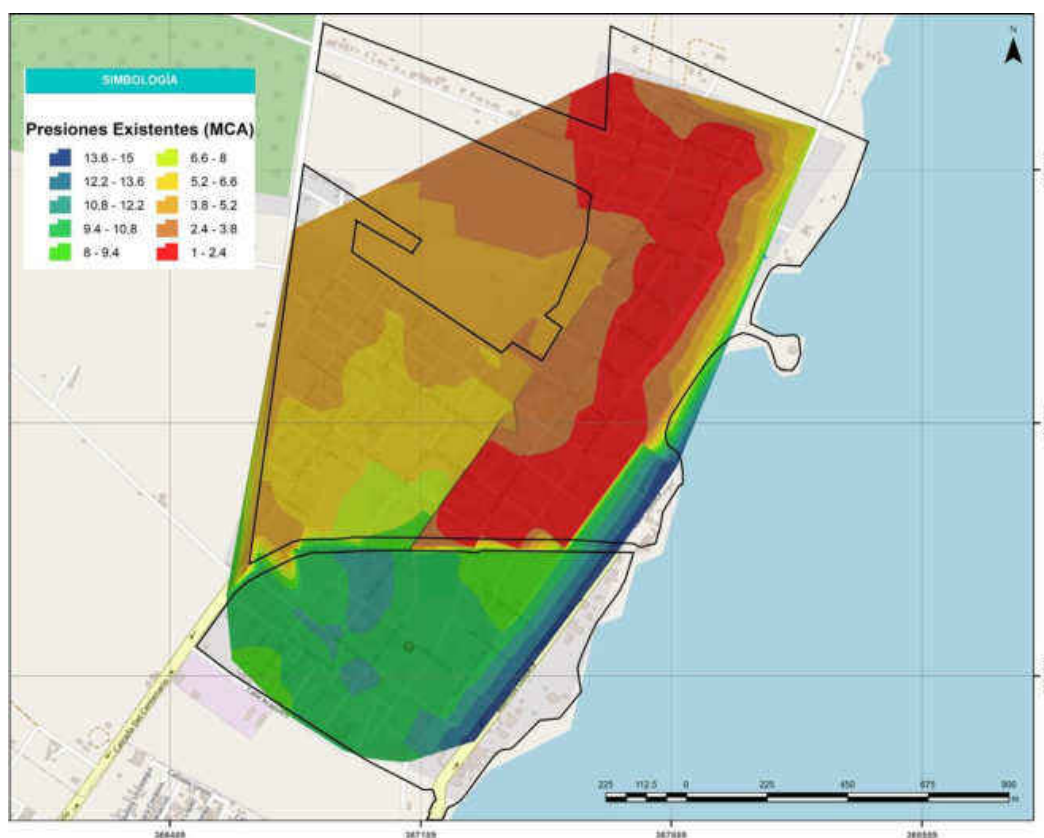


Figura II. 22 Distribución de las presiones (m.c.a) por zona en *Calderitas*, situación actual.

Fuente: Coordinación de Operación de la CAPA.

la configuración actual de la red, hace necesario el paro total del servicio en la zona, para la reparación de fugas, lo cual, dependiendo del daño, puede durar entre 4 y 48 horas (este último, de no contar con las refacciones necesarias), que a su vez ocasiona costos para el abastecimiento de la zona (pipas), en lo que duran las reparaciones. Además de que posterior a las reparaciones es necesario un periodo de recuperación de presiones, lo cual afecta el servicio.



II.2.2 Problemas que presenta la infraestructura actual

Esta situación ha sido causa de molestias en los usuarios ya que han incurrido en gastos adicionales para la adquisición de dispositivos de almacenamiento adicionales (tinacos o cisternas) si desean contar con el vital líquido a cualquier hora del día o bien para la adquisición e instalación de bombas para el bombeo directo del agua desde la toma domiciliaria hacia la vivienda, lo cual genera presiones negativas en la red, afectando así el servicio para las zonas más alejadas. Además de que, por la dureza del agua, deben destinar recursos para la limpieza de las instalaciones hidráulicas obstruidas por la sedimentación, de sus dispositivos de almacenamiento y accesorios hidráulicos lo que a su vez incrementa su consumo de agua para el aseo diario.

Adicional a ello, por la condición de las redes y las líneas primarias, para poder garantizar el servicio en la zona, el Organismo operador ha tenido que incrementar los recursos destinados para cubrir sus costos de operación y mantenimiento; según información proporcionada por la CAPA, durante el año 2019, en las líneas primarias y red secundaria se detectaron y repararon alrededor de 364 fugas (Figura II. 23), por un costo aproximado de \$ 910,000.00 (son: novecientos diez mil pesos 00/100 M.N.).



Figura II. 23 Fotos de reparación de fugas en tuberías de la red de distribución.

Considerando que el sistema Calderitas se abastece del sistema Chetumal a través del MS- Arboledas y de un pozo profundo propio de la localidad, es importante mencionar que: para el año 2019, el sistema Chetumal produjo un total de 662.74 l/s de agua potable (aproximadamente 20,900,303 m³), con un costo por m³ producido (sólo extracción, cloración y bombeo hacia la ciudad) de 1.57 \$/m³. En el caso del pozo profundo que se ubica en el mismo predio del tanque Calderitas con una aportación promedio de 22.0 l/s (aproximadamente 693,792 m³), los costos por m³ producido ascendieron a \$796,638.69 (un costo por m³ producido de 1.15 \$/m³). De lo anterior se determinó un costo promedio de “extracción” para el sistema Calderitas de 1.28 \$/m³.

Asimismo, el Organismo operador estima que los costos de operación y mantenimiento actuales del sistema ascienden a los 4.34 \$/m³ (costo que incluye a la localidad de Calderitas).

II.2.2 Problemas que presenta la infraestructura actual

Del total acumulado a diciembre 2019, se estima que al tanque Calderitas se le abasteció con 32.0 l/s²⁶, equivalentes a 1,009,152 M³ de agua potable al año, de los cuales sólo se facturaron 330,182 M³ al año (10.47 l/s); la diferencia de 21.53 l/s (678,970 M³/año) se considera como pérdidas en la red de distribución y líneas primarias, teniendo una relación de eficiencia de aproximadamente un 32.72% (de cada 100 M³ que ingresan a la red, sólo 32.72 M³ se entregan efectivamente a los usuarios); lo que representa una dotación promedio por habitante de 115.66 litros por día (LHD).



Figura II. 24 Caudal entregado efectivamente en la localidad de Calderitas al año 2019.

Fuente: elaboración propia con datos de la Coordinación Comercial de la CAPA.

Asimismo, se considera una eficiencia comercial reportada por el Organismo operador para el año 2019 del 52.15%²⁷, por lo que se estima que en la zona de proyecto, del monto total facturado de \$3,089,752.82 (son: tres millones, ochenta y nueve mil, setecientos cincuenta y tres pesos 82/100 M.N.); se recaudaron \$1,611,306.10 (son: un millón, seiscientos once mil, trescientos seis pesos 10/100 M.N.).

²⁶ Que corresponden a 10 l/s provenientes del tanque arboledas y 22 l/s del pozo existente en el terreno del tanque.

²⁷ Eficiencia de cobro del año 2018 del Organismo Operador Othón P. Blanco de la CAPA (Incluye Chetumal y zona Rural)

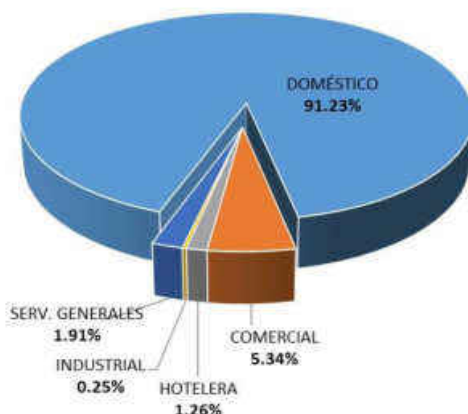


II.3 Análisis de la Demanda Actual

II.3.1 Características de la población objetivo

Para el presente documento se considerará la demanda de los usuarios no domésticos (comerciales, industriales, hoteleros y de servicios generales) como demanda satisfecha, centrandó el análisis en el consumo de los usuarios domésticos.

De acuerdo con el Organismo operador, a diciembre del 2019, en la localidad de Calderitas se contaba con un padrón de 1,985 *usuarios activos*, de los cuales el 91.23% son domésticos, 5.34% son comerciales y el restante 3.43% son industriales, hoteleros y de servicios generales.



Gráfica II. 1 Distribución de los usuarios activos por tarifa en la localidad de Calderitas (diciembre 2019).

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

Dichos usuarios se distribuyen en las colonias populares de 16 de septiembre, Veracruz, Centro, Yucatán y Lázaro Cárdenas (147.5 hectáreas, Figura II. 25) cuya distribución se presenta en el Cuadro II. 9.

Cuadro II. 9 Distribución de los usuarios por colonia, situación actual.

COLONIA	USUARIOS	COLONIA	USUARIOS
16 de septiembre	561	Yucatán	596
Veracruz	548	Lázaro Cárdenas	75
Centro	205		

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

II.3.1 Características de la población objetivo

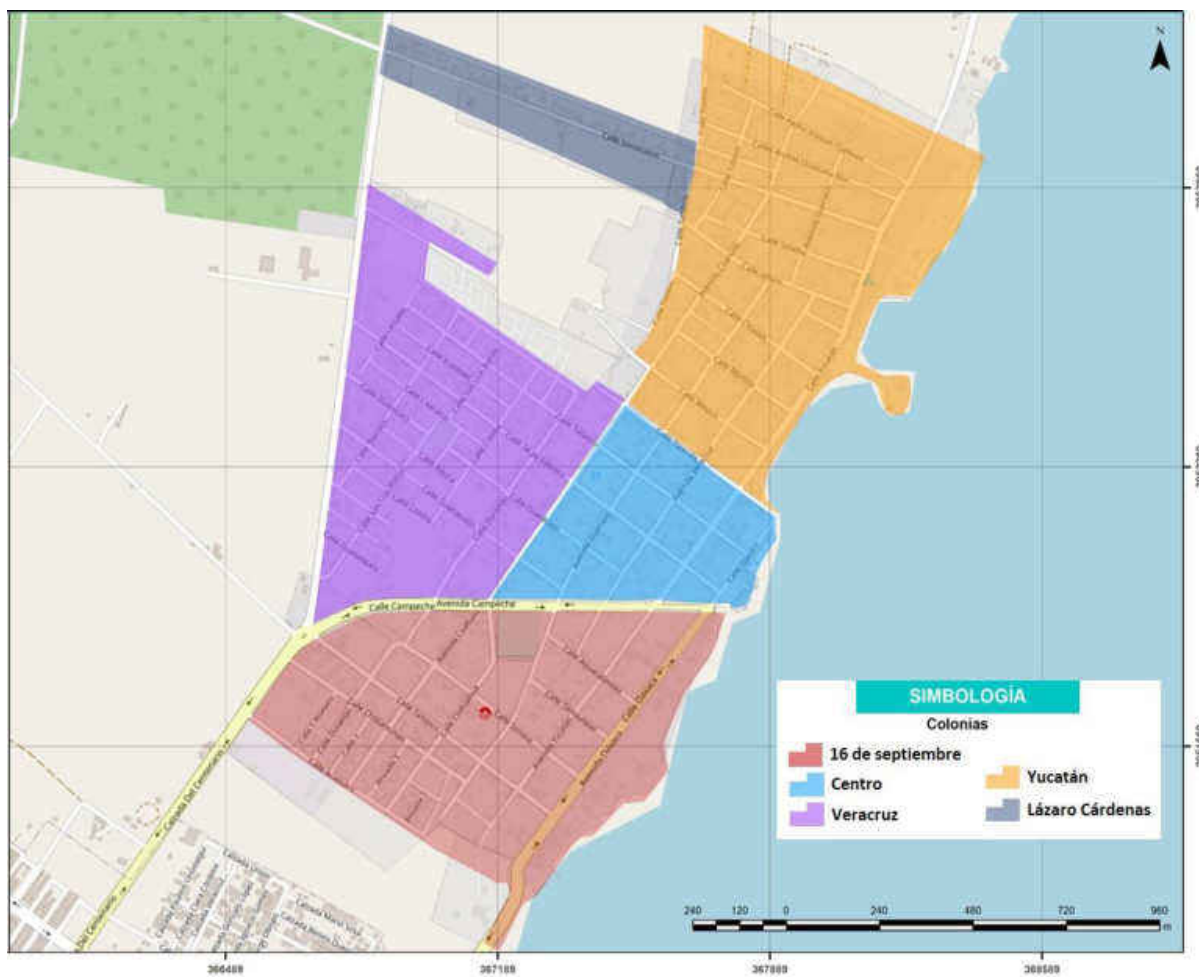


Figura II. 25 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto (*Calderitas*).

Del mismo modo, es de destacarse que, de acuerdo con el PDU (Figura II. 26), la zona de proyecto se aún se encuentra en desarrollo (sobre todo hacia la zona norte de la mancha urbana), en ella se ubican distintos Equipamientos (EQ), para usos especiales (UE), áreas verdes (AV), Subcentro urbano (SCU), Uso Mixto compatible con vivienda (UMCV) y habitacionales con densidades que van desde 16 viviendas por hectárea (H2) hasta 55 viviendas por hectárea (H5).

También se destaca que, al norte de la localidad, en la colonia Yucatán (siguiendo la Av. Yucatán), existe una franja denominada como *Turística Hotelera (ZTH)*, cuyo desarrollo se proyecta en el mediano y largo plazo, con una densidad máxima de 55 viviendas por hectárea.

Asimismo, en la zona que corresponde a la colonia Lázaro cárdenas (Mza 117 y 105), al norte de la localidad, existen áreas sin urbanizar categorizadas como H4 y H5 con una densidad máxima de 45 y 55 viviendas por hectárea respectivamente



II.3.1 Características de la población objetivo

Considerando que la zona de proyecto continuará incorporando usuarios hasta agotar la reserva territorial urbana, se estima que durante el horizonte de evaluación (22 años se tendrá un incremento de al menos 2,316 nuevos usuarios, a una tasa media de crecimiento anual de crecimiento calculada (t.m.c.a.) de 3.75%,²⁸.

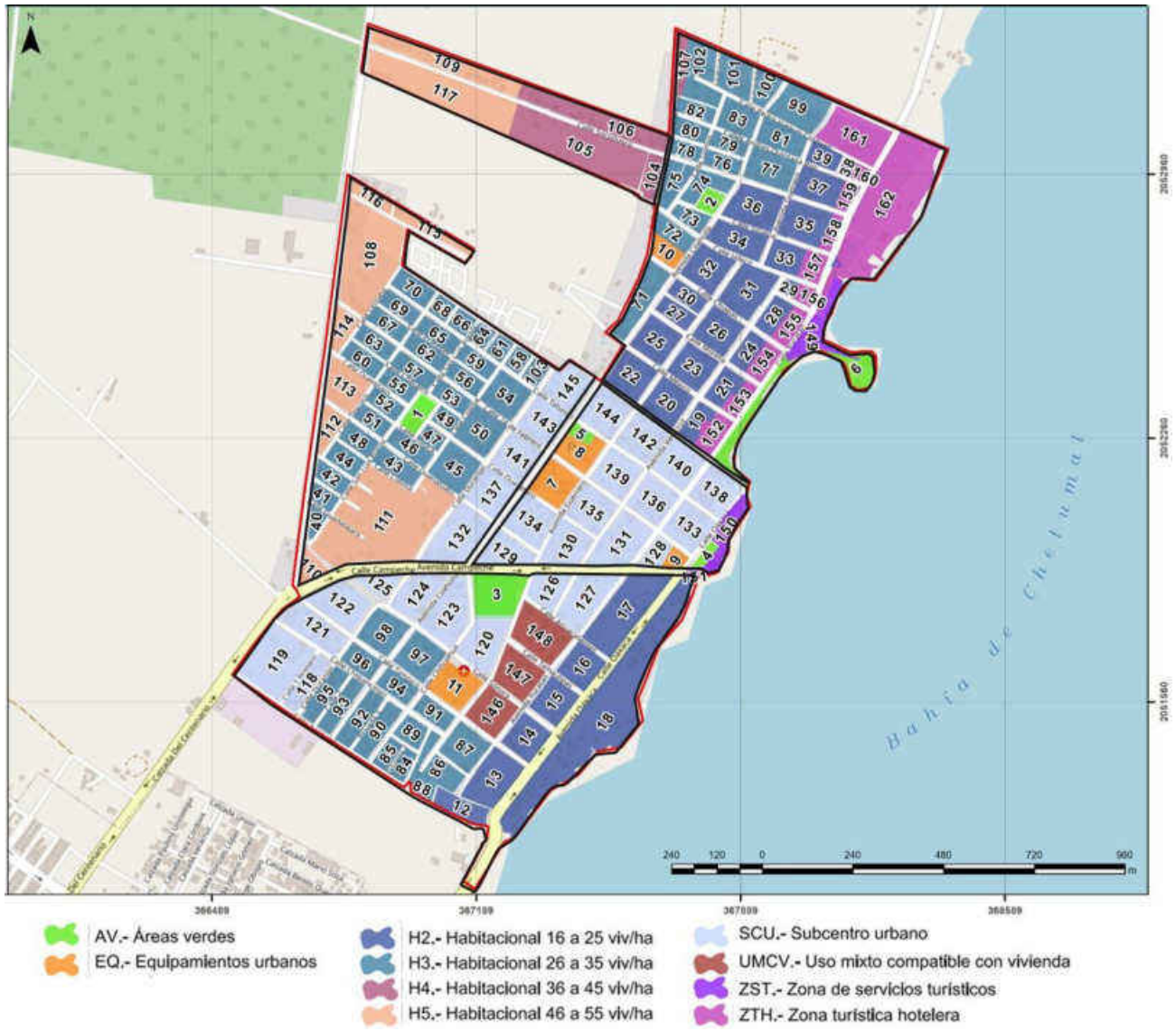


Figura II. 26 Zonificación según el PDU (de la zona de proyecto en Calderitas).

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco (pág. 539 y 540).

²⁸ Calculada a partir de la información de la densidad máxima por hectárea en la zona, considerando que al año 21, en la zona se tendrá un total de 4,301 usuarios. $\{((\text{Usuarios}_{\text{año}21} / \text{Usuarios}_{\text{año}0}) / (1/n)) - 1\}$



II.3.2 Necesidades de consumo o requerimiento actual

CONSUMO ACTUAL

De acuerdo con la Conagua cuando, *las demandas de los usuarios, comercial, industrial, y turística no sean significativas y que además no existan proyectos de desarrollo para estos sectores, en el análisis se podrán considerar como parte de la demanda doméstica* (MAPAS, 2015).

El consumo promedio por usuario se calculó a partir de los volúmenes medidos en tomas que cuentan con micromedidor en buen estado²⁹, con base en los volúmenes facturados y se considera un índice de hacinamiento de 3.94 habitantes por vivienda. De acuerdo con los datos de facturación del Organismo operador, en la zona de proyecto se tiene una demanda satisfecha de 10.47 l/s (Cuadro II. 10), cuya distribución por colonia se muestra en el Cuadro II. 11.

Cuadro II. 10 Clasificación por tipo de usuario y su consumo actual en la zona de proyecto.

TARIFA	USUARIOS	%	HACINAMIENTO	POBLACIÓN	CONSUMO ACTUAL	
					M3/DÍA	L/S
Domésticos	1,891	91.23%	3.94	7,451	837.22	9.69
No domésticos	94	8.77%	3.94	370	67.39	0.78
TOTAL	1,985	100.00%		7,821	904.61	10.47

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

Cuadro II. 11 Consumo actual por colonia en el área de influencia inmediata del Proyecto.

COLONIAS	USUARIOS	CONSUMO ACTUAL (L/s)	COLONIAS	USUARIOS	CONSUMO ACTUAL (L/S)
16 de septiembre	561	2.87	Yucatán	596	3.05
Veracruz	548	2.91	Lázaro Cárdenas	75	0.53
Centro	205	1.11			
TOTAL:				1,985	10.47

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

²⁹ sólo el 52.74% de los usuarios cuentan con medidor, de los cuales sólo el 42.26% funcionan, es decir que, sólo para 442 usuarios su consumo es medido.



II.3.2 Necesidades de consumo o requerimiento actual

REQUERIMIENTO ACTUAL

De acuerdo con el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Conagua (MAPAS, 2015), se define a la demanda como la suma de los consumos actuales más las pérdidas físicas (en el apartado de *Análisis de la Oferta Actual o Infraestructura Existente*, se determinó que el sistema en Calderitas cuenta con una eficiencia física del 32.72% y pérdidas físicas del orden del 67.28%).

Asimismo, se determina una dotación de 203 litros por habitante por día (LHD), propuesta para predios clase media en clima cálido húmedo, con lo que se estimó una demanda en condiciones deseables en la zona por 18.38 l/s, cuya distribución por colonia se muestra en el Cuadro II. 13.

Cuadro II. 12 Estimación de la demanda en condiciones deseables en la zona de proyecto.

USUARIOS	HACINAMIENTO	POBLACIÓN	DOTACIÓN (LHD)	CONSUMO EN CONDICIONES DESEABLES (L/S)
1,985	3.94	7,821	203	18.38

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

Cuadro II. 13 Demanda en condiciones deseables, por colonia en el área de influencia inmediata del Proyecto.

COLONIAS	USUARIOS	POBLACIÓN	DOTACIÓN (LHD)	CONSUMO EN CONDICIONES DESEABLES (L/s)
16 de septiembre	561	2,210	203	5.19
Veracruz	548	2,159	203	5.07
Centro	205	808	203	1.90
Yucatán	596	2,348	203	5.52
Lázaro Cárdenas	75	296	203	0.70
TOTAL	1,985	7,821		18.38

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Considerando que actualmente en la zona se tiene una eficiencia física del 32.72% con pérdidas del orden del 67.28%, es decir que de los 18.38 l/s que actualmente se demandan, sólo se tiene una oferta real de 10.47 l/s, lo que representa un déficit en la demanda de 7.91 l/s.



II.3.2 Necesidades de consumo o requerimiento actual

Ante esta situación, se ha observado que la mayor parte de los usuarios en la localidad (86%), cuentan con dispositivos de almacenamiento (cisterna y/o tinaco) para solventar el problema de horarios, con el fin de garantizar su consumo del vital líquido; por otro lado, la parte restante, algunos se ayudan de bombas con características de 0.5 hp para el bombeo intradomiciliario desde la toma de agua hasta su tinaco (Rotoplass) al interior de la vivienda (ya que la presión sólo permite que el agua llegue a la toma en las inmediaciones del predio); otros incluso deben solicitar el servicio de pipas por lo menos 3 veces al mes³⁰ o bien deben recurrir al acarreo intradomiciliario desde su toma hasta el interior de sus viviendas.

Es de señalarse que, ante problemas con las tuberías de distribución (de asbesto-cemento de 2 ½" pulgadas), en ocasiones se ha observado que usuarios, principalmente de la zona sur (16 de septiembre) y zona baja de la zona norte, deben acercarse al tanque calderitas para el acarreo de agua potable.

Cuadro II. 14 Métodos alternativos

MÉTODOS ALTERNATIVOS	%	USUARIOS
Cisterna	39.58%	786
Tinaco (Rotoplass)	46.42%	921
Acarreo intradomiciliario (Cubetas)	6.25%	124
Bombeo intradomiciliario (0.5 Hp)	3.19%	63
Pipas (10,000 L)	4.56%	91
TOTAL	100.00%	1,985

Esto representa costos por la adquisición, sustitución y mantenimiento tanto de los equipos de bombeo (con periodo de vida útil de dos años, un costo de adquisición de \$1,175 y costos de operación y mantenimiento de \$1,500 al año), como de los dispositivos de almacenamiento (con periodo de vida útil de 20 años, con un costo de adquisición de \$2,011 por una capacidad de 750L, y un costo de mantenimiento anual de \$2,200) y de la compra de agua en pipa (con un costo promedio al año de \$18,000³¹).

³⁰ Siendo la zona Norte (con mayores problemas de presión) en donde más servicios se solicitan.

³¹ Actualmente el costo de la compra del agua en pipa en la ciudad de Chetumal es de \$500 por un volumen de 10 M³.

II.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda actual.

En la localidad de Calderitas (incorporado al Sistema Chetumal, a través del MS-Arboledas), derivado de la antigüedad de la infraestructura de distribución (superior a los 20 años), que en su mayoría consiste en tuberías de asbesto-cemento con diámetros de 2 y 2 ½", se cuenta con un servicio de agua potable que opera con baja eficiencia.

Lo anterior deriva principalmente de la susceptibilidad de las tuberías a fracturas, colapsos y rupturas, traducidas en altos volúmenes de pérdidas por la presencia de fugas que, aunado a una reducción del diámetro hidráulico por las incrustaciones y taponamientos (resultado de la dureza del agua de la zona); han derivado en una reducción considerable de la presión en la red.

Esta situación, ha ocasionado que la red se encuentre dividida en 2 zonas de distribución (zona sur y zona norte), con periodos de servicio de 10 y 12 horas respectivamente, lo que ha sido causa de molestias para los usuarios quienes han incurrido en costos para asegurar su consumo, tales como la adquisición o construcción de dispositivos de almacenamiento, así como métodos alternativos de abastecimiento (compra de agua en pipa, acarreo) e incluso por la dureza del agua, han tenido que destinar recursos para la limpieza de las instalaciones hidráulicas de sus viviendas (Cuadro II. 15).

Cuadro II. 15 Costos Anuales por método alternativo en Calderitas.

MÉTODO ALTERNATIVO	CAPACIDAD PROMEDIO (L)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	COSTO ANUAL				\$/L
			OPERACIÓN	MANTENIMIENTO	ADQUISICIÓN/SUSTITUCIÓN	TOTAL	
CISTERNA	4,000	25	1,700	1,200	1,600	4,500	1.13
TINACO (ROTOPLASS)	750	20	1,200	1,000	100.55	2,301	3.07
CUBETAS 20 L	20	5	0	0	6	6	1.50
BOMBA	0.5 HP	2	1,000	500	587.5	2,088	0.01
PIPAS (10,000 L)	10,000	1	0	0	18,000	18,000	1.80

PERIODO	AÑO	COSTO POR MÉTODO ALTERNATIVO					TOTAL	VALOR ACTUAL
		CISTERNA	TINACO (ROTOPLASS)	CUBETAS	BOMBA	PIPAS		
2020	0	3,535,483.50	2,119,811.89	744.38	132,183.63	1,629,288.00	7,417,511	7,417,511

II.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda actual.

De acuerdo con datos del Organismo operador, para el año 2019 en Calderitas se distribuyeron un total de 32.0 l/s, de los cuales únicamente se contabilizaron como efectivamente entregado a los usuarios, un total de 10.47 l/s, lo que se refleja en una eficiencia física en el sector del 32.72%, con un promedio de pérdidas físicas del 67.28%³². Además de que se reportó una eficiencia comercial del 52.15%.

Al cotejar la demanda calculada de 18.38 l/s con la oferta real en la localidad (10.47 l/s), en las condiciones actuales, se presenta un déficit promedio de 7.91 l/s. Este desbalance es atribuido al elevado nivel de pérdidas por fugas y un incorrecto aislamiento del sector, así como las deficiencias en la medición de llegada.

Cuadro II. 16 Balance del gasto (lps) de la Oferta y la Demanda actual, en Calderitas.

	USUARIOS	HACINA MIENTO	POBLACIÓN	DOTACIÓN (LHD)	OFERTA REAL (L/s)	DEMANDA (L/s)	DÉFICIT (L/s)
Calderitas	1,985	3.94	7,821	203	10.47	18.38	7.91
Zona Sur	561	3.94	2,210	203	2.87	5.19	2.32
Zona Norte	1,424	3.94	5,611	203	7.60	13.19	5.59

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, este alto índice de fugas, que en ocasiones pasan desapercibidas, ha repercutido en los costos para la operación y mantenimiento del sistema, ya que el Organismo operador se ha visto en la necesidad de destinar personal para la detección y atención de fugas de manera constante y periódica, lo que implica el uso excedente de materiales para reparaciones, rentas de equipos, entre otras acciones necesarias para mantenimiento correctivo.

Para el año 2019, el Organismo operador destinó alrededor de \$910,000.00 para la detección y reparaciones de fugas sólo en la localidad de Calderitas.

De continuar operando bajo las condiciones actuales, el Sistema reduciría más aún la relación de eficiencia, y alternativamente se tendría que incrementar el costo de mantenimiento de la red de distribución y, por lo tanto, el costo de operación.

Es decir, se estima que las pérdidas del sistema presentarán un incremento del orden del 2.0% anual; suponiendo que la producción de agua potable se incremente para poder compensar dichas pérdidas y la incorporación de los nuevos usuarios, con lo que la eficiencia del sistema se vería afectada.

³² Es preciso recalcar que en él también se encuentra implícito el agua-no contabilizada que se da por la falta de micromedición, los errores de medición y macromedición, tomas clandestinas, consumos promedios etc., que hacen que la eficiencia sea baja.

III Situación sin el PPI

III.1 Optimizaciones

Con el fin de no atribuir al proyecto beneficios que no le corresponden se debe buscar optimizar la situación actual. Para ello se requiere analizar medidas administrativas de bajo costo que permitan obtener parte o la totalidad de beneficios identificados para el proyecto.

Como optimización se analizaron acciones para el mejoramiento de la eficiencia física, tales como:

1. Incrementar al 100% la medición en la zona, con lo que se garantice el incremento en las eficiencias por concepto de *consumo medido*: que consiste en un programa de acciones para la sustitución de los medidores domiciliarios (cuando no funcionen o no se tenga), así como el mantenimiento preventivo y correctivo menor (durante su operación); en el caso de las sustituciones, éstas se realizarán al primer año por un monto de inversión (sin IVA) de \$2,208,831.54 (son: dos millones, doscientos ocho mil, ochocientos treinta y un pesos 54/100 M.N.), considerando el mantenimiento anual correspondiente al 10% de la inversión inicial y una reinversión al término de su periodo de vida útil (10 años), proyectados al horizonte de evaluación, se obtiene un costo al valor presente de \$4,617,038.30 (son: cuatro millones, seiscientos diecisiete mil, treinta y ocho pesos 30/100 M.N.).
- 2) la sustitución de las tuberías de asbesto-cemento de 2.5" con mayores incidencias de fugas: con una longitud aproximada de 3,286.95 M y ubicadas en la zona baja de la localidad, se sustituirán por tuberías de PVC hidráulico de 3" (1,106.4 M) y 4" (2,180.55 M) de diámetro (incluyendo piezas especiales, además de la interconexión a la red existente). Esto por un monto (sin IVA) de \$2,495,795.88 (son: dos millones, cuatrocientos noventa y cinco mil, setecientos noventa y cinco pesos 88/100 M.N.), con un costo por mantenimiento anual correspondiente al 1% de la inversión inicial que, proyectados al horizonte de evaluación, representan un costo al valor presente de \$2,711,649.64 (son: dos millones, setecientos once mil, seiscientos cuarenta y nueve pesos 64/100 M.N.).

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



III.2 Análisis de la Oferta sin el PPI

Puesto que las acciones de optimización consistieron en la sustitución de la micromedición y de las tuberías de 2 tramos de líneas que se identificaron con el mayor índice de fugas; la configuración actual de la red no se vio afectada.

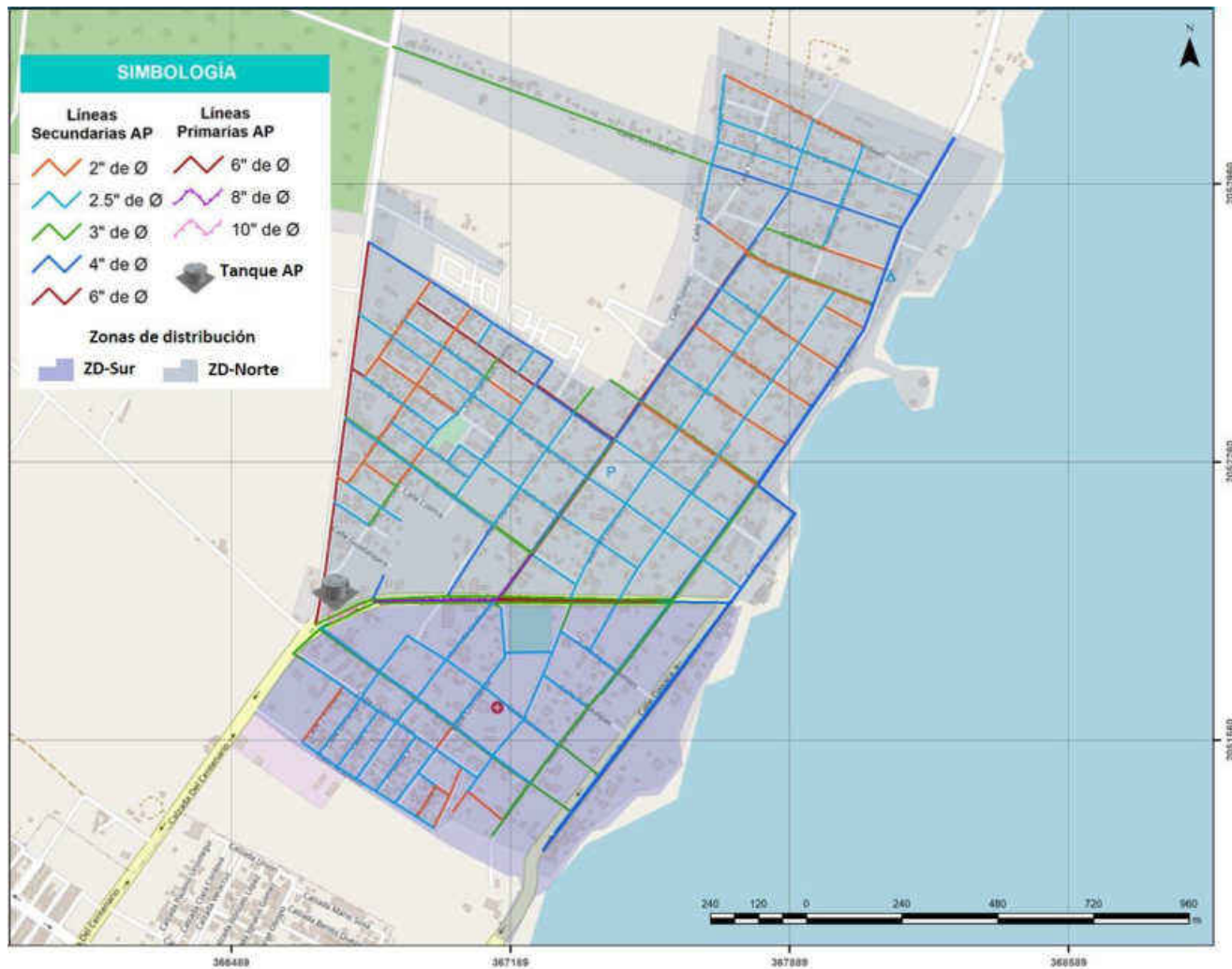


Figura III. 1 Infraestructura de almacenamiento, regulación y distribución en Calderitas, situación sin proyecto.

El sistema en la localidad se abastece de 2 fuentes: El sistema Chetumal, a través de una línea proveniente del tanque principal del MS-Arboledas de la ciudad de Chetumal y de un pozo profundo ubicado en el mismo predio del tanque en la localidad. Con una capacidad de almacenamiento y regulación de 450 M³ consistente en 1 tanque superficial (300 M³) y un tanque elevado (150 M³).



III.2 Análisis de la Oferta sin el PPI

Para la distribución del caudal en la localidad, en el tanque superficial se cuenta con 2 múltiples de descarga que permiten que la red de distribución se encuentre dividida en dos zonas de distribución (zona Sur y zona Norte), cada una con diferentes horarios de servicio:

- El primero: con 1 equipo de bombeo de tipo vertical de 30Hp que trabaja 24 horas y abastece a la zona norte (colonias Veracruz, Yucatán, Centro y Lázaro Cárdenas), con un gasto aproximado de 20 l/s. Cabe mencionar que, en un horario de 02:00pm-10:00pm (8 horas), se hace un bypass³³, que deja sin servicio a dicha zona para poder abastecer a la localidad de Luis Echeverría con un gasto aproximado de 18 l/s a una presión de 5 kg/cm².
- El segundo múltiple está compuesto por 1 equipo tipo sumergible de 15Hp, que opera para llenar el tanque elevado que abastece a la zona Sur (16 de septiembre), cuya descarga es por gravedad³⁴ a una presión de 1 kg/cm².

Para alimentar a la red de distribución de ambas zonas en la localidad, a la salida del tanque (sobre la Av. Campeche) se cuenta con una línea de PVC de 10" de diámetro que se conecta a otra de 8" pulgadas de diámetro con una desviación hacia el norte (sobre la Av. Coahuila) y se conecta a una línea de 6 pulgadas. es de señalarse que, en el cruzamiento de la Av. Campeche con la Av. Coahuila a la línea de 8" se conecta una de 6" que continua sobre la av. Campeche y que abastece a la zona sur.

La infraestructura distribución en la localidad, consiste principalmente en tuberías Asbesto-cemento y PVC hidráulico de 2", 2 ½", 3", 4" y 6" de diámetro.

Cuadro III. 1 Infraestructura de distribución en Calderitas, situación sin proyecto.

INFRAESTRUCTURA	ML	MATERIAL	DIÁMETROS (Pulg.)
Líneas primarias	1,965.93	PVC hidráulico	6", 8" y 10"
Red de distribución	27,373.19	PVC hidráulico y Asbesto-cemento	2", 2.5", 3", 4", 6"
Zona Sur	8,337.86		2", 2.5", 3", 4"
Zona Norte	19,035.33		2", 2.5", 3", 4", 6"

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Como resultado de las optimizaciones, se podrá incrementar el consumo medido en la localidad (al lograr un 100% de cobertura de micromedición) que, aunado a la sustitución de las líneas, en su conjunto se tendrán efectos positivos en la eficiencia del sistema, es decir, se estima que con su aplicación se tendrá una recuperación de caudales de aproximadamente 5 l/s (157,680 M³), y con ello incrementar la eficiencia del sistema al primer año en aproximadamente 15.13%.

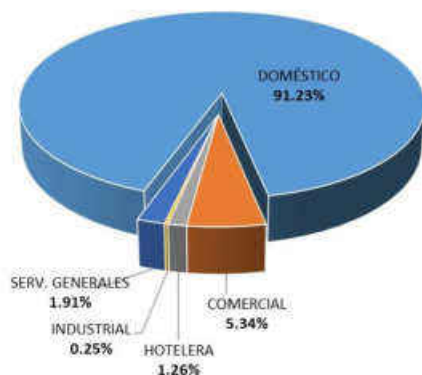
³³ Para ello existe un arreglo de válvulas que permiten su aislamiento.

³⁴ esta operación obedece a no estar conectada la colonia a la red de distribución que se abastece del tanque superficial.



III.3 Análisis de la Demanda sin el PPI

De acuerdo con el Organismo operador, a diciembre del 2019, en la localidad de Calderitas, se cuenta con 1,985 usuarios en su mayoría domésticos (91.23%).



Gráfica III. 1 Distribución de usuarios por tarifa en la zona de proyecto en Calderitas.

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA

La zona de influencia inmediata del proyecto en Calderitas, comprende alrededor de 147.50 hectáreas, que incluye un total de 1,985 usuarios (7,821 habitantes) en las colonias populares de 16 de septiembre, Veracruz, Centro, Yucatán y Lázaro Cárdenas.

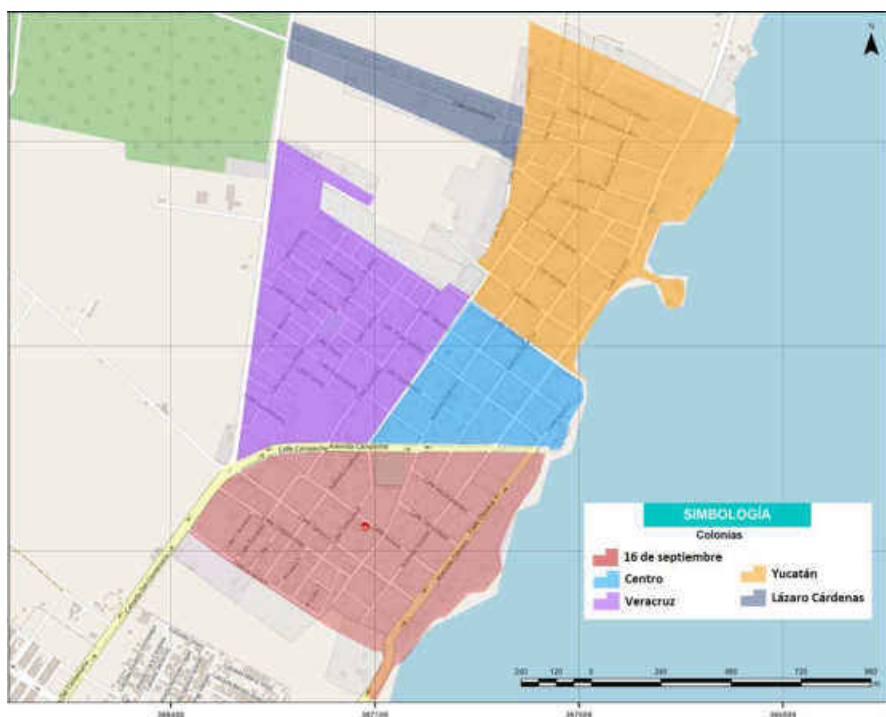


Figura III. 2 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto en Calderitas.

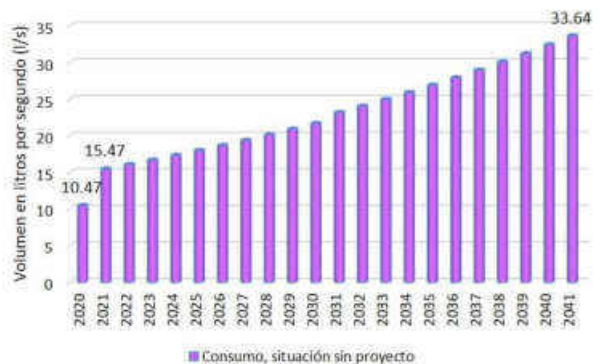
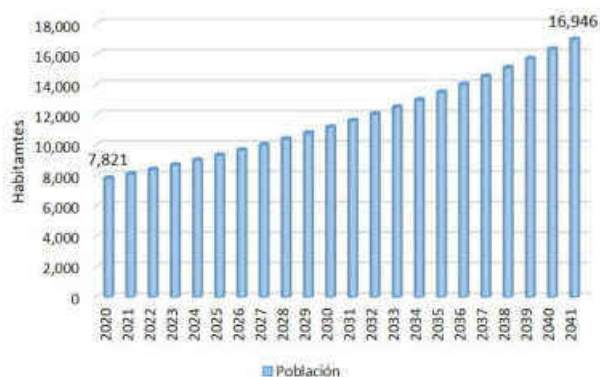
III.3 Análisis de la Demanda sin el PPI

Considerando una tasa media de crecimiento del 3.75% durante el horizonte de evaluación, se proyectó la demanda de agua potable en la localidad, considerando la incorporación de los nuevos usuarios, que las preferencias de consumo no se modifican, es decir, se mantienen en el tiempo y que la eficiencia de micromedición es del 100%.

Cuadro III. 2 Proyección de la población y su consumo real en Calderitas, situación sin proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO REAL	
			M3/AÑO	L/s
2020	0	7,821	330,182	10.47
2021	1	8,096	487,862	15.47
2022	2	8,384	506,468	16.06
2023	3	8,685	525,705	16.67
2024	4	8,998	545,888	17.31
2025	5	9,325	566,702	17.97
2026	6	9,665	588,462	18.66
2027	7	10,020	610,852	19.37
2028	8	10,390	634,189	20.11
2029	9	10,775	658,472	20.88
2030	10	11,177	683,700	21.68
2031	11	11,597	729,743	23.14
2032	12	12,034	757,495	24.02
2033	13	12,491	786,508	24.94
2034	14	12,967	816,467	25.89
2035	15	13,465	847,688	26.88
2036	16	13,984	879,854	27.90
2037	17	14,526	913,283	28.96
2038	18	15,092	947,972	30.06
2039	19	15,683	984,239	31.21
2040	20	16,301	1,021,766	32.40
2041	21	16,946	1,060,871	33.64

Fuente: Elaboración propia.



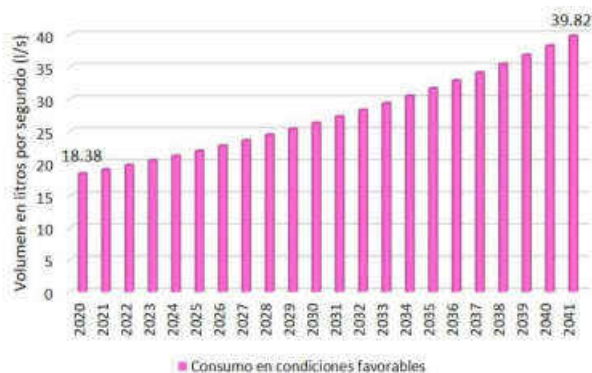
Gráfica III. 2 Proyección de la población y su consumo real en Calderitas, situación sin proyecto.

III.3 Análisis de la Demanda sin el PPI

Cuadro III. 3 Proyección de la población y su consumo “en condiciones favorables” en Calderitas, situación sin proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO EN CONDICIONES FAVORABLES	
			M3/AÑO	L/s
2020	0	7,821	579,497	18.38
2021	1	8,096	599,873	19.02
2022	2	8,384	621,212	19.70
2023	3	8,685	643,515	20.41
2024	4	8,998	666,707	21.14
2025	5	9,325	690,936	21.91
2026	6	9,665	716,128	22.71
2027	7	10,020	742,432	23.54
2028	8	10,390	769,847	24.41
2029	9	10,775	798,374	25.32
2030	10	11,177	828,160	26.26
2031	11	11,597	859,280	27.25
2032	12	12,034	891,659	28.27
2033	13	12,491	925,521	29.35
2034	14	12,967	960,790	30.47
2035	15	13,465	997,689	31.64
2036	16	13,984	1,036,144	32.86
2037	17	14,526	1,076,304	34.13
2038	18	15,092	1,118,242	35.46
2039	19	15,683	1,162,032	36.85
2040	20	16,301	1,207,823	38.30
2041	21	16,946	1,255,614	39.82

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica III. 3 Proyección de la demanda en condiciones favorables en Calderitas, situación sin proyecto.



III.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-demanda sin el PPI.

Con el incremento la recuperación de caudales y presión, producto de la ejecución de las acciones de optimización (incremento de la medición y reducción de fugas), se logrará que al primer año de operación en la zona se tenga una eficiencia física del 47.85%.

Cuadro III. 4 Gastos y pérdidas del sistema en Calderitas, situación sin proyecto (año 1).

USUARIOS	GASTO SUMINISTRADO		GASTO MEDIDO (OFERTA REAL)		NIVEL DE PÉRDIDAS		% MICROMEDICIÓN
	M3/DÍA	LPS	M3/DÍA	LPS	% FÍSICAS	% COMERCIALES	
2,055	1,019,559	32.33	487,862	15.47	52.15%	47.85%	100%

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

No obstante, al proyectarse durante el periodo de evaluación, se distingue que no se alcanzará el impacto esperado, ya que la sustitución de tuberías se realizó en zonas específicas de la red (zona baja, alejada de los tanques), los beneficios son puntuales.

Asimismo, por la antigüedad y materiales de las tuberías de la infraestructura de distribución (superior a los 20 años), y su configuración (circuitos abiertos), se seguirán teniendo incidencias de fugas por asentamientos, desacoplamiento (se estiman incrementos anuales del orden del 2%) que, aunado a los taponamientos y a la reducción de su diámetro hidráulico, seguirán afectando a la eficiencia del sistema y con ello molestias a los usuarios (quienes deberán compensar las deficiencias del sistema con el uso de métodos alternativos).

Asimismo, por la organización de la red y al no considerar acciones de ampliación de red, aún existirían áreas sin infraestructura (sobre todo en la zona norte), fomentando la existencia de tomas largas de entre 30 y 100 M de longitud y por tanto mayores costos para el organismo operador.

Cuadro III. 5 Proyección de la eficiencia del sistema en Calderitas, situación sin proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	VOLUMEN DISPONIBLE (SP)	OFERTA REAL (SP)	PÉRDIDAS (SP)	EFICIENCIA FÍSICA DEL SISTEMA (SP)	PÉRDIDAS DEL SISTEMA (SP)
2020	0	32.00	10.47	21.53	32.72%	67.28%
2021	1	32.33	15.47	16.86	47.85%	52.15%
2022	2	33.26	16.06	17.20	48.29%	51.71%
2023	3	34.21	16.67	17.54	48.73%	51.27%
2024	4	35.20	17.31	17.89	49.18%	50.82%
2025	5	36.22	17.97	18.25	49.61%	50.39%
2026	6	37.28	18.66	18.62	50.05%	49.95%
2027	7	38.36	19.37	18.99	50.50%	49.50%
2028	8	39.48	20.11	19.37	50.94%	49.06%
2029	9	40.63	20.88	19.75	51.39%	48.61%
2030	10	41.83	21.68	20.15	51.83%	48.17%

III.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-demanda sin el PPI.

2031	11	43.69	23.14	20.55	52.96%	47.04%
2032	12	44.98	24.02	20.96	53.40%	46.60%
2033	13	46.32	24.94	21.38	53.84%	46.16%
2034	14	47.70	25.89	21.81	54.28%	45.72%
2035	15	49.13	26.88	22.25	54.71%	45.29%
2036	16	50.59	27.90	22.69	55.15%	44.85%
2037	17	52.11	28.96	23.15	55.57%	44.43%
2038	18	53.67	30.06	23.61	56.01%	43.99%
2039	19	55.29	31.21	24.08	56.45%	43.55%
2040	20	56.96	32.40	24.56	56.88%	43.12%
2041	21	58.69	33.64	25.05	57.32%	42.68%

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia Operativa del sistema en Calderitas, situación sin proyecto



Gráfica III. 4 Proyección de la eficiencia física y de las pérdidas del sistema en Calderitas, situación sin proyecto.

De acuerdo con lo anterior, con las acciones de optimización se logrará incrementar el volumen medido en un 47.76%, de tal forma que la relación de eficiencia del sistema al primer año de operación se incremente al 47.85% (aunque el porcentaje pérdidas seguirá siendo elevado³⁵).

Posteriormente, conforme se avance con el cumplimiento de la vida útil de los equipos de medición la eficiencia se verá afectada, pero con las reinversiones se podrá recuperar, pero no en la misma proporción de tal forma que al final del periodo de evaluación se alcance una relación de eficiencia del 57.32%, si bien superior a la actual, pero con condiciones de infraestructura que comprometerán

³⁵ Se estima que éstas presenten un incremento anual del 2.0%

III.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-demanda sin el PPI.

en gran medida a todo el sistema, lo que implica un incremento en los costos por mantenimiento al destinar personal a la atención de fugas de manera constante y periódica, que implica el uso excedente de materiales para reparaciones, rentas de equipo, entre otras acciones para el mantenimiento correctivo.

Lo anterior por el incremento de la población y con ello la demanda de agua potable que, por las condiciones operativas de la red de distribución, implica que el déficit de consumo presente una tendencia negativa.

Cuadro II. 17 Proyección de la interacción del consumo real y en condiciones favorables en Calderitas, situación sin proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO REAL (SP)		DEMANDA EN CONDICIONES FAVORABLES		DÉFICIT (SP)	
			M3/AÑO	LPS	M3/AÑO	LPS	M3/AÑO	LPS
2020	0	7,821	330,182	10.47	579,497	18.38	249,315	7.91
2021	1	8,096	487,862	15.47	599,873	19.02	112,011	3.55
2022	2	8,384	506,468	16.06	621,212	19.70	114,744	3.64
2023	3	8,685	525,705	16.67	643,515	20.41	117,810	3.74
2024	4	8,998	545,888	17.31	666,707	21.14	120,819	3.83
2025	5	9,325	566,702	17.97	690,936	21.91	124,234	3.94
2026	6	9,665	588,462	18.66	716,128	22.71	127,666	4.05
2027	7	10,020	610,852	19.37	742,432	23.54	131,580	4.17
2028	8	10,390	634,189	20.11	769,847	24.41	135,658	4.30
2029	9	10,775	658,472	20.88	798,374	25.32	139,902	4.44
2030	10	11,177	683,700	21.68	828,160	26.26	144,459	4.58
2031	11	11,597	729,743	23.14	859,280	27.25	129,537	4.11
2032	12	12,034	757,495	24.02	891,659	28.27	134,165	4.25
2033	13	12,491	786,508	24.94	925,521	29.35	139,013	4.41
2034	14	12,967	816,467	25.89	960,790	30.47	144,323	4.58
2035	15	13,465	847,688	26.88	997,689	31.64	150,001	4.76
2036	16	13,984	879,854	27.90	1,036,144	32.86	156,290	4.96
2037	17	14,526	913,283	28.96	1,076,304	34.13	163,021	5.17
2038	18	15,092	947,972	30.06	1,118,242	35.46	170,270	5.40
2039	19	15,683	984,239	31.21	1,162,032	36.85	177,793	5.64
2040	20	16,301	1,021,766	32.40	1,207,823	38.30	186,056	5.90
2041	21	16,946	1,060,871	33.64	1,255,614	39.82	194,743	6.18

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se espera que la eficiencia física se comporte de manera creciente, en reciprocidad al incremento de los caudales producidos para compensar la incorporación de los nuevos usuarios y la tendencia positiva de las pérdidas, que aunado a la existencia de circuitos abiertos en la localidad,

III.4 Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-demanda sin el PPI.

implica que los usuarios aún deberán incurrir en costos para asegurar su consumo, tales como la adquisición o construcción de dispositivos de almacenamiento, así como métodos alternativos de abastecimiento (compra de agua en pipa, acarreo y/o bombeo intradomiciliario).

Cuadro III. 6 Proyección de los costos anuales por métodos alternativos en miles de pesos, situación sin proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	COSTO POR MÉTODO ALTERNATIVO					TOTAL	VALOR ACTUAL
		CISTERNA	TINACO (ROTOPLASS)	CUBETAS	BOMBA	PIPAS		
2020	0	3,535.48	2,119.81	0.74	132.18	1,629.29	7,417.51	7,417.51
2021	1	3,659.76	2,194.33	0.77	136.83	1,686.56	7,678.25	6,980.23
2022	2	3,790.25	2,272.57	0.80	141.71	1,746.70	7,952.02	6,571.92
2023	3	3,926.19	2,354.07	0.83	146.79	1,809.34	8,237.22	6,188.74
2024	4	4,067.81	2,438.99	0.86	152.09	1,874.61	8,534.35	5,829.08
2025	5	4,215.40	2,527.48	0.89	157.60	1,942.62	8,843.98	5,491.42
2026	6	4,369.21	2,619.70	0.92	163.35	2,013.50	9,166.68	5,174.35
2027	7	4,529.54	2,715.83	0.95	169.35	2,087.39	9,503.07	4,876.58
2028	8	4,696.70	2,816.06	0.99	175.60	2,164.42	9,853.76	4,596.85
2029	9	4,871.00	2,920.56	1.03	182.12	2,244.75	10,219.45	4,334.04
2030	10	5,052.78	3,029.56	1.06	188.91	2,328.52	10,600.83	4,087.08
2031	11	5,242.39	3,143.24	1.10	196.00	2,415.90	10,998.63	3,854.95
2032	12	5,440.20	3,261.84	1.15	203.40	2,507.05	11,413.64	3,636.74
2033	13	5,646.60	3,385.60	1.19	211.11	2,602.17	11,846.67	3,431.56
2034	14	5,861.99	3,514.74	1.23	219.17	2,701.43	12,298.57	3,238.60
2035	15	6,086.81	3,649.54	1.28	227.57	2,805.04	12,770.25	3,057.10
2036	16	6,321.51	3,790.26	1.33	236.35	2,913.20	13,262.65	2,886.34
2037	17	6,566.56	3,937.19	1.38	245.51	3,026.12	13,776.76	2,725.66
2038	18	6,822.45	4,090.62	1.44	255.08	3,144.05	14,313.63	2,574.43
2039	19	7,089.71	4,250.86	1.49	265.07	3,267.22	14,874.36	2,432.08
2040	20	7,368.90	4,418.26	1.55	275.51	3,395.88	15,460.10	2,298.04
2041	21	7,660.59	4,593.15	1.61	286.41	3,530.30	16,072.06	2,171.83
TOTAL		116,821.84	70,044.26	24.60	4,367.70	53,836.04	245,094.44	93,855.12
VA		44,735.12	26,822.37	9.42	1,672.54	20,615.68	93,855.12	

Fuente: Elaboración propia.



III.5 Alternativas de solución

Supuestos técnicos y económicos y horizonte de evaluación

Considerando el periodo de construcción (2 años) y la vida útil del proyecto (20 años), se establece un horizonte de evaluación de 22 años, periodo en el que se contemplan los siguientes supuestos:

- Se considera que, en el horizonte de evaluación, la tasa de crecimiento de la población y el número de habitantes por viviendas son las mismas que se observan en la situación actual.
- La localidad, aún se encuentra en crecimiento, por lo que se considera que, de acuerdo con estimaciones de la Dirección de Planeación de Infraestructura de la CAPA, durante el horizonte de evaluación, se tendrá la incorporación de nuevos usuarios a una tasa media anual de aproximadamente 3.75%.
- El consumo de los usuarios futuros será similar al de los usuarios que actualmente cuentan con el servicio.
- Los usuarios no presentarán cambios en sus hábitos de consumo, (se mantendrá constante en el horizonte de análisis).
- La distribución, el consumo promedio y otras variables permanecerán constantes durante el horizonte de análisis.

III.5.1 Descripción del PPI

En la localidad de Calderitas, para mejorar la eficiencia y calidad del servicio de agua potable, se pretende la conformación de 7 circuitos hidrométricos, cada uno con un solo punto de entrada para garantizar la hermeticidad de la red y lograr con ello una recuperación de caudal y de presión.

Cada circuito estará compuesto de líneas envolventes de 4" y/o 6" de diámetro, una red de distribución interna de 3" de diámetro, así como una línea de alimentación de 6" conectada a una caja de válvulas con una válvula de seccionamiento y medidor de flujo del mismo diámetro para su interconexión a la línea principal.

De igual manera, se pretende la construcción de nuevas líneas primarias para garantizar el correcto suministro del vital líquido desde el tanque a cada uno de los nuevos circuitos con tuberías de 8" y 12" de diámetro

En el tanque de regulación se plantean acciones que permitan operar el sistema por "bombeo directo a la red", es decir dejar fuera de operación al Tanque elevado que actualmente abastece a gravedad a la zona sur.

Para lo anterior, el proyecto consiste en:

- la sustitución y sectorización de tuberías de la red de distribución, mediante el suministro e instalación de 37,788.50 M de tuberías de 3", 4", y 6" de diámetro (piezas especiales: Codo



III.5.1 Descripción del PPI

90°, codo 45°, codo 22°, codo 11°, tapa ciega, cruz, reducción y tee), que permitan la interconexión de 1,985 tomas domiciliarias equipadas con medidores de flujo;

- la construcción de nuevas líneas primarias, mediante el suministro e instalación de 3,208.50 M de tubería de 8" y 12" de diámetro que incluye sus piezas especiales (codo 90°, codo 45°, Tee, reducción y cruz);
- la construcción de un nuevo tren y múltiple de descarga con tuberías y piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga. de 8" y 12" de diámetro respectivamente, éste último equipado con 3 equipos de bombeo de 30 Hp para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a. cada uno, que incluya su sistema eléctrico y de control, además de la construcción de una nueva caseta de operación para resguardo y protección de dichos equipos.

Es de señalarse que, en la zona de proyecto se presenta un tipo de suelo (suelo arcilloso arenoso de consistencia variable), que es propenso a presentar asentamientos a consecuencia de la pérdida de finos por las corrientes de agua subterráneas que fluyen por la zona.

Asimismo, para evitar que el servicio se vea interrumpido durante el periodo de ejecución del proyecto, se ha propuesto que la tubería para la nueva red de distribución sea instalada a un lado de la antigua, siguiendo su trazo, para posteriormente, cuando sea completada, ser conectada con las líneas envolventes de 4" de diámetro y la línea de alimentación de 6" de diámetro donde se instalarán las válvulas y medidores de flujo, dicha interconexión se realiza en aproximadamente 2 horas, por lo que el usuario no se verá afectado.

III.5.2 Descripción de la alternativa de adicional de solución

Sustitución de la red y líneas primarias con tuberías de PVC hidráulico que incluye rellenos de concreto fluido de 85 Kg/cm²

La característica representativa del proyecto, consiste en que el material de las tuberías (líneas envolventes, redes de distribución y líneas primarias) se pretende sea de Policloruro de Vinilo (PVC).

Asimismo, considerando que las características de rigidez de este material y que sus uniones son de tipo "espiga-campana", y que en la zona por el tipo de suelo (arcilloso arenoso) pueden ocurrir asentamientos que en casos extremos provoquen que el material se quiebre provocando puntos de fuga. Para aminorar estos riesgos, se plantea sustituir los rellenos de zanja de tipo "convencionales" con producto de banco, por el de tipo con *concreto fluido* con una resistencia de 85 kg/cm², para que no sólo garantice la hermeticidad sino también proporcione rigidez a la tubería para así protegerla de los asentamientos y evitar fugas.



III.5.2 Descripción de la alternativa de adicional de solución

El método constructivo a emplear será del tipo “tradicional”, es decir, con zanjas que, por el tipo de los rellenos (de concreto fluido), deberán ser de 30 cm (menores a las requeridas por el relleno tradicional -40 cm-), por lo que se considera la repavimentación de las vialidades (11,440.05 M²).

Cuadro III. 7 Principales características por componentes, Alternativa 1.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Principales características
Red de distribución	37,788.50	ML	Consistente en Tubería de PVC S.I. RD 32.5 que cumpla con una presión de trabajo de 7.00 KG/CM2: de 3” para la red interna de distribución; de 4” y 6” para la red envolvente; y de 6” para la interconexión y alimentación de cada circuito hidrométrico, implementando el relleno de las zanjas con concreto fluido con una resistencia de 85 kg/cm ² .
Tomas domiciliarias	1,985.00	PZA	Cuadro medidor de polietileno de 42x60 cm de sección de 0.5” y 1” de diámetro (con adaptador de compresión, válvula antifraude, válvula esfera roscable) en el que se instalará un medidor de flujo de chorro múltiple clase C cuerpo plástico caratula giratoria de 360°.
Líneas de alimentación principal	5,130.61	PZA	Consistente en Tubería de PVC S.I. RD-32.5 que cumpla con una presión de trabajo de 7.00 KG/CM2: de 8” para la alimentación de los circuitos 2, 5, 6 y 7; y de 12” para la interconexión al Tanque Calderitas y para la alimentación de los circuitos 1, 3 y 4. Implementando el relleno de las zanjas con concreto fluido de 85 kg/cm ² .
Reposición carpeta asfáltica (Red de distribución y líneas primarias)	11,440.05	M2	Reposición de carpeta asfáltica de hasta 5 cm de espesor elaborada con mezcla de emulsión asfáltica y agregado pétreo.
Equipamiento fijo de (Válvula de seccionamiento)	7.00	PZA	Válvula de compuerta de vástago fijo tipo resilente de 6” de diámetro clase 125 bridada para seccionamiento con volanta de Fo.Fo.
Equipamiento Fijo (Medidor de gasto)	7.00	PZA	Medidor de flujo tipo ultrasónico cuerpo bridado en Hierro Ductil de 6” de diámetro, equipado con módulo de radio de frecuencia 7 GPRS, caratula digital con indicador en display de caudal acumulado en M3, autonomía de operación con batería de litio no menor a 6 años, medición de flujo bidireccional, cumple con certificado ISO 9001:2008, ISO 4064 Y NOM-012-SCFI-1994.
Construcción de Tren descarga con piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga.	8.25	ML	con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. de 8” de diámetro (codo 45°, reducción, niple, junta dresser, brida tipo SLIP-ON, Válvula Check, válvula de seccionamiento tipo compuerta), Válvula de Admisión y Expulsión de Aire de 2”, manómetro con carátula de 3” rango de 0-7 Kg/Cm2, base de concreto.



III.5.2 Descripción de la alternativa de adicional de solución

Construcción de Múltiple de descarga con piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga.	16.00	ML	Con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. de 12" (codo 90°, codo 45°, brida tipo SLIP-ON, reducción, válvula de alivio de presión, válvula de compuerta vástago fijo y medidor de flujo electromagnético Mod. 5W4C5H), base de concreto y caja de válvulas 2.2x1.9x1.86M (muro de block y concreto).
Equipamiento Fijo (Motor y Bomba)	3.00	PZA	Bomba centrífuga vertical tipo turbina (modelo 12M-7000 para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a); Impulsor y Motor eléctrico vertical (de 30 Hp, 4 polos, 230/460 V, 3F/60HZ).
Equipamiento Fijo (Centro de Control de Motores-CCM-)	1.00	PZA	Tipo TN-C2PC214, para una operación de Tanque de regulador de AP, con medidor de nivel ultrasónico y sensor de presión. Incluye sistema eléctrico (Transformador, tablero de distribución, interruptores, sistema de puesta a tierra para red eléctrica.
Construcción de Caseta de Operación.	47.12	M2	A base de muro de block y concreto para resguardo y protección del CCM de los nuevos equipos. Incluye acabados interiores y exteriores, cancelería e instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Fuente: Elaboración propia.

Tendrá un costo de Inversión inicial sin IVA de \$53,903,765.35 (son: cincuenta y tres millones, novecientos tres mil, setecientos sesenta y cinco pesos 35/100 M.N.).

Cabe señalar que, de acuerdo al MAPAS de la CONAGUA y por el tipo de agua de la zona, el equipamiento de medición y de bombeo tienen una vida útil de 5 y 10 años respectivamente, por lo que, para garantizar, la operación de la infraestructura, se realizarán reinversiones cada 5 años por un monto sin IVA de \$452,807.00 (son: cuatrocientos cincuenta y dos mil, ochocientos siete pesos 00/100 M.N.) y cada 10 años por un monto sin IVA de \$697,267.00 (son: seiscientos noventa y siete mil, doscientos sesenta y siete pesos 00/100 M.N.).

Además de presentar costos de operación y mantenimiento de la nueva infraestructura por un monto a valor presente de \$25,700,982.68 (son: veinticinco millones, setecientos mil, novecientos ochenta y dos pesos 68/100/100 M.N.); que incluyen conceptos tales como costos de personal (lecturistas, cuadrillas para la detección y eliminación de fugas y personal de apoyo, entre otros), del material necesario para las reparaciones, vehículos, energía eléctrica, entre otros.



III.5.2 Descripción de la alternativa de adicional de solución

CONCEPTO	VALORES	UNIDADES
Periodo de ejecución	12	Meses (inversión instantánea)
Inversión inicial	53,903,765.35	\$
Vida útil	20	años
Reinversiones en A: equipamiento de medición	452,807	\$
Duración equipamiento A	5	años
Reinversiones en B: equipamiento de Bombeo	697,267	\$
Duración equipamiento B	10	años
Usuarios a atender	1,985	año

Fuente: Elaboración propia.

La inversión es instantánea y se realizará en un periodo de 12 meses, cuya operación iniciará a partir del año 1 y tendrá una vida útil de 20 años. Se tendrían los siguientes costos por Inversión, reinversión y de operación y mantenimiento.

Cuadro III. 8 Costos de inversión y de operación y mantenimiento del proyecto de la Alternativa 1 (sin IVA).

PERIODO	AÑO	INVERSIÓN	REINVERSIÓN (EQUIPAMIENTO)	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL COSTOS	VALOR ACTUAL
2020	0	53,903,765	0	0	53,903,765	53,903,765
2021	1	0	0	3,609,921	3,609,921	3,281,747
2022	2	0	0	2,226,863	2,226,863	1,840,382
2023	3	0	0	2,317,436	2,317,436	1,741,124
2024	4	0	0	2,407,812	2,407,812	1,644,568
2025	5	0	452,807	2,498,505	2,951,312	1,832,533
2026	6	0	0	2,596,922	2,596,922	1,465,895
2027	7	0	0	2,700,293	2,700,293	1,385,677
2028	8	0	0	2,811,902	2,811,902	1,311,773
2029	9	0	0	2,925,181	2,925,181	1,240,562
2030	10	0	1,150,074	3,038,453	4,188,527	1,614,858
2031	11	0	0	3,164,020	3,164,020	1,108,970
2032	12	0	0	3,301,625	3,301,625	1,051,999
2033	13	0	0	3,450,945	3,450,945	999,616
2034	14	0	0	3,605,152	3,605,152	949,349
2035	15	0	452,807	3,762,830	4,215,637	1,009,190
2036	16	0	0	3,971,897	3,971,897	864,401
2037	17	0	0	4,202,210	4,202,210	831,385
2038	18	0	0	4,400,374	4,400,374	791,446
2039	19	0	0	4,843,665	4,843,665	791,978
2040	20	0	0	5,223,826	5,223,826	776,489
TOTAL		53,903,765.35	2,055,688.00	67,059,833.60	123,019,286.95	80,437,707.26
VALOR ACTUAL		53,903,765.35	832,959.23	25,700,982.68	80,437,707.26	

Fuente: Elaboración propia.



III.5.3 Comparación con el Proyecto de inversión

PROYECTO DE INVERSIÓN PROPUESTO

La característica principal del proyecto, consiste en que el material de las tuberías (líneas envolventes, redes de distribución y líneas primarias) se pretende sean de Polietileno de Alta densidad (PEAD), ya que por su flexibilidad y por la hermeticidad en las uniones (se logran aplicando calor), tiene la característica de soportar los asentamientos ocasionados por el tipo de suelo de la zona, sin que se presenten fracturas en la tubería.

El método constructivo a emplear será del tipo “tradicional”, es decir, la apertura de zanjas que por las características del material podrán ser de 40 cm de ancho y profundidades que van desde 70 cm hasta 90 cm; los rellenos serán de tipo “convencionales” con producto de banco, que a su vez implica que se consideren recursos para la repavimentación de 13,730.04 M² en las vialidades.

Tendrá un costo de Inversión inicial sin IVA de \$47,046,275.00 (son: cuarenta y siete millones, cuarenta y seis mil, doscientos setenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

Cabe señalar que de acuerdo al MAPAS de la CONAGUA y por el tipo de agua de la zona, el equipamiento de medición y de bombeo tienen una vida útil de 5 y 10 años respectivamente, por lo que, para garantizar, la operación de la infraestructura, a partir de su puesta en marcha, se realizarán reinversiones cada 5 años por un monto sin IVA de \$452,807.00 (son: cuatrocientos cincuenta y dos mil, ochocientos siete pesos 00/100 M.N.) y cada 10 años por un monto sin IVA de \$697,267.00 (son: seiscientos noventa y siete mil, doscientos sesenta y siete pesos 00/100 M.N.).

Además de presentar costos de operación y mantenimiento de la nueva infraestructura por un monto a valor presente de \$17,009,970.53 (son: diecisiete millones, nueve mil, novecientos setenta pesos 53/100 M.N.); que incluyen conceptos tales como costos de personal (lecturistas, cuadrillas para la detección y eliminación de fugas y personal de apoyo, entre otros), del material necesario para las reparaciones, vehículos, energía eléctrica, entre otros.

CONCEPTO	VALORES	UNIDADES
Periodo de ejecución	12	Meses (en Año 0 y Año 1)
Inversión inicial		\$
Vida útil	20	años
Reinversiones en A: equipamiento de medición	452,807	\$
Duración equipamiento A	5	años
Reinversiones en B: equipamiento de Bombeo	697,267	\$
Duración equipamiento B	10	años
Usuarios a atender	1,985	año

Fuente: Elaboración propia.

III.5.3 Comparación con el Proyecto de inversión

La inversión se realizará en 12 meses (considerando un periodo de inversión de 2 años), cuya operación iniciará a partir del año 2 y tendrá una vida útil de 20 años. Se tendrían los siguientes costos por Inversión, reinversión y de operación y mantenimiento.

Cuadro III. 9 Costos de inversión, reinversión y de operación y mantenimiento del proyecto de la Alternativa de proyecto propuesto (sin IVA).

PERIODO	AÑO	INVERSIÓN	REINVERSIÓN (EQUIPAMIENTO)	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL COSTOS	VALOR ACTUAL
2020	0	27,978,893	0	0	27,978,893	27,978,893
2021	1	19,067,382	0	0	19,067,382	17,333,984
2022	2	0	0	1,617,637	1,617,637	1,336,890
2023	3	0	0	1,685,568	1,685,568	1,266,392
2024	4	0	0	1,753,350	1,753,350	1,197,562
2025	5	0	0	1,821,369	1,821,369	1,130,927
2026	6	0	452,807	1,895,182	2,347,989	1,325,379
2027	7	0	0	1,972,710	1,972,710	1,012,312
2028	8	0	0	2,056,417	2,056,417	959,334
2029	9	0	0	2,141,376	2,141,376	908,152
2030	10	0	0	2,226,330	2,226,330	858,347
2031	11	0	1,150,074	2,320,505	3,470,579	1,216,417
2032	12	0	0	2,423,709	2,423,709	772,268
2033	13	0	0	2,535,699	2,535,699	734,502
2034	14	0	0	2,651,355	2,651,355	698,185
2035	15	0	0	2,769,613	2,769,613	663,023
2036	16	0	452,807	2,926,413	3,379,220	735,417
2037	17	0	0	3,099,148	3,099,148	613,150
2038	18	0	0	3,247,771	3,247,771	584,140
2039	19	0	0	3,580,239	3,580,239	585,398
2040	20	0	0	3,865,360	3,865,360	574,561
2041	21	0	0	4,402,050	4,402,050	594,852
TOTAL		46,046,275.00	2,055,687.30	50,991,801.00	100,093,763.30	63,080,082.59
VALOR ACTUAL		45,312,876.65	757,235.41	17,009,970.53	63,080,082.59	

Fuente: Elaboración propia.

III.5.3 Comparación con el Proyecto de inversión

COMPARACIÓN CON LA ALTERNATIVA PROPUESTA

El área de influencia del proyecto, comprende vialidades principales con elevada afluencia vehicular en Calderitas (Av. Campeche, Av. Coahuila, C. Soconusco, Av. Yucatán, C. Durango Norte, Av. Oaxaca, Calzada del Centenario, entre otros).

Del análisis se destacó que, a pesar de que el método constructivo propuesto (“tradicional”), implique el cierre de vialidades (pavimentadas, algunas con elevado tránsito vehicular) para la operación de maquinaria pesada, afectará negativamente tanto a los vehículos como a los peatones que transiten diariamente por la zona. Este es técnicamente viable, ya que la instalación de la tubería PEAD, por su flexibilidad, se realiza rápidamente con un mínimo de espacio abierto (zanjas reducidas de 40 cm de ancho y profundidades de 70 cm hasta 90 cm), con que se podrán minimizar dichas afectaciones.

Asimismo, el PEAD presenta características tales como: una alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, facilidad de instalación de las uniones se logran aplicando calor y uniendo las piezas con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar, lo cual garantiza la hermeticidad en la red.

Al analizar la alternativa propuesta, se observó que es técnicamente viable, pero por la presencia de asentamientos en las zonas bajas a consecuencia de la pérdida de finos provocada por las corrientes de agua subterráneas, y por la rigidez del PVC, pueden ocurrir separaciones en las uniones (de tipo espiga-campana), provocando puntos de fuga, si bien para minimizar este riesgo se propuso sustituir el relleno tradicional por un relleno de concreto fluido, éste además de tener un costo mucho más elevado que el convencional, incrementa los costos de reparación, ya que al presentarse alguna fuga, hace necesario romper el material, lo que implica mayores tiempos y materiales.

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

CONCEPTO	ALTERNATIVA 1	PROYECTO PROPUESTO
Costo Anual Equivalente (CAE)	9,448,182.91	7,409,362.83
Valor Presente del Costo (VPC)	80,437,707.26	63,080,082.59
Tasa Social de descuento (r)	10%	10%
Años de vida útil del activo (m)	20	20
Años del horizonte de evaluación (n)	21	22

Fuente: Elaboración propia.

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).



IV Situación con el PPI

IV.1 Descripción general del Proyecto de inversión

Tipo de PPI			
Proyecto de infraestructura económica	<input checked="" type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>	Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>	Programa de adquisiciones de protección civil	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>	Programa de mantenimiento de protección civil	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>	Programa ambiental	<input type="checkbox"/>
		Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

Descripción del PPI
<p>Con el objetivo de mejorar la eficiencia y calidad del servicio de agua potable en la localidad de Calderitas, se pretende la conformación de 7 circuitos hidrométricos, cada uno independiente del otro, con un solo punto de entrada (para una mejor administración del líquido³⁶).</p> <p>Cada circuito estará compuesto de líneas envolventes de 4" y/o 6" de diámetro, una red de distribución interna de 3" de diámetro, así como una línea de alimentación de 6" conectada a una caja de válvulas con una válvula de seccionamiento y medidor de flujo del mismo diámetro para su interconexión a la línea principal. Asimismo, con el fin de detectar y corregir las fugas en tomas (con la presurización de la red, serán más fácilmente identificables), se pretende la sustitución de las tomas domiciliarias, las cuales estarán equipadas con medidores de gasto.</p> <p>De igual manera, se pretende la construcción de nuevas líneas primarias para garantizar el correcto suministro del vital líquido desde el tanque a cada uno de los nuevos circuitos con tuberías de 8" y 12" de diámetro</p> <p>En el tanque de regulación se plantean acciones que permitan dejar fuera de operación al Tanque elevado (que actualmente abastece a gravedad a la zona sur) para así operar el sistema por "bombeo directo a la red".</p> <p>Para lo anterior, será necesaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la red de distribución: el suministro e instalación de 37,788.50 MI de tuberías de PEAD de 3" (25,237.80 M), de 4" (10,956.40 M) y de 6" (1,594.30 M) de diámetro con sus respectivas

³⁶ una medición más exacta de los caudales a distribuir.

Descripción del PPI

598 piezas especiales [codo 90°, codo 45°, codo 22°, codo 11°, tee, cruz, reducción y tapa ciega], para la interconexión de 1,985 tomas domiciliarias que, dependiendo del tipo de consumo, serán de 0.5" (1,918) y de 1" (67) de diámetro cada una equipada con un medidor de flujo. Así como la construcción de 7 piezas de cajas de operación de válvulas a la entrada de cada circuito en las que se instalarán el mismo número de válvulas de seccionamiento y medidores de flujo de 6 pulgadas de diámetro.

- Para las líneas primarias: el suministro e instalación de 3,208.50 M de tubería de 8" (1,663.70 M) y 12" (1,544.80 M) de diámetro que incluye 52 piezas especiales (codo 90°, codo 45°, Tee, reducción y cruz);
- En el tanque: la construcción de un nuevo tren y múltiple de descarga con tuberías y piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga. de 8" y 12" de diámetro respectivamente, éste último equipado con 3 equipos de bombeo de 30 Hp para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a cada uno, que incluya su sistema eléctrico y de control, además de la construcción de una nueva caseta de operación de 47.12 M2 para resguardo y protección de dichos equipos.

Cuadro IV. 1 Principales Características por Componente, Red de distribución.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Red de distribución	37,788.50	ML	Consistente en Tubería de PEAD PE 4710, RD-21 que cumpla con una presión de trabajo de 7.00 KG/CM2: de 3" para la red interna de distribución; de 4" y 6" para la red envolvente; y de 6" para la interconexión y alimentación de cada circuito. Incluye 598 piezas especiales {codo 90°(56), codo 45° (92), codo 22° (16), codo 11° (98), tee (280), cruz (28), reducción (14) y tapa ciega(14)}

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

Cuadro IV. 2 Principales Características por Componente, Tomas domiciliarias.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Tomas domiciliarias	1,985.00	PZA	Cuadro medidor de polietileno de 42x60 cm de sección de 0.5" (para los pequeños consumidores, 1,918 pza.) y de 1" (para los grandes consumidores, 67 pza.) de diámetro (con adaptador de compresión, válvula antifraude, válvula esfera roscable) en el que se instalará un medidor de flujo de chorro múltiple clase C cuerpo plástico caratula giratoria de 360°.

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

Descripción del PPI

Cuadro IV. 3 Principales Características por Componente, Equipamiento Fijo.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Equipamiento fijo (Válvula de seccionamiento)	7.00	PZA	Válvula de compuerta de vástago fijo tipo resilente de 6" de diámetro clase 125 bridada para seccionamiento con volanta de Fo.Fo. Incluye Stub end de PEAD con contrabrida de acero y caja de operación de 1.50x2.0x2.0M (a base de muro de block y concreto, Marco y contramarco con tapa de PEAD)
Equipamiento Fijo (Medidor de gasto)	7.00	PZA	Medidor de flujo de 6" de diámetro tipo ultrasónico cuerpo bridado en Hierro Ductil, caratula digital con indicador en display de caudal acumulado en M3, medición de flujo bidireccional, autonomía de operación con batería de litio no menor a 6 años, equipado con módulo de radio de frecuencia 7 GPRS, cumple con certificado ISO 9001:2008, ISO 4064 Y NOM-012-SCFI-1994. Incluye carrete de 0.6M de largo de Fo.Fo. clase 125.

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

Cuadro IV. 4 Principales Características por Componente, Líneas primarias.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Líneas de alimentación principal	3,208.50	PZA	Consistente en Tubería de PEAD PE 4710, RD-21 que cumpla con una presión de trabajo de 7.00 KG/CM2: de 8" para la alimentación de los circuitos 2, 5, 6 y 7; y de 12" para la interconexión al Tanque Calderitas y para la alimentación de los circuitos 1, 3 y 4. Incluye 52 piezas especiales {codo 90° (14), codo 45° (10), tee (8), cruz (10) y reducción (10)}.

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

Cuadro IV. 5 Principales Características por Componente, Reposición de pavimentos.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Reposición carpeta asfáltica (Red de distribución y líneas primarias)	13,730.04	M2	Reposición de carpeta asfáltica de hasta 5 cm de espesor elaborada con mezcla de emulsión asfáltica y agregado pétreo.

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

Descripción del PPI

Cuadro IV. 6 Principales Características por Componente, acciones en Tanque Calderitas.

Componente	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción
Construcción de Tren descarga con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga.	8.25	ML	con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. de 8" de diámetro (codo 45°, reducción, niple, junta dresser, brida tipo SLIP-ON, Válvula Check, válvula de seccionamiento tipo compuerta), Válvula de Admisión y Expulsión de Aire de 2", manómetro con carátula de 3" rango de 0-7 Kg/Cm ² , base de concreto.
Construcción de Múltiple de descarga con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. y Fo.Ga.	16.00	ML	Con tubería y piezas especiales de Fo.Fo. de 12" (codo 90°, codo 45°, brida tipo SLIP-ON, reducción, válvula de alivio de presión, válvula de compuerta vástago fijo y medidor de flujo electromagnético Mod. 5W4C5H), base de concreto y caja de válvulas 2.2x1.9x1.86M (muro de block y concreto).
Equipamiento Fijo (Motor y Bomba)	3.00	PZA	Bomba centrífuga vertical tipo turbina (modelo 12M-7000 para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a); Impulsor y Motor eléctrico vertical (de 30 Hp, 4 polos, 230/460 V, 3F/60HZ).
Equipamiento Fijo (Centro de Control de Motores-CCM-)	1.00	PZA	Tipo TN-C2PC214, para una operación de Tanque de regulador de AP, con medidor de nivel ultrasónico y sensor de presión. Incluye sistema eléctrico (Transformador, tablero de distribución, interruptores, sistema de puesta a tierra para red eléctrica.
Construcción de Caseta de Operación	47.12	M2	A base de muro de block y concreto para resguardo y protección del CCM de los nuevos equipos. Incluye acabados interiores y exteriores, cancelería e instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

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

Con lo anterior, se logrará una red de distribución con 7 circuitos hidrométricos independientes cada uno compuesto: de una red de distribución interior de 3" de diámetro, una línea envolvente de 4" y/o 6" de diámetro, con un único punto de entrada conectada a las líneas principales a través de una línea de 6" de diámetro conectada a una caja de válvulas con una válvula de seccionamiento y medidor de flujo del mismo diámetro (que controle el gasto de entrada a cada circuito).

El método constructivo a utilizar, para instalación de las tuberías, es del tipo "tradicional" (con zanja) tanto para la red de distribución (de 3", 4" y 6" de diámetro) como para las líneas primarias (de 8" y 12" de diámetro). Para evitar que el servicio se vea interrumpido durante la ejecución, en lo que respecta a la red de distribución, la nueva tubería será instalada a un lado de la antigua, siguiendo su trazo, para posteriormente, cuando los circuitos sean completados (incluyendo las líneas envolventes



Descripción del PPI

y de interconexión), ser conectadas a las líneas principales, dicha acción se ejecuta en aproximadamente 2 horas, lo que evitará que el usuario se vea afectado.

Es de señalarse que las líneas envolventes y de interconexión (de 4" y 6" de diámetro) son nuevas (no existen en la actualidad), además de que, en su mayoría, para la conformación de los circuitos, estas son paralelas en algunas vialidades (Av. Campeche, C. Guerrero Sur, C. Oaxaca, Av. Coahuila Norte, C. Tlaxcala, C. Querétaro, y C. Jalisco).

Las líneas primarias, consistente en tuberías de 8" y 12" de diámetro, se construirán en 3 vialidades principales (Av. Campeche, Av. Coahuila y Carretera a Luis Echeverría): la línea de 12" partirá del tanque en la Av. Campeche en donde se interconectará a la línea alimentación del circuito 1 y a una línea de 8" de diámetro, para después desviarse sobre la carretera a Luis Echeverría para alimentar a los circuitos 3 y 4. La línea de 8" siguiendo la Av. Campeche, abastecerá al circuito 2 y mediante una desviación sobre la Av. Coahuila Norte a los circuitos 5, 6 y 7.

El periodo de ejecución será de 12 meses (con ejecución en el año 0 y año 1), iniciando la operación de la nueva infraestructura a partir del año 2 y tendrá una vida útil de 20 años.

Tendrá un costo de Inversión inicial sin IVA de \$47,046,275 (son: cuarenta y siete millones, cuarenta y seis mil, doscientos setenta y cinco pesos 00/100 M.N.). Asimismo, se considera una vida útil de 5 años para el equipamiento de medición y de 10 años para el equipamiento de bombeo, por lo que, para garantizar, la operación de la infraestructura, a partir del inicio de la operación, se realizarán reinversiones cada 5 años por un monto sin IVA de \$452,807.00 (son: cuatrocientos cincuenta y dos mil, ochocientos siete pesos 00/100 M.N.) y cada 10 años por un monto sin IVA de \$697,267.00 (son: seiscientos noventa y siete mil, doscientos sesenta y siete pesos 00/100 M.N.).

Durante el periodo de vida útil de la nueva infraestructura, se tendrán costos de operación y mantenimiento por un monto a valor presente de \$17,009,970.53 (son: diecisiete millones, nueve mil, novecientos setenta pesos 53/100 M.N.); que incluyen conceptos tales como costos de personal (lecturistas, cuadrillas para la detección y eliminación de fugas y personal de apoyo, entre otros), del material necesario para las reparaciones, vehículos, energía eléctrica, entre otros.

La zona de proyecto abarcará alrededor de 64 vialidades en toda la mancha urbana de la localidad con un área de influencia de 147.50 hectáreas y una población de 7,821 habitantes (Figura IV. 2). Así como a las colonias populares de: 16 de septiembre, Veracruz, Centro, Yucatán y Lázaro Cárdenas (Figura IV. 11).



Cuadro IV. 7 Principales componentes del Proyecto.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	
1	Red de distribución	Preliminares (Red de distribución)	ML	37,788.50
		Sustitución de red de distribución (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	25,237.80
		Construcción línea envolvente para red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	10,956.40
		Construcción línea de interconexión para red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,594.30
		Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD de 3", 4" y 6": Reducción, cruz, tee, codo 90°, 45°, 22°, 11° y tapa ciega)	PZA	598.00
2	Tomas domiciliarias (Micromedición)	Sustitución toma domiciliaria 0.5" (Pequeños consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	1,918.00
		Sustitución toma domiciliaria 1" (Grandes consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	67.00
3	Equipamiento	Equipamiento fijo (medidor de flujo tipo ultrasónico de 6" para red de distribución).	PZA	7.00
		carrete de 6" de diámetro de 0.6M de largo de Fo.Fo. Clase 125	PZA	14.00
		Equipamiento fijo (válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6").	PZA	7.00
		Stub end de PEAD de 6" con contrabrida de acero	PZA	14.00
		caja de operación de válvulas (de 1.5x2.0x2.0M a base de muro de block y concreto F'C=150 KG/CM2, Marco y contramarco con tapa PEAD)	PZA	7.00
4	Líneas primarias	Preliminares (Líneas primarias)	ML	3,208.50
		Construcción Línea de alimentación principal (tubería 8" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,663.70
		Construcción Línea de alimentación principal (tubería 12" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,544.80
		Suministro e instalación de piezas especiales para líneas primarias (PEAD de 8" y 12": Reducción, cruz, tee, codo 90° y 45°)	PZA	52.00
5	Reposición de pavimentos	Reposición de carpeta asfáltica de hasta 5 cm de espesor, elaborada con mezcla de emulsión asfáltica y agregado pétreo.	M2	13,730.04



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
6	Acciones en tanque		
	Tren descarga de 8" (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas, manómetro de presión y base de concreto)	ML	8.25
	Múltiple de descarga de 12" de diámetro (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas y medidor de flujo)	ML	16.00
	Motor y Bomba centrífugo Vertical tipo turbina (de 30Hp para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a, 230/460V, 3F/60HZ)	PZA	3.00
	Suministro e instalación de Transformador trifásico de pedestal de 225 KVA (incluye adaptadores y sist. tierra física)	PZA	1.00
	Instalaciones eléctricas de baja tensión (Conductores cuadruplex de aluminio calibre 2, Banco de ductos)	ML	190.00
	Suministro e instalación de tablero de distribución (Sistema de 3F-4H, 440V, con interruptor principal hasta 250 Amp)	PZA	1.00
	Suministro e Instalación de interruptor termomagnético de 3 polos de 100 Amp y 125 Amp	PZA	2.00
	Equipo fijo (Centro de Control de Motores -Tipo TN-C2PC214, para una operación de Tanque de regulador de AP-)	PZA	1.00
	Medidor de nivel ultrasónico (alimentación en 24 VDC con sensor de nivel y Gabinete de control de 40x30x25Cm y cable de control)	PZA	1.00
	Suministro e instalación de sensor de presión (Mod. PMC11 corriente de salida de 4 a 20 Miliampers)	PZA	1.00
	Sist. puesta a tierra (con 3 electrodos tipo EP-ET, relleno EP-TR, registro de tubo PVC de 8" con rejilla, Cable cobre 4/0)	PZA	1.00
	Construcción de Caseta de Operación a base de muro de block y concreto. (incluye: acabados interiores y exteriores)	M2	47.12
	Cancelería para caseta de operación (2 Puerta lámina - 0.9x2.2M-; 2 Puerta de tambor -0.85x2.2M-; 2 ventana herrería -1.0x1.2M-)	PZA	6.00
	Instalaciones hidrosanitarias en caseta de operación (Tubería y piezas especiales de CPVC de 0.5" y PVC de 2" y 4" de diámetro)	ML	26.50
Suministro e instalación de muebles sanitarios para caseta de operación (WC y tanque bajo, lavabo y accesorios)	PZA	5.00	
Instalaciones eléctricas en caseta de operación (centro de carga 60 Amp e interruptores termomagnéticos de 1 polo de 15 Amp)	PZA	3.00	



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
	suministro e instalación de luminaria en caseta (Fluorescente EST-228 de 2x28W-127VCA-60HZ, especial p/ áreas húmedas)	PZA	6.00

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

IV.2 Alineación estratégica

IV.2.1 Plan Nacionales de Desarrollo

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

EJE II. Política social

Desarrollo Sostenible

EJE III. Economía

IV.2.2 Plan Estatal de Desarrollo

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO QUINTANA ROO 2016-2022³⁷.

(Actualización publicada en el Periódico Oficial del estado el 17 de enero de 2020)

EJE 5.- CRECIMIENTO ORDENADO CON SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.

Objetivo general: Orientar, bajo una política de sustentabilidad, el ordenamiento y control territoriales de la entidad, impulsando un sistema de ciudades y comunidades rurales que potencialicen su valor natural, cultural e histórico, además de garantizar el respeto al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en un esquema de equilibrio territorial.

Estrategia general: Impulsar un modelo de crecimiento urbano sustentable que considere la vocación turística, las políticas federales y los criterios internacionales de desarrollo humano, así como la dotación de infraestructura y de los equipamientos necesarios, los servicios públicos de calidad y el adecuado manejo de los recursos naturales.

PROGRAMA 32.- SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CALIDAD

Objetivo: Garantizar, el acceso a servicios de agua potable y alcantarillado de calidad, de manera segura, adecuada y accesible para los habitantes de las ciudades y localidades para mejorar su calidad de vida.

Estrategia: Incrementar y fomentar en coordinación con los municipios, la inversión pública y privada en materia de servicios de agua potable y alcantarillado, optimizando y transparentando la inversión.

LÍNEA DE ACCIÓN 4.- Realizar obras y acciones de agua potable en localidades urbanas.

³⁷ Publicación en la página del Periódico oficial: <http://po.segob.qroo.gob.mx/sitiopo/Publicacion.php?Fecha=2020-01-17&Tipo=3&Numero=9>



IV.2.3 Plan Nacional de Infraestructura

IV.2.4 Programas de SEDATU

IV.2.5 Plan / Programas Urbano Metropolitano

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CHETUMAL-CALDERITAS-SUBTENIENTE LÓPEZ-HUAY PIX Y XUL HÁ, MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO VIGENTE (2018-2038).

(<http://po.segob.qroo.gob.mx/sitiopo/Publicacion.php?Fecha=2018-03-27&Tipo=3&Numero=41>)

TOMO III

IV. Programación y Corresponsabilidad Sectorial.

IV.5. MATRICES DE OBRAS Y ACCIONES IDENTIFICADAS.

MATRIZ V. INFRAESTRUCTURA URBANA (pág.556).

- I-7 Ampliación de la red de agua potable.

IV.6. Programa y acciones a corto, mediano y largo plazo.

IV.6.4. Programas de desarrollo urbano-territorial.

Matriz 4.3 Infraestructura Regional.

- Ampliación de la cobertura del servicio de macro y micro medición (pág. 580).



IV.3 Localización geográfica

IV.3.1 Zona metropolitana que se beneficiará

En Quintana Roo se cuenta con dos zonas metropolitanas (ZM), la **ZM de Cancún**³⁸ decretada en 2009 bajo el criterio de “conurbación física” con un municipio central y la segunda, zona a la que pertenece el Proyecto, la **ZM de Chetumal**, de reciente creación en Abril 2018, en el municipio de Othón P. Blanco, bajo el criterio de “Capital estatal” con la ciudad de Chetumal como eje central y una superficie total de 9,958.2 Km².

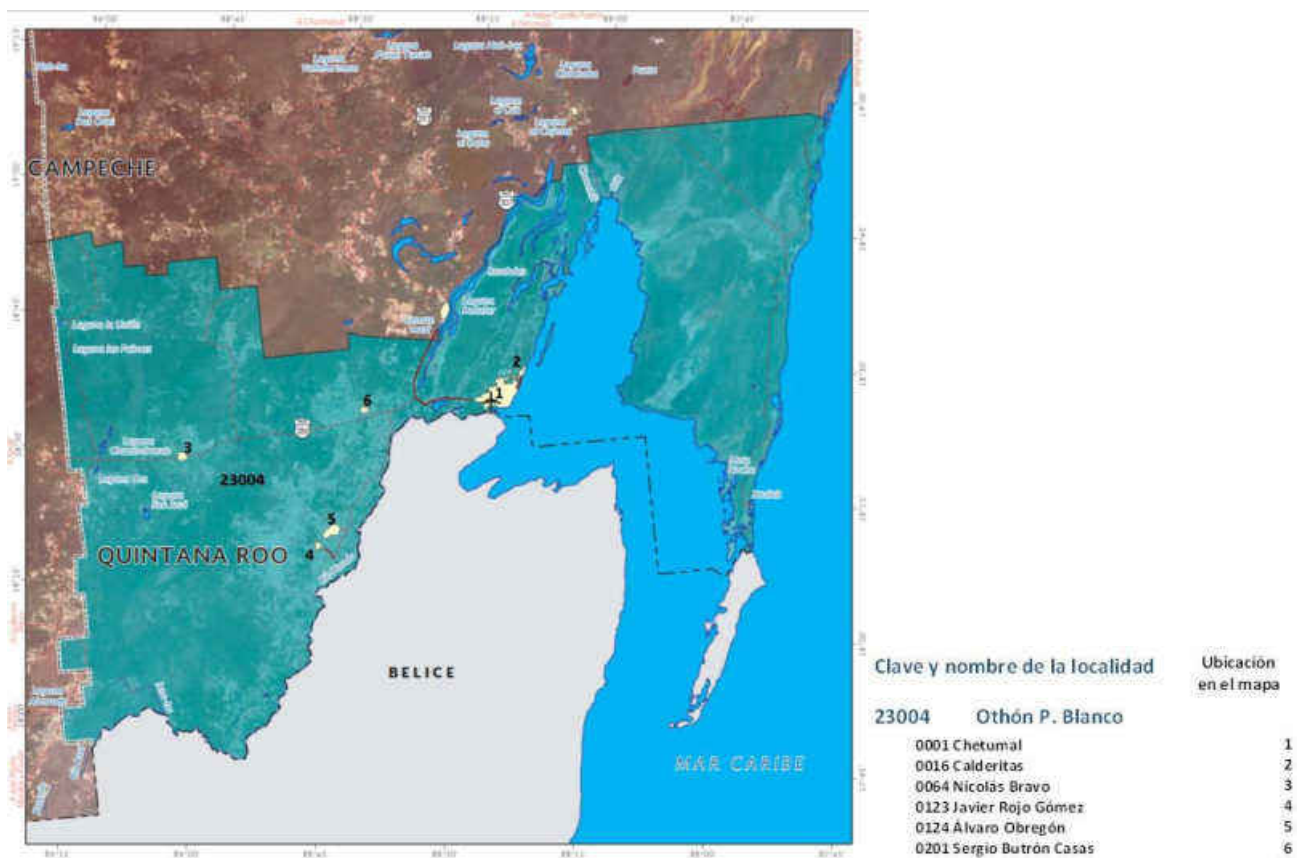


Figura IV. 1 Zona Metropolitana de Chetumal.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; “Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015”; febrero 2018; pág. 198.

³⁸ conformada por los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez (municipio central) con una superficie de 2,108.8 Km².

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

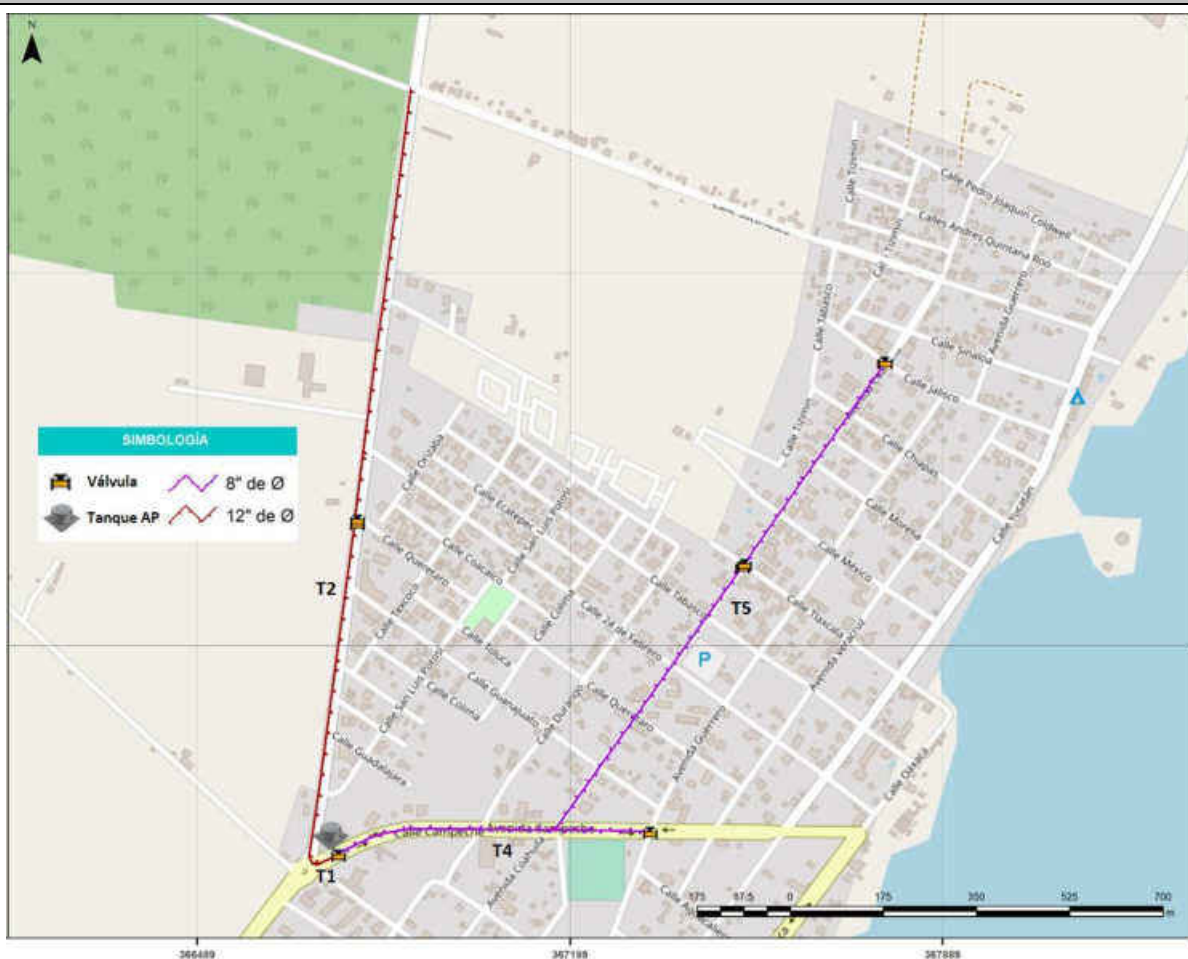


Figura IV. 3 Ubicación de las líneas primarias de proyecto y del Tanque Calderitas.

Cuadro IV. 8 Líneas Primarias (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE			TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS		
			LAT	LONG		LAT	LONG	
T1	AV. CAMPECHE	AV. CAMPECHE	18.553549	-88.262700	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	18.553172	-88.263005	12
T2	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	AV. CAMPECHE	18.553172	-88.263005	C. SOCONUSCO	18.566352	-88.261355	12
T4	AV. CAMPECHE	AV. CAMPECHE	18.553343	-88.262596	AV. GUERRERO NORTE	18.553760	-88.257085	8
T5	AV. COAHUILA NORTE	AV. CAMPECHE	18.553771	-88.258743	C. JALISCO	18.561719	-88.252925	8
TANQUE CALDERITAS		AV. CAMPECHE GLORIETA CON CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA		18.553464	-88.262815			

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

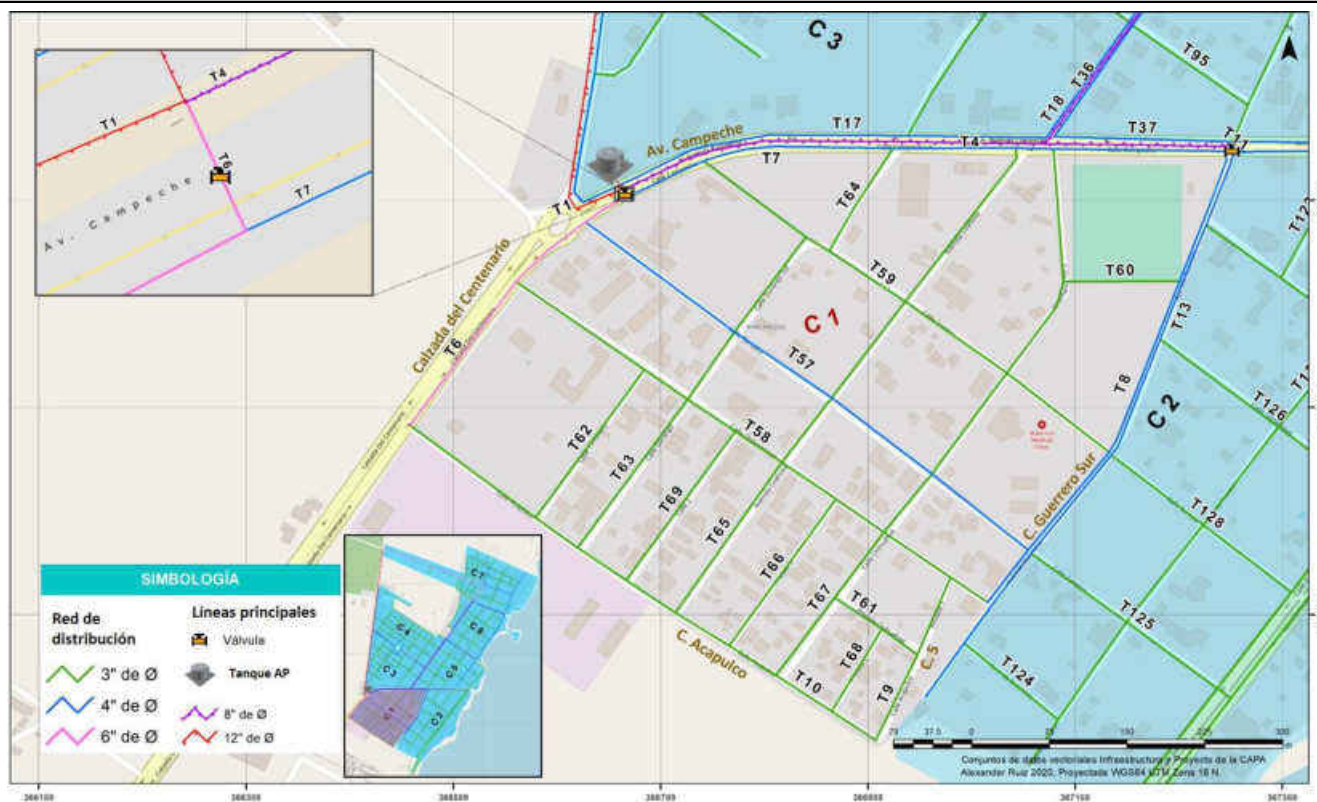


Figura IV. 4 Ubicación del circuito 1 (C1) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 9 Líneas envolventes, Circuito 1 (Calderitas).

C	N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)	
			NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS		
				LAT	LONG		LAT		LONG
C1	T6	CALZADA DEL CENTENARIO	AV. CAMPECHE	18.553343	-88.262596	C. ACAPULCO	18.551278	-88.264529	6
C1	T7	AV. CAMPECHE	AV. CAMPECHE	18.553281	-88.262566	AV. GUERRERO NORTE	18.553719	-88.257094	4
C1	T8	AV. GUERRERO SUR	AV. CAMPECHE	18.553719	-88.257094	C. CHILPANCINGO	18.549771	-88.259236	4
C1	T9	C. 5	C. CHILPANCINGO	18.549987	-88.259578	ACAPULCO	18.548562	-88.260253	3
C1	T10	C. ACAPULCO	CALZADA DEL CENTENARIO	18.551278	-88.264529	C. 5	18.548562	-88.260253	3

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

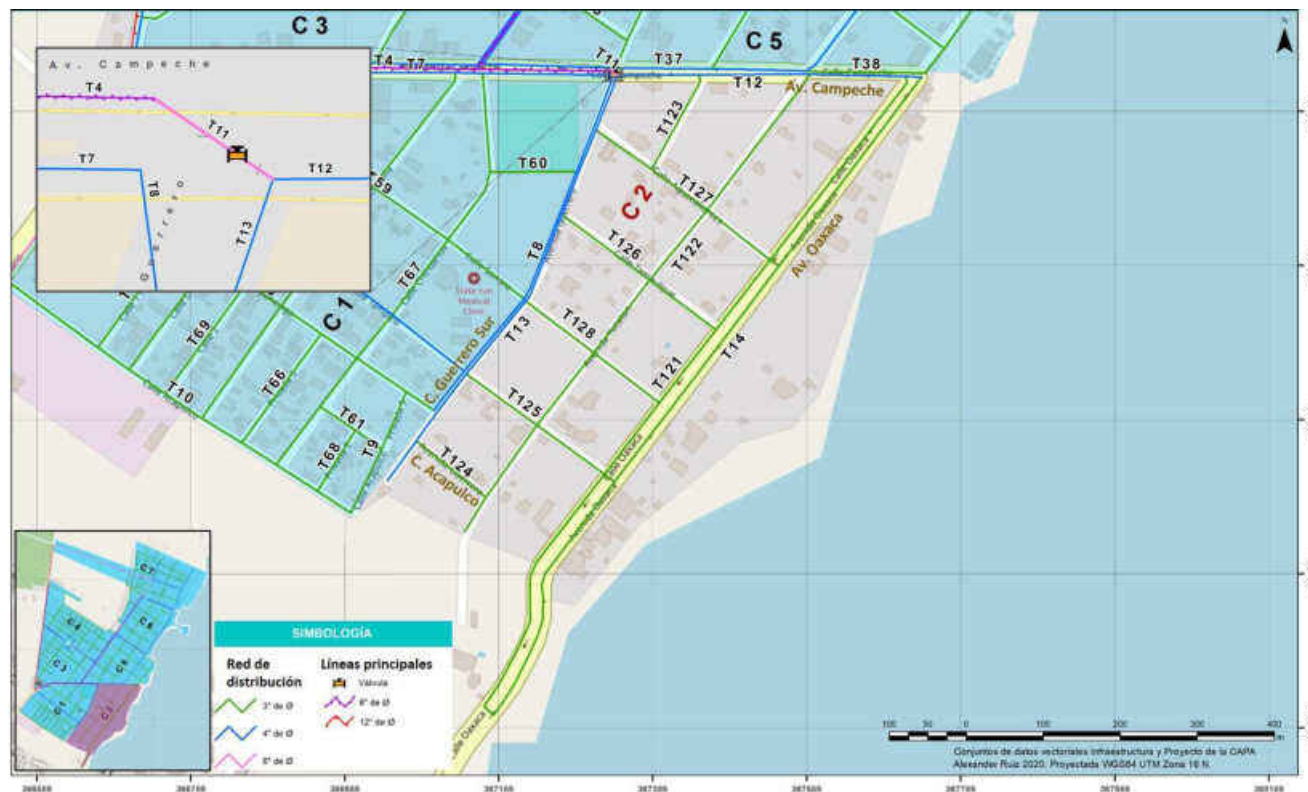


Figura IV. 5 Ubicación del circuito 2 (C2) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 10 Líneas envolventes, Circuito 2 (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE				TERMINA EN LA CALLE				DIÁMETRO (PULG)
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS				
			LAT	LONG		LAT	LONG			
C2	AV. CAMPECHE	AV. GUERRERO NORTE	18.553714	-88.257012	AV. OAXACA	18.553722	-88.253264	4		
C2	AV. GUERRERO SUR	AV. CAMPECHE	18.553714	-88.257012	AV. GUERRERO SUR	18.548943	-88.259799	4		
C2	AV. OAXACA	AV. CAMPECHE	18.553722	-88.253264	AV. OAXACA	18.546208	-88.258479	3		
C2	T121	AV. OAXACA	18.553725	-88.253463	AV. OAXACA	18.546208	-88.258479	3		
C2	T124	C. ACAPULCO	18.549414	-88.259450	AV. YUCATÁN SUR	18.548754	-88.258588	3		

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]



IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

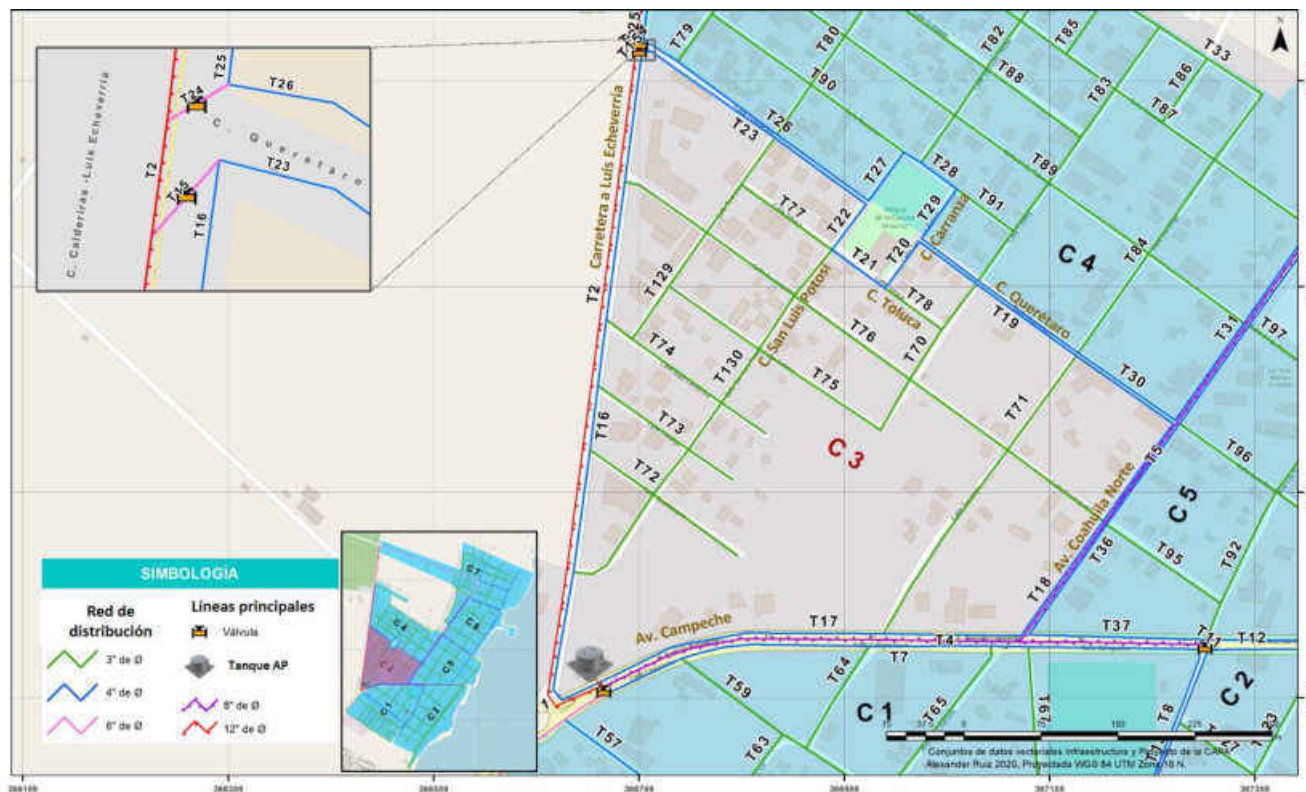


Figura IV. 6 Ubicación del circuito 3 (C3) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 11 Líneas envolventes, Circuito 3 (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE		DIÁMETRO (PULG)			
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE		COORDENADAS		
			LAT	LONG			LAT	LONG	
C3	T16	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	C. QUERÉTARO	18.558956	-88.262265	AV. CAMPECHE	18.553233	-88.262966	4
C3	T17	AV. CAMPECHE	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	18.553233	-88.262966	AV. COAHUILA NORTE	18.553825	-88.258734	4
C3	T18	AV. COAHUILA NORTE	AV. CAMPECHE	18.553825	-88.258734	C. QUERÉTARO	18.555699	-88.257343	4
C3	T19	C. QUERÉTARO	AV. COAHUILA NORTE	18.555699	-88.257343	C. CARRANZA	18.557281	-88.259693	4
C3	T20	C. CARRANZA	C. QUERÉTARO	18.557281	-88.259693	C. TOLUCA	18.556870	-88.260009	4
C3	T21	C. TOLUCA	C. CARRANZA	18.556864	-88.260014	C. SAN LUIS POTOSÍ	18.557205	-88.260502	4
C3	T22	C. SAN LUIS POTOSÍ	C. TOLUCA	18.557205	-88.260502	C. QUERÉTARO	18.557608	-88.260191	4
C3	T23	C. QUERÉTARO	C. SAN LUIS POTOSÍ	18.557608	-88.260191	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	18.558956	-88.262265	4

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]



IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI



Figura IV. 7 Ubicación del circuito 4 (C4) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 12 Líneas envolventes, Circuito 4 (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE			TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)	
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS			
			LAT	LONG		LAT	LONG		
C4	T25	CARRÉTERA A LUIS ECHEVERRÍA	C. QUERÉTARO	18.559011	-88.262259	C. MÉXICO	18.562721	-88.261776	4
C4	T26	C. QUERÉTARO	C. SAN LUIS POTOSÍ	18.557638	-88.260167	AV. LAGUNA GUERRERO	18.559011	-88.262259	4
C4	T27	C. SAN LUIS POTOSÍ	C. QUERÉTARO	18.557638	-88.260167	C. COACALCO	18.558068	-88.259843	4
C4	T28	C. COACALCO	C. CARRANZA	18.557747	-88.259353	C. SAN LUIS POTOSÍ	18.558068	-88.259843	4
C4	T29	C. CARRANZA	C. QUERÉTARO	18.557301	-88.259676	C. COACALCO	18.557747	-88.259353	4
C4	T30	C. QUERÉTARO	AV. COAHUILA NORTE	18.555728	-88.257323	C. CARRANZA	18.557309	-88.259673	4
C4	T31	AV. COAHUILA NORTE	C. QUERÉTARO	18.555728	-88.257323	C. TLAXCALA	18.558315	-88.255434	4
C4	T32	C. TLAXCALA	AV. COAHUILA NORTE	18.558315	-88.255434	AV. DURANGO NORTE	18.558763	-88.256126	3
C4	T33	PROYECCIÓN C. TLAXCALA	AV. DURANGO NORTE	18.558598	-88.256539	C. ORIZABA	18.560986	-88.260406	3
C4	T34	C. MÉXICO	C. MÉXICO	18.561200	-88.258800	CARRÉTERA A LUIS ECHEVERRÍA	18.562721	-88.261776	3

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

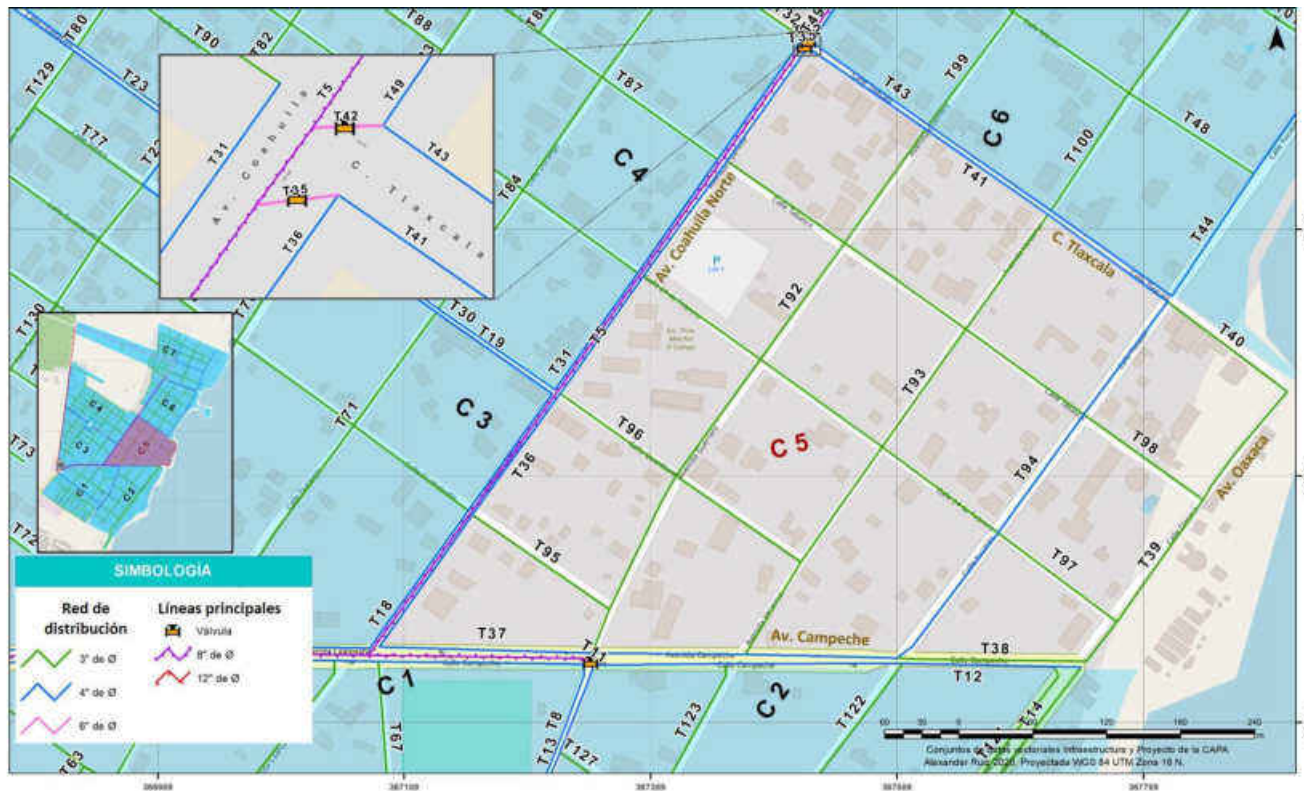


Figura IV. 8 Ubicación del circuito 5 (C5) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 13 Líneas envolventes, Circuito 5 (Calderitas).

CIRCUITO	N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE			TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)
			NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS		
				LAT	LONG		LAT	LONG	
C5	T36	AV. COAHUILA NORTE	AV. CAMPECHE	18.553828	-88.258665	C. TLAXCALA	18.558250	-88.255397	4
C5	T37	AV. CAMPECHE	AV. COAHUILA NORTE	18.553835	-88.258660	AV. YUCATÁN NORTE	18.553780	-88.254679	4
C5	T38	AV. CAMPECHE	AV. YUCATÁN NORTE	18.553780	-88.254679	AV. OAXACA	18.553766	-88.253223	3
C5	T39	AV. OAXACA	AV. CAMPECHE	18.553766	-88.253223	C. TLAXCALA	18.555752	-88.251694	3
C5	T40	C. TLAXCALA	AV. OAXACA	18.555752	-88.251694	AV. YUCATÁN NORTE	18.556405	-88.252618	3
C5	T41	C. TLAXCALA	AV. YUCATÁN NORTE	18.556405	-88.252618	AV. COAHUILA NORTE	18.558250	-88.255397	4

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI



Figura IV. 9 Ubicación del circuito 6 (C6) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 14 Líneas envolventes, Circuito 6 (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE		TERMINA EN LA CALLE		DIÁMETRO (PULG)			
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE		COORDENADAS		
			LAT	LONG			LAT	LONG	
C6	T43	C. TLAXCALA	AV. COAHUILA NORTE	18.558291	-88.255370	AV. YUCATÁN NORTE	18.556446	-88.252586	4
C6	T44	AV. YUCATÁN NORTE	C. TLAXCALA	18.556446	-88.252586	C. JALISCO	18.560520	-88.249911	4
C6	T45	C. JALISCO	AV. YUCATÁN NORTE	18.560520	-88.249911	AV. COAHUILA NORTE	18.561694	-88.252904	4
C6	T46	C. JALISCO	AV. COAHUILA NORTE	18.561694	-88.252904	C. TIZIMIN	18.562443	-88.254051	3
C6	T47	C. TIZIMIN	C. JALISCO	18.562443	-88.254051	C. MÉXICO	18.559474	-88.255240	3
C6	T48	C. MÉXICO	C. TIZIMIN	18.559474	-88.255240	AV. YUCATÁN NORTE	18.557348	-88.251961	3
C6	T49	AV. COAHUILA NORTE	C. TLAXCALA	18.558291	-88.255370	JALISCO	18.561694	-88.252904	4

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]

IV.3.2 Ubicación geográfica del PPI

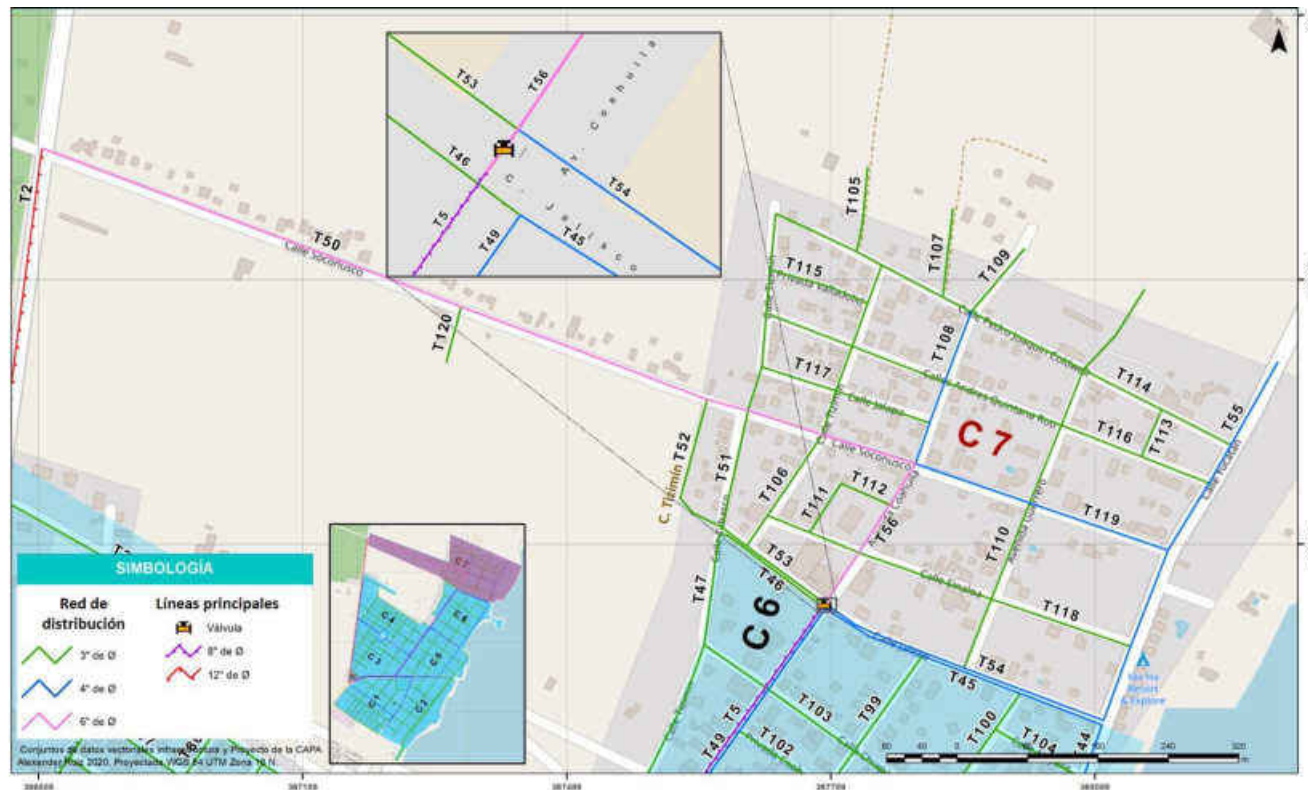


Figura IV. 10 Ubicación del circuito 7 (C7) de la zona de proyecto (Calderitas).

Cuadro IV. 15 Líneas envolventes, Circuito 7 (Calderitas).

N° T	CALLE PRINCIPAL	COMIENZA EN LA CALLE			TERMINA EN LA CALLE			DIÁMETRO (PULG)	
		NOMBRE	COORDENADAS		NOMBRE	COORDENADAS			
			LAT	LONG		LAT	LONG		
C7	T50	C. SOCONUSCO	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA	18.557790	-88.257446	AV. COAHUILA NORTE	18.559214	-88.256506	6
C7	T51	C. TIZIMIN	JALISCO	18.562519	-88.254018	C. PEDRO JOAQUÍN	18.565725	-88.253464	3
C7	T52	CALLE S/N	C. JALISCO	18.562814	-88.254471	C. SOCONUSCO	18.563828	-88.254190	3
C7	T53	C. JALISCO	AV. COAHUILA NORTE	18.561744	-88.252906	CALLE S/N	18.562814	-88.254471	3
C7	T54	C. JALISCO	AV. COAHUILA NORTE	18.561744	-88.252906	AV. YUCATÁN NORTE	18.560566	-88.249895	4
C7	T55	AV. YUCATÁN NORTE	C. JALISCO	18.560566	-88.249895	AV. YUCATÁN NORTE	18.564248	-88.248050	4
C7	T56	AV. COAHUILA NORTE	C. JALISCO	18.562581	-88.254275	C. SOCONUSCO	18.559214	-88.256506	6

Nota: para información de las redes internas de distribución (3" y 6" de diámetro), por favor diríjase al Anexo [Georreferenciación (Tramos red AP_Calderitas).xlsx]

IV.3.3 Zona de influencia del PPI

La zona de proyecto tiene un área de influencia de 147.50 hectáreas (con una población aproximada de 7,821 habitantes) y comprenderá 64 vialidades de la mancha urbana, en las colonias populares de 16 de septiembre, Centro, Veracruz, Yucatán y Lázaro Cárdenas (Figura IV. 11).

VIALIDAD	VIALIDAD	VIALIDAD	VIALIDAD	VIALIDAD
ANDADOR 1	AV. YUCATÁN SUR	C. CHIAPAS	C. MÉXICO	C. TAMPICO
ANDADOR 2	C. 1 SUR	C. CHILPANCINGO	C. MORELIA	C. TEXCOCO
AV. GUERRERO NORTE	C. 2 SUR	C. COACALCO	C. MORELOS	C. TIZIMIN
AV. CAMPECHE	C. 24 DE FEBRERO	C. COLIMA	C. NAYARIT	C. TLAXCALA
AV. CHIHUAHUA SUR	C. 3 SUR	C. COZUMEL	C. ORIZABA	C. TOLUCA
AV. COAHUILA NORTE	C. 4	C. ECATEPEC	C. PEDRO JOAQUÍN	C. VALLADOLID
AV. COAHUILA SUR	C. 5	C. ENSENADA	C. QUERÉTARO	C. VERACRUZ
AV. DURANGO NORTE	C. ACAPULCO	C. GUADALAJARA	C. SAN LUIS POTOSÍ	C. ZACATECAS
AV. GUERRERO SUR	C. AGUASCALIENTES	C. GUANAJUATO	C. SINALOA	CALLE S/N
AV. MORELOS	C. ANDRÉS QUINTANA ROO	C. HIDALGO	C. SOCONUSCO	CALZADA DEL CENTENARIO
AV. OAXACA	C. BAJA CALIFORNIA	C. IXTAPA	C. SONORA	CARRETERA A LUIS ECHEVERRÍA
AV. VERACRUZ NORTE	C. CARRANZA	C. JALAPA	C. TABASCO	PROYECCIÓN C. TLAXCALA
AV. YUCATÁN NORTE	C. CARRANZA	C. JALISCO	C. TAMAULIPAS	

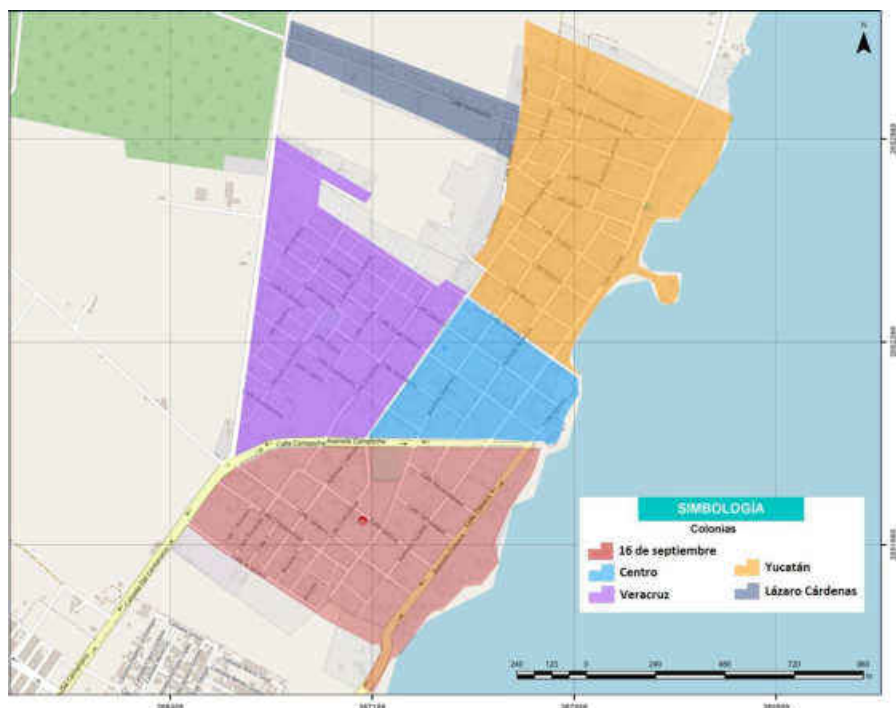


Figura IV. 11 Colonias populares en la Zona de influencia del proyecto (Calderitas).

IV.4 Calendario de actividades

Cuadro IV. 16 Calendario de actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	IMPORTE (Incluye IVA)	MES											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preliminares (Red de distribución)	ML	37,788.50	4,783,731.18	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Sustitución de red de distribución (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	25,237.80	13,119,157.15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Construcción línea envolvente para red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	10,956.40	7,491,597.81	X	X	X	X	X	X	X					
Construcción línea de interconexión para red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,594.30	2,574,370.64				X	X	X						
Sust de piezas especiales para red de distribución (PEAD de 3, 4 y 6": Reducción, cruz, tee, codo 90°, 45°, 22°, 11° y tapa ciega)	PZA	598.00	746,489.42	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Sustitución toma domiciliaria 0.5" (Pequeños consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	1,918.00	7,213,149.05		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sustitución toma domiciliaria 1" (Grandes consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	67.00	373,056.00		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Equipamiento fijo (medidor de flujo tipo ultrasónico de 6" para red de distribución).	PZA	7.00	525,256.00					X	X	X	X	X			
carrete de 6" de diámetro de 0.6M de largo de Fo.Fo. Clase 125	PZA	14.00	60,018.01					X	X	X	X	X			
Equipamiento fijo (válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6").	PZA	7.00	62,639.55								X	X	X		
Stub end de PEAD de 6" con contrabrida de acero	PZA	14.00	58,733.42								X	X	X		



Análisis Costo Beneficio

IV. Situación con el PPI

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	IMPORTE (Incluye IVA)	MES												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
caja de operación de válvulas (de 1.5x2.0x2.0M a base de muro de block y concreto F`C=150 KG/CM2, Marco y contramarco con tapa)	PZA	7.00	207,984.94									X	X	X		
Preliminares (Líneas primarias)	ML	3,208.50	406,171.23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Construcción Línea de alimentación principal (tubería 8" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,663.70	3,323,644.93	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Construcción Línea de alimentación principal (tubería 12" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,544.80	4,397,232.08	X	X	X	X	X	X	X						
Suministro e instalación de piezas especiales p/ líneas primarias (PEAD de 8" y 12": Reducción, cruz, tee, codo 90° y 45°)	PZA	52.00	216,631.44				X	X	X	X	X	X	X	X		
Reposición de carpeta asfáltica de hasta 5 cm de espesor, elaborada con mezcla de emulsión asfáltica y agregado pétreo.	M2	13,730.04	5,777,941.34			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tren descarga de 8" (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas, manómetro de presión y base de concreto)	ML	8.25	150,260.96							X	X	X	X	X		
Múltiple de descarga de 12" de diámetro (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas y medidor de flujo)	ML	16.00	393,154.62							X	X	X	X	X		
Motor y Bomba centrífugo Vertical tipo turbina (de 30Hp para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a, 230/460V, 3F/60HZ)	PZA	3.00	808,829.26									X	X	X		
Suministro e instalación de Transformador trifásico de pedestal de 225 KVA (incluye adaptadores y sist. tierra física)	PZA	1.00	253,194.50								X	X	X	X		
Instalaciones eléctricas de baja tensión (Conductores cuadruplex de aluminio calibre 2, Banco de ductos)	ML	190.00	171,986.94								X	X	X	X		

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	IMPORTE (Incluye IVA)	MES													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Suministro e instalación de tablero de distribución (Sistema de 3F-4H, 440V, con interruptor principal hasta 250 Amp)	PZA	1.00	29,990.26									X	X	X	X		
Sum. E Inst. de interruptor termomagnético de 3 polos de 100 Amp y 125 Amp	PZA	2.00	14,036.00									X	X	X	X		
Equipo fijo (Centro de Control de Motores -Tipo TN-C2PC214, para una operación de Tanque de regulador de AP-)	PZA	1.00	868,457.20									X	X				
Medidor de nivel ultrasónico (alimentación en 24 VDC con sensor de nivel y Gabinete de control de 40x30x25Cm y cable de control)	PZA	1.00	67,952.10									X	X				
Suministro e instalación de sensor de presión (Mod. PMC11 corriente de salida de 4 a 20 Miliampers)	PZA	1.00	9,590.67									X	X				
Sist. puesta a tierra (con 3 electrodos tipo EP-ET, relleno EP-TR, registro de tubo PVC de 8" con rejilla, Cable cobre 4/0)	PZA	1.00	137,340.60									X	X	X	X		
Construcción de Caseta de Operación a base de muro de block y concreto. (incluye: acabados interiores y exteriores)	M2	47.12	271,862.52												X	X	X
Cancelería para caseta de operación (2 Puerta lámina -0.9x2.2M-; 2 Puerta de tambor -0.85x2.2M-; 2 ventana herrería -1.0x1.2M-)	PZA	6.00	19,846.88												X	X	X
Instalaciones hidrosanitarias en caseta de operación (Tubería y piezas especiales de CPVC de 0.5" y PVC de 2" y 4" de diámetro)	ML	26.50	9,961.86												X	X	X
Suministro e instalación de muebles sanitarios para caseta de operación (WC y tanque bajo, lavabo y accesorios)	PZA	5.00	3,948.09												X	X	X



ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	IMPORTE (Incluye IVA)	MES												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Instalaciones eléctricas en caseta de operación (centro de carga 60 Amp e interruptores termomagnéticos de 1 polo de 15 Amp)	PZA	3.00	17,774.56											X	X	X
suministro e instalación de luminaria en caseta (Fluorescente EST-228 de 2x28W-127VCA-60HZ, especial p/ áreas húmedas)	PZA	6.00	7,686.90											X	X	X
TOTAL			\$ 54,573,678													

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.



IV.5 Monto total de inversión

Cuadro IV. 17 Calendario de ejecución físico financiero consolidado (Incluye IVA).

Avance	1	2	3	4	5	6
Físico (%)	5.24%	6.28%	6.28%	8.38%	9.42%	9.42%
Financiero (\$)	16,372,103.43	2,546,375.17	2,546,375.17	3,297,282.21	3,846,689.81	3,846,689.81
Avance	7	8	9	10	11	12
Físico (%)	10.99%	10.99%	12.04%	11.52%	5.76%	3.68%
Financiero (\$)	4,029,193.14	4,029,193.14	4,394,199.81	3,223,301.43	2,728,624.56	3,713,650.43
Total físico					100.00%	
Total financiero					\$ 54,573,678	

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

Cuadro IV. 18 Inversión total proyecto por principales componentes (no incluye IVA).

COMPONENTES/RUBROS		UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	INVERSIÓN (sin IVA)
1	Preliminares (Red de distribución)	ML	37,788.50	4,123,906.19
2	Sustitución de red de distribución (tubería 3" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	25,237.80	11,309,618.23
3	Construcción línea envolvente para red de distribución (tubería 4" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	10,956.40	6,458,273.98
4	Construcción línea de interconexión para red de distribución (tubería 6" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,594.30	2,219,285.03
5	Sustitución de piezas especiales para red de distribución (PEAD de 3, 4 y 6": Reducción, cruz, tee, codo 90°, 45°, 22°, 11° y tapa ciega)	PZA	598.00	643,525.36
Subtotal Red de distribución:				24,754,608.79
6	Sustitución toma domiciliaria 0.5" (Pequeños consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	1,918.00	6,218,231.94
7	Sustitución toma domiciliaria 1" (Grandes consumidores con tubería, piezas especiales Polipropileno y medidor de flujo).	PZA	67.00	321,600.00
Subtotal Tomas domiciliarias:				6,539,831.94
8	Equipamiento fijo (medidor de flujo tipo ultrasónico de 6" para red de distribución).	PZA	7.00	452,806.90

COMPONENTES/RUBROS		UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	INVERSIÓN (sin IVA)
9	carrete de 6" de diámetro de 0.6M de largo de Fo.Fo. Clase 125	PZA	14.00	51,739.66
10	Equipamiento fijo (válvula seccionamiento de compuerta vástago fijo 6").	PZA	7.00	53,999.61
11	Stub end de PEAD de 6" con contrabrida de acero	PZA	14.00	50,632.26
12	caja de operación de válvulas (de 1.5x2.0x2.0M a base de muro de block y concreto F`C=150 KG/CM2, Marco y contramarco con tapa PEAD)	PZA	7.00	179,297.37
Subtotal Equipamiento de sectorización y medición:				788,475.80
13	Preliminares (Líneas primarias)	ML	3,208.50	350,147.61
14	Construcción Línea de alimentación principal (tubería 8" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,663.70	2,865,211.15
15	Construcción Línea de alimentación principal (tubería 12" PEAD PE 4710, RD-21).	ML	1,544.80	3,790,717.31
16	Suministro e instalación de piezas especiales para líneas primarias (PEAD de 8" y 12": Reducción, cruz, tee, codo 90°, 45° y 22°)	PZA	52.00	186,751.24
Subtotal Líneas primarias:				7,192,827.31
17	Reposición de carpeta asfáltica de hasta 5 cm de espesor elaborada con mezcla de emulsión asfáltica y agregado pétreo.	M2	13,730.04	4,980,983.91
Subtotal Reposición de pavimentos:				4,980,983.91
18	Tren descarga de 8" (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas, manómetro de presión y base de concreto)	ML	8.25	129,535.31
19	Múltiple de descarga de 12" de diámetro (tubería y piezas especiales de Fo.Fo., Válvulas y medidor de flujo)	ML	16.00	338,926.40
20	Motor y Bomba centrífugo Vertical tipo turbina (de 30Hp para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a, 230/460V, 3F/60HZ)	PZA	3.00	697,266.60
21	Suministro e instalación de Transformador trifásico de pedestal de 225 KVA (incluye adaptadores y sist. tierra física)	PZA	1.00	218,271.12
22	Instalaciones eléctricas de baja tensión (Conductores cuadruplex de aluminio calibre 2, Banco de ductos)	ML	190.00	148,264.60
23	Suministro e instalación de tablero de distribución (Sistema de 3F-4H, 440V, con interruptor principal hasta 250 Amp)	PZA	1.00	25,853.67



COMPONENTES/RUBROS		UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	INVERSIÓN (sin IVA)
24	Suministro e Instalación de interruptor termomagnético de 3 polos de 100 Amp y 125 Amp	PZA	2.00	12,100.00
25	Equipo fijo (Centro de Control de Motores -Tipo TN-C2PC214, para una operación de Tanque de regulador de AP-)	PZA	1.00	748,670.00
26	Medidor de nivel ultrasónico (alimentación en 24 VDC con sensor de nivel y Gabinete de control de 40x30x25Cm y cable de control)	PZA	1.00	58,579.40
27	Suministro e instalación de sensor de presión (Mod. PMC11 corriente de salida de 4 a 20 Miliampers)	PZA	1.00	8,267.82
28	Sist. puesta a tierra (con 3 electrodos tipo EP-ET, relleno EP-TR, registro de tubo PVC de 8" con rejilla, Cable cobre 4/0)	PZA	1.00	118,397.07
29	Construcción de Caseta de Operación a base de muro de block y concreto. (incluye: acabados interiores y exteriores)	M2	47.12	234,364.24
30	Cancelería para caseta de operación (2 Puerta lámina - 0.9x2.2M-; 2 Puerta de tambor -0.85x2.2M-; 2 ventana herrería -1.0x1.2M-)	PZA	6.00	17,109.38
31	Instalaciones hidrosanitarias en caseta de operación (Tubería y piezas especiales de CPVC de 0.5" y PVC de 2" y 4" de diámetro)	ML	26.50	8,587.81
32	Suministro e instalación de muebles sanitarios para caseta de operación (WC y tanque bajo, lavabo y accesorios)	PZA	5.00	3,403.53
33	Instalaciones eléctricas en caseta de operación (centro de carga 60 Amp e interruptores termomagnéticos de 1 polo de 15 Amp)	PZA	3.00	15,322.90
34	suministro e instalación de luminaria en caseta (Fluorescente EST-228 de 2x28W-127VCA-60HZ, especial p/ áreas húmedas)	PZA	6.00	6,626.64
Subtotal Acciones en Tanque				2,789,546.49
Subtotal de Componentes/Rubros				\$ 47,046,274
Impuesto al Valor Agregado (16.0%)				7,527,404
Subtotal de Impuestos				7,527,404
Total				\$ 54,573,678



IV.6 Fuentes de financiamiento

Cuadro IV. 19 Distribución de la inversión por fuente de financiamiento (incluye IVA).

FUENTE DE RECURSOS		PROCEDENCIA	MONTO	PORCENTAJE
1	Federales	FIFONMETRO 2020	54,573,678.11	100%
2	Estatales			
3	Municipales			
4	Fideicomisos			
5	Otros			
Total			\$54,573,678.11	100%

IV.7 Capacidad instalada

Concluido el proyecto, el sistema de agua potable en la localidad de Calderitas dispondrá de una capacidad instalada en infraestructura de distribución y conducción correspondiente a:

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	
RED DE DISTRIBUCIÓN	
DIÁMETRO (PULG)	GASTO A CONDUCIR (l/s)
3	6
4	11
6	25

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN	
LÍNEAS PRIMARIAS	
DIÁMETRO (PULG)	GASTO A CONDUCIR (l/s)
8	45
12	100

Asimismo, del análisis se determinó que la capacidad de regulación del tanque existente (300 M³) es suficiente para satisfacer la creciente demanda, derivada del incremento de la población. Además de que, aun teniendo un incremento del caudal de llegada, la capacidad es suficiente para regular el volumen a la localidad.

IV.7.1 Metas de infraestructura

Concluido el proyecto, el sistema de distribución en la localidad de Calderitas, operará con un régimen de "bombeo directo a la red": en el tanque, además de una nueva caseta de operación de 47.12 M2, se habrán construido un nuevo múltiple y tren de descarga de 8 y 12" de diámetro para la operación de 3 equipos de Bombeo de 30 Hp (para un gasto de 35 l/s y una carga de 15 m.c.a., con su respectivo sistema de arranque y de control) que, a través de 3,205.5 M de líneas primarias de PEAD de 8" y 12" de diámetro, abastecerán a una red que estará dividida en 7 circuitos hidrométricos independientes con una red integral de 37,788.50 M (PEAD de 3", 4" y 6" de diámetro) para la conexión de 1,985 tomas domiciliarias equipadas con medidores de flujo.

IV.7.1 Metas de infraestructura

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Red de distribución de Agua potable de PEAD de 3", 4" y 6" de diámetro	ML	37,788.50
Líneas primarias de Agua potable de PEAD de 8" y 12" de diámetro	ML	3,208.50
Tomas domiciliarias equipadas con medidores de flujo	PZA.	1,985.00
Válvula de seccionamiento de 6" de diámetro	PZA.	7.00
Medidor de gasto con transmisor remoto de 6" de diámetro	PZA.	7.00
Reposición de carpeta asfáltica	M2	13,730.04
Tren de descarga a red de 8" de diámetro	ML	8.25
Múltiple de descarga a red de 12" de diámetro	ML	16.00
Equipo de bombeo fijo (Motor y bomba de 30 Hp)	PZA.	3.00
Equipo de control y arranque fijo (CCM) en Tanque de Agua potable	PZA.	1.00
Caseta de Operación	M2	47.12

IV.7.2 Metas de operación

Con la ejecución del proyecto, en la localidad se podrán recuperar aproximadamente 16.86 l/s de caudal (producto de las pérdidas físicas del sistema) y a su vez incrementar la presión en las redes con una presión mínima de hasta 12.25 metros columna de agua (m.c.a.) y una presión máxima de hasta 20.125 m.c.a. (en las zonas bajas).

También, de la recuperación de caudales, se logrará un beneficio por mayor consumo de aproximadamente 3.64 l/s, de tal forma que se asegure una dotación promedio de 203 litros por habitante al día.

Esta recuperación de caudal, también permitirá al organismo operador incrementar en aproximadamente 4 horas diarias el horario de servicio, asegurando un periodo de 16 horas. Además de reducir los volúmenes producidos en aproximadamente 13.56 l/s, al reducir el horario de bombeo del pozo calderitas³⁹, lo cual podrá traducirse en ahorros. Con la sustitución de la red, también se podrán reducir los recursos destinados a la detección y reparación de fugas (personal, materiales, etc.).

³⁹ Posteriormente conforme se van incorporando más usuarios al sistema (incremento de la demanda) se podrá incrementar la producción al incrementar los horarios de bombeo.

IV.8 Vida útil

Vida útil del PPI

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

IV.9 Aspectos más relevantes de la viabilidad del PPI

Estudios técnicos

Principales resultados	<p>El proyecto ejecutivo de “Sectorización, sustitución de tuberías y micromedición en la zona de distribución Calderitas del sistema de agua potable Chetumal” fue realizado en cumplimiento con la normatividad vigente de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), por lo que se considera técnicamente factible.</p> <p>Se cuenta con la validación técnica de la instancia Normativa Federal (CONAGUA), documento adjunto.</p>
Porcentaje de avance	100%
Fecha de conclusión	Mayo 2020

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>
-------------------------------	---

Estudios legales	
Porcentaje de avance	100%
Fecha de conclusión	Mayo 2020

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>Es importante resaltar que no existe impacto ecológico, toda vez que las acciones se realizarán en áreas consideradas como vialidades mismas que fueron previamente impactadas en el proceso de urbanización de la ciudad.</p> <p>Se cuenta con la resolución de la solicitud de <i>exención de la presentación de los estudios de impacto ambiental</i> de la SEMA, documento adjunto.</p>
Porcentaje de avance	100%
Fecha de conclusión	Mayo 2020

Estudios de mercado	
Principales resultados	No aplica
Porcentaje de avance	
Fecha de conclusión	

Otros estudios específicos	
Principales resultados	No aplica
Porcentaje de avance	
Fecha de conclusión	



bjlTKKXijmUJO.Ade/U-Pj4vmb74M/G/OhrObzaunliirZigban VcX9r.1dG9p682abDopn2qikM8Jso3vDatyOgPaTHL+sbaomK5zHjpM0XXM8Uc6+3YmA131BT1sbgE0Q3R17wwANlkaAcUdMfkaXdl8faY0G66Ob+P17CT97CVYnPhP3fEW+mfWVRLjCFz88PHD*Q0lsz5s0z+KwDrKwm52aTLxNkcc9h5F6uc0JxgJL8

IV.10 Análisis de la Oferta con Proyecto

INFRAESTRUCTURA CON PROYECTO

Para el abastecimiento del sistema en la localidad se cuenta con 2 fuentes: El sistema Chetumal, a través de una línea proveniente del tanque principal del MS-Arboledas de la ciudad de Chetumal y de un pozo profundo ubicado en el mismo predio del tanque en la localidad.

Con la ejecución del proyecto se logrará que el régimen de operación del sistema sea por “bombeo directo a la red de distribución”, de tal forma que, en el tanque superficial Calderitas (con capacidad de regulación de 300 M³), se ubicarán dos múltiples de descarga:

- El primero (existente): de Fo.Fo. de 8” con 1 equipo de bombeo de tipo vertical de 30Hp que se destinará para el abastecimiento de la localidad de Luis Echeverría con un gasto aproximado de 18 l/s a una presión de 5 kg/cm², en un horario de 02:00pm-10:00pm (8 horas).
- El segundo (de proyecto): de Fo.Fo. de 12” de diámetro con 3 equipos de bombeo centrífugo vertical de 30Hp que se destinará para el abastecimiento de la red en la localidad, operará 16 horas del día y para controlar el gasto y presión de acuerdo a la demanda durante el día, contará con variadores de caudal y presión.

Es de mencionarse que, por el nuevo régimen de operación, el Tanque elevado quedará fuera de operación por lo que el múltiple destinado a su llenado, por su antigüedad, también quedará fuera de servicio.

Para alimentar a la nueva red de distribución, a la salida del tanque superficial (sobre la Av. Campeche) se tendrá una línea de 1,444.80 M de PEAD de 12” de diámetro y se interconectará a la línea alimentación del circuito 1 y a una línea de 8” de diámetro, para después desviarse sobre la carretera a Luis Echeverría para alimentar a los circuitos 3 y 4. La línea de 8” siguiendo la Av. Campeche (591.04 M), abastecerá al circuito 2 y mediante una desviación sobre la Av. Coahuila Norte (1,072.66 M) a los circuitos 5, 6 y 7.

Cuadro IV. 20 Infraestructura de distribución en Calderitas (Líneas primarias), situación con proyecto.

INFRAESTRUCTURA	ML	MATERIAL	DIÁMETROS (Pulg.)
Líneas primarias	3,208.50	PEAD hidráulico	8” y 12”

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

IV.10 Análisis de la Oferta con Proyecto

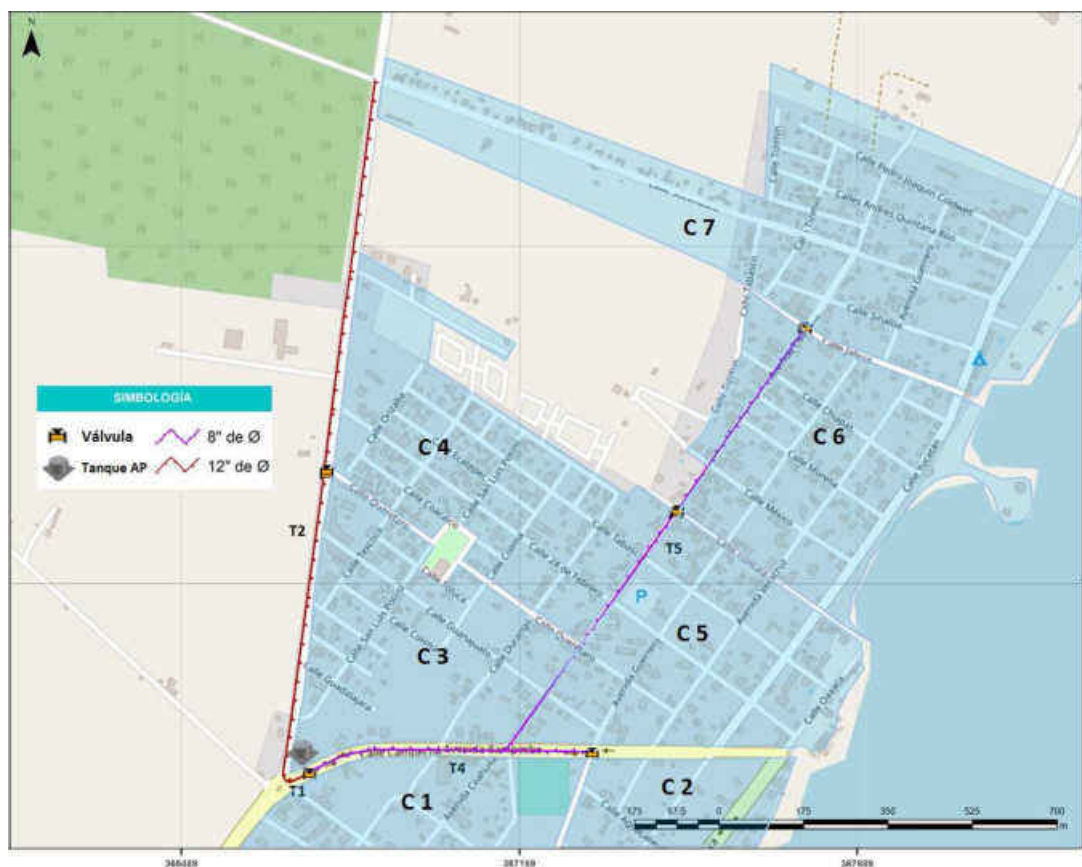


Figura IV. 12 Líneas primarias en Calderitas, situación con proyecto

La red de distribución tendrá una cobertura del 100% de la mancha urbana, consistirá en 37,788.50 M de tubería de PEAD de 3", 4" y 6" de diámetro y estará dividida en 8 circuitos hidrométricos, que operarán de forma independiente para garantizar la hermeticidad de la red y con ello una recuperación de caudal y de presión.

Cada uno con una línea envolvente de 4" de diámetro y una red interna de 3" de diámetro (con tomas domiciliarias equipadas con un medidor de flujo), cuya interconexión a la línea principal se realizará a través de una línea de alimentación de 6" de diámetro que estará conectada a una caja de operación de válvulas en la que se instalará una válvula de seccionamiento y un medidor de flujo del mismo diámetro.

Cuadro IV. 21 Infraestructura de distribución en Calderitas (Red secundaria), situación con proyecto.

INFRAESTRUCTURA	ML	MATERIAL	DIÁMETROS (Pulg.)
Red de distribución	37,788.50	PEAD hidráulico	3", 4" y 6"

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección de planeación de infraestructura de la CAPA.

IV.10 Análisis de la Oferta con Proyecto

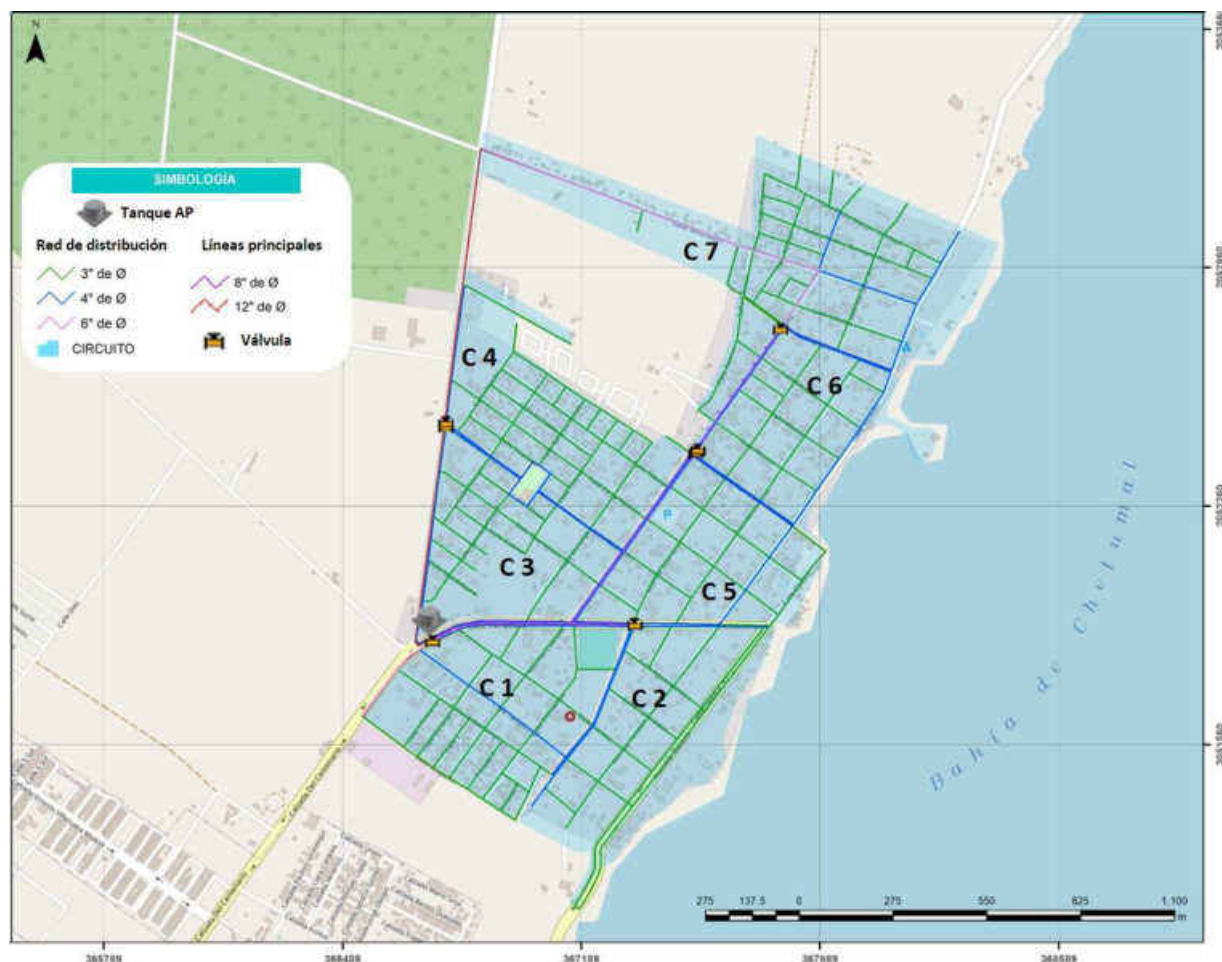


Figura IV. 13 Infraestructura de distribución en Calderitas, situación con proyecto.

Cuadro IV. 22 Descripción de la infraestructura por circuito hidrométrico, situación con proyecto.

CIRCUITO	TOMAS DOMICILIARIAS	RED DE DISTRIBUCIÓN (ML)			TOTAL (ML)	MATERIAL	VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO	MEDIDOR DE FLUJO
		3"	4"	6"				
1	372	4,229.40	1,617.80	314.70	6,161.90	PEAD	1.0	1.0
2	189	4,026.10	1,006.20	9.30	5,041.60	PEAD	1.0	1.0
3	247	2,677.50	2,101.00	8.00	4,786.50	PEAD	1.0	1.0
4	301	4,614.90	1,515.40	5.70	6,136.00	PEAD	1.0	1.0
5	205	2,810.50	1,739.20	5.40	4,555.10	PEAD	1.0	1.0
6	253	2,946.10	1,691.80	4.60	4,642.50	PEAD	1.0	1.0
7	418	3,933.30	1,285.00	1,246.60	6,464.90	PEAD	1.0	1.0
TOTAL	1,985	25,237.80	10,956.40	1,594.30	37,788.50		7.0	7.0

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

IV.10 Análisis de la Oferta con Proyecto

Asimismo, derivado de la hermeticidad de la red y del incremento en las horas de servicio, en la localidad se podrá incrementar la presión en las redes con una presión mínima de hasta 12.25 metros columna de agua (m.c.a.) y una presión máxima de hasta 20.125 m.c.a., sobre todo en la zona costera, al ser la zona de menor altitud (con 2 metros sobre el nivel del mar), lo cual beneficia al incremento de la presión.

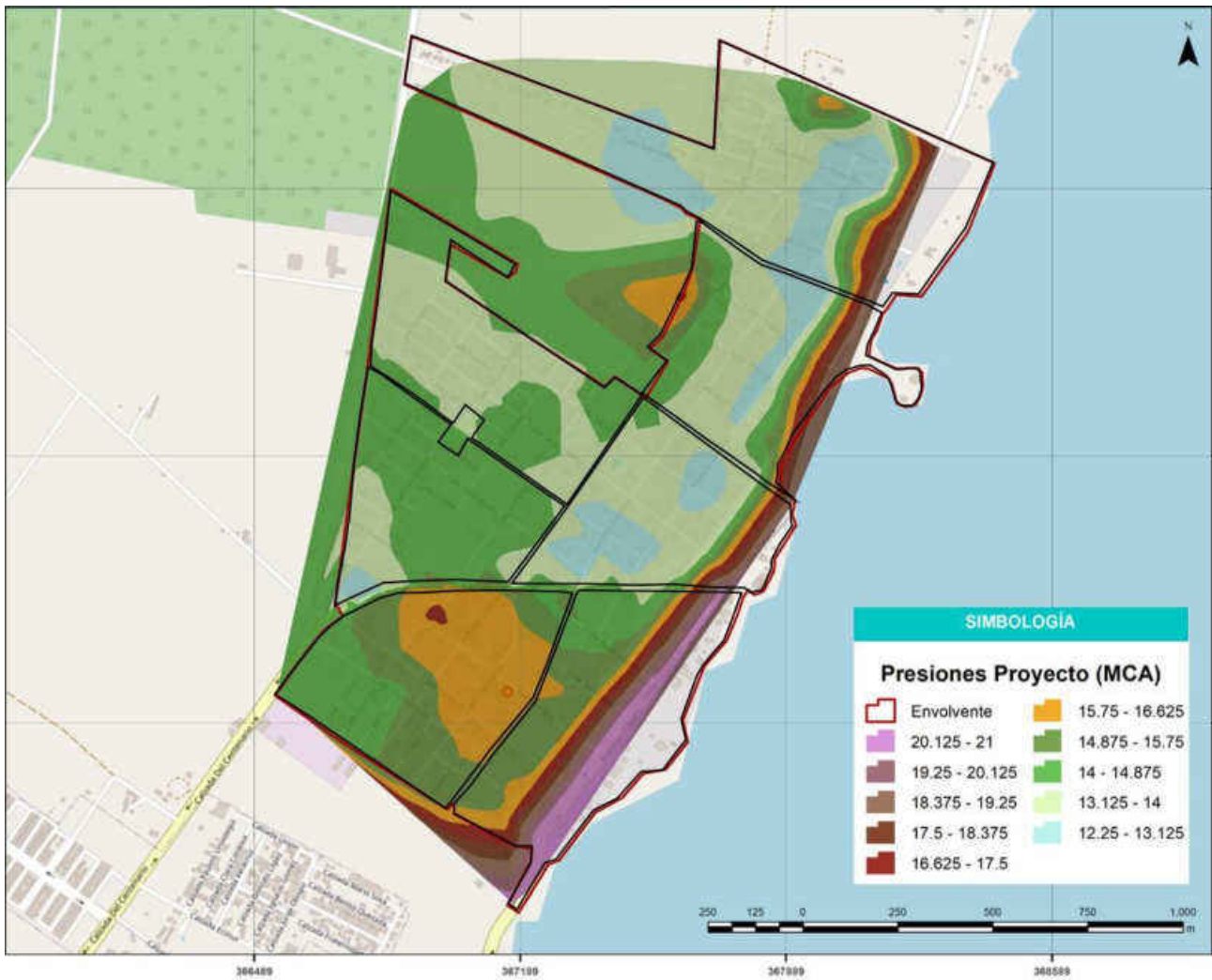
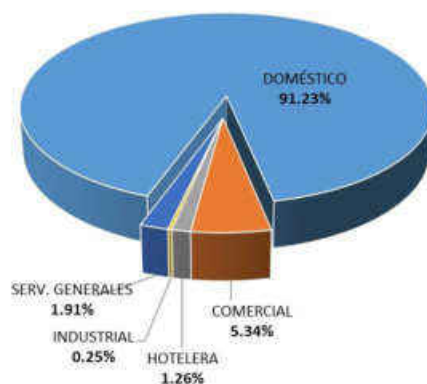


Figura IV. 14 Presurización de la red (m.c.a) en Calderitas, situación con proyecto.



IV.11 Análisis de la Demanda con Proyecto

De acuerdo con el Organismo operador, a diciembre del 2019, en la localidad de Calderitas se cuenta con un padrón de 1,985 usuarios en su mayoría domésticos.



Gráfica IV. 1 Distribución de usuarios por tarifa en Calderitas.

Fuente: Elaboración propia con información de la Coordinación comercial de la CAPA.

La zona de influencia inmediata del proyecto, comprende alrededor de 64 vialidades en 147.50 hectáreas de la mancha urbana de las colonias populares de 16 de septiembre, Centro, Veracruz, Yucatán y Lázaro Cárdenas.

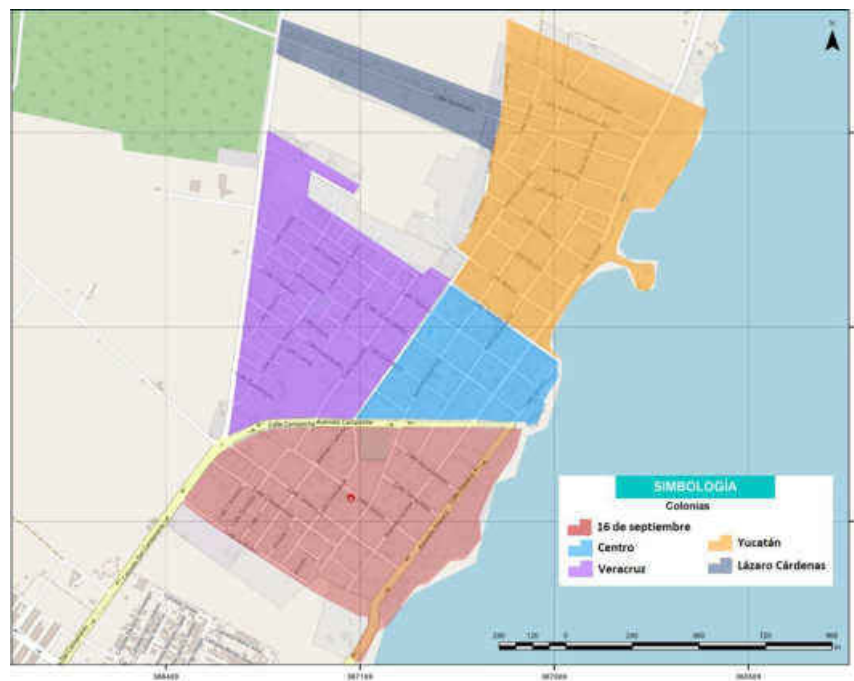


Figura IV. 15 Área de influencia por colonias de la zona de proyecto en Calderitas.

IV.11 Análisis de la Demanda con Proyecto

Considerando que, la localidad de Calderitas aún se encuentra en desarrollo, durante el horizonte de evaluación, se proyecta la incorporación de nuevos usuarios a una tasa media del 3.75% anual y con ello la demanda de agua potable, suponiendo que las preferencias de consumo no se modifican (se mantienen en el tiempo) y que la eficiencia de micromedición del sistema es del 100%.

Cuadro IV. 23 Proyección de la población y su consumo real en Calderitas, situación con proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	CONSUMO REAL		DOTACIÓN
			M3/AÑO	L/s	LHD
2020	0	7,821	330,182	10.47	115.66
2021	1	8,096	487,862	15.47	165.09
2022	2	8,384	621,212	19.70	203
2023	3	8,685	643,515	20.41	203
2024	4	8,998	666,707	21.14	203
2025	5	9,325	690,936	21.91	203
2026	6	9,665	716,128	22.71	203
2027	7	10,020	742,432	23.54	203
2028	8	10,390	769,847	24.41	203
2029	9	10,775	798,374	25.32	203
2030	10	11,177	828,160	26.26	203
2031	11	11,597	859,280	27.25	203
2032	12	12,034	891,659	28.27	203
2033	13	12,491	925,521	29.35	203
2034	14	12,967	960,790	30.47	203
2035	15	13,465	997,689	31.64	203
2036	16	13,984	1,036,144	32.86	203
2037	17	14,526	1,076,304	34.13	203
2038	18	15,092	1,118,242	35.46	203
2039	19	15,683	1,162,032	36.85	203
2040	20	16,301	1,207,823	38.30	203
2041	21	16,946	1,255,614	39.82	203

Fuente: Elaboración propia.

IV.12 Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Producto de la recuperación de caudal y de presiones en la red, derivado de la ejecución del proyecto, en la localidad de Calderitas se podrá incrementar la dotación de consumo de agua potable a 203 LHD (litros por habitante por día).

Originalmente la red de distribución se encontraba dividida en 2 grandes zonas de distribución con diferentes horarios y régimen de operación (la zona sur con horario de servicio de 10 horas se abastecía por medio del tanque elevado a gravedad, mientras que la zona norte con horario de servicio de 12 horas, del tanque superficial por bombeo directo a la red). Con la ejecución de proyecto, además de una reorganización de la configuración de la red (con la conformación de circuitos hidrométricos), también el horario de servicio se incrementará a 16 horas al día, con un régimen de bombeo directo a la red desde el tanque superficial (dejando fuera de operación al tanque elevado).

Al tratarse de una reconstrucción total de la infraestructura de distribución en la localidad: la sustitución tanto de líneas primarias como secundarias (que incluye la sustitución de las tomas domiciliarias que a su vez estarán equipadas con medidores de flujo); así como la instalación de nueva infraestructura para la conformación de los circuitos⁴⁰ (líneas envolventes, caja de válvulas equipadas con válvulas de seccionamiento y medidores de flujo).

Se considera que una vez ejecutado el proyecto, las incidencias por fugas en las redes secundarias se reducen a cero, permitiendo una eficiencia física del 100% al primer año de operación para posteriormente conforme se avance en el periodo de vida útil de la infraestructura, se estima que a partir del quinto año de operación las pérdidas se incrementen de tal forma que al término de su vida útil se alcance una relación de eficiencia del 76.5%.



Gráfica IV. 2 Proyección de la eficiencia operativa del sistema en Calderitas, situación con proyecto.

⁴⁰ circuitos cerrados e independientes con un único punto de entrada.



IV.12 Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Cuadro IV. 24 Proyección de la eficiencia del sistema en Calderitas, situación con proyecto (2020-2041).

PERIODO	AÑO	VOLUMEN DISPONIBLE	OFERTA REAL	PÉRDIDAS	EFICIENCIA FÍSICA DEL SISTEMA	PÉRDIDAS DEL SISTEMA
2020	0	32.00	10.47	21.53	32.72%	67.28%
2021	1	32.33	15.47	16.86	47.85%	52.15%
2022	2	19.70	19.70	0	100.00%	0.00%
2023	3	20.53	20.41	0.12	99.65%	0.35%
2024	4	21.35	21.14	0.21	99.40%	0.60%
2025	5	22.18	21.91	0.27	99.25%	0.75%
2026	6	23.08	22.71	0.37	99.01%	0.99%
2027	7	24.02	23.54	0.48	98.75%	1.25%
2028	8	25.04	24.41	0.63	98.40%	1.60%
2029	9	26.08	25.32	0.76	98.13%	1.87%
2030	10	27.11	26.26	0.85	97.97%	2.03%
2031	11	28.26	27.25	1.01	97.69%	2.31%
2032	12	29.51	28.27	1.24	97.24%	2.76%
2033	13	30.88	29.35	1.53	96.70%	3.30%
2034	14	32.29	30.47	1.82	96.18%	3.82%
2035	15	33.73	31.64	2.09	95.75%	4.25%
2036	16	35.64	32.86	2.78	94.50%	5.50%
2037	17	37.74	34.13	3.61	93.07%	6.93%
2038	18	39.55	35.46	4.09	92.38%	7.62%
2039	19	43.60	36.85	6.75	87.79%	12.21%
2040	20	47.07	38.30	8.77	84.60%	15.40%
2041	21	53.61	39.82	13.79	76.50%	23.50%

Fuente: Elaboración propia.

Se tendrá una recuperación de caudal de aproximadamente 16.86 l/s, que permitirá incrementar la dotación de consumo de los usuarios a 203 LHD (beneficio por mayor consumo de 3.64 l/s), así como la presión en las redes (una presión mínima de hasta 12.25 m.c.a. y una máxima de hasta 20.125 m.c.a.).

Adicionalmente, reducir los volúmenes de extracción en aproximadamente 13.56 l/s (con la reducción de las horas de bombeo del pozo propio de la localidad). También se podrán incrementar los horarios de servicio (con horario de servicio de 16 horas al día) que se traducirá en un incremento de los costos de operación (por el incremento de las horas de servicio en aproximadamente 4 horas), Además de que, por la reducción de fugas, en una reducción de los recursos destinados para la operación y mantenimiento.

IV.12 Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Lo anterior, en su conjunto se verá traducido en una liberación de recursos tanto para el organismo operador como para los usuarios (Cuadro IV. 25).

Cuadro IV. 25 Proyección de Costos de la situación con Proyecto (sin IVA).

PERIODO	AÑO	COSTOS TOTAL CP (\$/AÑO)	PERIODO	AÑO	COSTOS TOTAL CP (\$/AÑO)	PERIODO	AÑO	COSTOS TOTAL CP (\$/AÑO)
2020	0	-	2028	8	3,066,390	2036	16	4,363,669
2021	1	-	2029	9	3,193,075	2037	17	4,621,239
2022	2	2,412,111	2030	10	3,319,752	2038	18	4,842,856
2023	3	2,513,405	2031	11	3,460,180	2039	19	5,338,610
2024	4	2,614,477	2032	12	3,614,071	2040	20	5,763,763
2025	5	2,715,902	2033	13	3,781,063	2041	21	6,564,039
2026	6	2,825,967	2034	14	3,953,521			
2027	7	2,941,572	2035	15	4,129,859			
Total					76,035,521			
VAN					25,364,116.71			

Fuente: Elaboración propia.

EFFECTOS DERIVADOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

Con su implementación se lograrán:

- i) Reducción de costos por bombeos intradomiciliarios de agua: al existir mayor presión en las redes de agua, el caudal llegaría hasta los depósitos ubicados en las azoteas de las casas, por lo que los usuarios no tendrían que realizar bombeos desde su depósito superficial y/o desde sus tomas hacia estos.
- ii) Mayor control en la identificación de fugas, así como la posible afectación a las vialidades: derivado de la creación de los sectores y distritos hidrométricos se tendrá un mayor control de las presiones en las redes y por lo tanto no se someterían a gastos mayores a su capacidad, lo cual evitaría rupturas de las tuberías y por lo tanto el cierre de calles para su reparación.
- iii) Incremento en la vida útil de la infraestructura, derivado a que las redes de distribución no serán sometidas a gastos mayores a su capacidad, el período de su vida útil aumenta, lo cual también impactaría en la reducción en costos por su mantenimiento.
- iv) Mejor calidad en los servicios de agua potable, los usuarios recibirían un mejor servicio en cuanto a tiempo de suministro y mejores presiones del caudal.

IV.12 Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

IMPACTO DEL PROYECTO EN LA ZONA METROPOLITANA

Así como una línea de conducción proveniente del tanque principal del Macrosector Arboledas de la ciudad de Chetumal, abastece a la localidad de Calderitas, incorporándola al Sistema Chetumal que, además de la ciudad también atiende las localidades de Juan Sarabia, Xul-Ha, Huay-Pix, Subteniente López y Luis Echeverría, este último incorporado por medio de una línea de conducción proveniente de la localidad de Calderitas.

El objetivo principal del proyecto es mejorar del servicio de distribución de agua potable en la localidad de Calderitas, actualmente incorporada al sistema Chetumal a través del Macrosector Arboledas, de manera que no sólo se mejoren las condiciones de eficiencia en la localidad, si no también permita promover una planeación ordenada de la infraestructura de agua potable del Sistema Chetumal, de tal forma que permita el impulso de la sustentabilidad y consolidación urbana de la Zona Metropolitana.

Con el proyecto se podrá reducir el nivel de pérdidas por fugas en la red de distribución, que se traducirá en una recuperación de caudal que, por el correcto aislamiento de cada circuito permitirá: un mejor control en la medición, el incremento de las presiones, así como de las horas de servicio, esto en beneficio de los usuarios en la localidad.

Asimismo, estas acciones se traducirán en una liberación de recursos para el Organismo Operador, encargado de la operación y mantenimiento del sistema (menores costos por reparaciones).

Además de que como resultado de la instalación y sustitución de medidores de caudal a nivel macro y micro en la zona, se logrará un incremento tanto de la eficiencia física como la comercial, ya que se logrará mejorar la medición tanto del gasto que ingresa a la red (macromedición) como del gasto que es entregado efectivamente a los usuarios (micromedición).



V Evaluación del PPI

V.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Cuadro V. 1 Costos directos (no incluye IVA).

COSTOS DIRECTOS			
IDENTIFICACIÓN	CUANTIFICACIÓN	VALORACIÓN A VALOR PRESENTE	PERIODICIDAD
Inversión inicial	Inversión	45,312,876.64	Año 0 y Año 1
Reinversión equipamiento de medición	Mantenimiento correctivo	512,847.83	Cada 5 años de operación
Reinversión equipamiento de bombeo	Mantenimiento correctivo	244,387.83	Cada 10 años de operación
Costos de Operación y Mantenimiento	Operación del sistema + Mantenimiento correctivo	17,009,970.53	2 al 21
Costos de extracción	(M ³ producidos)*(costo de producción)	8,354,146.18	2 al 21

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 2 Flujo anual de costos del proyecto (no incluye IVA).

PERIODO	AÑO	COSTOS					VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS
		INVERSIÓN	REINVERSIÓN (EQUIPAMIENTO)	EXTRACCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL	
2020	0	27,978,893	0	0	0	27,978,893	27,978,893.00
2021	1	19,067,382	0	0	0	19,067,382	17,333,983.64
2022	2	0	0	794,474	1,617,637	2,412,111	1,993,480.17
2023	3	0	0	827,837	1,685,568	2,513,405	1,888,358.38
2024	4	0	0	861,127	1,753,350	2,614,477	1,785,722.97
2025	5	0	0	894,533	1,821,369	2,715,902	1,686,361.46
2026	6	0	452,807	930,785	1,895,182	3,278,774	1,850,782.45
2027	7	0	0	968,862	1,972,710	2,941,572	1,509,491.55
2028	8	0	0	1,009,973	2,056,417	3,066,390	1,430,493.57
2029	9	0	0	1,051,699	2,141,376	3,193,075	1,354,175.50
2030	10	0	0	1,093,422	2,226,330	3,319,752	1,279,908.11
2031	11	0	1,150,074	1,139,675	2,320,505	4,610,254	1,615,865.90



PERIODO	AÑO	COSTOS					VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS
		INVERSIÓN	REINVERSIÓN (EQUIPAMIENTO)	EXTRACCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL	
2032	12	0	0	1,190,362	2,423,709	3,614,071	1,151,554.40
2033	13	0	0	1,245,364	2,535,699	3,781,063	1,095,239.27
2034	14	0	0	1,302,166	2,651,355	3,953,521	1,041,085.64
2035	15	0	0	1,360,246	2,769,613	4,129,859	988,655.41
2036	16	0	452,807	1,437,256	2,926,413	4,816,476	1,048,205.51
2037	17	0	0	1,522,091	3,099,148	4,621,239	914,287.50
2038	18	0	0	1,595,085	3,247,771	4,842,856	871,030.22
2039	19	0	0	1,758,371	3,580,239	5,338,610	872,905.39
2040	20	0	0	1,898,403	3,865,360	5,763,763	856,746.64
2041	21	0	0	2,161,989	4,402,050	6,564,039	887,002.34
TOTAL		47,046,275	2,055,688	25,043,720	50,991,801	125,137,484	71,434,229.01
VALOR ACTUAL		45,312,876.64	757,235.66	8,354,146.18	17,009,970.53	71,434,229.01	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 3 Costos indirectos (no incluye IVA).

Costos indirectos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica.			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 4 Externalidades negativas (no incluye IVA).

Externalidades negativas			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica.			

Fuente: Elaboración propia.

Metodología
<p>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.</p> <p>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,</p>

Metodología

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 203 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.
- La localidad de Calderitas actualmente se abastece de 2 fuentes: El sistema Chetumal, a través de una línea proveniente del tanque principal del MS-Arboledas de la ciudad de Chetumal y de un pozo profundo ubicado en el mismo predio del tanque en la localidad.
- Los costos de operación y mantenimiento se dividen en 2, por etapas:
 - la primera etapa de “extracción”: en el caso del Sistema Chetumal, se consideraron los costos por el consumo energético de los equipos para la extracción y bombeo hacia la ciudad, así como los costos por insumos de cloración (cloro gas e hipoclorito de sodio) que, dividido entre el volumen total extraído, considerando que al año 2019 se produjeron 662.74 l/s, se determinó un costo por m³ extraído de 1.57 \$/m³; en el caso del pozo propio de la localidad, por su cercanía al tanque, sólo se consideraron los costos por el consumo energético del equipo y una producción de 22.0 l/s para determinar un costo de 1.15 \$/m³. De lo anterior se determinó un costo promedio de “extracción” para el sistema Calderitas 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 4.34 \$/m³.
- Se determina que el costo por hora de bombeo resulta de la división del monto de pago de la energía eléctrica mensual entre el total de horas de bombeo al mes, en el caso de la localidad de Calderitas, considerando que el equipo de bombeo actualmente trabaja 12 horas al día, se determinó un costo horario de \$48.62.
- Considerando el consumo en condiciones deseables determinado de acuerdo con la metodología de la Conagua (una dotación de 203 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 trata de un proyecto de sustitución de infraestructura por lo que, al momento de su ejecución, la infraestructura a sustituir continuará operando a fin de no afectar el consumo de los usuarios.
- Se considera una tasa media de crecimiento anual del 3.75%, 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 se reducirán en un 40% (pasar de 4.34 \$/m³ a 2.60 \$/m³).
- Asimismo, dada la recuperación de caudal (16.86 l/s), se estima una liberación de recursos por la disminución de la demanda total con lo que se podrán reducir los caudales extraídos del pozo ubicado en mismo predio del tanque (aproximadamente 13.56 l/s), al reducir las horas de bombeo, para posteriormente conforme se incremente la demanda, se pueda incrementar el horario y la producción nuevamente.
- Se estima que se incrementarán las horas de bombeo en la zona en aproximadamente 4 horas, lo que implica un incremento en el consumo de la energía eléctrica y con ello los costos de operación y mantenimiento.
- Estos costos se definieron a partir del análisis de los presupuestos que proporcione 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 2.
- Se consideró un horizonte de evaluación de 22 años (2 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.

V.2 Identificación, cuantificación y valoración de beneficios del PPI

En este apartado se presenta la identificación, cuantificación y valoración de los beneficios, que se tendrían una vez concluidas las acciones. Estos se obtienen comparando las situaciones sin proyecto y con proyecto.

Cuadro V. 5 Beneficios directos (no incluye IVA).

BENEFICIOS DIRECTOS			
IDENTIFICACIÓN	CUANTIFICACIÓN	VALORACIÓN	PERIODICIDAD
<p>Liberación de recursos para asegurar el consumo. (beneficio por ahorro en costos para la compra de dispositivos de almacenamiento, costos de por la compra de agua en pipas y bombes intradomiciliarios)</p>	[Costo implícito por abastecerse de agua (\$/m ³)] * [metros cúbicos (m ³) consumidos]	79,457,384.94	2 al 21
<p>Beneficio por mayor consumo. 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>	(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.]	8,101,342.95	2 al 21
<p>Disminución de los índices de morbilidad. Se incurre en un beneficio adicional por disminución en enfermedades atribuibles al uso de métodos alternativos de abastecimiento de agua.</p>	Debido a que no se cuenta con información acerca de este rubro, no puede cuantificarse ni valorarse		
<p>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 afecta y reducir las afectaciones al restos del sistema)</p>	Parte proporcional de la tubería de la red a sustituir	26,242,688.03	2 al 21
<p>Beneficio por la reducción de la demanda total. Ahorro en costos por producción (extracción, cloración, conducción, regulación, distribución; además de reducir la necesidad de inversiones futuras)</p>	Costo de producción por metro cúbico de agua (\$/m ³) * [metros cúbicos (m ³) recuperados con el proyecto]	4,391,520.35	2 al 21

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 6 Flujo anual de Beneficios del Proyecto (no incluye IVA).

PERIODO	AÑO	BENEFICIOS					VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS
		LIBERACIÓN DE RECURSOS			MAYOR CONSUMO	TOTAL	
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	EXTRACCIÓN	MÉTODOS ALTERNATIVOS			
2020	0	0	0	0	0	0	0.00
2021	1	0	0	0	0	0	0.00
2022	2	2,934,534	546,957	7,952,025	810,738	12,244,254	10,119,218.18
2023	3	2,996,626	551,909	8,237,217	839,845	12,625,598	9,485,798.65
2024	4	3,064,342	558,548	8,534,352	870,113	13,027,355	8,897,858.75
2025	5	3,135,926	566,279	8,843,982	901,734	13,447,921	8,350,100.90
2026	6	3,207,191	572,779	9,166,684	934,612	13,881,266	7,835,612.77
2027	7	3,277,479	578,261	9,503,065	968,941	14,327,746	7,352,399.18
2028	8	3,347,062	582,321	9,853,765	1,004,720	14,787,868	6,898,649.56
2029	9	3,419,499	586,976	10,219,451	1,041,950	15,267,876	6,475,069.85
2030	10	3,498,785	593,651	10,600,827	1,080,823	15,774,086	6,081,593.00
2031	11	3,659,181	622,415	10,998,632	1,121,438	16,401,666	5,748,683.87
2032	12	3,732,534	623,756	11,413,641	1,163,696	16,933,627	5,395,575.42
2033	13	3,803,945	622,799	11,846,669	1,207,888	17,481,301	5,063,710.21
2034	14	3,877,165	621,654	12,298,572	1,253,918	18,051,308	4,753,473.58
2035	15	3,954,625	621,248	12,770,249	1,302,075	18,648,197	4,464,230.10
2036	16	3,997,650	603,123	13,262,647	1,352,262	19,215,682	4,181,892.27
2037	17	4,032,952	579,591	13,776,759	1,404,674	19,793,976	3,916,132.63
2038	18	4,097,840	569,515	14,313,629	1,459,407	20,440,390	3,676,383.81
2039	19	3,987,095	471,566	14,874,356	1,516,557	20,849,574	3,409,071.95
2040	20	3,930,541	398,888	15,460,096	1,576,318	21,365,843	3,175,896.42
2041	21	3,630,630	205,076	16,072,062	1,638,690	21,546,458	2,911,585.17
TOTAL		71,585,603	11,077,311	229,998,680	23,450,398	336,111,992	118,192,936.27
VALOR ACTUAL		26,242,688.03	4,391,520.35	79,457,384.94	8,101,342.95	118,192,936.27	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 7 Beneficios indirectos (no incluye IVA).

Beneficios indirectos			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro V. 8 Externalidades positivas (no incluye IVA).

Externalidades positivas			
Identificación	Cuantificación	Valoración	Periodicidad
No aplica			

Fuente: Elaboración propia.

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 3.75% durante el horizonte de evaluación (22 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 y eficiencia del servicio a los usuarios.</p> <p>Los beneficios sociales atribuibles a proyectos de reforzamiento y sectorización de redes de distribución corresponden con la disminución de fugas en tuberías y tomas domiciliarias, así como la reducción de molestias al tránsito de la ciudad al reducir el número de reparaciones.</p> <p>El proyecto considera la instalación de medidores de flujo en tomas domiciliarias donde no se cuente con lecturas (cuota fija y cuota promedio), lo que trae consigo beneficios de recuperación de volúmenes de agua, ya que el nivel de consumo disminuye, al aplicar el precio por m³ consumido medido a los usuarios, lo cual a su vez impactará sobre la facturación.</p> <p>Con la eliminación de fugas, se podrán recuperar caudales e incrementar la presión (mejoramiento de la eficiencia del sistema), lo que se traducirá en un mayor consumo y/o volúmenes ahorrados (menores costos de producción), lo que a su vez se traduce en una liberación de recursos para los usuarios ya que reducirán y/o evitarán el uso de métodos alternativos para asegurar su consumo (compra de agua en pipa, el acarreo intradomiciliario, entre otros). Así como para el organismo operador por la operación y mantenimiento, y por las inversiones futuras.</p>



V.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Una vez cuantificados y valorados los costos y beneficios, se procedió a calcular la rentabilidad social del proyecto, considerando una tasa social del 10%, para lo cual se armó el flujo de efectivo del proyecto. A continuación, se muestra el resumen de los indicadores de rentabilidad social del mismo **Cuadro V. 9** Indicadores de rentabilidad del Proyecto (no incluye IVA).

Indicadores de Rentabilidad		
Indicador	Valor	Interpretación
Valor Presente Neto (VPN)	46,758,707.26	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)	20.66%	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)	19.73%	La TRI del primer año de operación es mayor a la tasa social de descuento oficial del 10%, por lo que se considera que debe ejecutarse el proyecto al ser este el momento óptimo de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V. 10 Flujo anual neto del Proyecto (no incluye IVA).

PERIODO	AÑO	VAINVS	VACS	VABS	VANS
		VALOR ACTUAL DE LAS INVERSIONES	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL NETO SOCIAL
2020	0	-27,978,893.00	0	0	-27,978,893.00
2021	1	-17,333,983.64	0.00	0.00	-17,333,983.64
2022	2	0.00	-1,993,480.17	10,119,218.18	8,125,738.02
2023	3	0.00	-1,888,358.38	9,485,798.65	7,597,440.27
2024	4	0.00	-1,785,722.97	8,897,858.75	7,112,135.78
2025	5	0.00	-1,686,361.46	8,350,100.90	6,663,739.44
2026	6	-255,597.75	-1,595,184.70	7,835,612.77	5,984,830.33
2027	7	0.00	-1,509,491.55	7,352,399.18	5,842,907.62
2028	8	0.00	-1,430,493.57	6,898,649.56	5,468,155.99



PERIODO	AÑO	VAINVS	VACS	VABS	VANS
		VALOR ACTUAL DE LAS INVERSIONES	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL NETO SOCIAL
2029	9	0.00	-1,354,175.50	6,475,069.85	5,120,894.35
2030	10	0.00	-1,279,908.11	6,081,593.00	4,801,684.90
2031	11	-403,093.92	-1,212,771.98	5,748,683.87	4,132,817.97
2032	12	0.00	-1,151,554.40	5,395,575.42	4,244,021.02
2033	13	0.00	-1,095,239.27	5,063,710.21	3,968,470.94
2034	14	0.00	-1,041,085.64	4,753,473.58	3,712,387.93
2035	15	0.00	-988,655.41	4,464,230.10	3,475,574.69
2036	16	-98,544.00	-949,661.51	4,181,892.27	3,133,686.76
2037	17	0.00	-914,287.50	3,916,132.63	3,001,845.13
2038	18	0.00	-871,030.22	3,676,383.81	2,805,353.59
2039	19	0.00	-872,905.39	3,409,071.95	2,536,166.56
2040	20	0.00	-856,746.64	3,175,896.42	2,319,149.78
2041	21	0.00	-887,002.34	2,911,585.17	2,024,582.83
TOTAL		-46,070,112.30	-25,364,116.71	118,192,936.27	46,758,707.26

Fuente: Elaboración propia.

V.4 Análisis de sensibilidad

Cuadro V. 11 Resumen del análisis de sensibilidad de las principales variables del Proyecto.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
Beneficios	- 39.56%	Con una <u>reducción</u> de los beneficios en un porcentaje superior a 39.56% el proyecto no sería rentable.
Inversión	+ 101.49%	Con un <u>incremento</u> de la inversión en un porcentaje superior al 101.49% el proyecto no sería rentable.
Costos	+ 184.35%	Con un <u>incremento</u> de los costos en un porcentaje superior a 184.35% el proyecto no sería rentable.



Análisis de sensibilidad 1. Variable Beneficios

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.

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 **39.56%**, por lo que puede concluirse que con una disminución de los beneficios en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 12 Análisis de sensibilidad de la variable BENEFICIOS (en MDP).

Beneficios						
Tasa de variación	VA Beneficios	VA Inversión	VA Costos	VA Neto	TIR	TRI
(10.00%)	106.37	46.07	25.36	34.94	18.26%	18.30%
(20.00%)	94.55	46.07	25.36	23.12	15.70%	15.69%
(30.00%)	82.74	46.07	25.36	11.30	12.94%	13.09%
(39.56%)	71.43	46.07	25.36	0.00	10.00%	10.01%
(50.00%)	59.10	46.07	25.36	(12.34)	6.26%	7.89%
(60.00%)	47.28	46.07	25.36	(24.16)	1.64%	5.28%
(70.00%)	35.46	46.07	25.36	(35.98)	(6.33%)	2.68%
0.00%	118.19	46.07	25.36	46.76	20.66%	19.73%

Fuente: Elaboración propia

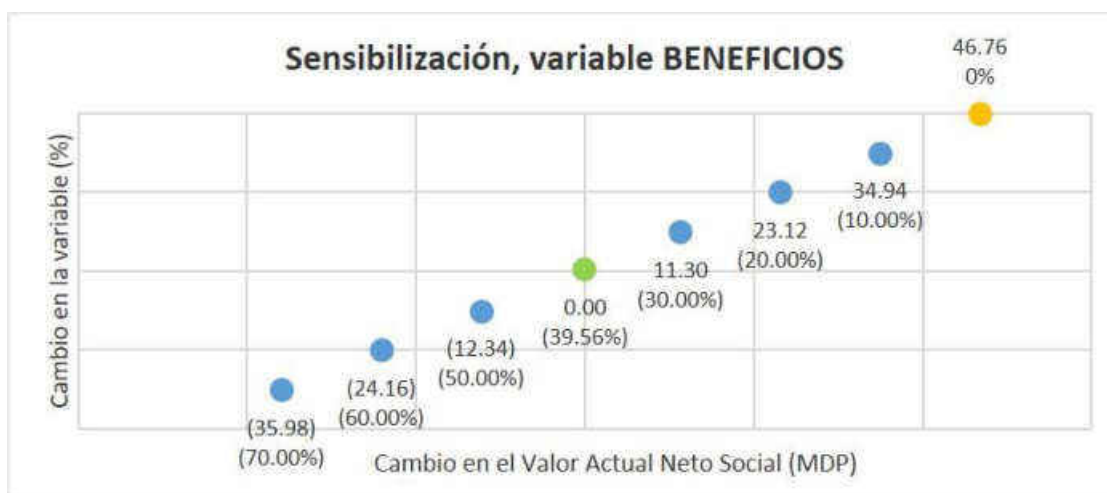


Figura V. 1 Análisis de sensibilidad de los Beneficios del Proyecto.



Análisis de sensibilidad 2. Variable Inversión

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 **101.49%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de la inversión en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 13 Análisis de sensibilidad de la variable INVERSIÓN (en MDP).

Inversión						
Tasa de variación	VA Beneficios	VA Inversión	VA Costos	VA Neto	TIR	TRI
26.00%	118.19	58.05	25.36	34.78	16.67%	16.59%
51.00%	118.19	69.57	25.36	23.26	13.89%	13.84%
76.00%	118.19	81.08	25.36	11.75	11.76%	11.87%
101.49%	118.19	92.83	25.36	0.00	10.00%	9.79%
126.00%	118.19	104.12	25.36	(11.29)	8.60%	9.25%
151.00%	118.19	115.64	25.36	(22.81)	7.38%	8.33%
176.00%	118.19	127.15	25.36	(34.32)	6.32%	7.57%
0.00%	118.19	46.07	25.36	46.76	20.66%	19.73%

Fuente: Elaboración propia



Figura V. 2 Análisis de sensibilidad de la variable Inversión del Proyecto.

Análisis de sensibilidad 3. Variable Costos

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 **184.35%**, por lo que puede concluirse que con un incremento de los costos en una cifra mayor a dicho porcentaje el proyecto no sería rentable.

Cuadro V. 14 Análisis de sensibilidad de la variable COSTOS (en MDP).

Costos						
Tasa de variación	VA Beneficios	VA Inversión	VA Costos	VA Neto	TIR	TRI
46.00%	118.19	46.07	37.03	35.09	18.36%	18.54%
92.00%	118.19	46.07	48.70	23.42	15.88%	16.18%
138.00%	118.19	46.07	60.37	11.76	13.15%	13.82%
184.35%	118.19	46.07	72.12	0.00	10.00%	10.80%
230.00%	118.19	46.07	83.70	(11.58)	6.16%	9.11%
276.00%	118.19	46.07	95.37	(23.25)	0.27%	6.75%
322.00%	118.19	46.07	107.04	(34.91)	0.00%	4.39%
0.00%	118.19	46.07	25.36	46.76	20.66%	19.73%

Fuente: Elaboración propia



Figura V. 3 Análisis de sensibilidad de la variable Costos del Proyecto.

V.5 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.

Cuadro V. 15 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

DESCRIPCIÓN	FACTIBILIDAD DE OCURRENCIA	ANÁLISIS DE POSIBLE IMPACTO	ACCIONES PARA SU MITIGACIÓN
			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 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.



Cuadro V. 16 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.
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 **\$46,758,707.26** 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 **20.66%**, 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 2) es de **19.73%**, 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 101.49%, 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 184.35%, el proyecto aún sería rentable. Del análisis de sensibilidad de los *beneficios* del proyecto integral se concluye que, con una reducción menor al 39.56%, 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, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	Se adjunta la ficha de validación técnica del ente normativo federal (CONAGUA).
Anexo C	Estudios Legales	Se adjunta el oficio de Autorización para la ejecución de los trabajos de construcción del proyecto de parte del Municipio de Othón P. Blanco.
Anexo D	Estudios Ambientales	Se adjunta la resolución de la solicitud de exención de la presentación de los estudios de impacto ambiental de la SEMA.
Anexo E	Estudios de Mercado	No aplica.
Anexo F	Estudios Específicos	No aplica.
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI.	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	



VIII Bibliografía

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>

Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Ha, Municipio de Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo, publicado en el Periódico oficial el 27 de marzo de 2018.

<http://po.segob.qroo.gob.mx/sitio/Publicacion.php?Fecha=2018-03-27&Tipo=3&Numero=41>

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=bGF00jE4LjU1Mzg0LGxvbjotODguMjU2ODUsejoxNCxsOmMxMTFzZXJ2aW Npb3M=>

Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión: Análisis Costo-Beneficio, Actualización 2018


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



IX Responsables de la información

Ramo:	23
Entidad:	Quintana Roo
Área Responsable:	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Quintana Roo (CAPA)

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo	Firma	Teléfono y correo
Ing. Roque Miguel Marzuca Esquivel	Coordinador de Planeación de la Comisión de Agua Potable del estado de Quintana Roo (CAPA)		Tel: 01-983-28-5-30-69 Correo: roquemarzuca@capa.gob.mx

Versión
2.0

Fecha
29 de junio 2020